ANALISIS STRUKTUR *BREASTING DOLPHIN* DAN *MOORING DOLPHIN* UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

(Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)

Disusun oleh:

RIFDA SYAFRIDA

3336210010

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

BANTEN

TAHUN 2025

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul	: Analisis Struktur *Breasting Dolphin* Dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT
Nama	: Rifda Syafrida
NPM	: 3336210010
Fakultas / Jurusan	: Teknik / Teknik Sipil

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa Skripsi dengan judul di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 03 Februari 2025

Rifda Syafrida

3336210010

SKRIPSI

ANALISIS STRUKTUR *BREASTING DOLPHIN* DAN *MOORING DOLPHIN* UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

(Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

Dipersiapkan dan disusun oleh :

RIFDA SYAFRIDA / 3336210010

Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada Tanggal : 03 Februari 2025

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing I

Dr. Subekti, S.T., M.T.
NIP. 197506122008011020

Dosen Pembimbing II

Bachaki, S.T., M. Eng
NIP. 198705082015041001

Dosen Penguji I

Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.
NIP. 197704042009121001

Dosen Penguji II

Zulmahdi Darwis, S.T., M. Eng
NIP. 197706182008011005

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal : .....

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.
NIP : 198212062010122001

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah Yang Maha Esa, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh derajat kesarjanaan Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.

Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan hormat saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Subekti, S.T., M.T., dan Bapak Baehaki, S.T., M. Eng., selaku dosen pembimbing I dan II yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini, serta telah memberikan pencerahan dalam mengolah data kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T., dan Zulmahdi Darwis, S.T., M. Eng., selaku dosen penguji I dan II yang telah menguji dan memberi masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Ibu Woelandari Fathonah S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
4. Cinta pertama sekaligus menjadi sosok yang menginspirasi penulis yaitu Ayahanda Fathurohman. Terimakasih atas tiap tetes keringat dalam setiap langkah mencari nafkah untuk memenuhi kebutuhan finansial penulis selama ini. Serta ribuan do'a yang telah dilangitkan untuk keberhasilan penulis dalam menggapai cita-citanya ini.
5. Pintu surgaku sekaligus menjadi panutan penulis untuk menjadi sosok Perempuan kuat, penyayang dan memiliki kesabaran yang tinggi yaitu Ibunda Herawati. Terimakasih atas kasih sayang, semangat, ridho dan do'a yang terselip disetiap sholatnya demi keberhasilan penulis untuk mewujudkan harapan dirinya dan semua orang.

6. Adik-adik tercinta Rafah Alfarisy, Rahil Alhakim dan Ranum Maulida yang selalu memberikan dukungan secara moral kepada penulis.
7. Reja Satriyana selaku rekan yang menjadi saksi perjalanan hidup penulis, mendengarkan keluh kesah kehidupan penulis dan selalu memberikan motivasi serta menjadi *support system*. Terimakasih untuk jatuh hati yang diberikan, dengan itu penulis menjadi lebih semangat untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman Skala 21 selaku rekan seangkatan yang telah memberikan dorongan, masukan dan mau berjuang bersama penulis selama penyusunan skripsi ini.

Cilegon, 03 Februari 2025

Rifda Syafrida

ANALISIS STRUKTUR *BREASTING DOLPHIN* DAN *MOORING DOLPHIN* UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

(Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

Rifda Syafrida

INTISARI

Pembangunan fasilitas dermaga untuk kapal tanker 10.000 DWT merupakan upaya peningkatan investasi PT. XYZ untuk mendukung kegiatan operasional yaitu menambah kapasitas produksi polietilena (PE) hingga 2 juta ton dalam setahun. Oleh karena itu, diperlukan analisis struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* untuk dapat menjamin kestabilan bangunan tanpa harus mengalami perubahan serta tidak melebihi batas yang diizinkan. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan gaya-gaya yang bekerja pada struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* dermaga *jetty* serta mengetahui kemampuan struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* dermaga *jetty* untuk kapal tanker berkapasitas 10.000 DWT dalam menahan beban-beban yang bekerja. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif yaitu data sekunder yang terdiri dari peta topografi, peta batimetri, data angin, data gelombang, data pasang surut, data kapal dan data karakteristik tanah. Metode yang digunakan dalam permodelan struktur menggunakan program SAP2000. Dalam analisis struktur digunakan program SAP2000 dengan model 3D. Hasil analisis data dan perhitungan struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* dermaga *jetty* untuk kapal tanker berkapasitas 10.000 DWT didapat gaya yang bekerja pada struktur *breasting dolphin* sebesar 229,0294 ton dan pada struktur *mooring dolphin* sebesar 294,3652 ton. Kemudian, kemampuan struktur pada kapasitas tiang baja dengan dimensi 1066,8 mm dan tebal 21 struktur *breasting dolphin* sebesar 0,4245 dan pada struktur *mooring dolphin* sebesar 0,6178 memenuhi syarat batas yakni kurang dari 1 maka rasio tersebut dapat dikatakan aman.

Kata Kunci: Dermaga *Jetty*, *Breasting dolphin*, *Mooring dolphin*, SAP2000

ANALYSIS OF BREASTING DOLPHIN AND MOORING DOLPHIN STRUCTURE FOR 10,000 DWT TANKER SHIP

(*Case Study*: *Jetty Type Dock* PT. XYZ Cilegon *City*)

Rifda Syafrida

ABSTRACT

The construction of dock facilities for 10,000 DWT tankers is an investment effort by PT. XYZ *to support operational activities, specifically to increase polyethylene (PE) production capacity to 2 million tons per year. Therefore, an analysis of the breasting dolphin and mooring dolphin structures is necessary to ensure the stability of the building without experiencing changes and not exceeding the permitted limits. The objective of this research is to determine the forces acting on the breasting dolphin and mooring dolphin structures of the jetty dock and to understand the capacity of the breasting dolphin and mooring dolphin structures of the jetty dock to withstand the loads acting on them for a 10,000 DWT capacity tanker ship. This research uses a quantitative research method, specifically secondary data consisting of topographic maps, bathymetric maps, wind data, wave data, tidal data, ship data, and soil characteristic data. The method used in the structural modeling employs the SAP2000 program. In the structural analysis, the SAP2000 program with a 3D model is utilized. The results of the data analysis and calculations for the breasting dolphin and mooring dolphin structures of the jetty dock for a 10,000 DWT capacity tanker showed that the force acting on the breasting dolphin structure was 229.0294 tons and on the mooring dolphin structure was 294.3652 tons. Furthermore, the structural capacity of the steel piles with dimensions of 1066.8 mm and a thickness of 21 for the breasting dolphin structure was 0.4245 and for the mooring dolphin structure was 0.6178, which meets the limit requirement of less than 1, indicating that the ratio can be consideredsafe.*

Keywords: *Jetty Dock, Breasting Dolphin, Mooring Dolphin, SAP2000*

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ..... **i**

HALAMAN PERNYATAAN ..... **ii**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**

PRAKATA ..... **iv**

INTISARI ..... **vi**

ABSTRACT ..... **vii**

DAFTAR ISI ..... **viii**

DAFTAR TABEL ..... **xi**

DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xviii**

DAFTAR ISTILAH ..... **xix**

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Batasan Masalah 3

1.5 Manfaat Penelitian 3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1 Penelitian Terdahulu 4

2.2 Keterkaitan Penelitian 18

BAB 3 LANDASAN TEORI 19

3.1 Definisi Pelabuhan 19

3.2 Definisi Dermaga 20

3.3 Definisi *Dolphin* 21

3.4 Data yang Digunakan dalam Analisis Struktur Dolphin 22

3.4.1 Peta Batimetri dan Topografi 22

3.4.2 Arus 22

3.4.3 Pasang Surut 23

3.4.4 Angin 25

3.4.5 Tanah 26
3.4.6 Kapal 26
3.5 Kedalaman Alur Pelayaran 30
3.6 Elevasi Dermaga 31
3.7 Fasilitas *Dolphin* 32
3.7.1 *Fender* 32
3.7.2 *Bollard* 36
3.8 Pembebanan *Dolphin* 38
3.8.1 Beban Vertikal 38
3.8.2 Beban Horizontal 38
3.9 Kombinasi Pembebanan 48
3.10 Struktur *Dolphin* 49
3.10.1 *Deck On Pile* 49
3.10.2 Pondasi 50
3.11 Program SAP2000 52
BAB 4 METODE PENELITIAN 53
4.1 Prosedur Penelitian 53
4.2 Lokasi Penelitian 54
4.3 Data 55
4.4 Alat 55
4.5 Variabel Penelitian 56
4.6 Metode Analisis Data 56
4.7 Jadwal Penyusunan Skripsi 57
BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 58
5.1 Hasil Analisis Data 58
5.2 Pedoman yang Digunakan 65
5.3 Kedalaman Alur Pelayaran 65
5.4 Elevasi Dermaga 67
5.5 Perhitungan Pembebanan *Dolphin* 68
5.5.1 Pembebanan Vertikal 69
5.5.2 Pembebanan Horizontal 75
5.6 Spesifikasi *Dolphin* 96

5.6.1 Data Struktur *Dolphin* 96
5.6.2 Bahan Struktur *Dolphin* 97
5.6.3 *Fender* yang Digunakan 98
5.6.4 QRH yang Digunakan 100
5.7 Analisis Stuktur *Dolphin* 100
5.7.1 Perhitungan *Fixity Point* 102
5.7.2 Kombinasi Pembebanan 102
5.7.3 Analisis Stuktur *Breasting Dolphin* 103
5.7.4 Analisis Stuktur *Mooring Dolphin* 116
5.8 Daya Dukung Aksial Tiang Pancang 127
5.8.1 Daya Dukung Aksial Tiang Pancang *Breasting Dolphin* 127
5.8.2 Daya Dukung Aksial Tiang Pancang *Mooring Dolphin* 135
5.9 Kontrol Defleksi Tiang Vertikal dan Rotasi Tiang 143
5.9.1 Defleksi dan Rotasi Tiang *Breasting Dolphin* 143
5.9.2 Defleksi dan Rotasi Tiang *Mooring Dolphin* 143
5.10 Tegangan Lentur Tiang 144
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 146
6.1 Kesimpulan 146
6.2 Saran 147
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan 10
Tabel 3.1 Karakteristik Kapal Laut Sesuai Jenis Kapal DWT 28
Tabel 3.2 Karakteristik Kapal Laut Sesuai Jenis Kapal GRT 30
Tabel 3.3 Kecepatan Sandar Kapal (V) versus Bobot dan Kondisi Perairan ... 34
Tabel 3.4 Koefisien Blok Kapal 35
Tabel 3.5 Gaya Tarikan pada *Bollard* 37
Tabel 3.6 Jarak dan Jumlah *Bollard* Terpasang pada Dermaga 37
Tabel 3.7 Klasifikasi Situs 46
Tabel 3.8 Koefisien Situs F_a 47
Tabel 3.9 Koefisien Situs F_v 47
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Elevasi Pasang Surut Berdasarkan Formula Surimiharja (1997) 59
Tabel 5.2 Data Hasil Pengeboran N-SPT 63
Tabel 5.3 Klasifikasi Situs 63
Tabel 5.4 Dimensi Kapal Tanker 64
Tabel 5.5 Dimensi Kapal Tanker 10.000 DWT 64
Tabel 5.6 Dimensi Dermaga *Berth* 5 *Jetty* PT. XYZ 67
Tabel 5.7 Dimensi *Tee Bollard* 71
Tabel 5.8 Pembebanan *Catwalk* 74
Tabel 5.9 Penentuan *Displacement Tonnage* Kapal 80
Tabel 5.10 Penentuan Kecepatan Kapal Bertambat 81
Tabel 5.11 Faktor Keamanan Kapal Bertambat Abnormal 85
Tabel 5.12 Gaya Tarikan pada *Bollard* Untuk Kapal 10.000 DWT 85
Tabel 5.13 Koefisien Hambatan Angin 86
Tabel 5.14 Hasil Perhitungan Pembebanan Tambat pada *Mooring Dolphin* ... 90
Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Pembebanan Tambat pada *Breasting Dolphin* . 90
Tabel 5.16 Kategori Risiko Bangunan Gedung Untuk Beban Gempa 91
Tabel 5.17 Faktor Keutamaan Gempa 91
Tabel 5.18 Koefisien Situs F_a 92

Tabel 5.19 Koefisien Situs F_v 93
Tabel 5.20 Koefisien Situs F_a dan F_v Untuk Cilegon..... 93
Tabel 5.21 Nilai S_{DS} & S_{D1} Untuk Cilegon..... 93
Tabel 5.22 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek 94
Tabel 5.23 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik 94
Tabel 5.24 Desain Respon Spektrum..... 95
Tabel 5.25 Data Spesifikasi *Dolphin* 96
Tabel 5.26 Matriks Kesesuaian Produk *Fender* dengan Kapal Rencana..... 98
Tabel 5.27 Matriks Performa Tipe *Fender Super Cone*..... 99
Tabel 5.28 Data Dimensi Dari *Fender Super Cone* 100
Tabel 5.29 *Fixity Point*..... 102
Tabel 5.30 Defleksi *Breasting Dolphin* 111
Tabel 5.31 Joint Reaksi *Breasting Dolphin* 112
Tabel 5.32 Gaya Dalam *Breasting Dolphin*..... 114
Tabel 5.33 Rasio *Breasting Dolphin*..... 115
Tabel 5.34 Defleksi *Mooring Dolphin*..... 123
Tabel 5.35 Joint Reaksi *Mooring Dolphin*..... 124
Tabel 5.36 Gaya Dalam *Mooring Dolphin* 126
Tabel 5.37 Rasio *Mooring Dolphin* 126
Tabel 5.38 Daya Dukung Tekan Tiang Berdasarkan data N-SPT *Breasting Dolphin*..... 129
Tabel 5.39 Daya Dukung Tarik Tiang Berdasarkan data N-SPT *Breasting Dolphin*..... 132
Tabel 5.40 Daya Dukung Tekan Tiang Berdasarkan data N-SPT *Mooring Dolphin*..... 137
Tabel 5.41 Daya Dukung Tarik Tiang Berdasarkan data N-SPT *Mooring Dolphin*..... 140

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Bagan Alir Tinjauan Pustaka 18
Gambar 3.1 Tipe Dermaga 21
Gambar 3.2 Struktur Dermaga Tipe *Jetty* 22
Gambar 3.3 Jenis Pasang Surut 24
Gambar 3.4 Contoh Dimensi Kapal 28
Gambar 3.5 Kedalaman Alur Pelayaran 31
Gambar 3.6 Kecepatan Kapal Merapat versus Ukuran Kapal dan Kondisi Perairan 33
Gambar 3.7 Sudut Kapal Saat *Berthing* 34
Gambar 3.8 Benturan Kapal pada Dermaga 36
Gambar 3.9 Gaya Angin pada Tiang Pancang Struktur *Breasting Dolphin* 39
Gambar 3.10 Gaya Angin pada Tiang Pancang Struktur *Mooring Dolphin* 39
Gambar 3.11 Gaya Angin pada Beton Deck Struktur *Breasting Dolphin* 40
Gambar 3.12 Gaya Angin pada Beton Deck Struktur *Mooring Dolphin* 40
Gambar 3.13 Gaya Arus pada Struktur *Breasting Dolphin* 41
Gambar 3.14 Gaya Arus pada Struktur *Mooring Dolphin* 41
Gambar 3.15 Gaya Sandar Akibat Benturan Kapal pada *Breasting Dolphin* .. 42
Gambar 3.16 Badan Kapal Terkena Angin 43
Gambar 3.17 Badan Kapal Terendam Air 44
Gambar 3.18 Koefisien Kuat Arus (C) 45
Gambar 3.19 Gaya Tambat pada Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring* ... 45
Gambar 3.20 Kurva Respons Spektrum 48
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian 53
Gambar 4.2 Layout Perencanaan Dermaga *Berth* 5 *Jetty* PT. XYZ 54
Gambar 4.3 Struktur *Breasting Dolphin* Dermaga *Jetty* PT. XYZ 54
Gambar 4.4 Struktur *Mooring Dolphin* Dermaga *Jetty* PT. XYZ 55
Gambar 5.1 Peta Batimetri Pembangunan Dermaga *Jetty* PT. XYZ 58
Gambar 5.2 Grafik Pasang Surut Bulan November 2023 59
Gambar 5.3 Arah Arus Bulan Juni 2024 60

Gambar 5.4 *Windrose* Perairan Kota Cilegon 61
Gambar 5.5 Hasil *Bore Log* dan SPT Tanah 62
Gambar 5.6 Dimensi Kapal Tanker 10.000 DWT 64
Gambar 5.7 *Grafik Sea Level Rise* 68
Gambar 5.8 *Flowchart* Pembebanan Struktur *Dolphin* 68
Gambar 5.9 *Flowchart* Pembebanan Vertikal Struktur *Dolphin* 69
Gambar 5.10 *Quick Release Hook* 75T *Triple* 70
Gambar 5.11 *Quick Release Hook* 75T *Double* 70
Gambar 5.12 *Tee Bollard* 71
Gambar 5.13 SCN *fender* 1600 72
Gambar 5.14 *Catwalk* 73
Gambar 5.15 Permodelan *Catwalk* 74
Gambar 5.16 *Flowchart* Pembebanan Horizontal Struktur *Dolphin* 75
Gambar 5.17 Analisa Gaya Angin pada Tiang Pancang Struktur *Breasting Dolphin* 76
Gambar 5.18 Analisa Gaya Angin pada Tiang Pancang Struktur *Mooring Dolphin* 77
Gambar 5.19 Analisa Gaya Angin pada Beton Deck Struktur *Breasting Dolphin* 78
Gambar 5.20 Analisa Gaya Angin pada Beton Deck Struktur *Mooring Dolphin* 78
Gambar 5.21 Analisa Gaya Arus pada Struktur *Breasting Dolphin* 79
Gambar 5.22 Analisa Gaya Arus pada Struktur *Mooring Dolphin* 80
Gambar 5.23 Grafik Kecepatan Kapal Bertambat 81
Gambar 5.24 Perhitungan Koefisien C_M 82
Gambar 5.25 Penentuan Koefisien C_E 82
Gambar 5.26 Jari-jari Putaran disekeliling Pusat Berat Kapal 83
Gambar 5.27 Penentuan Koefisien C_C 84
Gambar 5.28 Penentuan Koefisien C_S 84
Gambar 5.29 Koefisien Tekanan Arus 88
Gambar 5.30 Arah Beban Tambat 89
Gambar 5.31 Peta S_S 92

Gambar 5.32 Peta S_1 92
Gambar 5.33 Grafik Respon Spektra Cilegon 96
Gambar 5.35 *Fender Super Cone*..... 99
Gambar 5.36 *Quick Release Hook* 75T..... 100
Gambar 5.37 Bagan Alir Analisis Permodelan *Dolphin* Menggunakan SAP2000..... 101
Gambar 5.38 Permodelan *Breasting Dolphin* 103
Gambar 5.39 Permodelan dengan Tumpuan *Breasting Dolphin* 103
Gambar 5.40 *Wave and Current Characteristics Breasting Dolphin* 104
Gambar 5.41 *Wave Load Pattern Breasting Dolphin* 104
Gambar 5.42 *Properties Response Spectrum Breasting Dolphin* 105
Gambar 5.43 *Load Case Data Response Spectrum Breasting Dolphin*..... 105
Gambar 5.44 *Load Case Data* SDL *Breasting Dolphin* 106
Gambar 5.45 *Load Case Data* LL *Breasting Dolphin* 106
Gambar 5.46 Beban Isian Beton pada *Steel Pile Breasting Dolphin*..... 106
Gambar 5.47 Beban Angin arah x pada *Steel Pile Breasting Dolphin* 107
Gambar 5.48 Beban Angin arah y pada *Steel Pile Breasting Dolphin* 107
Gambar 5.49 Beban Angin arah x pada Balok *Breasting Dolphin*..... 107
Gambar 5.50 Beban Angin arah y pada Balok *Breasting Dolphin*..... 108
Gambar 5.51 Beban Hidup *Breasting Dolphin*..... 108
Gambar 5.52 Beban *Bollard Breasting Dolphin*..... 108
Gambar 5.53 Beban *Fender Breasting Dolphin* 109
Gambar 5.54 Beban Mati *Catwalk Breasting Dolphin* 109
Gambar 5.55 Beban Mati Tambahan *Catwalk Breasting Dolphin* 109
Gambar 5.56 Beban Hidup *Catwalk Breasting Dolphin*..... 109
Gambar 5.57 Beban Sandar 1 *Breasting Dolphin*..... 110
Gambar 5.58 Beban Sandar 2 *Breasting Dolphin*..... 110
Gambar 5.59 Beban Tambat 1 *Breasting Dolphin*..... 110
Gambar 5.60 *Deformed Shape Breasting Dolphin* 111
Gambar 5.61 Reaksi Perletakan *Breasting Dolphin* 112
Gambar 5.62 *Axial Force Breasting Dolphin* 113
Gambar 5.63 *Shear* 2-2 *Breasting Dolphin*..... 113

Gambar 5.64 *Moment* 3-3 *Breasting Dolphin* 114
Gambar 5.65 Keamanan Struktur *Breasting Dolphin* 115
Gambar 5.66 Permodelan *Mooring Dolphin* 116
Gambar 5.67 Permodelan dengan Tumpuan *Mooring Dolphin* 116
Gambar 5.68 *Wave and Current Characteristics Mooring g Dolphin* 117
Gambar 5.69 *Wave Load Pattern Mooring Dolphin* 117
Gambar 5.70 *Properties Response Spectrum Mooring Dolphin* 118
Gambar 5.71 *Load Case Data Response Spectrum Mooring Dolphin* 118
Gambar 5.72 *Load Case Data* SDL *Mooring Dolphin* 118
Gambar 5.73 *Load Case Data* LL *Mooring Dolphin* 119
Gambar 5.74 Beban Isian Beton pada *Steel Pile Mooring Dolphin* 119
Gambar 5.75 Beban Angin Arah x *Steel Pile Mooring Dolphin* 119
Gambar 5.76 Beban Angin Arah y *Steel Pile Mooring Dolphin* 120
Gambar 5.77 Beban Angin Arah x pada Balok *Mooring Dolphin* 120
Gambar 5.78 Beban Angin Arah y pada Balok *Mooring Dolphin* 120
Gambar 5.79 Beban Hidup *Mooring Dolphin* 121
Gambar 5.80 Beban *Bollard Mooring Dolphin* 121
Gambar 5.81 Beban Mati *Catwalk Mooring Dolphin* 121
Gambar 5.82 Beban Mati Tambahan *Catwalk Mooring Dolphin* 121
Gambar 5.83 Beban Hidup *Catwalk Mooring Dolphin* 122
Gambar 5.84 Beban Tambat 1 *Mooring Dolphin* 122
Gambar 5.85 *Deformed Shape Mooring Dolphin* 122
Gambar 5.86 Reaksi Perletakan *Mooring Dolphin* 123
Gambar 5.87 *Axial Force Mooring Dolphin* 124
Gambar 5.88 *Shear* 2-2 *Mooring Dolphin* 125
Gambar 5.89 *Moment* 3-3 *Mooring Dolphin* 125
Gambar 5.90 Keamanan Struktur *Mooring Dolphin* 126
Gambar 5.91 Asumsi Panjang Tekuk Tiang 130
Gambar 5.92 Dimensi Beton Deck dan Jarak Tiang *Breasting Dolphin* 133
Gambar 5.93 Dimensi Beton Deck dan Jarak Tiang *Mooring Dolphin* 141

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data Batimetri
2. Data dan Analisis Pasang Surut
3. Data Angin dan Gelombang
4. Data Tanah
5. Gambar Perencanaan Struktur *Dolphin*
6. Aksesoris *Dolphin*
7. Tutorial Permodelan Struktur *Dolphin*
8. Form Tugas Akhir

DAFTAR ISTILAH

Lambang/singkatan	Arti dan keterangan
γ_w	Berat jenis air laut
α	Koefisien ekspansi termal
β	Koefisien defleksi tiang
ρ	Massa jenis
μ	Rasio *poisson*
Φ	Sudut merapat
αh	Sudut horizontal
αv	Sudut vertikal
$\sigma'b$	Tegangan tekan izin bahan tiang
A	Luasan
A_W	Proyeksi bidang yang tertiup angin
A_p	Luas penampang tiang
A_{st}	Keliling segmen tiang
B	*Beam*
B	*Bearting*
BIG	Badan informasi geospasial
BMKG	Badan metereologi kematologi dan geofisika
C_b	Koefisien blok kapal
C_C	Koefisien bentuk tambatan
C_E	Koefisien eksentrisitas
C_M	Koefisien massa
C_S	Koefisien kekerasan
CX	Koefisien hambatan arah x
CY	Koefisien hambatan arah y
D	*Draft*
d	*Moulded depth*
d	Defleksi *fender*
D	Diameter tiang pancang

D	Ukuran penampang tiang
DL	*Dead load*
DT	*Diplacement tonnage*
DWT	*Deadweight tonnage*
E	Energi benturan
E	Beban gempa
Eg	Efisiensi kelompok tiang
Env	Beban lingkungan
E_P	Modulus elastis tiang baja
Es	Modulus elastisitas
F	Gaya
fc’	Kuat tekan beton
F_D	Gaya seret komponen tiang yang berada di bawah air akibat gelombang
Fh	Gaya tarik kapal horizontal
FK	Faktor keamanan
Fr	Angka *fraude*
fu	Kekuatan tarik minimum
Fx	Gaya tarik kapal horizontal arah x
Fy	Gaya tarik kapal horizontal arah y
fy	Kekuatan luluh minimum
Fz	Gaya tarik kapal horizontal arah z
G	Gerak vertikal kapal karena gelombang dan squat
g	Percepatan gravitasi bumi
GRT	*Gross register tons*
h	Kedalaman air
H	Daya dukung lateral tiang pancang
h	Tinggi tiang pancang tercelup
HAT	*Highest astronomical tide*
HWS	*High water spring*
I	Momen inersia
ID	Diameter dalam

I_e	Faktor keutamaan gempa
I_P	Momen inersia penampang
K	Toleransi pengukuran
K_C	Kedalaman dari dasar kapal kondisi *draft* maksimum
kh	Modulus *subgrade* horizontal
l	Jarak muka air sejajar dermaga dari titik berat kapal ke titik sandar
L	Panjang
LAT	*Lowest asrtomical tide*
L_{BP}	*Length between perpendicular*
l_i	Panjang segmen tiang yang ditinjau
LL	*Live load*
L_{OA}	*Length overall*
LWS	*Low water spring*
M	Beban *mooring*
m	Jumlah tiang dalam 1 kolom
MHWL	*Mean high water level*
M_{max}	Momen maksimum
MSL	*Mean sea level*
N	Nilai N-SPT
n	jumlah tiang dalam 1 baris
n_h	Koefisien variasi modulus tanah
np	Jumlah tiang
NRT	*Netto register tons*
OD	Diameter luar
P	Gaya aksial yang terjadi
P	Ketelitian pengukuran
Pa	Tekanan angin
P_{all}	Daya dukung izin tekan tiang
Q_p	Daya dukung ujung tiang
QRH	*Quick release hook*
Qs	Daya dukung selimut tiang

R	Faktor kekakuan fondasi tiang untuk tanah konstan
R	Ruang kebebasan bersih
r	Jari-jari
R_C	Gaya akibat arus
R_W	Gaya akibat angin
R_X	Gaya angin arah x
R_Y	Gaya angin arah y
S	Pengendapan sedimen antara dua pengukuran
Sa	Percepatan spektra
SCN	*Super cone*
SDL	*Super dead load*
SE	Tanah lunak
SF	Angka aman
t	Tebal tiang pancang
T	Periode
T_f	Total friksi / jumlah hambatan pelekat
V	Kecepatan angin
W	Tahanan momen
W	Lebar
w_c	Berat beton tidak bertulang
w_s	Berat baja
W_t	Berat kapal
x	Kedalaman yang ditinjau
y_o	Defleksi tiang maksimum
z	Squat

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelabuhan (*port*) merupakan daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut yang meliputi dermaga di mana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat barang, dan sebagai gudang laut (*transito*) (Triatmodjo, 2009). Dimensi dermaga didasarkan pada jenis, ukuran kapal serta fungsi dari dermaga yang dibangun tersebut. Perencanaan ukuran dermaga harus didasarkan pada ukuran-ukuran minimal sehingga kapal dapat berlabuh atau meninggalkan dermaga maupun melakukan bongkar muat barang dengan cepat, lancar dan aman (Fajar, 2021).

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang perdagangan besar karet dan plastik dalam bentuk dasar yang berlokasi di Kota Cilegon. Upaya peningkatan investasi, PT. XYZ melakukan pembangunan komplek petrokimia. Pembangunan komplek tersebut dimaksudkan untuk menambah kapasitas produksi bahan kimia hingga 2 juta ton dalam setahun (PT. XYZ, 2023). Untuk mendukung kegiatan operasional pada pembangunan kompleks petrokimia PT. XYZ perlu membangun dermaga tipe *jetty* dan fasilitas pendukung lainnya. Dermaga tipe *jetty* ini digunakan untuk memuat (*loading*) polietilena (PE) ke kapal tanker dan bongkar (*unloading*) muatan kapal tanker. Area dermaga *jetty* akan dibangun fasilitas dermaga untuk melayani kapal tanker 10.000 DWT. Kapal tanker adalah kapal yang dirancang untuk mengangkut minyak atau produk turunannya. *Oil tanker* merupakan kapal yang difokuskan untuk mengangkut muatan berupa minyak curah dari pelabuhan muat atau pelabuhan produksi ke pelabuhan bongkar/pengolahan (Darmastuti, dkk 2019).

Penelitian tentang perencanaan struktur dermaga atau analisis struktur *dolphin* yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya antara lain: Hafudians, dkk (2021) dengan judul Analisis Struktur *Mooring Dolphin* Kapasitas Kapal 2000 Gt (Studi Kasus Pelabuhan Munse Sulawesi Tenggara). Buana, dkk (2020) dengan judul Analisis Struktur Dermaga Pupuk NPK di Tersus PT. Pupuk Kalimantan Timur untuk Kapal

BULK *Carrier* dengan Kapasitas 10.000 DWT. da Costa, dkk (2020) dengan judul Evaluasi Perencanaan Dermaga (*Jetty*) Pada Pelabuhan Dili Timor Leste. Aprianto, dkk (2020) dengan judul Perencanaan Struktur Dermaga *Emergency Jetty Trucking* Kapasitas 10.000 DWT Pelabuhan Ratu Sukabumi Jawa Barat.

Perencanaan pembangunan fasilitas dermaga untuk kapal tanker 10.000 DWT membutuhkan analisis struktur dermaga yang meliputi *loading platform*, *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* dengan memenuhi standar serta kriteria perencanaan. Analisis struktur bangunan harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap beratnya sendiri, beban-beban bangunan (beban isi bangunan), gaya-gaya luar yang bekerja seperti gempa bumi, tekanan angin dan lain-lain tanpa harus mengalami perubahan yang melebihi batas yang diijinkan. Struktur *dolphin* direncanakan untuk bisa menahan gaya horizontal yang ditimbulkan oleh benturan kapal, tiupan angin dan dorongan arus yang mengenai badan kapal pada waktu ditambatkan. Gaya-gaya tersebut dapat dihitung dengan cara yang sama seperti dalam perencanaan dermaga (Nusantara, 2014).

Guna menghindari adanya ketidakamanan struktur *dolphin* saat digunakan atau memerlukan adanya perbaikan-perbaikan / perkuatan secara struktural, maka perlu dilakukan analisis pada struktur *dolphin* secara komprehensif untuk mengetahui kekuatan struktur dan evaluasi kapasitas (daya dukung) pada struktur tersebut. Penelitian tentang Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon) belum pernah dilakukan penelitian oleh peneliti sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Berapakah gaya-gaya yang bekerja pada struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* dermaga *jetty* untuk kapal tanker berkapasitas 10.000 DWT ?
b. Bagaimana kemampuan struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* dermaga *jetty* dengan menggunakan *software* SAP2000 untuk kapal tanker berkapasitas 10.000 DWT dalam menahan beban-beban yang bekerja ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian adalah sebagai berikut :

a. Mendapatkan gaya-gaya yang bekerja pada struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* dermaga *jetty* untuk kapal tanker berkapasitas 10.000 DWT.
b. Mengetahui kemampuan struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* dermaga *jetty* dengan menggunakan analisis program SAP2000 untuk kapal tanker berkapasitas 10.000 DWT dalam menahan beban-beban yang bekerja.

1.4 Batasan Masalah

Penyusunan tugas akhir ini terdapat beberapa hal yang menjadi batasan permasalahan dalam analisis struktur *dolphin*, antara lain sebagai berikut :

a. Melakukan analisis struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* hanya pada salah satu bangunan dimana data yang diambil mengacu berdasarkan data informasi sesuai dengan data proyek pembangunan dermaga *jetty* PT. XYZ.
b. Tidak menganalisis struktur dermaga, struktur *breakwater*, pengaruh sedimentasi, serta kebutuhan pengerukan dan reklamasi untuk lapangan penumpukan.
c. Tidak merencanakan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP).
d. Tidak meninjau perhitungan analisis biaya dan tidak meninjau perhitungan penjadwalan pekerjaan konstruksi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

a. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu yaitu menjadi bahan referensi bagi peneliti-peneliti berikutnya terutama penelitian tentang analisis struktur *dolphin*.
b. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai masukan bagi praktisi di bidang struktur dermaga *jetty*, terutama pada struktur *dolphin*.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini penulis akan mengaitkan penelitian dengan berbagai karya ilmiah dan jurnal mengenai perencanaan dan analisis struktur *dolphin* yang telah diteliti sebelumnya, penelitian dengan kemiripan teori, subjek, dan objek penelitian penulis jadikan sebagai acuan dalam penelitian ini. Untuk lebih jelasnya, berikut pembahasan penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki bahasan yang serupa dan dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini.

a. Wijaya, dkk (2015) melakukan penelitian mengenai Perencanaan Dermaga Pelabuhan Tanjung Bonang Rembang. Tujuan penelitian ini adalah untuk merencanakan dermaga yang mampu melayani kapal *general cargo* 10.000 DWT dan memaksimalkan distribusi barang komoditas di daerah Rembang dan sekitarnya. Variabel yang berpengaruh dalam penelitian ini adalah topografi, batimetri, data angin, gelombang, pasang surut, data kapal dan data karakteristik tanah. Metode penelitian sistem struktur dianalisis dengan menggunakan program SAP2000 dengan model 3D. Dari hasil perencanaan desain didapatkan: Dermaga terdiri dari bangunan *jetty head* dan 2 buah *trestle*. Dimensi dari *jetty head* yaitu panjang 170 m dan lebar 22 m, sedangkan dimensi dari *trestle* yaitu panjang 26 m dan lebar 10 m. Dimensi balok dermaga yaitu lebar 40 cm dan tinggi 60 cm, sedangkan dimensi tiang pancang diameter 45 cm, tebal 1,2 cm serta panjang 20,65 m untuk tiang pancang tegak dan 20,75 m untuk tiang pancang miring dengan perbandingan kemiringan 10V:1H. Dimensi *pile cap* untuk tiang tunggal pada *jetty head* dan *trestle* yaitu 1 × 1 × 1,5 m. Dimensi *pile cap* untuk tiang ganda pada *jetty head* yaitu 1,5 × 1 × 1,5 m serta dimensi *pile cap* untuk tepi *jetty head* yaitu 1,6 × 1,2 × 2,6 m. Pada struktur sandar yang dipakai adalah *Fentek Arch Fender* tipe AN 600 L = 2.500 mm serta struktur tambat yang dipakai adalah *bollard* dan *Bitt* dengan kapasitas 50 ton. Biaya yang direncanakan untuk pembangunan dermaga ini sebesar Rp. 40.604.554.00,00.

b. Devina, dkk (2017) melakukan penelitian mengenai Perencanaan Dermaga Pelabuhan Rakyat Samber, Papua. Tujuan penelitian ini adalah merencanakan dermaga yang mampu melayani akses transportasi laut yang memadai di wilayah Samber, Distrik Yendidori, Kabupaten Biak Numfor, Papua. Variabel yang berpengaruh dalam penelitian ini adalah peta batimetri, data pasang surut, data angin, data kapal dan data tanah. Metode penelitian permodelan gelombang menggunakan program Mike21 dan permodelan struktur menggunakan program SAP2000. Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan didapat hasil sebagai berikut: Kapal rencana yang digunakan dalam perencanaan adalah kapal terbesar yang akan berlabuh dengan panjang total (Loa) = 34,26, Lebar = 6,6 m, dan *draft* (d) = 2,2 m. Perencanaan dermaga pelabuhan rakyat Samber berbentuk L dengan arah dermaga menghadap ke Timur Laut. Tipe konstruksi dermaga yang digunakan adalah deck on pile dengan panjang 42 m dan lebar 7 m. Jalur penghubung (*trestle*) dengan panjang 65 m dan lebar 5 m. Elevasi lantai dermaga pada +4,2 m LLWL. Hasil perencanaan komponen struktur berupa tebal Plat = 300 mm, Balok = 300 × 500 mm, *Pile cap* = 1000 × 1000 × 800, Tiang pancang = pipa baja Ø 350 mm, t = 15 mm untuk dermaga dan pipa baja Ø 267 mm, t = 12 mm untuk *trestle*. Kedalaman pemancangan sebesar 8,47 m untuk *trestle* dan 12,24 m untuk dermaga. Biaya yang direncanakan untuk pembangunan dermaga Samber yaitu sebesar Rp. 13.403.064.000,00.

c. Aditya, dkk (2017) melakukan penelitian mengenai Perencanaan Dermaga Pelabuhan Perintis Windesi Kab. Kepulauan Yapen, Papua. Tujuan penelitian ini adalah merencanakan dermaga yang mampu melayani akses transportasi laut yang memadai guna mengembangkan perekonomian daerah Papua, khususnya Kabupaten Kepulauan Yapen maka direncanakan pembangunan Pelabuhan Perintis Windesi. Variabel yang berpengaruh dalam penelitian ini peta topografi, peta batimetri, data angin, data kapal, data tanah dan data pasang surut. Metode penelitian sistem struktur dianalisis dengan menggunakan program SAP2000 dengan model 3D. Berdasarkan hasil analisis data, perhitungan struktur, dan analisis harga pekerjaan yang telah dilakukan maka diperoleh hasil sebagai berikut: Dari pengolahan data didapatkan hasil sebagai berikut: Arah gelombang dominan berasal dari Barat Laut. Tinggi gelombang

(H) yaitu 2,682 m dan periode gelombang (T) sebesar 8,769 detik. Dermaga terdiri dari bangunan *jetty head*, *trestle*, dan *causeway*. Dimensi *jetty head* yaitu panjang 62 m dan lebar 6 m. Dimensi *trestle* yaitu panjang 194 m dan lebar 4 m. Dimensi *causeway* yaitu panjang 15 m dan lebar 4 m. Dari hasil perencanaan struktur yang dilakukan didapat dimensi struktur sebagai berikut: Balok dengan ukuran 40 cm × 70 cm dengan mutu K-350, yaitu: Lapangan = 2D22 (atas) dan 3D22 (bawah), tulangan geser D13-280. Tumpuan = 5D22 (atas) dan 3D22 (bawah), tulangan geser D13-250. Pelat lantai tebal 300 mm dengan mutu K-350. Penulangan pelat: D16-120 (Tumpuan dan Lapangan). Pondasi tiang pancang baja dengan spesifikasi sebagai berikut: Diameter luar = 355 mm. Tebal = 12 mm. Kedalaman = 43 m. Estimasi anggaran untuk pembangunan struktur *jetty* adalah sekitar Rp 48.580.000.000,00.

d. Yanti, dkk (2018) melakukan penelitian mengenai Perencanaan Struktur Dermaga Pelabuhan Tanjung Gudang Belinyu Kabupaten Bangka. Tujuan penelitian ini adalah merencanakan dermaga untuk melayani kapal penumpang dan barang guna memaksimalkan distribusi barang komoditas di daerah Belinyu dan sekitar Bangka. Variabel yang berpengaruh dalam penelitian ini adalah data pasang surut, data angin, peta batimetri, data kapal dan data tanah (N-SPT). Metode penelitian sistem struktur dianalisis dengan menggunakan program SAP 2000 dengan model 3D. Dari hasil perhitungan dan analisis Perencanaan Struktur diperoleh hasil antara lain: Dermaga Pelabuhan Tanjung Gudang dibangun dengan panjang 214 m dan lebar 20 m dengan jenis dermaga *jetty* yang menjorok ke laut dan dibangun menggunakan alternatif jenis struktur *deck on pile*. Digunakan dimensi pelat dengan h = 300 mm, balok utama 450 mm × 700 mm, balok listplank 400 mm × 2000 mm, *pile cap* tiang tunggal 1200 mm × 1200 mm, *pile cap* tiang kelompok 1200 mm × 2100 mm, serta diameter tiang pancang 600 mm dengan tebal 100 mm. Pada struktur sandar yang dipakai adalah SVF 1000 H dan struktur tambat yang dipakai adalah *Tee Head Bollard* kapasitas 80 ton. Struktur dermaga dipancang pada kedalaman 23,22 m dari elevasi dasar permukaan air dengan perbandingan kemiringan 1H:6,4V pada tiang kelompok.

e. Aprianto, dkk (2020) melakukan penelitian mengenai Perencanaan Struktur Dermaga *Emergency Jetty Trucking* Kapasitas 10.000 DWT Pelabuhan Ratu Sukabumi Jawa Barat. Tujuan penelitian ini adalah merencanakan desain struktur atas (plat lantai, balok dan *fender*) dan struktur bawah (*poer* dan pondasi tiang pancang) pada dermaga *emergency jetty trucking* yang meliputi: panjang, lebar, dan elevasi dermaga. Variabel yang berpengaruh dalam penelitian ini adalah data-data perencanaan standar dermaga, data pembebanan, data spesifikasi material dan data *oceanografi*. Metode penelitian sistem struktur dianalisis dengan menggunakan program SAP2000 dengan model 3D. Dari hasil perencanaan struktur didapat: Mutu beton rata-rata menggunakan K-430 / fc' = 35 MPa dan mutu baja rata-rata fy = 400 MPa. Perencanaan struktur atas rinciannya seperti pelat lantai direncanakan tebal 400 mm, untuk balok mempunyai beberapa dimensi dengan rincian balok melintang 700 × 800 mm, balok memanjang 700 × 800 mm dan balok area mekanikal 1200 × 800 mm serta untuk *fender* memiliki jarak antar *fender* 10 m. Sedangkan, struktur bawah rinciannya seperti *poer* / *pile cap* 1500 × 1500 × 800 mm untuk area dengan beban standar, *pile cap slab fix crane* 8000 × 8700 × 1200 mm, *pile cap hopper* 25300 × 14000 × 1200 mm. Untuk tiang pancang menggunakan *Steel Pipe Pile* dengan diameter Ø 914 mm dan tebal 16 mm dan 22 mm serta panjang 31 m dangan kedalaman 20,45 m.
f. da Costa, dkk (2020) melakukan penelitian mengenai Evaluasi Perencanaan Dermaga (*Jetty*) Pada Pelabuhan Dili Timor Leste. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui suatu desain dermaga yang mampu menahan gaya-gaya yang timbul akibat beban-beban yang bekerja pada dermaga tersebut dan mengetahui gambaran tentang perhitungan struktur dermaga, yang direncanakan untuk menampung kapal penumpang dengan kapasitas sebesar 1.000 GRT. Variabel yang berpengaruh dalam penelitian ini adalah peta topografi, peta batimetri, data angin, data kapal, data tanah, dan data pasang surut. Metode penelitian sistem struktur dianalisis dengan menggunakan program SAP2000 dengan model 3D. Berdasarkan evaluasi perencanaan dermaga (*Jetty*) pada pelabuhan Dili, Timor Leste, didapat hasil sebagai berikut: Tipe *fender* yang digunakan adalah *fender* karet tipe seibu V berkapasitas V-300H. Tipe *bollard* yang

digunakan adalah *bent bollard* dapat menerima beban 250 kN = 25 ton per 1 *bent bollard*. Tiap *bollard* ada 4 buah baut dengan D = 45 mm, Sedangkan berdasarkan pengaruh akibat arus, & beban angin yang terjadi pada kapal hanya mempunyai total beban = 1,584 ton. Beban gempa pada *supper structure* dermaga (*jetty*) Dili, yang di evaluasi memiliki total beban 1,314 ton. *Supper structure* dermaga *(jetty*) Dili, yang di evaluasi memiliki total beban 8,762 ton. *Sub structure* dermaga (*jetty*) Dili yang di evaluasi memiliki beban 46,97 ton dan menanggung beban aksial 10,076 ton. Sudah aman dengan di gunakannya mutu beton fc' 30 MPa dan mutu tulangan baja fy 400 MPa. Pondasi tiang pancang 4 tiang dengan diameter 0,45 m dan kedalaman 42,50 meter. Menghitung mengunakan data dari SPT. Setiap tiang pancang dapat menanggung beban aksial sebesar 46,97 ton, jadi total beban aksial yang dapat di tanggung oleh 4 tiang pancang adalah 187,87 ton. Dengan hasil tersebut tiang pancang sudah aman dan dapat dengan baik menahan beban aksial maksimum sebesar 187,87 ton.

g. Buana, dkk (2020) melakukan penelitian mengenai Analisis Struktur Dermaga Pupuk NPK di Tersus PT. Pupuk Kalimantan Timur untuk Kapal BULK *Carrier* dengan Kapasitas 10.000 DWT. Tujuan penelitian ini adalah Merencanakan dermaga jenis *quadrant shiploader* untuk kapasitas kapal 10.000 DWT yang dapat membantu proses distribusi pupuk NPK dengan efektif, efisien, dan cepat. Variabel yang berpengaruh dalam penelitian ini adalah batimetri, pasang surut, arus, angin dan data tanah. Metode penelitian sistem struktur dianalisis dengan menggunakan program SAP2000. Dari hasil analisis perhitungan didapatkan kebutuhan dermaga dengan dimensi *trestle* sebesar 4 x 50 m^2, pivot 8 x 14 m^2, *loading platform* 3 x 82 m^2, *mooring dolphin* 3,8 x 3,8 m^2, *breasting dolphin* sebesar 4,8 x 4,8 m^2.
h. Hafudians, dkk (2021) melakukan penelitian mengenai Analisis Struktur *Mooring Dolphin* Kapasitas Kapal 2000 Gt (Studi Kasus Pelabuhan Munse Sulawesi Tenggara). Tujuan penelitian ini adalah Menghitung kekuatan struktur *mooring dolphin* yang ditinjau dari rasio kapasitas tiang dan defleksi struktur yang memenuhi kriteria desain kapal 2000 GT di Pelabuhan Munse Provinsi Sulawesi Tenggara. Variabel yang berpengaruh dalam penelitian ini adalah data

survey topografi, hidro-*ocean*ografi dan *soil* investigasi. Metode penelitian sistem struktur dianalisis dengan menggunakan program SAP2000. Dari hasil analisis kapasitas tiang menunjukkan bahwa rasio kapasitas tiang baja dengan dimensi 508 mm dengan tebal 12 mm sebesar 0,72. Hasil *joint displacement* kondisi layan atau operasional sebesar 37,09 mm dan kondisi gempa sebesar 13,01 mm. sehingga dapat disimpulkan defleksi tiang saat operasional dan saat kondisi gempa masih dibawah batas izin defleksi sehingga struktur dikatakan aman dan nyaman.

Dari uraian tinjauan pustaka sebelumnya, maka dapat dibuat lebih sederhana menggunakan Tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan

No	Nama Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Wijaya, dkk (2015)	Perencanaan Dermaga Pelabuhan Tanjung Bonang Rembang	Merencanakan dermaga yang mampu melayani kapal *general cargo* 10.000 DWT dan memaksimalkan distribusi barang komoditas di daerah Rembang dan sekitarnya.	Program SAP2000 dengan model 3D	Topografi, Batimetri, Data Angin, Gelombang, Pasang Surut, Data Kapal dan Data Karakteristik Tanah	Dari hasil perencanaan desain didapatkan: a. Dermaga terdiri dari bangunan *jetty head* dan 2 buah *trestle*. Dimensi dari *jetty head* yaitu panjang 170 m dan lebar 22 m, sedangkan dimensi dari *trestle* yaitu panjang 26 m dan lebar 10 m. b. Dimensi balok dermaga yaitu lebar 40 cm dan tinggi 60 cm, sedangkan dimensi tiang pancang diameter 45 cm, tebal 1,2 cm serta panjang 20,65 m untuk tiang pancang tegak dan 20,75 m untuk tiang pancang miring dengan perbandingan kemiringan 10V:1H. c. Dimensi *pile cap* untuk tiang tunggal pada *jetty head* dan *trestle* yaitu 1 × 1 × 1,5 m. Dimensi *pile cap* untuk tiang ganda pada *jetty head* yaitu 1,5 × 1 × 1,5 m serta dimensi *pile cap* untuk tepi *jetty head* yaitu 1,6 × 1,2 × 2,6 m. d. Pada struktur sandar yang dipakai adalah *Fentek Arch Fender* tipe AN 600 L = 2.500 mm serta struktur tambat yang dipakai

						adalah *bollard* dan *Bitt* dengan kapasitas 50 ton. e. Biaya yang direncanakan untuk pembangunan dermaga ini sebesar Rp. 40.604.554.00,00.
2.	Devina, dkk (2017)	Perencanaan Dermaga Pelabuhan Rakyat Samber, Papua	Merencanakan dermaga yang mampu melayani akses transportasi laut yang memadai di wilayah Samber, Distrik Yendidori, Kabupaten Biak Numfor, Papua.	Permodelan gelombang menggunakan program Mike21 dan permodelan struktur menggunakan program SAP2000	Peta Batimetri, Data Pasang Surut, Data Angin, Data Kapal dan Data Tanah	Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan didapat hasil sebagai berikut: a. Kapal rencana yang digunakan dalam perencanaan adalah kapal terbesar yang akan berlabuh dengan panjang total (Loa) = 34,26, Lebar = 6,6 m, dan draft (d) = 2,2 m. b. Perencanaan dermaga pelabuhan rakyat Samber berbentuk L dengan arah dermaga menghadap ke Timur Laut. c. Tipe konstruksi dermaga yang digunakan adalah deck on pile dengan panjang 42 m dan lebar 7 m. Jalur penghubung (*trestle*) dengan panjang 65 m dan lebar 5 m. Elevasi lantai dermaga pada +4,2 m LLWL. d. Hasil perencanaan komponen struktur berupa tebal Plat = 300 mm, Balok = 300 × 500 mm, *Pile cap* = 1000 × 1000 × 800, Tiang pancang = pipa baja Ø 350 mm, t = 15 mm untuk dermaga dan pipa baja Ø 267 mm, t = 12 mm untuk *trestle*. Kedalaman pemancangan sebesar 8,47 m untuk *trestle* dan 12,24 m untuk dermaga.

						e. Biaya yang direncanakan untuk pembangunan dermaga Samber yaitu sebesar Rp. 13.403.064.000,00.
3.	Aditya, dkk (2017)	Perencanaan Dermaga Pelabuhan Perintis Windesi Kab. Kepulauan Yapen, Papua	Merencanakan dermaga yang mampu melayani akses transportasi laut yang memadai guna mengembangkan perekonomian daerah Papua, khususnya Kabupaten Kepulauan Yapen maka direncanakan pembangunan Pelabuhan Perintis Windesi.	program SAP2000 dengan model 3D	Peta Topografi, Peta Batimetri, Data Angin, Data Kapal, Data Tanah dan Data Pasang Surut	Berdasarkan hasil analisis data, perhitungan struktur, dan analisis harga pekerjaan yang telah dilakukan maka diperoleh hasil sebagai berikut: a. Dari pengolahan data didapatkan hasil sebagai berikut: 1. Arah gelombang dominan berasal dari Barat Laut. 2. Tinggi gelombang (H) yaitu 2,682 m dan periode gelombang (T) sebesar 8,769 detik. b. Dermaga terdiri dari bangunan *jetty head*, *trestle*, dan *causeway*. Dimensi *jetty head* yaitu panjang 62 m dan lebar 6 m. Dimensi *trestle* yaitu panjang 194 m dan lebar 4 m. Dimensi *causeway* yaitu panjang 15 m dan lebar 4 m. c. Dari hasil perencanaan struktur yang dilakukan didapat dimensi struktur sebagai berikut: 1. Balok dengan ukuran 40 cm × 70 cm dengan mutu K-350, yaitu: Lapangan = 2D22 (atas) dan 3D22 (bawah), tulangan geser D13-280.

						Tumpuan = 5D22 (atas) dan 3D22 (bawah), tulangan geser D13-250. 2. Pelat lantai tebal 300 mm dengan mutu K-350. Penulangan pelat: D16-120 (Tumpuan dan Lapangan). 3. Pondasi tiang pancang baja dengan spesifikasi sebagai berikut: Diameter luar = 355 mm. Tebal = 12 mm. Kedalaman = 43 m. d. Estimasi anggaran untuk pembangunan struktur *jetty* adalah sekitar Rp 48.580.000.000,00.
4.	Yanti, dkk (2018)	Perencanaan Struktur Dermaga Pelabuhan Tanjung Gudang Belinyu Kabupaten Bangka	Merencanakan dermaga untuk melayani kapal penumpang dan barang guna memaksimalkan distribusi barang komoditas di daerah Belinyu dan sekitar Bangka.	program SAP2000 dengan model 3D	Data Pasang Surut, Data Angin, Peta Batimetri, Data Kapal Dan Data Tanah (N-SPT)	Dari hasil perhitungan dan analisis Perencanaan Struktur diperoleh hasil antara lain: a. Dermaga Pelabuhan Tanjung Gudang dibangun dengan panjang 214 m dan lebar 20 m dengan jenis dermaga *jetty* yang menjorok ke laut dan dibangun menggunakan alternatif jenis struktur *deck on pile*. b. Digunakan dimensi pelat dengan h = 300 mm, balok utama 450 mm × 700 mm, balok listplank 400 mm × 2000 mm, *pile cap* tiang tunggal 1200 mm × 1200 mm, *pile cap* tiang kelompok 1200 mm × 2100 mm, serta

						diameter tiang pancang 600 mm dengan tebal 100 mm. c. Pada struktur sandar yang dipakai adalah SVF 1000 H dan struktur tambat yang dipakai adalah *Tee Head Bollard* kapasitas 80 ton. d. Struktur dermaga dipancang pada kedalaman 23,22 m dari elevasi dasar permukaan air dengan perbandingan kemiringan 1H:6,4V pada tiang kelompok.
5.	Aprianto, dkk (2020)	Perencanaan Struktur Dermaga *Emergency Jetty Trucking* Kapasitas 10.000 DWT Pelabuhan Ratu Sukabumi Jawa Barat	Merencanakan desain struktur atas (Plat lantai, balok dan *fender*) dan struktur bawah (*poer* dan pondasi tiang pancang) pada dermaga *emergency jetty trucking* yang meliputi: panjang, lebar, dan elevasi dermaga.	program SAP2000 dengan model 3D	Data-data Perencanaan Standar Dermaga, Data Pembebanan, Data Spesifikasi Material Dan Data *Oceanografi*	Dari hasil perencanaan struktur didapat: a. Mutu beton rata-rata menggunakan K-430 / fc' = 35 MPa dan mutu baja rata-rata fy = 400 MPa. b. Perencanaan struktur atas rinciannya seperti pelat lantai direncanakan tebal 400 mm, untuk balok mempunyai beberapa dimensi dengan rincian balok melintang 700 × 800 mm, balok memanjang 700 × 800 mm dan balok area mekanikal 1200 × 800 mm serta untuk *fender* memiliki jarak antar *fender* 10 m. c. Sedangkan, struktur bawah rinciannya seperti *poer* / *pile cap* 1500 × 1500 × 800 mm untuk area dengan beban standar, *pile cap slab fix crane* 8000 × 8700 × 1200 mm, *pile cap hopper* 25300 × 14000 × 1200 mm.

						d. Untuk tiang pancang menggunakan *Steel Pipe Pile* dengan diameter Ø 914 mm dan tebal 16 mm dan 22 mm serta panjang 31 m dangan kedalaman 20,45 m.
6.	da Costa, dkk (2020)	Evaluasi Perencanaan Dermaga (*Jetty*) Pada Pelabuhan Dili Timor Leste	a. Mengetahui suatu desain dermaga yang mampu menahan gaya-gaya yang timbul akibat beban-beban yang bekerja pada dermaga tersebut. b. Mengetahui gambaran tentang perhitungan struktur dermaga, yang direncanakan untuk menampung kapal penumpang dengan kapasitas sebesar 1.000 GRT.	program SAP2000 dengan model 3D	Peta Topografi, Peta Batimetri, Data Angin, Data Kapal, Data Tanah, Dan Data Pasang Surut	Berdasarkan evaluasi perencanaan dermaga (*Jetty*) pada pelabuhan Dili, Timor Leste, didapat hasil sebagai berikut: a. Tipe *fender* yang digunakan adalah *fender* karet tipe seibu V berkapasitas V-300H. b. Tipe *bollard* yang digunakan adalah *bent bollard* dapat menerima beban 250 kN = 25 ton per 1 *bent bollard*. Tiap *bollard* ada 4 buah baut dengan D = 45 mm, Sedangkan berdasarkan pengaruh akibat arus, & beban angin yang terjadi pada kapal hanya mempunyai total beban = 1,584 ton. c. Beban gempa pada *supper structure* dermaga (*jetty*) Dili, yang di evaluasi memiliki total beban 1,314 ton. d. *Supper structure* dermaga (*jetty*) Dili, yang di evaluasi memiliki total beban 8,762 ton. e. *Sub structure* dermaga (*jetty*) Dili yang di evaluasi memiliki beban 46,97 ton dan menanggung beban aksial 10,076 ton. Sudah aman dengan di gunakannya mutu beton fc' 30 MPa dan mutu tulangan baja fy 400 MPa. Pondasi tiang pancang 4 tiang

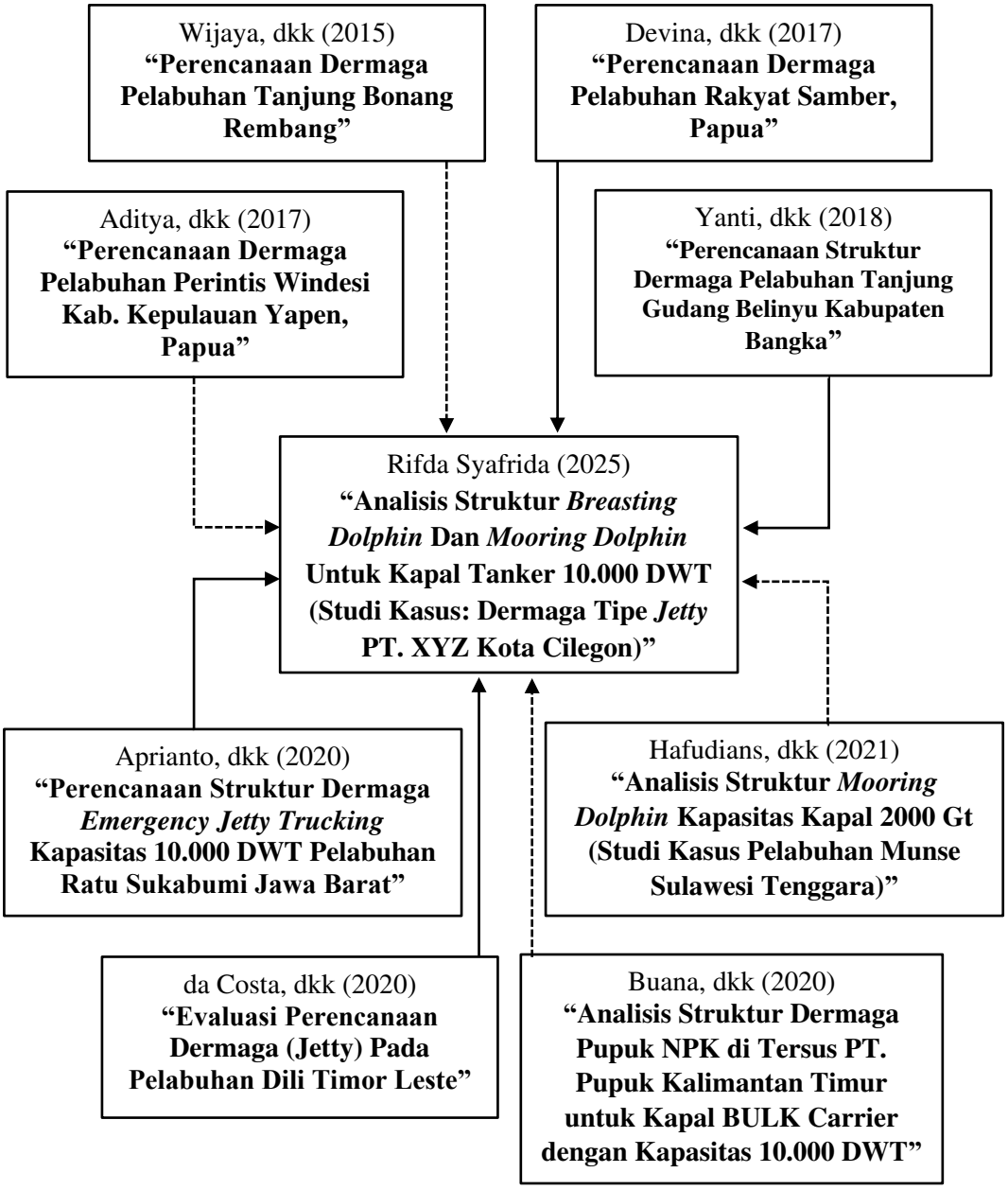
						dengan diameter 0,45 m dan kedalaman 42,50 meter. Menghitung mengunakan data dari SPT. Setiap tiang pancang dapat menanggung beban aksial sebesar 46,97 ton, jadi total beban aksial yang dapat di tanggung oleh 4 tiang pancang adalah 187,87 ton. Dengan hasil tersebut tiang pancang sudah aman dan dapat dengan baik menahan beban aksial maksimum sebesar 187,87 ton.
7.	Buana, dkk (2020)	Analisis Struktur Dermaga Pupuk NPK di Tersus PT. Pupuk Kalimantan Timur untuk Kapal BULK Carrier dengan Kapasitas 10.000 DWT	Merencanakan dermaga jenis *quadrant shiploader* untuk kapasitas kapal 10.000 DWT yang dapat membantu proses distribusi pupuk NPK dengan efektif, efisien, dan cepat.	program SAP2000	Batimetri, Pasang Surut, Arus, Angin dan Data Tanah	Dari hasil analisis perhitungan didapatkan kebutuhan dermaga dengan dimensi *trestle* sebesar 4 x 50 m^2, pivot 8 x 14 m^2, *loading platform* 3 x 82 m^2, *mooring dolphin* 3,8 x 3,8 m^2, *breasting dolphin* sebesar 4,8 x 4,8 m^2.
8.	Hafudians, dkk (2021)	Analisis Struktur *Mooring Dolphin* Kapasitas	Menghitung kekuatan struktur *mooring dolphin* yang ditinjau dari rasio kapasitas tiang dan defleksi struktur yang memenuhi kriteria desain kapal	program SAP2000	Data Survey Topografi, Hidro-*Ocean*ografi	a. Dari hasil analisis kapasitas tiang menunjukkan bahwa rasio kapasitas tiang baja dengan dimensi 508 mm dengan tebal 12 mm sebesar 0,72.

		Kapal 2000 Gt (Studi Kasus Pelabuhan Munse Sulawesi Tenggara)	2000 GT di Pelabuhan Munse Provinsi Sulawesi Tenggara		dan *Soil* Investigasi	b. Hasil *joint displacement* kondisi layan atau operasional sebesar 37,09 mm dan kondisi gempa sebesar 13,01 mm. sehingga dapat disimpulkan defleksi tiang saat operasional dan saat kondisi gempa masih dibawah batas izin defleksi sehingga struktur dikatakan aman dan nyaman.
9.	Rifda Syafrida (2025)	Analisis Struktur *Breasting Dolphin* Dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)	a. Mendapatkan gaya-gaya yang bekerja pada struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* dermaga *jetty* untuk kapal tanker berkapasitas 10.000 DWT. b. Mengetahui kemampuan struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* dermaga *jetty* dengan menggunakan analisis program SAP2000 untuk kapal tanker berkapasitas 10.000 DWT dalam menahan beban-beban yang bekerja.	program SAP2000 dengan model 3D	Topografi, Batimetri, Data Angin, Gelombang, Pasang Surut, Data Kapal dan Data Karakteristik Tanah	Hasil analisis data dan perhitungan struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* dermaga *jetty* untuk kapal tanker berkapasitas 10.000 DWT didapat gaya yang bekerja pada struktur *breasting dolphin* sebesar 229,0294 ton dan pada struktur *mooring dolphin* sebesar 294,3652 ton. Kemudian, kemampuan struktur pada kapasitas tiang baja dengan dimensi 1066,8 mm dan tebal 21 struktur *breasting dolphin* sebesar 0,4245 dan pada struktur *mooring dolphin* sebesar 0,6178 memenuhi syarat batas yakni kurang dari 1 maka rasio tersebut dapat dikatakan aman.

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

2.2 Keterkaitan Penelitian

Berikut hubungan keterkaitan antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya disajikan dalam bentuk diagram alir.



Gambar 2.1 Bagan Alir Tinjauan Pustaka

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Keterangan:

——→ Penelitian sejenis yang digunakan sebagai referensi

- - - - - - - - - - → Penelitian yang bersifat mendukung

BAB 3
LANDASAN TEORI

3.1 Definisi Pelabuhan

Indonesia sebagai negara kepulauan / maritim, peranan pelayaran adalah sangat penting bagi kehidupan sosial, ekonomi, pemerintahan, pertahanan / keamanan dan sebagainya. Bidang kegiatan pelayaran sangat luas yang meliputi angkutan penumpang dan barang, penjagaan pantai, hidrografi dan masih banyak lagi jenis pelayaran lainnya. Kapal sebagai sarana pelayaran mempunyai peran sangat penting dalam sistem angkutan laut (Triatmodjo, 2009). Di Indonesia ada dua istilah yang terkait dengan fasilitas pemberhentian kapal dan keluar masuk barang dari laut ke daratan. Istilah tersebut adalah pelabuhan dan bandar. Pelabuhan merupakan perairan yang terlindung diergunakan sebagai tempat berlindung dan tempat sandar kapal dari gangguan alam seperti gelombang dan badai. Sedangkan bandar mempunyai arti secara umum yaitu pintu gerbang yang merupakan tempat keluar masuknya barang dan penumpang (Yuwono, 2025).

Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 61 tahun 2009 tentang kepelabuhanan, pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra-dan antarmoda transportasi (P. R. Indonesia, 2009). Pelabuhan merupakan suatu pintu gerbang untuk masuk ke suatu wilayah atau negara dan sebagai prasarana penghubung antar daerah, antar pulau atau bahkan antar negara, benua dan bangsa. Dengan fungsinya tersebut maka pembangunan pelabuhan harus dapat dipertanggung jawabkan baik secara sosial ekonomis maupun teknis (Triatmodjo, 2009). Di pelabuhan ini terjadi perpindahan moda transportasi, yaitu dari angkutan laut ke angkutan darat dan sebaliknya. Untuk mendukung kegiatan tersebut, suatu pelabuhan harus dilengkapi dengan fasilitas berikut ini :

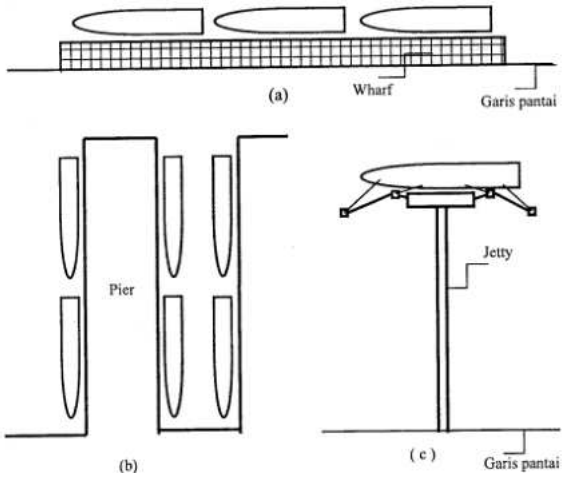
a. Dermaga di mana kapal akan bertambat dan melakukan kegiatan bongkar muat barang. Panjang kapal dermaga harus cukup untuk menampung seluruh panjang kapal atau setidaknya 80% dari panjang kapal. Hal ini disebabkan karena muatan dibongkar muat melalui bagian muka, belakang dan tengah kapal.
b. Mempunyai halaman dermaga yang cukup lebar untuk keperluan bongkar muat barang. Barang yang akan dimuat disiapkan di atas dermaga dan kemudian diangkat dengan *crane* masuk kapal. Demikian pula pembongkarannya dilakukan dengan *crane* dan barang diletakkan di atas dermaga kemudian diangkut ke gudang.
c. Mempunyai gudang transito dan lapangan penumpukan terbuka serta gudang penyimpanan.
d. Tersedia jalan raya dan/atau jalan kereta api untuk pengankutan barang dari pelabuhan ke tempat tujuan dan sebaliknya.
e. Peralatan bongkar muat untuk membongkar muatan kapal ke dermaga dan sebaliknya serta mengangkut barang ke gudang dan lapangan penumpukan.

3.2 Definisi Dermaga

Dermaga merupakan bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapatnya kapal dan menambatkan pada waktu bongkar muat barang. Bentuk dan dimensi dermaga tergantung pada jenis dan ukuran kapal yang bertambat pada dermaga tersebut. Dermaga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kapal dapat merapat dan bertambat serta melakukan kegiatan di pelabuhan dengan aman, cepat dan lancar. Dermaga dapat dibedakan menjadi tiga tipe yaitu *wharf*, *pier* dan *jetty*. Struktur *wharf* dan *pier* bisa berupa struktur tertutup atau terbuka, sementara struktur *jetty* pada umumnya berupa struktur terbuka. Struktur tertutup bisa berupa dinding gravitasi dan dinding turap, sedangkang struktur terbuka berupa dermaga yang didukung oleh tiang pancang. Dinding gravitasi bisa berupa blok beton, kaison, sel turap baja atau dinding penahan tanah (Triatmodjo, 2009).

Wharf merupakan dermaga yang pararel dengan pantai dan biasanya berimpit dengan garis pantai. *Wharf* juga dapat berfungsi sebagai penahan tanah yang ada dibelakangnya. *Pier* adalah dermaga yang berada pada garis pantai (berbentuk jari). Berbeda dengan *wharf* yang digunakan untuk merapat pada satu sisinya, *pier* bisa

digunakan pada satu sisi atau dua sisinya, sehingga dapat digunakan untuk merapat lebih banyak kapal. *Jetty* merupakan dermaga yang menjorok ke laut, sehingga sisi depannya berada pada kedalaman yang cukup untuk merapat kapal. *Jetty* digunakan untuk merapat kapal tanker atau kapal pengangkut gas alam, yang mempunyai ukuran sangat besar. Sisi muka *jetty* ini biasanya sejajar dengan pantai dan dihubungkan dengan daratan oleh jembatan yang membentuk sudut tegak lurus dengan *jetty*. Gambar 3.1 menunjukkan beberapa tipe dermaga (Triatmodjo, 1999).

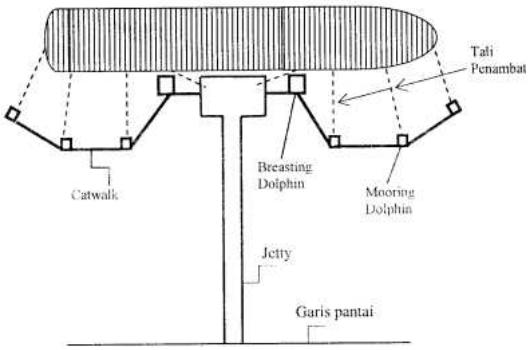


Gambar 3.1 Tipe Dermaga

(Sumber: Perencanaan Pelabuhan, Triatmomodjo 2009)

3.3 Definisi *Dolphin*

Dolphin adalah konstruksi yang digunakan untuk menahan benturan dan menambatkan kapal. *Dolphin* banyak digunakan pada pelayanan bongkar muat barang curah. *Jetty* menjorok ke laut yang digunakan untuk bertambat kapal dan dilengkapi dengan *dolphin* yang berfungsi menahan benturan kapal, sehingga kapal tidak membentur *jetty*. Struktur dermaga tipe *jetty* pada umumnya digunakan untuk merapat kapal tanker, kapal LNG dan tongkang pengankut batu bara. Pada gambar 3.2 adalah contoh *jetty* yang digunakan untuk kapal tanker atau LNG. Untuk menahan benturan kapal yang merapat dipasang *dolphin* penahan benturan (*breasting dolphin*) didepan *jetty*. Sedangkan untuk mengikat kapal digunakan *dolphin* penambat (*mooring dolphin*). *Dolphin-dolphin* tersebut dihubungkan dengan *catwalk* (semacam jembatan kecil) yang berfungsi sebagai jalan petugas yang akan mengikatkan tali kapal ke *dolphin* (Triatmodjo, 2009).



Gambar 3.2 Struktur Dermaga Tipe *Jetty*

(Sumber: Perencanaan Pelabuhan, Triatmomodjo 2009)

3.4 Data yang Digunakan dalam Analisis Sturuktur Dolphin

3.4.1 Peta Batimetri dan Topografi

Peta batimetri dan topografi sangat diperlukan untuk menentukan volume bangunan. Dengan adanya peta batimetri maka dapat ditentukan kedalaman dasar laut sehingga perencanaan dermaga dapat dilakukan secara tepat dan kapal aman untuk bermanuver sesuai dengan kebutuhannya (Ria & Umar, 2023).

Dalam perencanaan tugas akhir, data peta batimetri dan topografi dapat diperoleh dengan pengukuran langsung maupun dengan melihat dokumen data sekunder dari lembaga yang mengeluarkan peta batimetri tersebut. Dalam analisis *dolphin* ini, peta batimetri digunakan untuk :

a. Menentukan lokasi perencanaan dermaga serta fasilitas terminal lainnya secara aman dan tepat.
b. Merencanakan kedalaman alur pelayaran, lebar alur pelayaran, serta kolam putar yang diperlukan. Apabila area alur pelayaran, kolam labuh dan kolam putar kedalamannya belum memenuhi syarat untuk kegiatan navigasi, maka dapat direncanakan kegiatan pengerukan dari kolam labuh dan alur pelayaran tersebut.

3.4.2 Arus

Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Transpor massa dan momentum tersebut menimbulkan arus di daerah dekat pantai. Arus sepanjang pantai (*longshore current*) dapat juga ditimbulkan oleh gelombang yang pecah dengan membentuk

sudut terhadap garis pantai. Arus ini terjadi di daerah antara gelombang pecah dan garis pantai. Parameter terpenting didalam menentukan kecepatan arus sepanjang pantai adalah tinggi dan sudut datang gelombang pecah (Triatmodjo, 2008).

Dalam analisis *dolphin*, data arus ini digunakan untuk mengetahui tekanan arus yang terjadi dan untuk menghindari pengaruh tekanan arus arah tegak lurus kapal sehingga kapal dapat bermanuver secara cepat dan aman. Selain itu data arus juga digunakan untuk mengevaluasi stabilitas garis atau morfologi pantai (erosi atau sedimentasi) (Anwar, dkk 2009). Umumnya dari data arus ini yang dibutuhkan adalah mengetahui frekuensi arah dan kecepatan arus terhadap pola aliran pasang surut. Selain itu juga dilakukan analisa untuk mengetahui kecepatan dan arah arus maksimum yang terjadi. Analisa data ini bertujuan untuk mengetahui tekanan arus serta kelayakannya untuk kapal berlabuh (Nusontoro, 2017).

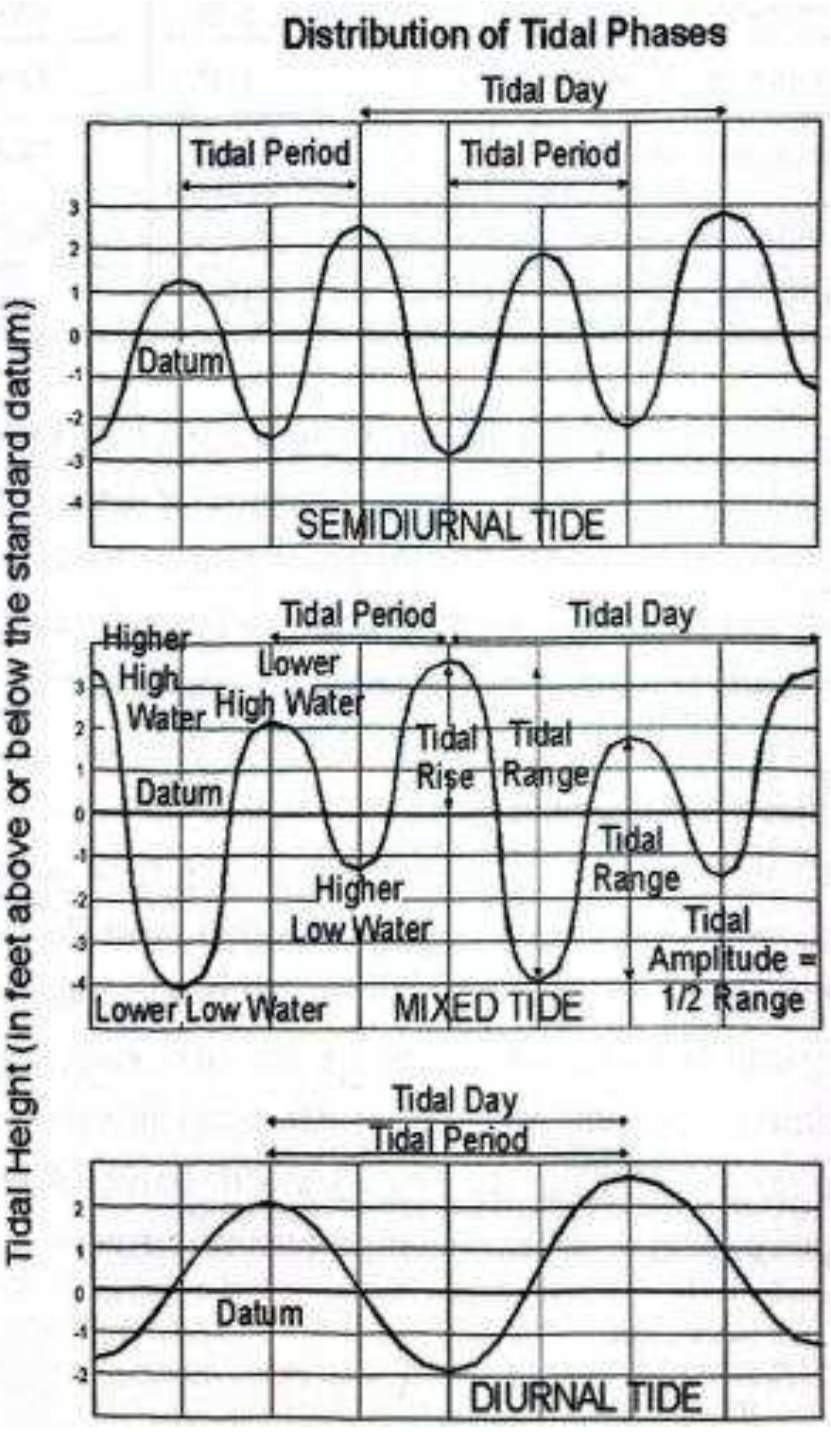
3.4.3 Pasang surut

Pasang surut adalah gelombang atau fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik benda-benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut) sangat penting untuk merencanakan bangunan dermaga. Karena elevasi puncak bangunan pemecah gelombang dan dermaga ditentukan oleh elevasi muka air pasang, sementara kedalaman alur pelayaran dan perairan ditentukan oleh muka air surut (Triatmodjo, 2009).

Pada suatu daerah dapat terjadi sekali atau dua kali pasang surut dalam satu hari dengan tipe pasang surut yang berbeda di tiap daerah. Bentuk dari pasang surut ini secara umum dapat dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu :

a. Pasang surut harian tunggal (*diurnal*), bila terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari sehingga dalam satu periode pasang surut berlangsung sekitar 24 jam 50 menit.
b. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal*), bila terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari sehingga dalam satu periode pasang surut berlangsung sekitar 12 jam 24 menit.
c. Pasang surut harian campuran (*mixed*), pada tipe ini terdapat dua kecenderungan pasang surut, yaitu pasang surut yang lebih dominan pada tipe

tunggal dan pasang surut yang lebih dominan pada tipe ganda (Triatmodjo, 2009).



Gambar 3.3 Jenis Pasang Surut

(Sumber: Infrastruktur dan Tata Kelola Pelabuhan, Yuwono 2025)

Untuk menentukan klasifikasi pasang surut digunakan rumus sebagai berikut :

$$F = \frac{A_{K1} + A_{O1}}{A_{M2} + A_{S2}} \tag{3.1}$$

Konstanta A_{K1}, A_{O1}, A_{M2} dan A_{S2} adalah amplitudo konstanta pasang surut utama. Adapun cara untuk menentukan tipe pasang surut digunakan syarat sebagai berikut:

$F \leq 0{,}25$ = pasang harian ganda

$F \leq 3$ = pasang harian tunggal

$0{,}25 < F < 1{,}5$ = pasang campuran condong ke harian ganda

$1{,}5 < F < 3$ = pasang campuran condong ke harian tunggal

Diperlukan juga suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut karena elevasi muka air laut selalu berubah – ubah. Penetapan elevasi ini digunakan untuk pedoman dalam perencanaan suatu pelabuhan (Suwarni, 2020). Elevasi penting yang perlu diketahui sebagai hasil analisis data pasang surut, yaitu :

a. Tipe pasang surut yang dapat dilihat dari periode dan keteraturannya.
b. LWS (*Low water Spring*) adalah hasil perhitungan elevasi muka air rata-rata terendah yang dicapai pada saat air surut.
c. MSL (*Mean Sea Level*) adalah elevasi rata-rata muka air pada kedudukan pertengahan antara muka air terendah dan tertinggi. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
d. HWS (*High Water Spring*) adalah elevasi rata-rata muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang.

3.4.4 Angin

Sirkulasi udara yang kurang lebih sejajar dengan permukaan bumi disebut angin. Gerakan udara ini disebabkan oleh perubahan temperatur atmosfer. Angin merupakan unsur dominan yang membentuk gelombang. Angin dapat menyebabkan permukaan air laut yang tenang mengalami gangguan sehingga menimbulkan riak gelombang kecil. Komponen data angin mencakup distribusi arah dan kecepatan angin (Loupatty, 2013). Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data di permukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung di atas permukaan laut atau pengukuran didarat didekat lokasi peramalan yang kemudian dikonversi menjadi data angin di laut. Kecepatan angin diukur dengan anemometer, dan biasanya dinyatakan dalam knot (Triatmodjo, 1999).

Data angin dicatat tiap jam dan biasanya disajikan dalam tabel. Dengan data tersebut akan dapat diketahui angin dengan kecepatan tertentu dan durasinya, kecepatan angin maksimum, arah angin dan dapat pula dihitung kecepatan angin rerata harian (Triatmodjo, 2009). Data angin yang digunakan minimal data angin lima tahun untuk dapat mempelajari pola yang terjadi yang disajikan dalam bentuk tabel. Data dapat diperoleh dari stasiun meteorologi terdekat. Data yang diperoleh biasanya sudah terklarifikasikan sehingga pengolahan data lebih mudah dan data dibagi berdasarkan distribusi kecepatan dan arah angin serta persentasenya atau lebih dikenal dengan diagram mawar angin (*windrose*). Fungsi dari data angin tersebut diantaranya sebagai :

a. Analisis perhitungan gelombang.

b. Informasi distribusi kecepatan dan arah angin yang terjadi di lokasi perencanaan pelabuhan.

c. Perencanaan beban horizontal pada kapal.

3.4.5 Tanah

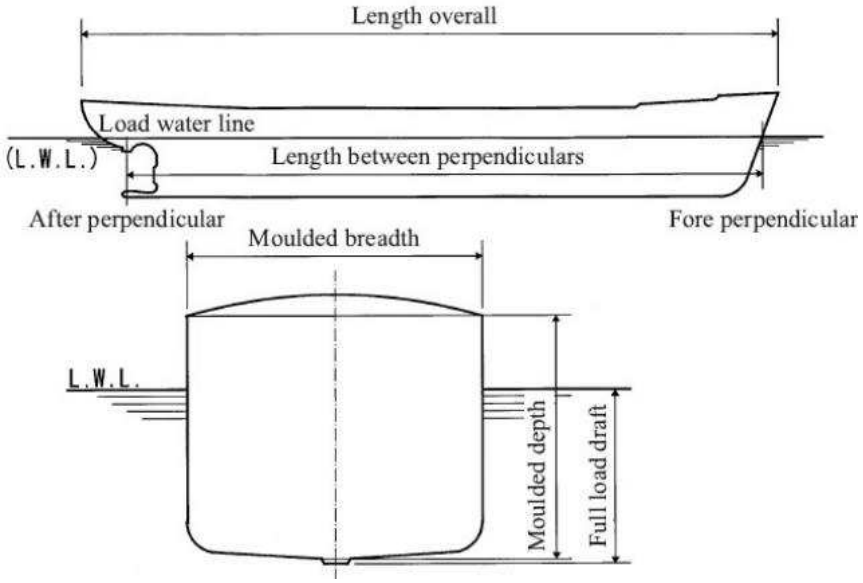
Dalam analisis *dolphin*, data geoteknik memiliki tujuan untuk menentukan daya dukung tanah dasar struktur dan untuk mengetahui potensi terjadinya penurunan (*settelment*) dan/atau likuifaksi (*liquefaction*) pada tanah dasar (Yuwono, 2025). Data tanah dapat diperoleh dengan melakukan pengeboran oleh mesin bor dibeberapa titik yang akan ditinjau. Selain itu dilakukan uji SPT guna mendapatkan nilai N-SPT untuk mengetahui kedalaman tanah keras serta sifat daya dukung pada setiap kedalaman (Trisnafiah, dkk 2018). Pada uji penyelidikan tanah tes laboratorium juga perlu dilakukan untuk mengetahui parameter tanah seperti kadar air, porositas, *specific gravity* dan densitas (Y. A. Pranata & Suryoatmono, 2018).

3.4.6 Kapal

Kapal laut adalah kapal yang beroperasi di laut, yang pada umumnya berhadapan dengan gelombang yang cukup besar. Kapal sebagai sarana pelayaran mempunyai peran sangat penting dalam sistem angkutan laut. Hampir semua barang impor, ekspor dan muatan dalam jumlah sangat besar diangkut dengan menggunakan kapal laut. Untuk mendukung sarana angkutan laut diperlukan prasarana yang berupa pelabuhan. Pelabuhan merupakan tempat pemberhentian (terminal) kapal setelah

melakukan pelayaran. Dimensi serta karakteristik kapal (tipe dan fungsinya) sangat penting untuk diketahui karena berpengaruh terhadap perencanaan pelabuhan (Triatmodjo, 2009). Gambar 3.4 menunjukkan dimensi utama kapal yang akan digunakan untuk menjelaskan beberapa definisi kapal diantaranya :

a. *Diplacement Tonnage* (DT) adalah volume air yang dipindahkan oleh kapal dan sama dengan berat kapal.
b. *Displacement tonnage loaded* yaitu berat kapal maksimum, apabila kapal sudah mencapai *displacement tonnage loaded* masih dimuati lagi, kapal akan terganggu stabilitasnya sehingga kemungkinan kapal tenggelam menjadi besar.
c. *Displacement tonnage light* yaitu berat kapal tanpa bermuatan. Dalam hal ini berat kapal adalah termasuk perlengkapan berlayar, bahan bakar, anak buah kapal dan lain-lain.
d. *Deadweight Tonnage* (DWT) yaitu berat total muatan Dimana kapal dapat mengangkut dalam keadaan pelayaran optimal (*draft* maksimum).
e. *Gross register tons* (GRT) adalah volume keseluruhan ruangan kapal (1 GRT = 2,83 m^3 = 100 ft^3)
f. *Netto register tons* (NRT) merupakan ruangan yang disediakan untuk muatan dan penumpang, besarnya sama dengan GRT dikurangi dengan ruangan-ruangan yang disediakan untuk nahkoda dan anak buah kapal, ruang mesin, gang, kamar mandi, dapur serta ruang peta. Jadi NRT adalah ruangan-ruangan yang disediakan dan dapat diisi dengan muatan yang membayar uang tambang.
g. *Draft* (D) adalah bagian kapal yang terendam air pada keadaan muatan maksimum, atau jarak antara garis air pada beban yang direncanakan (*designed load water line*) dengan titik terendah kapal.
h. *Length overall* (L_{OA}) adalah panjang kapal dihitung dari ujung depan (Haluan sampai ujung belakang (buritan) atau biasa disebut panjang total kapal dari ujung ke ujung.
i. *Length between perpendicular* (LBP) adalah panjang kapal diukur pada muka air.
j. *Beam* (B) adalah jarak maksimum antara dua sisi kapal atau biasa disebut dengan lebar kapal.
k. *Moulded Depth* (d) diukur dari dasar sampai dengan geladag kapal.



Gambar 3.4 Contoh Dimensi Kapal

(Sumber: *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, 2002)

Tipe dan bentuk pelabuhan tergantung pada jenis dan karakteristik kapal yang akan berlabuh. Untuk keperluan perencanaan pelabuhan maka berikut ini diberikan dimensi dan ukuran kapal secara umum, seperti terlihat dalam tabel 3.1 ukuran kapal yang diuraikan pada sub bab ini diambil dari buku *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan* (OCDI, 2009) dan buku Perencanaan Pelabuhan (Triatmodjo, 2009).

Tabel 3.1 Karakteristik Kapal Laut Sesuai Jenis Kapal DWT

DWT (ton)	**KARAKTERISTIK KAPAL LAUT**				
	L_{oa} (m)	**L_{pp} (m)**	**B (m)**	**$D_{full\ load}$ (m)**	**Keterangan**
Kapal Barang Umum (*General Cargo Ships*)					
1.000	67	61	10,7	3,8	
2.000	82	75	13,1	4,8	
3.000	92	85	14,7	5,5	
5.000	107	99	17,0	6,4	
10.000	132	123	20,7	8,1	
12.000	139	130	21,8	8,6	
18.000	156	147	24,4	9,8	
30.000	182	171	28,3	10,5	
40.000	198	187	30,7	11,5	
55.000	217	206	32,3	12,8	
70.000	233	222	34,8	13,8	
90.000	251	239	38,7	15,0	
120.000	274	261	42,0	16,5	
150.000	292	279	44,7	17,7	

Kapal Peti Kemas (*Container Ships*)					**(TEUs)**
10.000	139	129	22,0	7,9	500-890
20.000	177	165	27,1	9,9	1.300-1.600
30.000	203	191	30,6	11,2	2.000-2.400
40.000	241	226	32,3	12,1	2.800-3.200
50.000	274	258	34,3	12,7	3.500-3.900
60.000	294	279	35,9	13,4	4.300-4.700
100.000	350	335	42,8	14,7	7.300-7.700
Kapal Tangker (*Tankers*)					
1.000	63	57	11,0	4,0	
2.000	77	72	13,2	4,9	
3.000	86	82	14,7	5,5	
5.000	100	97	16,7	6,4	
10.000	139	131	20,6	7,6	
15.000	154	146	23,4	8,6	
20.000	166	157	25,6	9,3	
30.000	184	175	29,1	10,4	
50.000	209	199	34,3	12,0	
70.000	228	217	38,1	12,9	
90.000	243	232	41,3	14,2	
100.000	250	238	42,7	14,8	
150.000	277	265	48,6	17,2	
300.000	334	321	59,5	22,4	
Kapal RO-RO (RO-RO *Ships*)					
3.000	120	110	18,9	5,8	
5.000	140	130	21,4	6,5	
10.000	172	162	25,3	7,7	
20.000	189	174	28,0	8,7	
40.000	194	182	32,3	9,7	
60.000	208	189	34,0	10,7	
Kapal *Ferry* Jarak Dekat-Menengah					
400	56	47	11,6	2,8	
700	70	60	13,2	3,2	
1.000	80	71	14,4	3,5	
3.000	124	116	18,6	4,6	
7.000	141	130	22,7	5,7	
10.000	166	155	24,6	6,2	
13.000	194	179	26,2	6,7	
Kapal Penumpang (*Passanger Ships*)					
3.000	97	88	16,5	4,4	
5.000	115	104	18,6	5,3	
10.000	146	131	21,8	6,4	
20.000	186	165	25,7	7,8	
30.000	214	189	28,2	8,5	

50.000	255	224	32,3	10,4	
70.000	286	250	34,0	11,0	
100.000	324	281	36,5	12,5	
Kapal LNG (*Liquified Natural* Gas)					
20.000	174	164	27,8	8,4	
30.000	199	188	31,4	9,2	
50.000	235	223	36,7	10,4	
80.000	274	260	42,4	11,5	
100.000	294	281	45,4	12,1	
Kapal LPG (*Liquified Petrolium* Gas)					
3.000	98	92	16,1	6,3	
5.000	116	109	18,6	7,3	
10.000	144	136	22,7	8,9	
20.000	179	170	22,7	10,8	
30.000	204	193	31,1	12,1	
40.000	223	212	33,8	13,1	
50.000	240	228	36,0	14,0	

(Sumber: *Overseas coactal Area Development Institue of* Japan, OCDI-2009)

Tabel 3.2 Karakteristik Kapal Laut Sesuai Jenis Kapal GRT

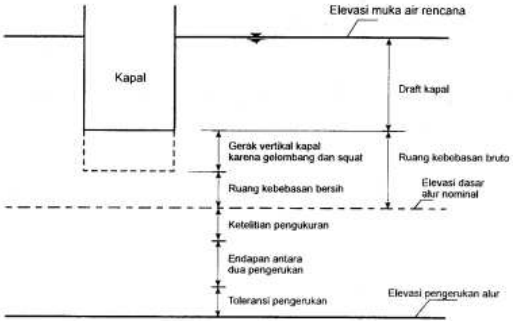
GRT	**KARAKTERISTIK KAPAL LAUT**				
	L_{oa} (m)	**L_{pp} (m)**	**B (m)**	**$D_{full\ load}$ (m)**	**Keterangan**
Kapal Ikan					
10	13,5	-	3,8	1,1	
20	16,2	-	4,2	1,3	
30	18,5	-	4,5	1,5	
50	21,5	-	5,0	1,8	
75	23,9	-	5,6	2,0	
100	25,9	-	5,9	2,2	
125	28,1	-	6,2	2,4	
150	30,0	-	6,5	2,5	

(Sumber: Perencanaan Pelabuhan, Triatmodjo 2009)

3.5 Kedalaman Alur Pelayaran

Alur pelayaran digunakan untuk mengarahkan kapal yang akan masuk ke kolam pelabuhan. Alur pelayaran dan kolam pelabuhan harus cukup tenang terhadap pengaruh gelombang dan arus. Perencanaan alur pelayaran dan kolam pelabuhan ditentukan oleh kapal terbesar yang akan masuk ke pelabuhan dan kondisi meteorologi serta oseanografi. Untuk mendapatkan kondisi operasi yang ideal kedalaman air di alur masuk harus cukup besar untuk memungkinkan pelayaran pada muka air terendah dengan kapal bermuatan penuh. Kedalaman air ditentukan

oleh berbagai faktor seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.5 berikut :



Gambar 3.5 Kedalaman Alur Pelayaran

(Sumber: Perencanaan Pelabuhan, Triatmomodjo 2009)

Adapun persamaan untuk mendapatkan kedalaman air total adalah

$$H = d + G + z + R \quad (3.2)$$

Keterangan:

d = *draft* kapal

G = gerak vertikal kapal karena gelombang dan squat

R = ruang kebebasan bersih

P = ketelitian pengukuran

S = pengendapan sedimen antara dua pengukuran

K = toleransi pengukuran

Kedalaman air diukur terhadap muka air referensi. Biasanya muka air referensi ini ditentukan berdasarkan muka air surut terendah pada saat pasang purnama (*spring tide*) dalam periode panjang yang disebut LLWS (*lower low water spring tide*).

3.6 Elevasi Dermaga

Untuk menentukan elevasi bangunan, terlebih dahulu ditentukan elevasi muka air laut rencana yang akan ditambahkan dengan tinggi jagaan. Elevasi muka air laut rencana merupakan penjumlahan dari beberapa parameter yaitu: pasang surut (MHWL), *wave setup* (Sw) dan pemanasan global (SLR) (D. Pranata, 2019). Fenomena kenaikan muka air laut (SLR) merupakan akibat yang ditimbulkan oleh adanya perubahan pada arus laut, dan perubahan densitas yang sangat berkaitan erat satu dengan lainnya. Perubahan komponen tersebut disuatu wilayah akan mempengaruhi perubahan fisis di wilayah lainnya, termasuk perubahan muka air laut pada daerah pesisir sebagai dampak dari kenaikan suhu laut (Azuga, 2021).

3.7 Fasilitas *Dolphin*

Bangunan dermaga terdiri dari beberapa bagian, diantaranya yaitu *catwalk*, *fender*, *bollard*, *platform* dan juga *dolphin*. Kapal yang merapat ke dermaga masih mempunyai kecepatan baik yang digerakkan oleh mesinnya sendiri (kapal kecil) maupun ditarik oleh kapal tunda (untuk kapal tunda). *Dolphin* merupakan kontruksi utama dari dermaga. *Dolphin* adalah konstruksi yang digunakan untuk menahan benturan dan menambatkan kapal. *Dolphin* dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu *dolphin* penahan (*breasting dolphin*) dan juga *dolphin* penambat (*mooring dolphin*). *Dolphin* penahan mempunyai ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan *dolphin* penambat, karena *dolphin* penahan direncanakan untuk menahan energi benturan kapal yang terjadi ketika berlabuh (Nugraha & Pranoto, 2020).

3.7.1 *Fender*

Pada waktu kapal bertambat ke dermaga akan terjadi benturan antara kapal dan dermaga. Walaupun kapal merapat dengan kecepatan yang relatif kecil karena massa kapal sangat besar, energi kapal yang membentur dermaga masih cukup besar. Untuk menghindari kerusakan yang terjadi baik pada kapal maupun pada dermaga, pada lokasi kontak benturan perlu diberi peredam energi / bantalan yang biasa disebut dengan *fender*. *Fender* direncanakan mampu menyerap sebagian energi kapal yang membentur dermaga (Yuwono, 2025).

Pemilihan *fender* yang akan digunakan pada dermaga dapat berdasarkan dari beberapa faktor seperti, ukuran kapal, kondisi gelombang, arus, angin serta kecepatan dan arah kapal (Naga, dkk 2023). Untuk mentukan ukuran *fender*, dihitung terlebih dahulu besarnya energi kinetik yang terjadi saat kapal merapat (E), gaya sandar pada saat kapal bersandar dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$E = \left(\frac{W \times V^2}{2 \times g}\right) \times C_M \times C_E \times C_C \times C_S \quad (3.3)$$

keterangan:

E = energi benturan (ton meter)

C_M = koefisien massa (*added mass*)

C_E = koefisien eksentrisitas

C_C = koefisien bentuk tambatan (diambil 1 untuk *jetty*)

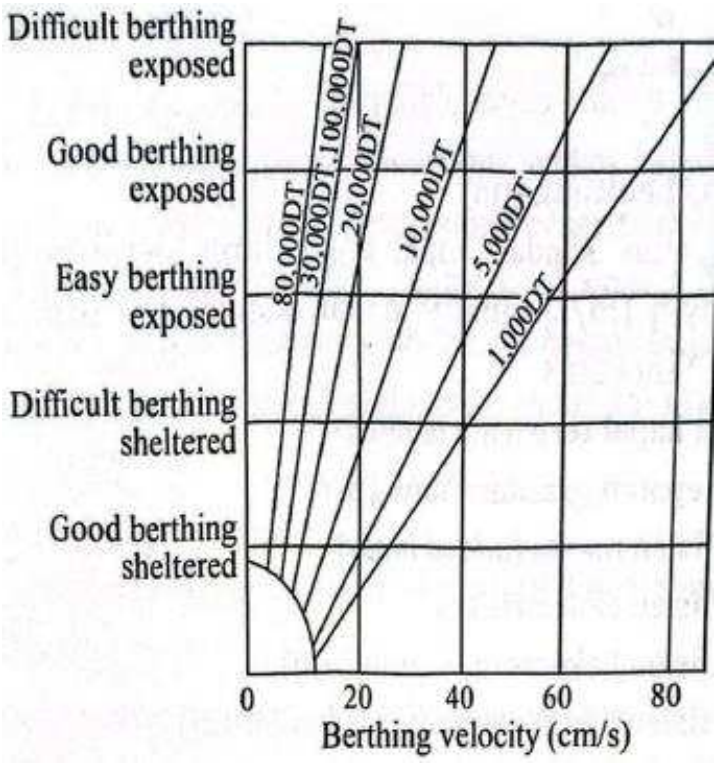
C_S = koefisien kekerasan (1 jika tidak ada deformasi)

V = kecepatan kapal waktu merapat (m/s); nilai V dapat diambil dari Gambar 3.6 atau Tabel 3.3

g = percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

W = berat kapal (ton)

Kecepatan kapal saat merapat harus dibatasi sedemikian rupa, agar energi kapal saat proses bersandar tidak terlalu besar sehingga dermaga yang dibutuhkan dapat dihemat dan tidak terlalu mahal. *Overseas coactal Area Development Institue of* Japan (OCDI-2009) menyarankan kecepatan kapal pada saat proses bersandar (*berthing*) dapat direncanakan dengan menggunakan grafik yang terdapat pada gambar 3.6. Dengan mengetahui bobot kapal dan kondisi dermaga saat kapal akan bersandar, maka kecepatan sandar kapal (*berthing velocity*) dapat ditetapkan dan selanjutnya dapat dipergunakan untuk memilih *fender* dan menghitung stabilitas dermaga.



Gambar 3.6 Kecepatan Kapal Merapat versus Ukuran Kapal dan Kondisi Perairan

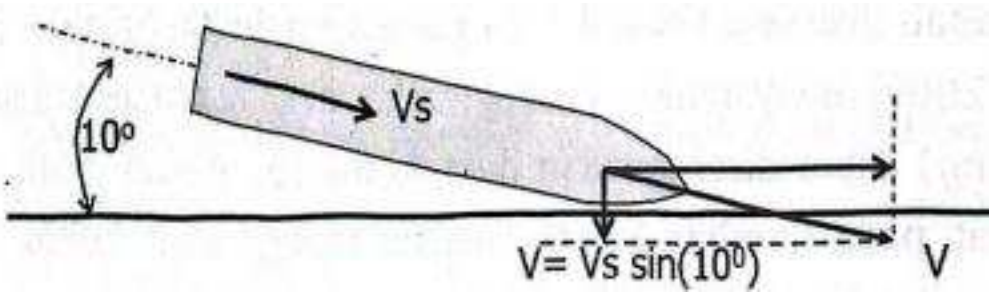
(Sumber: *Overseas coactal Area Development Institue of* Japan, 2009)

Namun, beberapa ahli pelabuhan yang lain ada yang menyarankan kecepatan sandar kapal (*berthing velocity*) dapat ditetapkan dengan menggunakan tabel 3.3 berikut :

Tabel 3.3 Kecepatan Sandar Kapal (V) versus Bobot dan Kondisi Perairan

No	Ukuran Kapal	Kecepatan Merapat	
		Pelabuhan	**Laut Terbuka**
1.	Dibawah 500 DWT	V = 0,25 m/s	V = 0,30 m/s
2.	500 – 10.000 DWT	V = 0,15 m/s	V = 0,20 m/s
3.	10.000 – 300.000 DWT	V = 0,15 m/s	V = 0,15 m/s
4.	Diatas 300.000 DWT	V = 0,12 m/s	V = 0,15 m/s

(Sumber: Perencanaan Pelabuhan, Triatmomodjo 2009)



Gambar 3.7 Sudut Kapal Saat *Berthing*

(Sumber: *Overseas coactal Area Development Institue of* Japan, 2009)

Koefisien massa tergantung pada gerakan air yang mengelilingi kapal berikut merupakan persamaan yang dapat dihitung :

$$Cm = 1 + \frac{\pi \times d}{2 \times Cb \times B} \quad (3.4)$$

$$Cb = \frac{W}{Lpp \times B \times d} \quad (3.5)$$

keterangan:

Cb = koefisien blok kapal

d = *draft* kapal (m)

B = lebar kapal (m)

L_{pp} = panjang garis air (m)

Koefisien blok kapal (C_b) besarnya tergantung pada jenis kapal, khususnya terkait dengan bentuk lambung dan haluan kapal. Dengan mengetahui berat kapal (W), nilai L_{pp}, B dan D maka nilai C_b dapat ditentukan. Pada tabel 3.4, disampaikan perkiraan nilai koefisien blok kapal sesuai jenis kapal tersebut (Thoresen, 2006).

Tabel 3.4 Koefisien Blok Kapal

Jenis Kapal	**Perkiraan nilai C_b**
Tanker	0,85
Bulk Carrier	0,72 – 0,85
General Cargo	0,72 – 0,80
Container Ship	0,60 – 0,80
RO – RO	0,70 – 0,80
Ferry	0,55 – 0,80
LNG	0,72
Passeger	0,55 – 0,80

(Sumber: Thoresen, 2006)

Koefisien eksentris kapal adalah perbandingan antara energi sisa dan energi kinetik pada saat merapat dan nilainya dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus berikut :

$$Ce = \frac{1}{1+(\frac{l}{r})^2} \quad (3.6)$$

Keterangan:

C_e = koefisien eksentris kapal

l = jarak muka air sejajar dermaga dari titik berat kapal ke titik sandar

= $\frac{1}{4}$L untuk dermaga (*continues fender system*)

= $\frac{1}{6}$L untuk *dolphin* (*single fender system*)

r = jari-jari putar (dihitung berdasarkan *Overseas coactal Area Development Institue of* Japan, OCDI-2009)

C_b = 0,60 $\rightarrow$r = 0,225 L_{oa}

C_b = 0,70 $\rightarrow$r = 0,245 L_{oa}

C_b = 0,80 $\rightarrow$r = 0,260 L_{oa}

Berdasarkan data tersebut nilai C_e dapat disederhanakan sebagai berikut :

a. Dermaga

Untuk C_b = 0,60 $\rightarrow C_e \approx$ 0,45

Untuk C_b = 0,70 →C_e ≈ 0,50

Untuk C_b = 0,80 →C_e ≈ 0,52

→C_e ≈ 0,45 – 0,52

b. *Dolphin*

Untuk C_b = 0,60 →C_e ≈ 0,65

Untuk C_b = 0,70 →C_e ≈ 0,68

Untuk C_b = 0,80 →C_e ≈ 0,70

→C_e ≈ 0,65 – 0,70

Adapun energi yang diserap oleh dermaga dapat dihitung dengan persamaan:

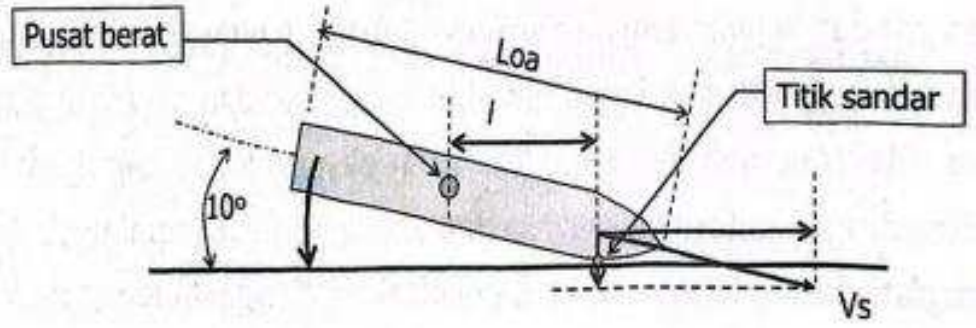
$$E = \frac{1}{2} \times F \times d \quad (3.7)$$

keterangan:

F = gaya reaksi *fender*

d = defleksi *fender*

Gambar 3.8 menunjukkan hubungan antara energi yang diserap dermaga, gaya reaksi *fender* dan defleksi *fender*.



Gambar 3.8 Benturan Kapal pada Dermaga

(Sumber: *Guidelines for the Design of Fenders Systems*, PIANC 2002)

$$E = \frac{1}{2} \times \frac{W}{g} \times V^2 \quad (3.8)$$

keterangan:

W = berat kapal (ton)

V = kecepatan kapal (m/s)

3.7.2 *Bollard*

Alat tambat adalah suatu konstruksi yang digunakan untuk mengikat kapal pada

saat berlabuh agar tidak terjadi pergeseran atau pergerakan kapal yang disebabkan oleh arus, angin, serta gelombang. Kapal yang berlabuh ditambatkan ke dermaga dengan cara mengikatkan tali penambat ke bagian haluan, buritan dan badan kapal (Yuwono, 2025). *Bollard* merupakan alat sebagai tempat untuk mengikat kapal pada tambatan. Kapal yang bertambat ke dermaga diikat pada bagian haluan, buritan dan badan kapal. Kemampuan *bollard* harus lebih besar dari gaya tarikan akibat kapal yang diikatkan pada *bollard* tersebut (Dani, 2020). Gaya tarik yang terjadi pada *bollard* disesuaikan dengan berat kapal. Tabel 3.5 menunjukkan gaya tarik pada *bollard*, sedangkan jarak dan jumlah *bollard* yang harus dipasang pada dermaga dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.5 Gaya Tarikan pada *Bollard*

***Gross tonnage* (GT) *of vessel* (tons)**	***Tractive force acting on mooring post* (kN)**	***Tractive force acting on bollard* (kN)**
200<GT≤500	150	150
500<GT≤1,000	250	250
1,000<GT≤2,000	350	250
2,000<GT≤3,000	350	350
3,000<GT≤5,000	500	350
5,000<GT≤10,000	700	500
10,000<GT≤20,000	1,000	700
20,000<GT≤50,000	1,500	1,000
50,000<GT≤100,000	2,000	1,000

(Sumber: *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, 2002, hal. 25)

Tabel 3.6 Jarak dan Jumlah *Bollard* Terpasang pada Dermaga

***Gross tonnage* (GT) kapal (ton)**	**Jarak maksimum *bollard* (m)**	**Jumlah minimum *bollard* per dermaga (buah)**
GT < 2000	10 ~ 15	4
2000 < GT < 5000	20	6
5000 < GT < 20000	25	6
20000 < GT < 50000	35	8
50000 < GT < 100000	45	8

(Sumber: *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, 2002, hal. 521)

3.8 Pembebanan *Dolphin*

3.8.1 Beban Vertikal

Beban vertikal adalah beban yang arahnya vertikal (tegak lurus bidang horizontal) yang terdiri dari :

a. Beban mati

   Beban mati merupakan berat sendiri dari komponen struktur yang secara permanen dan konstan membebani selama waktu hidup konstruksi. Beban mati dapat dihitung dengan mengevaluasi berat yang ditentukan untuk material dan volumenya yang dihitung dalam desain. Pada bangunan ini beban mati meliputi beberapa komponen diantaranya berat beton bertulang dan berat baja.

b. Beban mati tambahan

   Beban mati tambahan adalah beban-beban yang bekerja vertikal ke bawah pada struktur *dolphin*, seperti misalnya *fender*, *bollard* dan *catwalk*. Berat dari elemen-elemen ini pada umumnya dapat ditentukan dengan mudah dengan derajat ketelitian cukup tinggi. Perhitungan besaran beban mati suatu elemen dilakukan dengan meninjau berat satuan material tersebut berdasarkan volume elemen.

c. Beban hidup

   Beban hidup yang terjadi pada struktur *dolphin* merupakan beban akibat alat yang besarnya ditentukan berdasarkan peralatan yang akan digunakan di atas dermaga tersebut dan harus diposisikan sedemikian rupa sehingga menghasilkan kondisi pembebanan yang paling kritis.

3.8.2 Beban Horizontal

Beban horizontal adalah beban yang arahnya mendatar (lateral, horizontal) yang terdiri dari :

a. Gaya angin

   Gaya angin pada tiang pipa baja mengacu pada API *Recommended Practice* 2A-WSD Cl. 2.3.2.C sebagai berikut :

   1) Gaya angin pada tiang pipa baja

$$F = \frac{\rho}{2} \times v^2 \times C_S \times A \qquad (3.9)$$

   Dimana :

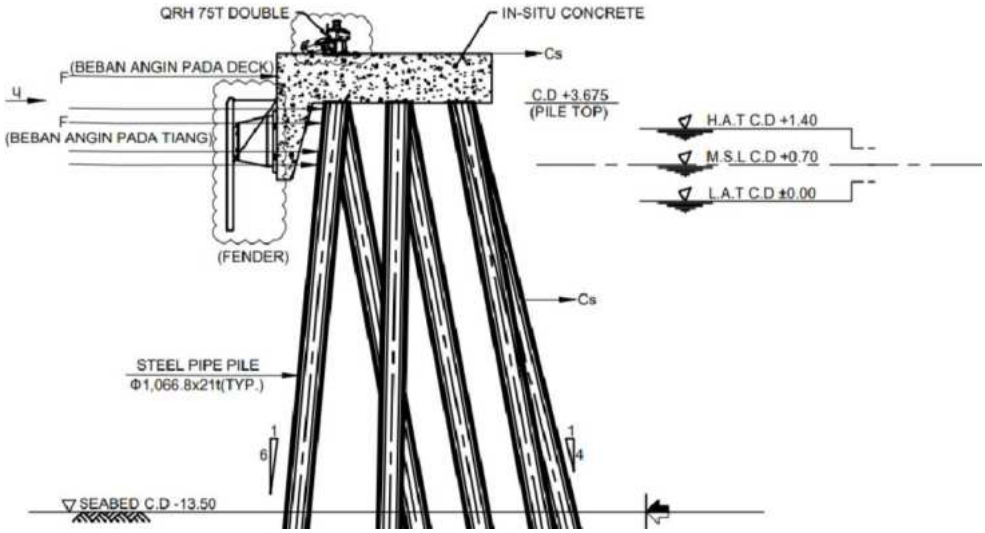
F = gaya angin (N)

ρ = kerapatan massa udara

ɥ = kecepatan angin (m/s)

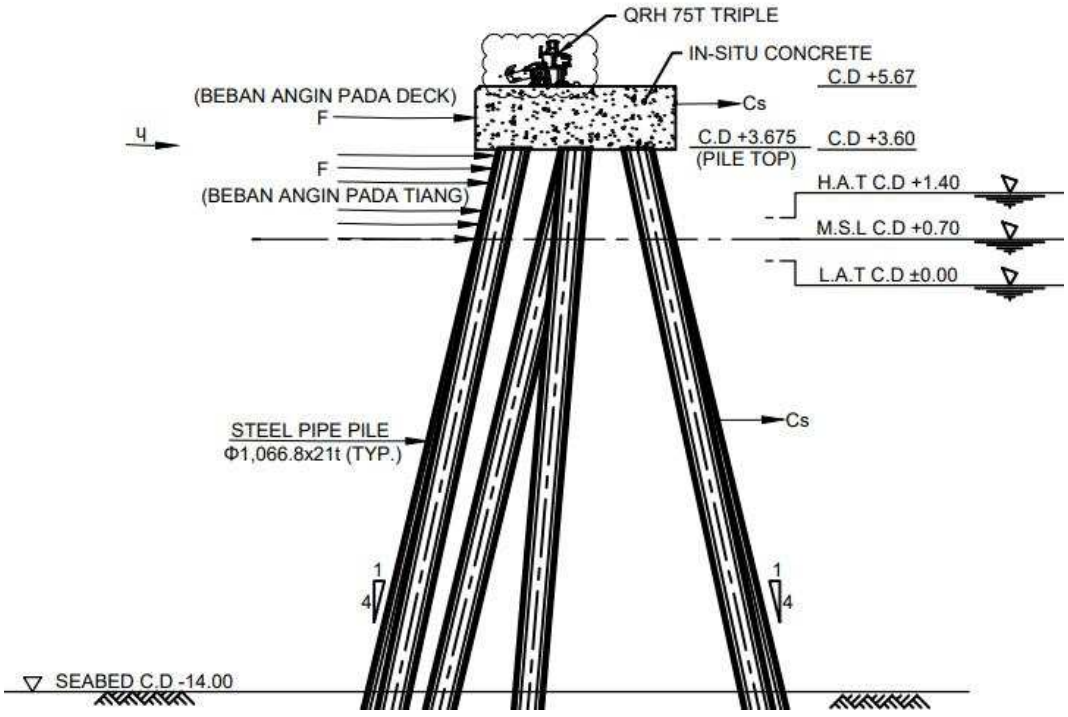
C_S = koefisien bentuk

A = luas pipa baja (m^2)



Gambar 3.9 Gaya Angin pada Tiang Pancang Struktur *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 3.10 Gaya Angin pada Tiang Pancang Struktur *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

2) Gaya angin pada beton deck

$$F = \frac{\rho}{2} \times y^2 \times C_S \quad (3.10)$$

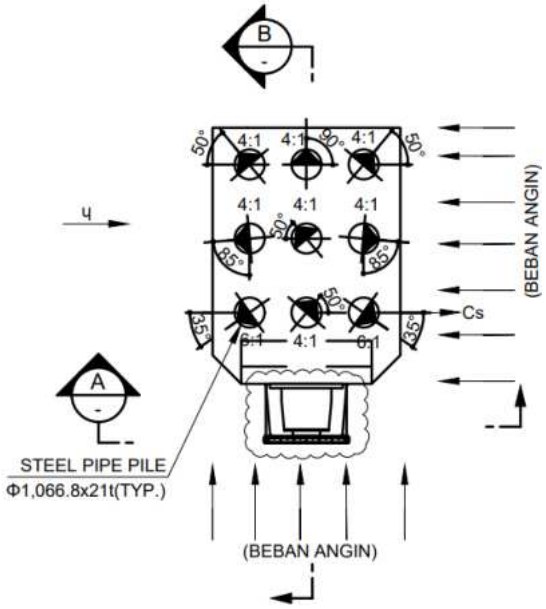
Dimana :

F = gaya angin (N)

ρ = kerapatan massa udara

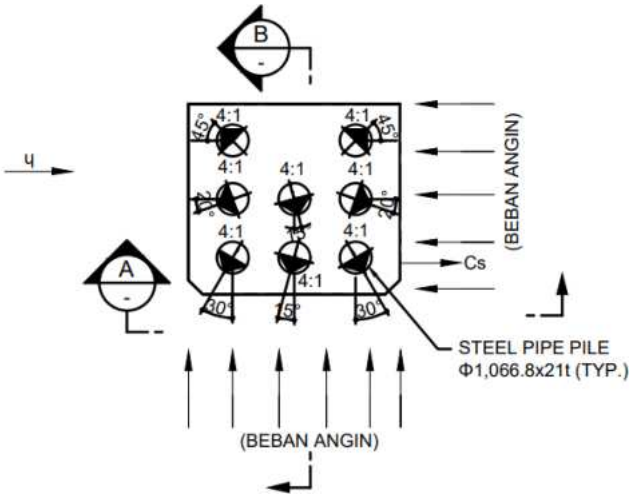
ų = kecepatan angin (m/s)

C_S = koefisien bentuk



Gambar 3.11 Gaya Angin pada Beton Deck Struktur *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 3.12 Gaya Angin pada Beton Deck Struktur *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

b. Gaya arus

Beban arus merupakan beban yang diakibatkan oleh tekanan arus pada struktur tiang dermaga, besar gaya yang disebabkan oleh perilaku arus dihitung menggunakan persamaan Morison. Persamaan Morison mengasumsikan bahwa gaya gelombang terdiri dari komponen gaya inersia (*inertia*) dan gaya hambatan (*drag*) yang dijumlahkan secara linier. Gaya akibat arus dapat dihitung dengan persamaan morison sebagai berikut :

$$F_D = \frac{1}{2} \times \rho \times C_D \times D \times V^2 \times h \quad (3.11)$$

Dengan,

F_D = gaya seret komponen tiang yang berada di bawah air akibat gelombang

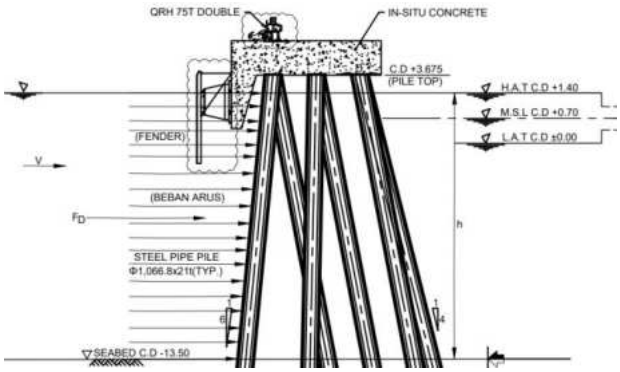
ρ = massa jenis air

V = kecepatan arus

D = diameter tiang pancang

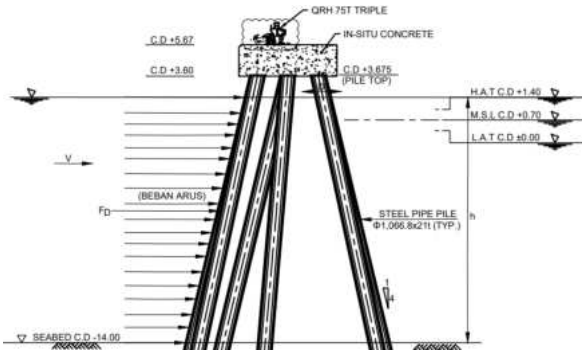
C_D = koefisien seret (1 untuk struktur dengan bentuk silinder, OCDI)

h = tinggi tiang pancang tercelup



Gambar 3.13 Gaya Arus pada Struktur *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

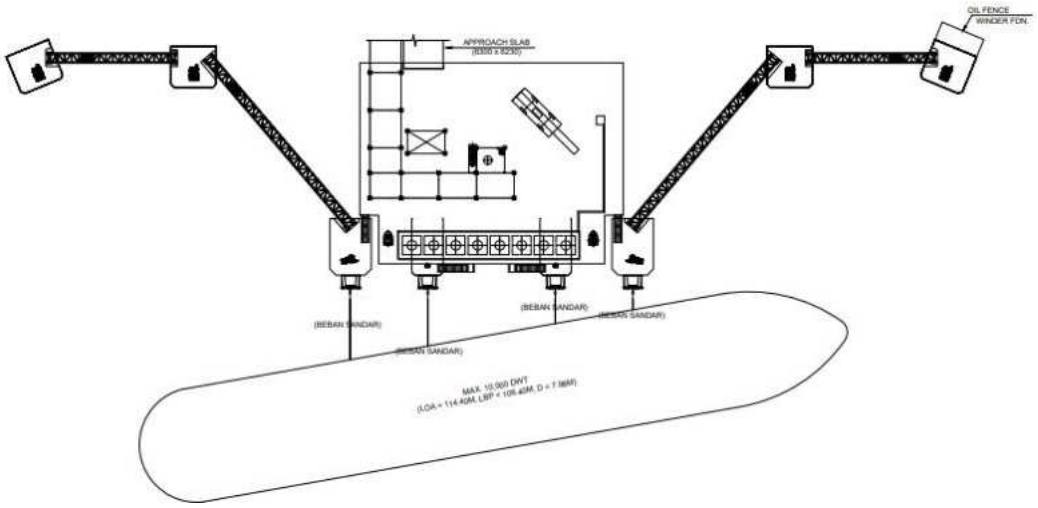


Gambar 3.14 Gaya Arus pada Struktur *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c. Gaya sandar

Gaya sandar merupakan gaya yang ditimbulkan akibat benturan antara kapal yang masih memiliki kecepatan dengan dermaga saat kapal merapat ke dermaga. Energi ini kemudian diterima oleh *fender* kemudian diredam dan ditransfer menjadi gaya horizontal tekan yang membebani bangunan dermaga. Hubungan antara gaya dan energi benturan tergantung pada tipe *fender* yang digunakan. Besar energi benturan ini dapat dihitung menggunakan persamaan 3.7.



Gambar 3.15 Gaya Sandar Akibat Benturan Kapal pada *Breasting Dolphin*

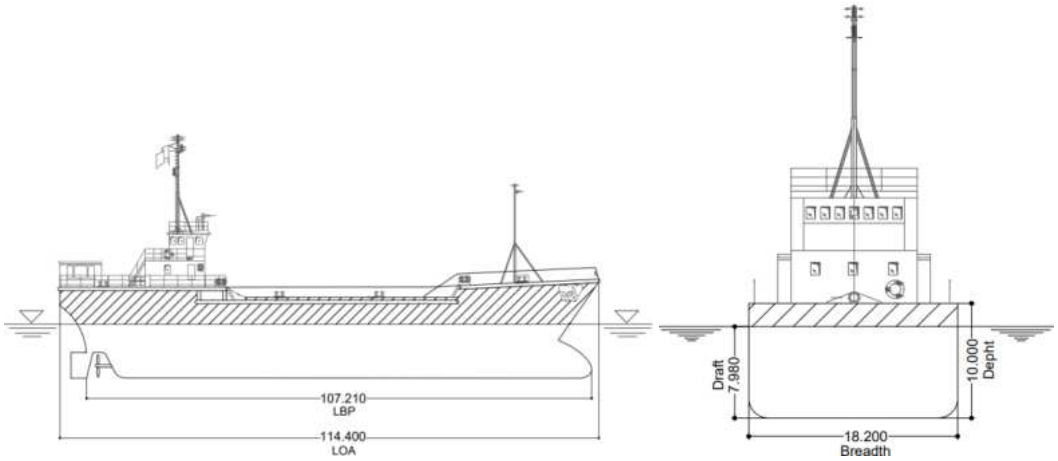
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

d. Gaya pada *bollard*

1) Gaya tarikan pada kapal

Saat kapal merapat di sepanjang dermaga, kapal akan berhenti dengan ditahan oleh tali yang diikatkan pada *bollard*. Gaya tarik yang bekerja ini sangat berpengaruh pada stabilitas struktur dermaga karena adanya gaya yang cukup besar. Beban tarik ini akan ditahan oleh struktur *bollard* yang didesain untuk menahan gaya tarikan akibat kapal, angin dan arus. Untuk itu *bollard* harus mampu menahan gaya tarikan yang paling tidak sama dengan gaya yang bisa memutuskan tali penambat. Gaya tarik yang terjadi pada *bollard* dapat dilihat pada Tabel 3.5.

2) Gaya akibat angin yang bekerja pada kapal



Gambar 3.16 Badan Kapal Terkena Angin

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Angin yang menerpa badan kapal yang sedang bertambat akan menyebabkan gaya pada dermaga. Jika arah angin meninggalkan dermaga maka akan menyebabkan gaya tarik kapal pada *bollard*. Namun, apabila arah angin menuju dermaga maka akan menyebabkan gaya benturan ke dermaga. Besar gaya angin tergantung pada arah dan kecepatan hembus angin dan dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

a) Gaya longitudinal apabila angin datang dari arah haluan ($\alpha = 0^o$)

$$R_w = 0{,}42 \times P_a \times A_w \quad (3.12)$$

b) Gaya longitudinal apabila angin datang dari arah buritan ($\alpha = 180^o$)

$$R_w = 0{,}5 \times P_a \times A_w \quad (3.13)$$

c) Gaya lateral apabila angin datang dari arah lebar ($\alpha = 90^o$)

$$R_w = 1{,}1 \times P_a \times A_w \quad (3.14)$$

Dimana :

$$P_a = 0{,}063 \times V^2 \quad (3.15)$$

Keterangan:

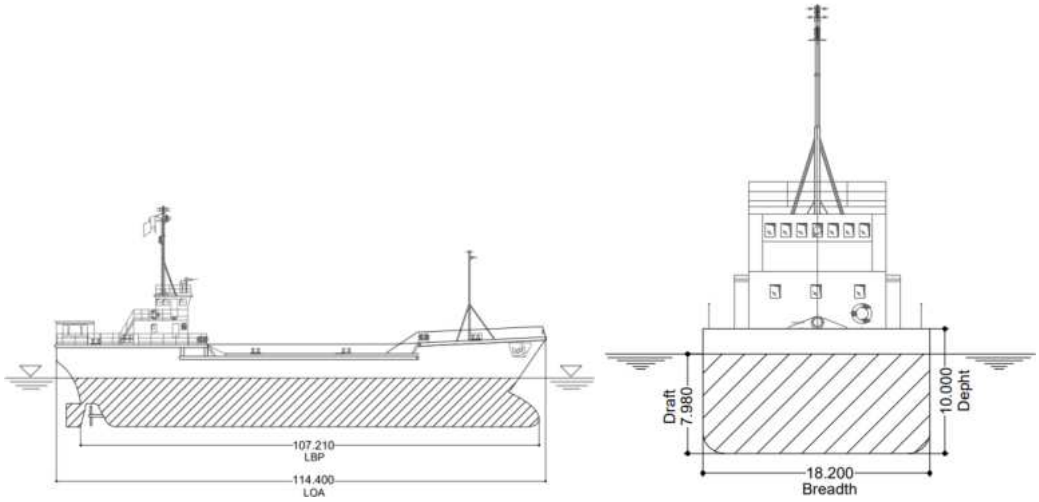
R_w = gaya akibat angin (kg)

P_a = tekanan angin (kg/m^2)

V = kecepatan angin (m/d)

A_w = proyeksi bidang yang tertiup angin (m^2)

3) Gaya akibat arus yang berkerja pada kapal



Gambar 3.17 Badan Kapal Terendam Air

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Arus yang bekerja pada kapal bagian yang terendam air akan menyebabkan gaya pada kapal. Kemudian gaya tersebut diteruskan pada alat penambat dan dermaga. Tekanan akibat arus pada kapal yang tertambat dapat dihitung dengan persamaan:

$$R_c = C_c \times \gamma_w \times A_c \times \frac{V_c^{\,2}}{2 \times g} \qquad (3.16)$$

keterangan:

R_c = gaya akibat arus (kgf)

γ_w = berat jenis air laut (1,025 t/m^3)

A_C = luasan kapal di bawah permukaan air (m^2)

V_C = kecepatan arus (m/dt)

C_C = koefisien tekanan arus yang besarnya diambil sebagai berikut :

a) Untuk arah arus dari samping

Cc = 1-1,5 → untuk perairan dalam

Cc = 2 → untuk (kedalaman perairan / *draft* kapal) = 2

Cc = 3 → untuk (kedalaman perairan / *draft* kapal) = 1,5

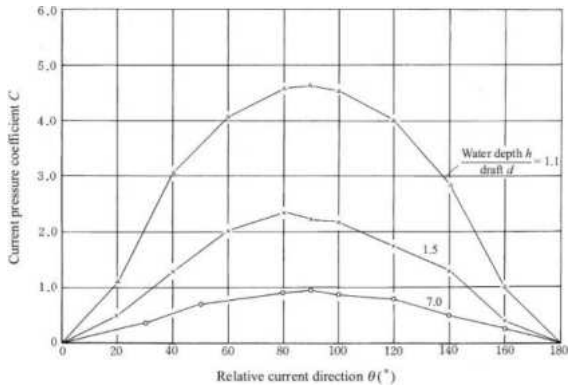
Cc = 5 → untuk (kedalaman perairan / *draft* kapal) = 1,1

b) Untuk arah arus searah dengan kapal (dermaga)

Cc = 2 → untuk perairan dalam

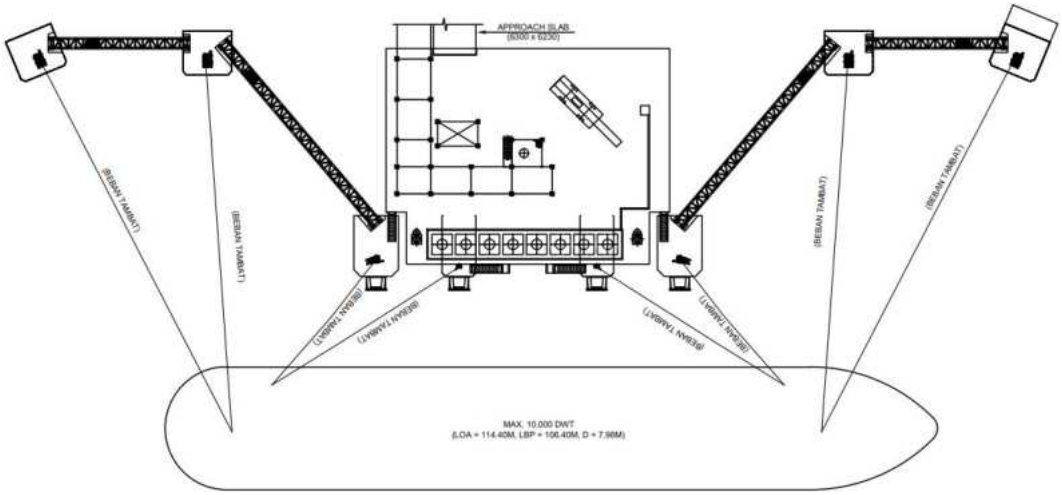
Cc = 6 → untuk (kedalaman perairan / *draft* kapal) = 1,1

Nilai C_C juga bisa diperoleh dari grafik pada gambar 3.18.



Gambar 3.18 Koefisien Kuat Arus (C)

(Sumber: *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, 2002, hal. 25)



Gambar 3.19 Gaya Tambat pada Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

e. Beban gempa

Dermaga harus direncanakan agar memiliki kemungkinan kecil untuk runtuh namun dapat mengalami kerusakan yang signifikan dan gangguan terhadap pelayanan akibat gempa dengan kemungkinan terlampaui 7% dalam 75 tahun. Gerakan tanah akibat gempa biasanya terdeteksi di atas permukaan tanah yang tidak terikat. Dalam analisis dan desain struktur tahan gempa, penting untuk menentukan beban yang bekerja pada struktur dan mengetahui periode dasar tanah yang sesuai dengan respons maksimum yang terjadi. Berdasarkan kondisi

geologi dan riwayat gempa yang terjadi, percepatan tanah maksimum akibat gempa ditetapkan berdasarkan tiap gempa yang mungkin terjadi.

Respons spektrum adalah suatu spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik/plot antara periode getar struktur, lawan respons-respons maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Perhitungan beban gempa didasarkan pada SNI 03-1726-2019. Perhitungan dilakukan dengan metode statik ekuivalen menggunakan program bantu SAP2000. Berikut dijabarkan tahapan-tahapan untuk memperoleh desain respons spektrum.

1) Klasifikasi tanah

Berdasarkan sifat tanah, situs harus diklasifikasikan sebagai klasifikasi tanah A, B, C, D, E, atau F. Apabila sifat tanah tidak diketahui detail, untuk menentukan klasifikasi tanah, harus digunakan klasifikasi tanah D kecuali jika diperoleh data geoteknik untuk menentukan klasifikasi tanah E atau F. Pengklasifikasian tanah ditentukan berdasarkan kondisi tanah sesuai tabel berikut :

Tabel 3.7 Klasifikasi Situs

Kelas situs	$\overline{v}_s$ (m/detik)	$\overline{N}$ atau $\overline{N}_{ch}$	$\overline{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	*50 sampai100*
SE (tanah lunak)	< 175	<15	*< 50*
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karateristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralir $\overline{s_u} < 25$ kPa		
SF (tanah khusus,yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat **beban gempa seperti** mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m)		

(Sumber: SNI 1726-2019)

2) PGA, S_S dan S_1

Parameter-parameter ini dapat diperoleh dari website resmi RSA Cipta Karya dalam bentuk peta gempa Indonesia. Perbedaan nilai PGA atau persepatan respons spektral, S_S dan S_1 ditunjukan dengan perbedaan warna.

Parameter PGA, S_S dan S_1 ditentukan oleh lokasi yang ditinjau, periode ulang gempa dan klasifikasi situs.

3) Koefisien Situs F_a dan F_v

Nilai F_a dan Fv didefinisikan dalam tabel berikut :

Tabel 3.8 Koefisien Situs F_a

Kelas Situs	**Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada perioda pendek, T = 0,2 detik, Ss**					
	$S_1 \leq 0{,}25$	**$S_1 = 0{,}5$**	**$S_1 = 0{,}75$**	**$S_1 = 1{,}0$**	**$S_1 = 1{,}25$**	**$S_1 \geq 1{,}5$**
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	$SS^{(1)}$					

(Sumber : SNI 1726:2019)

Tabel 3.9 Koefisien Situs F_v

Kelas Situs	**Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada perioda 1 detik, S_1**					
	$S_1 \leq 0{,}1$	**$S_1 = 0{,}2$**	**$S_1 = 0{,}3$**	**$S_1 = 0{,}4$**	**$S_1 = 0{,}5$**	**$S_1 \geq 0{,}6$**
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	$SS^{(1)}$					

(Sumber : SNI 1726:2019)

4) Parameter percepatan respons spektral SM_S, SM_1

Percepatan respons spektral untuk periode singkat (S_{MS}) dan pada periode 1 detik (S_{M1}) dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$SM_S = F_a \times S_S \tag{3.17}$$

$$SM_1 = F_v \times S_1 \tag{3.18}$$

5) Parameter percepatan desain spektra S_{DS} dan S_{D1}

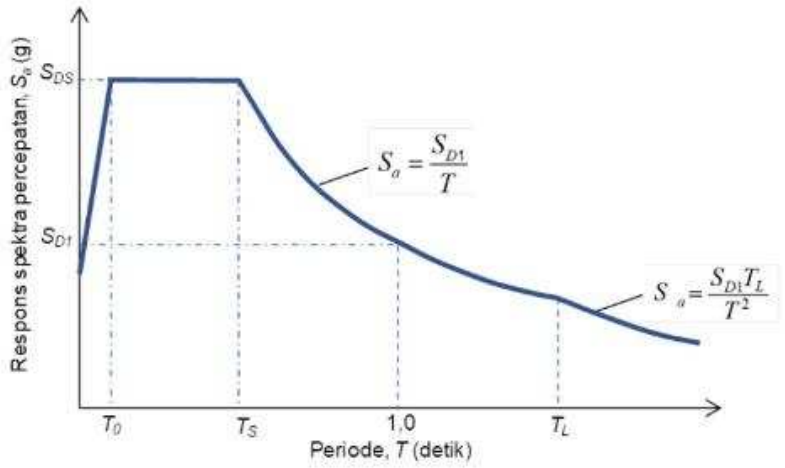
Percepatan desain spektra pada period pendek, S_{DS}, dan pada period 1 detik, SD1, harus ditentukan dari persamaan berikut :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times SM_S \tag{3.19}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times SM_1 \tag{3.20}$$

6) Desain respons spektrum

Respons spektrum ditentukan sebagai fungsi periode (T) terhadap percepatan respons spektrum (g). Nilai T mempengaruhi nilai g seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3.20 Kurva Respons Spektrum

(Sumber : SNI 1726:2019)

dimana,

$$T_0 = 0{,}2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.21)$$

$$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.22)$$

$$T_L = \textit{Periode diatas 1 detik} \quad (3.23)$$

3.9 Kombinasi Pembebanan

Struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang sesuai dengan ketentuan. Pada dasarnya pembebanan struktur yang ada sangat perlu dikombinasikan untuk memperkirakan kemungkinan terjadinya beberapa gabungan beban yang bekerja. Kombinasi beban ini dilakukan untuk memperoleh kondisi pembebanan maksimum pada struktur *dolphin*. Berikut merupakan kombinasi pembebanan service dan ultimit yang diberikan pada permodelan berdasarkan Buku Perencanaan Pelabuhan oleh Bambang Triatmodjo hal 231 dan SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung:

a. Kombinasi pembebanan service
    1) D + SDL + LL + Env
    2) D + SDL + LL + Env + B
    3) D + SDL + LL + Env + M
    4) D + SDL + LL + E
b. Kombinasi pembebanan ultimit
    1) 1,4D + 1,4SDL + 1,6LL + 1,4Env
    2) 1,4D + 1,4SDL + 1,6LL + 1,4Env + 1,2B
    3) 1,4D + 1,4SDL + 1,6LL + 1,4Env + 1,2M
    4) 1,2D + 1,2SDL + LL + E

keterangan:

B = beban *berthing*

D = beban mati

E = beban gempa

Env = beban lingkungan

LL = beban hidup

M = beban *mooring*

SDL = beban mati tambahan

3.10 Stuktur *Dolphin*

3.10.1 *Deck on Pile*

Analisis konstruksi pada struktur atas dermaga tipe *jetty* PT. XYZ Kota Cilegon ini menggunakan struktur *deck on pile*. Struktur *deck on pile* merupakan (*open type structure*) menggunakan serangkaian tiang pancang (*piles*) sebagai pondasi untuk lantai dermaga. Seluruh beban di lantai dermaga diterima sistem lantai dermaga dan tiang pancang tersebut. Bahan yang digunakan untuk struktur *deck on pile* adalah beton bertulang. Pada struktur *deck on pile* dikonstruksi *dolphin* ini menggunakan beton pracetak. Kemiringan tanah dibuat sesuai dengan kemiringan alaminya serta dilapisi dengan perkuatan (*revetment*) untuk mencegah tergerusnya tanah akibat gerakan air yang disebabkan oleh manuver kapal. Untuk menahan gaya lateral yang cukup besar akibat *berthing* dan *mooring* kapal, jika diperlukan dapat dilakukan pemasangan tiang pancang miring (Edianto & Ashury, 2019).

3.10.2 Pondasi

Pada struktur *dolphin* bagian bawah digunakan tiang pancang untuk menyalurkan beban permukaan ke dalam tanah. Tiang pancang dapat dipasang secara *single* maupun *group* dan bisa tertanam penuh atau tertanam sebagian. Pondasi tiang pancang digunakan apabila tanah pada kedalaman normal tidak mempuyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup sehingga tidak mampu memikul berat bangunan dan bebannya, atau apabila tanah keras yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya terletak pada kedalaman yang sangat dalam (Hardiyatmo, 2002).

Parameter tanah yang berhubungan dengan kekuatan tanah dalam menopang dan menahan beban diatasnya disebut dengan daya dukung. Daya dukung tanah merupakan faktor terpenting dalam perencanaan pondasi serta perencanaan struktur bangunan diatasnya, daya dukung yang diharapkan untuk mendukung fondasi adalah daya dukung yang dapat menopang struktur tanpa mengalami penurunan (Santoso & Kawanda, 2022). Kapasitas daya dukung ultimit menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah disepanjang bidang-bidang gesernya (Hardiyatmo, 2011).

Pondasi tiang temasuk jenis pondasi dalam. Berikut merupakan langkah yang harus dilakukan dalam perencanaan pondasi tiang pancang :

a. Menentukan daya dukung aksial tiang

   Daya dukung aksial tiang adalah beban izin yang dapat ditanggung oleh 1 buah tiang yang ditancapkan pada suatu lokasi dan pada kedalaman tertentu. Akibat momen yang besar dari struktur atas, tiang dapat mengalami gaya tarik ke atas. Daya dukung izin tiang ditinjau berdasarkan izin tekan dan kekuatan izin Tarik. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi tanah dan kekuatan material tiang itu sendiri.

   1) Daya dukung izin tekan

      Analisis daya dukung izin tekan berdasarkan data N-SPT (Mayerhof) terhadap kekuatan tanah menggunakan formula sebagai berikut

$$Qu_{tekan} = Q_p + Q_s \qquad (3.25)$$

Keterangan :

Qu_{tekan} = kapasitas daya dukung izin tekan tiang (ton)

Q_p = daya dukung ujung tiang (ton/m^2)

Q_s = daya dukung selimut tiang (ton/m^2)

2) Daya dukung izin tarik

Analisis daya dukung izin tarik berdasarkan data N-SPT (Mayerhof) terhadap kekuatan tanah menggunakan formula sebagai berikut

$$Qu_{tarik} = 0,7 \times Q_s + W_p \quad (3.26)$$

Keterangan :

Qu_{tarik} = kapasitas daya dukung izin tarik tiang (ton)

Q_s = daya dukung selimut tiang (ton/m^2)

W_p = Berat tiang (ton/m^2)

b. Menentukan jumlah kebutuhan tiang

Perhitungan jumlah tiang yang diperlukan pada suatu titik kolom menggunakan beban aksial dengan kombinasi beban DL + LL (beban tak terfaktor). Jumlah tiang yang diperlukan dihitung dengan membagi gaya aksial yang terjadi dengan daya dukung tiang.

$$np = \frac{P}{P_{all}} \quad (3.27)$$

Keterangan :

np = jumlah tiang

P = gaya aksial yang terjadi (ton)

P_{all} = daya dukung izin tekan tiang (ton)

c. Mengecek efisiensi dalam kelompok tiang

Daya dukung sebuah tiang yang berada pada suatu kelompok tiang akan berkurang. Hal ini disebabkan tanah di sekitar tiang terdesak oleh tiang lain. Pengurangan ini biasanya dinyatakan dalam suatu angka efisiensi. Agar daya dukung tersebut tidak berkurang, setidaknya dibutuhkan jarak 3 × diameter antar tiang satu dengan lainnya. Hal ini tentu saja akan mengakibatkan pemborosan tempat. Agar optimal, biasanya diatur dengan jarak antara 2,3-3 × diameter tiang. Perhitungan efisiensi kelompok tiang berdasarkan rumus *Converse-Labbarre* dari *Uniform Building Code* AASHTO adalah sebagai berikut :

$$Eg = 1 - \Theta \times \frac{(n - 1) \times 2 + (m - 1) \times 2}{90 \times m \times n} \quad (3.27)$$

Keterangan :

Eg = efisiensi kelompok tiang

Θ = arc tan $(\frac{D}{S})$

D = ukuran penampang tiang (cm)

s = jarak antar tiang (as ke as) (cm)

m = jumlah tiang dalam 1 kolom (buah)

n = jumlah tiang dalam 1 baris (buah)

d. Menentukan nilai tegangan lentur tiang

Tegangan lentur merupakan tegangan sebanding dengan momen lentur dan berbanding terbalik dengan momen inersia penampang. Rumus tegangan lentur maksimum adalah sebagai berikut :

$$\sigma_1 = \frac{P}{A} \pm \frac{Mx \times C_1}{Ix} \pm \frac{My \times C_2}{Iy} \quad (3.28)$$

Keterangan :

P = gaya aksial yang terjadi

A = luas penampang

M_x = momen yang bekerja tegak lurus sumbu x

M_y = momen yang bekerja tegak lurus sumbu y

C_1 = jarak tiang arah sumbu x terjauh

C_2 = jarak tiang arah sumbu y terjauh

I_x = momen inersia penampang x

I_y = momen inersia penampang y

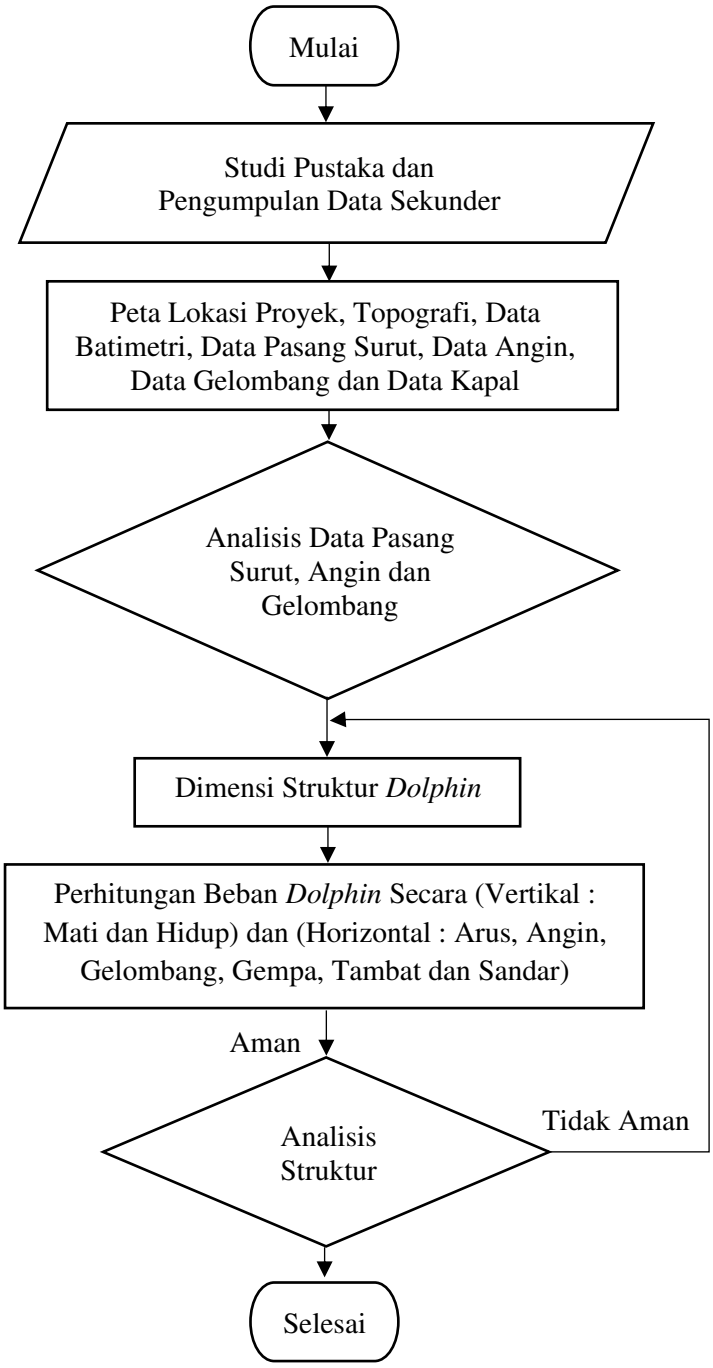
3.11 Program SAP2000

Structure Analysis Program 2000 (SAP2000) merupakan salah satu program analisis struktur yang memiliki prinsip utama pemodelan struktur, eksekusi analisis dan pemeriksaan atau optimasi desain yang semuanya dilakukan dalam satu tampilan. Tampilan berupa model secara *real time* sehingga memudahkan pengguna untuk melakukan pemodelan secara menyeluruh dalam waktu singkat namun dengan hasil yang tepat (Simatupang, Sir, & Wadu, 2020).

BAB 4
METODE PENELITIAN

4.1 Prosedur Penelitian

Sebagai langkah awal dalam penelitian diperlukan langkah-langkah sistematis yang secara garis besar digambarkan dalam diagram alir penelitian di bawah ini.

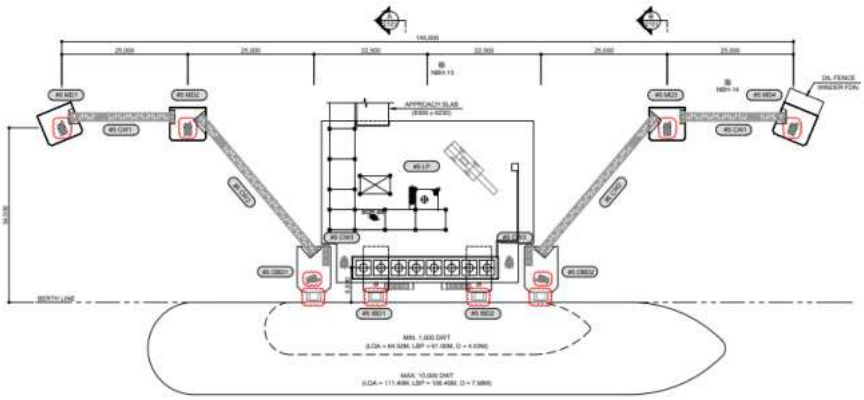


Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

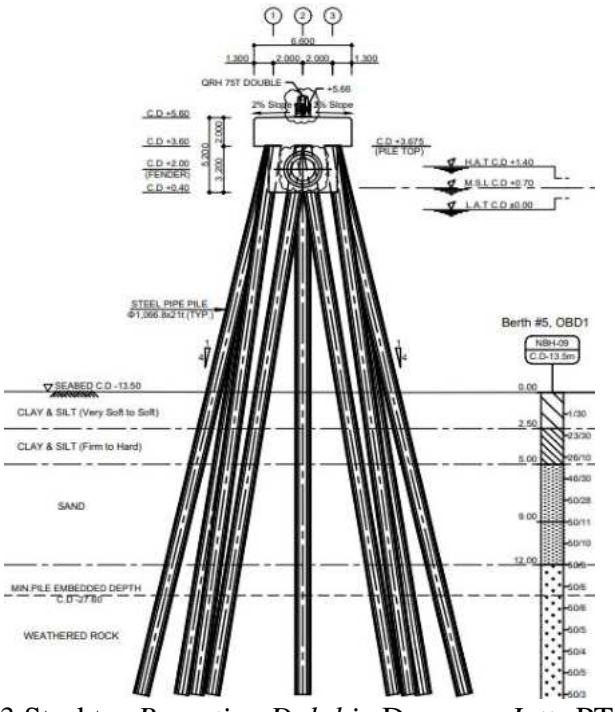
4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi dari analisis struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* untuk kapal tanker 10.000 DWT ini adalah di area PT. XYZ Kota Cilegon, Banten. Dengan lokasi geografis Kota Cilegon di 105°54'05"E sampai 106°05'11"E dan 5°52'24"N sampai 6°04'07"N, sedangkan lokasi geografis pembangunan dermaga pada 5°58'18"N, 105°59'09"E. Pada Gambar 4.2 menunjukkan layout perencanaan pembangunan dermaga *berth* #5 PT. XYZ Kota Cilegon dan Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 menunjukkan struktur *dolphin* dermaga *jetty* PT. XYZ Kota Cilegon.



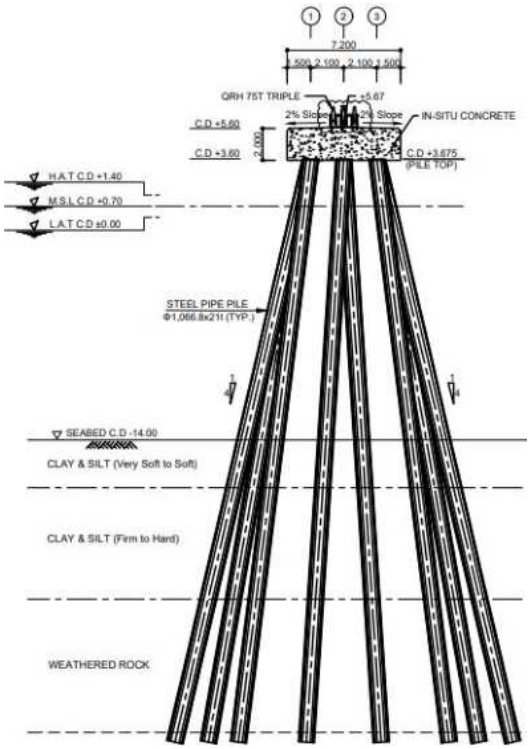
Gambar 4.2 Layout Perencanaan Dermaga *Berth* 5 *Jetty* PT. XYZ

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)



Gambar 4.3 Struktur *Breasting Dolphin* Dermaga *Jetty* PT. XYZ

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)



Gambar 4.4 Struktur *Mooring Dolphin Jetty* PT. XYZ

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

4.3 Data

Data dalam penelitian ini berupa data sekunder. Berikut merupakan sumber perolehan data sekunder :

a. Data batimetri dan topografi (perencanaan proyek PT. XYZ)
b. Data kapal (perencanaan proyek PT. XYZ)
c. Data arus (perencanaan proyek PT. XYZ)
d. Data karakteristik tanah (perencanaan proyek PT. XYZ)
e. Data pasang surut (Badan Informasi Geopasial)
f. Data angin dan data gelombang (BMKG wilayah Kota Serang)

4.4 Alat

Pada saat dilaksanakannya penelitian, diperlukan beberapa alat yang menunjang jalannya penelitian. Alat pada penelitian ini terdiri dari :

a. SAP2000 versi 14, (*Structure Analysis Program*) sebagai alat bantu menganalisis beban struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin*.
b. AutoCAD sebagai alat bantu mendesain detail ukuran serta bentuk *breasting dolphin* dan *mooring dolphin*.

c. *Microsoft office* 2019, dalam analasis data dan perhitungan dibantu dengan program *microsoft excel* 2019 dan *microsoft word* 2019 dalam menulis laporan.
d. WRPLOT *view-freeware* sebagai alat bantu dalam menganalisis *windrose*.

4.5 Variabel Penelitian

Penelitian ini bertipe penelitian kuantitatif, sehingga variabel yang muncul dalam penelitian mengenai Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT, antara lain :

a. Variabel Bebas / Variabel Independen

   Menurut Chandra Christalisana (2018) dalam jurnal (Septyani & Henri, 2021), variabel bebas adalah variabel yang memberikan pengaruh atau menjadi penyebab timbulnya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu:

   1) Peta lokasi, topografi dan data batimetri
   2) Data pasang surut, angin dan gelombang
   3) Data kapal
   4) Data karakteristik tanah (N-SPT)

b. Variabel Terikat / Variabel Dependen

   Menurut Chandra Christalisana (2018) dalam jurnal (Septyani & Henri, 2021), variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi dan menjadi akibat dari variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu:

   1) Data lokasi proyek
   2) Permasalahan yang dihadapi di lokasi proyek

4.6 Metode Analisis Data

Metode yang digunakan dalam menganalisa analisis struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* untuk kapal tanker 10.000 DWT adalah sebagai berikut :

a. Analisa data pasang surut menggunakan Metode *Admiralty* 29 Piantan
b. Analisa data angin menggunakan metode *WRPLOT*
c. Analisa data tanah mengunakan N-SPT
d. Desain detail ukuran serta bentuk *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* menggunakan *software Auto*CAD
e. Analisa struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* menggunakan *software* SAP2000

4.7 Jadwal Penyusunan Skripsi

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan jadwal yang telah dibuat oleh penulis sebagai berikut :

No	Nama Kegiatan	2024																														2025			
		April				Mei				Juni				Juli				Agustus				September				Oktober				November				Desember				Januari			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Penyusunan Skripsi																																					
1.	Penentuan Judul																																				
2.	Studi Pustaka																																				
3.	Penyusunan Proposal																																				
4.	Seminar Proposal																																				
5.	Revisi Seminar Proposal																																				
6.	Pelaksanaan Penelitian																																				
7.	Penyusunan Hasil Penelitian dan Pembahasan																																				
8.	Penyusunan Kesimpulan dan Saran																																				
9.	Seminar Hasil Skripsi																																				
10.	Sidang Akhir																																				
11.	Revisi / Finalisasi Naskah Skripsi																																				
Bimbingan Skripsi																																					
12.	Bimbingan 1					x																x															
13.	Bimbingan 2						x																x														
14.	Bimbingan 3											x												x													
15.	Bimbingan 4												x														x										
16.	Bimbingan 5													x				x										x									
17.	Bimbingan 6																		x										x								
18.	Bimbingan 7																			x												x					
19.	Bimbingan 8																						x										x				
20.	Bimbingan 9																							x											x		
21.	Bimbingan 10																								x											x	
22.	Bimbingan 11																									x											
23.	Bimbingan 12																											x									
24.	Bimbingan 13																													x							
25.	Bimbingan 14																														x						

Keterangan:
Rencana
Realisasi

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

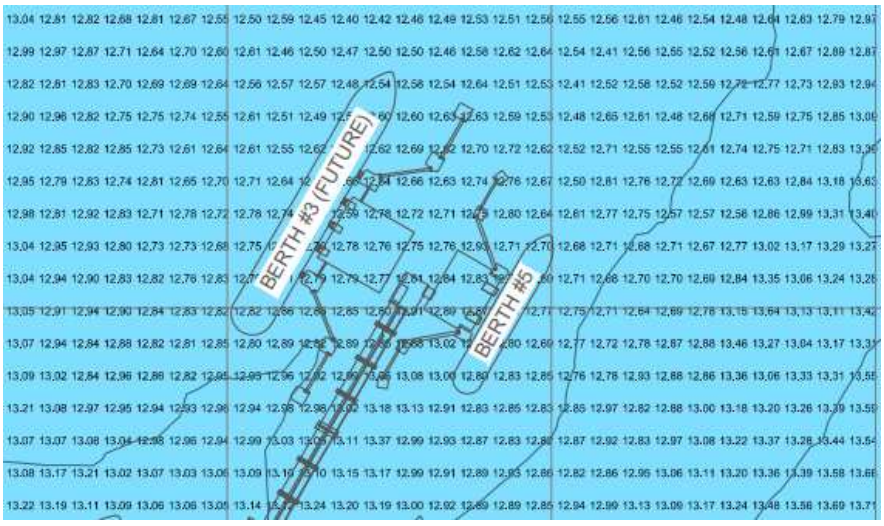
BAB 5
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Analisis Data

Diperlukan pengumpulan data dan analisis mengenai analisis struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* untuk kapal tanker 10.000 DWT ini. Data-data yang digunakan diantaranya, peta batimetri, data pasang surut, data arus, data angin, data tanah dan data kapal. Data-data yang telah disebutkan didapat dari berbagai sumber. Selanjutnya, data-data yang diperoleh dari hasil penelitian kemudian dianalisis dengan langkah-langkah berikut :

a. Data Peta Batimetri

Dalam menganalisa struktur *dolphin*, peta batimetri digunakan untuk menentukan elevasi struktur *dolphin* secara tepat. Selain itu, peta batimetri ini dapat digunakan untuk memperkirakan kedalaman perairan laut yang aman bagi kapal. Peta batimetri yang digunakan merupakan peta pembangunan dermaga *jetty* wilayah perairan PT. XYZ Kota Cilegon tahun 2022. Peta ini merupakan peta yang digunakan khusus untuk perencanaan dermaga *jetty* yang didapat dari sub kontraktor yang bersangkutan. Dari data yang didapat terlihat bahwa kondisi kedalaman perairan sekitar dermaga kapal tanker di Kota Cilegon, pada bagian *dolphin* memiliki kedalaman sekitar -12,89 m mLWS. Peta batimetri dapat dilihat pada Gambar 5.1 dengan koordinat 5°58'18"N, 105°59'09"E.

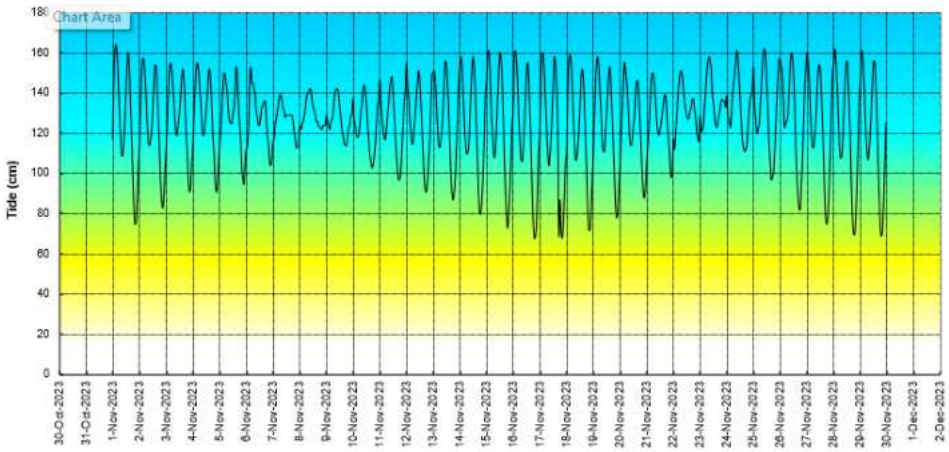


Gambar 5.1 Peta Batimetri Pembangunan Dermaga *Jetty* PT. XYZ

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

b. Data Pasang Surut

Data pasang surut digunakan sebagai acuan untuk penetapan elevasi kontur tanah dan elevasi seluruh bangunan, sehingga kondisi kedalaman perairan dan elevasi posisi kering dari struktur struktur dermaga dapat ditentukan. Data pasang surut ini didapat dari Badan Informasi Geospasial (BIG) di stasiun pelabuhan PT. PELINDO cabang Banten. Pengukuran dilakukan selama 30 hari (01 Nomember 2023 – 30 November 2023). Untuk mengetahui pasang surut periode berikutnya maka dilakukan analisis dengan menggunakan metode *admiralty* 29 Piantan. Berikut merupakan hasil analisis yang dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik Pasang Surut Bulan November 2023

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Hasil perhitungan berdasarkan formula Surimiharja (1997) dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Elevasi Pasang Surut Berdasarkan Formula Surimiharja (1997)

Water Level Compone	Tides Components									
	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
A (cm)	70,00	26,11	18,40	3,04	10,61	4,89	0,56	0,36	4,35	1,84
g^o	0	311,89	25,7	625,78	636,55	241,29	466,07	219,32	25,7	636,55
MSL	70 cm		0,70 m			Mean Sea Level				
HAT	140 cm		1,40 m			Highest Astronomical Tide				
MHWL	130 cm		1,30 m			Mean High Water Level				
MLWL	9 cm		0,09 m			Mean Low Water Level				
LAT	0 cm		0,00 m			Lowest Astronomical Tide				

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

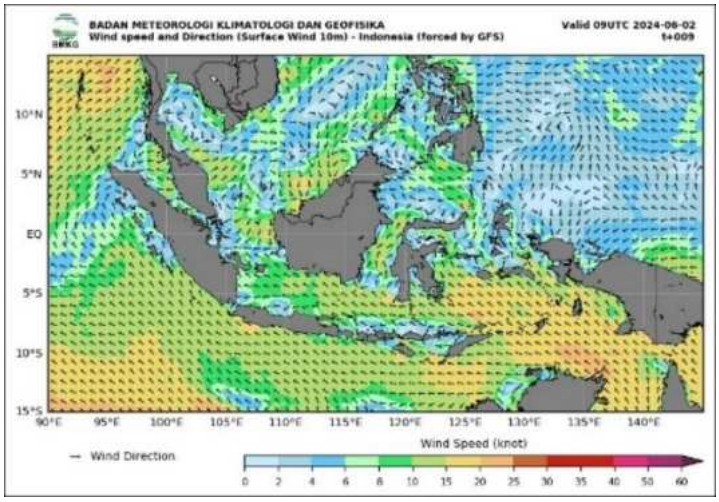
Berdasarkan analisis harmonik metode *admiralty* 29 Piantan dapat ditentukan kondisi muka air laut dari masing-masing kondisi pasang surut. Dengan mengambil LAT sebagai titik nol, maka dapat ditentukan bahwa :

1) Tipe pasang surut pada Lokasi ini adalah campuran dominan semi diurnal
2) Elevasi *Mean High Water Level* (MHWL) pada + 1,30 m mLWS
3) Elavasi *Mean Sea Level* (MSL) pada + 0,70 m mLWS
4) Elevasi *Highest Astronomical Tide* (HAT) pada ± 1,40 m mLWS

c. Data Arus

Pada umumnya arus yang terjadi di sepanjang pantai disebabkan oleh perbedaan muka air pasang surut antara satu lokasi dengan lokasi yang lain, sehingga perilaku arus dipengaruhi pola pasang surut. Berdasarkan data arus yang diperoleh dari web BMKG untuk lokasi pembangunan *jetty* PT. XYZ Kota Cilegon pada bulan Juni 2025 dapat diketahui bahwa :

1) Kecepatan arus berkisar antara 0,5 – 1,2 m/s.
2) Arah arus dominan pada lokasi perencanaan mengarah dari barat daya menuju ke barat laut.
3) Kecepatan arus di lokasi perencanaan relatif kecil karena berada diperairan yang tertutup pulau.
4) Arus tidak mengganggu manuver kapal karena tidak terjadi *cross current* dan kecepatan arus juga tidak melebihi kecepatan maksimum yang diizinkan yakni 3 knot (1,5 m/s).



Gambar 5.3 Arah Arus Bulan Juni 2024

(Sumber: Data Analisa BMKG, 2025)

d. Data Angin dan Gelombang

Informasi tentang arah dan kecepatan angin sangat diperlukan dalam mempelajari proses pantai. Angin merupakan unsur pembentuk gelombang yang paling dominan. Dengan adanya angin, permukaan air laut yang tenang akan mengalami gangguan pada permukaannya sehingga menimbulkan gelombang. Data angin yang digunakan diukur dalam periode 3 jam perhari selama 5 tahun (tahun 2019 – 2023). Data ini didapatkan dari BMKG Stasiun Meteorologi Maritim Kelas I Merak. Koordinat lokasi data angin 5°58'18"N, 105°59'09"E.

Gambar 5.4 *Windrose* Perairan Kota Cilegon

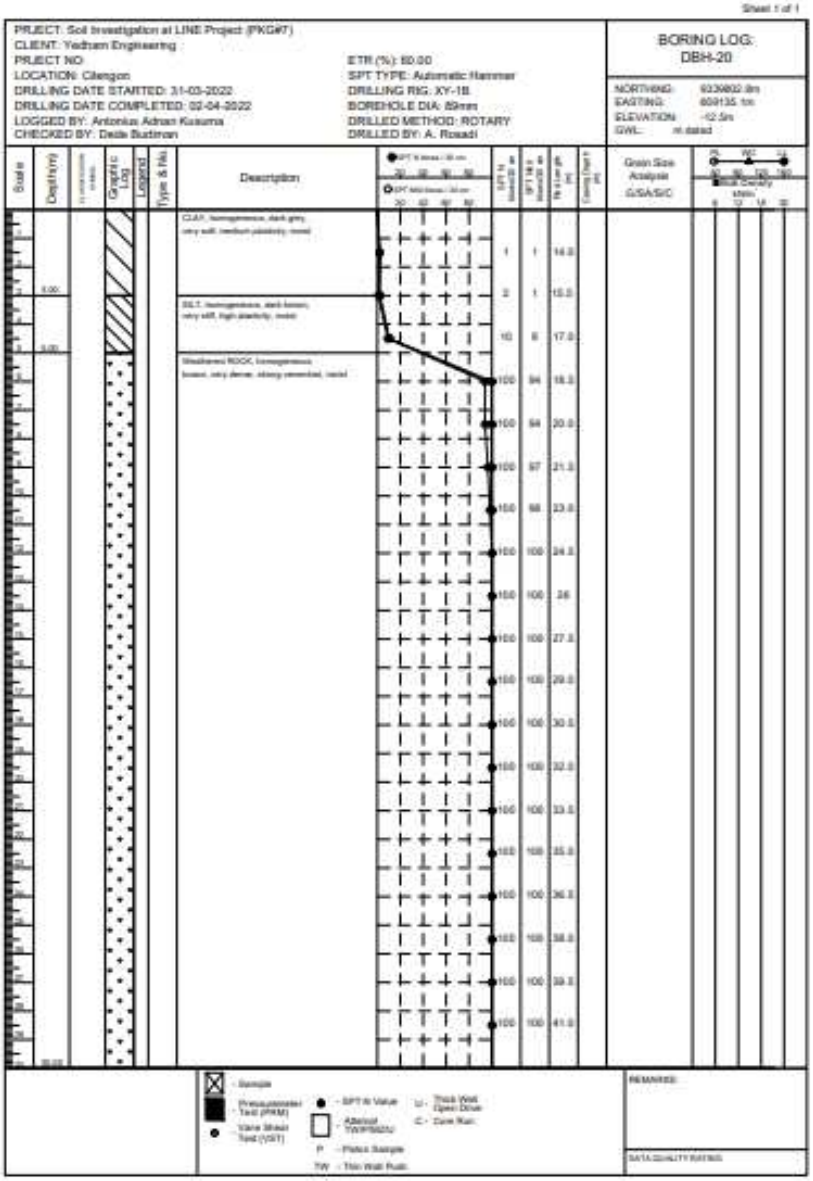
(Sumber: Data Analisa BMKG, 2025)

Berdasarkan data yang diolah menggunakan *software* WRPLOT yaitu data kecepatan rata-rata angin dan arah angin terbanyak pada tahun 2019-2023 diketahui bahwa angin dominan bertiup dari arah barat - barat daya (WSW) dengan kecepatan 12,2 – 45 m/s. Kecepatan tersebut dihitung berdasarkan kecepatan rata-rata angin dan arah angin dominan tiap bulan selama 5 tahun oleh stasiun BMKG yang berada di wilayah Serang.

Data gelombang yang diperoleh berupa data kecepatan rata-rata angin dan arah angin terbanyak pada tahun 2019-2023 yang telah diolah oleh BMKG Stasiun Meteorologi Maritim Kelas I Merak, untuk tinggi gelombang maksimum sebesar 2,8 m dengan periode gelombang 16,4 s dan tinggi rerata gelombang sebesar 0,98 m dengan periode gelombang 8 s.

e. Data Tanah

Data penyelidikan tanah sangat diperlukan khususnya untuk perencanaan struktur, baik untuk struktur bangunan bawah (tiang pancang), jalan atau area terbuka lain. Untuk perencanaan struktur tiang pancang, analisa data tanah dilakukan untuk mendapatkan daya dukung izin terhadap kedalaman tiang pancang. Data tanah yang dipergunakan diperoleh dari pekerjaan *soil investigation* oleh sub kontraktor di lokasi pembangunan dermaga PT. XYZ Kota Cilegon. Data yang digunakan adalah data pada titik DBH-20 koordinat 0°04'31.30"N 117°28'56.10"E yang dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Hasil *Bore Log* dan SPT Tanah

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

Berdasarkan hasil pengeboran di lapangan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.2 Data Hasil Pengeboran N-SPT

Lapis ke-i	D	Tebal lapisan (di)	N-SPT	di/N
1	0	0	0	0
2	1,5	1,5	1	1,500
3	3	1,5	2	0,750
4	4,5	1,5	8	0,188
5	6	1,5	94	0,016
6	7,5	1,5	94	0,016
7	9	1,5	97	0,015
8	10,5	1,5	98	0,015
9	12	1,5	100	0,015
10	13,5	1,5	100	0,015
11	15	1,5	100	0,015
12	16,5	1,5	100	0,015
13	18	1,5	100	0,015
14	19,5	1,5	100	0,015
15	21	1,5	100	0,015
16	22,5	1,5	100	0,015
17	24	1,5	100	0,015
18	25,5	1,5	100	0,015
19	27	1,5	100	0,015
20	28,5	1,5	100	0,015
Σ		28,5		2,680
Maka		10,63359459	SE (Tanah Lunak)	

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{n} di}{\sum_{i=1}^{n} \frac{di}{ni}} = \frac{28,5}{2,680} = 10,634$$

Tabel 5.3 Klasifikasi Situs

Kelas situs	$\bar{v}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	*50 sampai100*
SE (tanah lunak)	< 175	<15	*< 50*
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karateristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus,yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m)		

(Sumber: SNI 1726-2019)

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut termasuk kategori tanah lunak karena N sebesar 10,634 < 15.

f. Data Kapal

Tabel 5.4 Dimensi Kapal Tanker

No	DWT (t)	*Displacement* (m)	L_{OA} (m)	L_{BP} (m)	*Breadth* (m)	*Depth* (m)	*Draft* (m)
1.	120.000	137,520	250	239	44	21	15,23
2.	80.000	90,305	228	219	32,3	20,69	14,52
3.	50.000	60,553	183,21	174	32,2	18,8	13,03
4.	10.000	12,185	114,40	107,2	18,2	10	7,98
5.	8.000	11,347	113	105,4	18,2	9,6	7,62
6.	5.000	5,774	89,96	85	14,6	7,55	6,24
7.	3.000	4,070	84,35	78,5	13	6,20	5,45
8.	1.000	1,788	64,52	61	10,3	4,5	4,03

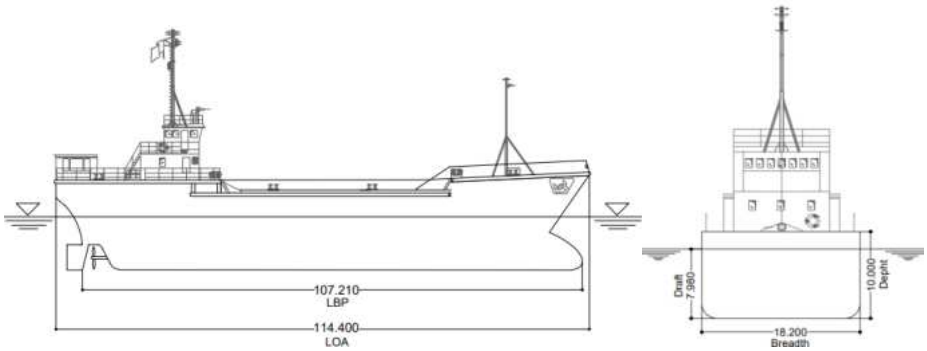
(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

Kapal tanker dengan kapasitas 10.000 DWT merupakan kapal rencana yang akan digunakan untuk perencanaan bangunan dermaga ini. Kapal tanker merupakan kapal yang dirancang untuk mengangkut minyak atau produk turunannya. Dimensi pada kapal tanker 10.000 DWT dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Gambar 5.6.

Tabel 5.5 Dimensi Kapal Tanker 10.000 DWT

Dead Weight Tonnage (DWT)	10.000	ton
Length Over All (L_{OA})	114,4	m
Length Between Perpendicular (L_{BP})	107,2	m
Breadth (B)	18,2	m
Depth (d)	10	m
Draft (D)	7,98	m

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)



Gambar 5.6 Dimensi Kapal Tanker 10.000 DWT

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

5.2 Pedoman yang Digunakan

Dalam analisis struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* untuk kapal tanker 10.000 DWT ini, peraturan dan acuan yang digunakan diantaranya:

a. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2009 Tentang Kepelabuhanan.
b. Standar Nasional Indonesia 03-1726-2019 Tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Digunakan untuk perhitungan beban gempa.
c. Buku Perencanaan Pelabuhan, Bambang Triatmodjo 2009. Digunakan untuk perhitungan gaya yang terjadi dan kombinasi pembebanan pada struktur *Dolphin*.
d. *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in* Japan 2002, *The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan* (OCDI). Digunakan untuk perencanaan *layout* perairan dan daratan.
e. *Guidelines for the Design of Fenders Systems* 2002, *Permanent International Association of Navigation Congresses* (PIANC). Digunakan untuk perhitungan energi yang terjadi pada *fender*.

5.3 Kedalaman Alur Pelayaran

Alur pelayaran berfungsi sebagai jalan masuk dan keluar kapal dari dan menuju dermaga.

Diketahui :

a. Bobot Kapal (DWT) = 10.000 ton
b. Berat Total Kapal (W_t) $= \alpha \times (DWT)^{\beta}$
   $= 2{,}028 \times (10.000)^{0{,}954}$
   $= 13276{,}02$ ton
c. Panjang Kapal (L_{OA}) = 114,4 m
d. *Length Between Perpendicular* (L_{BP}) $= 0{,}852 \times L_{OA}^{1{,}0201}$
   $= 107{,}2$ m
e. Lebar Kapal (B) = 18,2 m
f. *Draft* (d) = 7,98 m
g. Sudut merapat (Φ) = 10˚
h. Gravitasi Bumi = 9,81 m/det^2

i. Kedalaman Air (h) $= 1{,}1 \times d$

$= 1{,}1 \times 7{,}98$

$= 8{,}78$ m dibulatkan menjadi 9 m

Berdasarkan data yang diperoleh, persamaan yang digunakan untuk mendapatkan kedalaman alur ideal adalah :

$H = D + G + z + R$

Dimana :

1) D = *draft* kapal

$= 7{,}98$ m

2) G = gerakan vertikal kapal karena gelombang

$= 0{,}5 \times B \times \sin \alpha$

$= 0{,}5 \times 18{,}2 \times \sin 10^{\circ}$

$= 1{,}5802$ m

3) z = squat

$$= 2{,}4 \times \frac{\Delta \times Fr^2}{L_{pp}^2 \times \sqrt{(1-Fr^2)}}$$

Dengan :

$\Delta = d \times L_{pp} \times B$

$= 7{,}98 \times 107{,}2 \times 18{,}2$

$= 15570{,}92$ m³

Fr = angka *Fraude*

$$= \frac{V}{\sqrt{g \times h}}$$

$$= \frac{0{,}15}{\sqrt{9{,}81 \times 9}}$$

$= 0{,}0160$

Maka,

$$z = 2{,}4 \times \frac{\Delta}{L_{pp}^2} \times \frac{Fr^2}{\sqrt{(1-Fr^2)}}$$

$$= 2{,}4 \times \frac{15570{,}92}{107{,}2^2} \times \frac{0{,}0160^2}{\sqrt{(1-0{,}0160^2)}}$$

$= 0{,}00083$ m

4) R = ruang kebebasan bersih

$= 0{,}2 \times d$

$= 0{,}2 \times 7{,}98$

$= 1{,}596$ m

Sehingga,

H $= d + G + z + R$

$= 7{,}98 + 1{,}5802 + 0{,}00083 + 1{,}596$

$= 11{,}157$ m

Dari perhitungan kedalaman alur pelayaran untuk kapal tanker 10.000 DWT didapat kedalaman sebesar 11,157 m dan dikatakan aman karena data batimetri kondisi kedalaman perairan disekitar dermaga kapal tanker memiliki kedalaman sekitar 12,89 m mLWS.

Tabel 5.6 menunjukkan dimensi dermaga yang didapat dari subkontraktor Perencanaan Dermaga *Berth* 5 *Jetty* PT. XYZ.

Tabel 5.6 Dimensi Dermaga *Berth* 5 *Jetty* PT. XYZ

Dimensi	**Nilai (m)**
Panjang Dermaga	145
Lebar Dermaga	34,5
Kedalaman Dermaga	12,89
Elevasi *Dolphin*	5,6

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

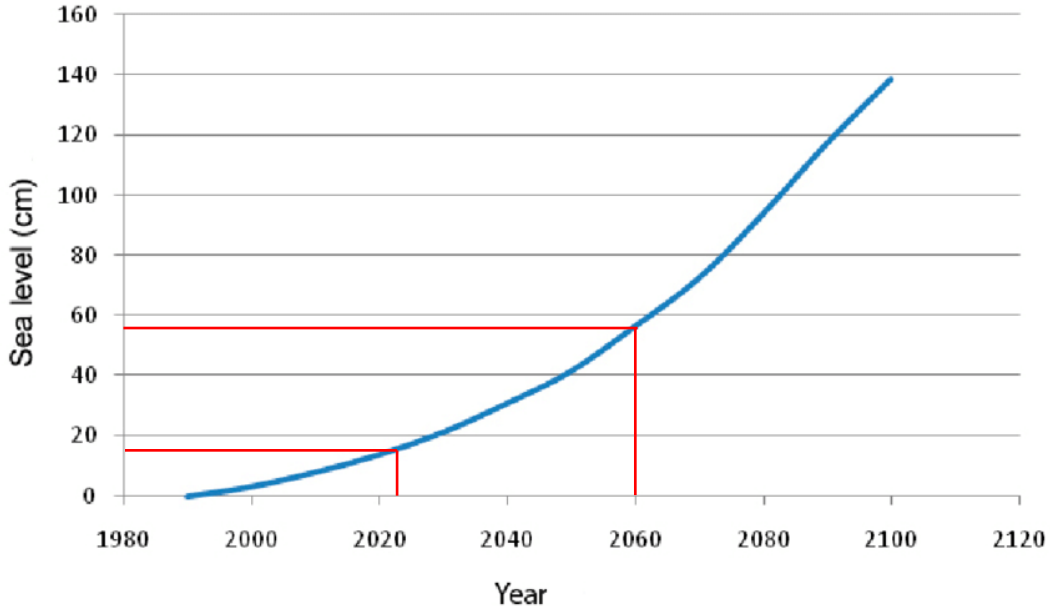
5.4 Elevasi Dermaga

Elevasi dermaga didapat dari hasil perhitungan pasang surut (MHWL) ditambah tinggi gelombang yang terjadi akibat angin dan tinggi jagaan (0,5 m). Dari hasil perhitungan didapat elevasi dermaga :

Diketahui :

a. *Mean High Water Level* (MHWL) = 1,3 m
b. Tinggi gelombang = 2,8 m
c. Tinggi jagaan = 0,5 m
d. *Sea Level Rise* (SLR) 2025 = 0,18 m
e. *Sea Level Rise* (SLR) 2050 = 0,58 m
f. Total *Sea Level Rise* (SLR) = 0,58 – 0,18

= 0,40 m



Gambar 5.7 Grafik *Sea Level Rise*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Penyelesaian :

Elevasi dermaga = MHWL + Tinggi gelombang + Tinggi jagaan + SLR

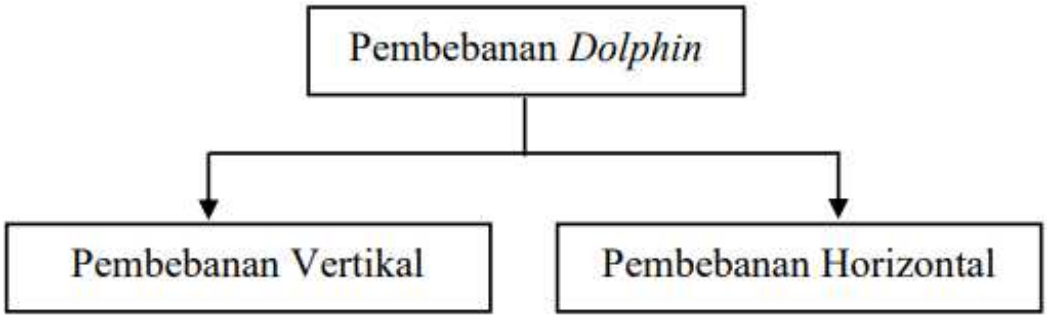
= 1,3 + 2,8 + 0,5 + 0,4

= 5 m

Dari perhitungan elevasi dermaga didapat sebesar 5 m dan dikatakan aman karena data *layout* kondisi struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* dermaga *jetty* untuk kapal tanker 10.000 DWT memiliki ketinggian sekitar 5,67 m.

5.5 Perhitungan Pembebanan *Dolphin*

Pada perhitungan pembebanan struktur *dolphin* terdiri dari pembebanan vertikal dan pembebanan horizontal.

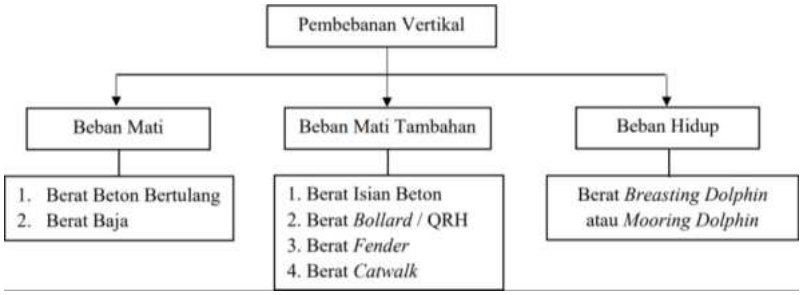


Gambar 5.8 *Flowchart* Pembebanan Struktur *Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

5.5.1 Pembebanan Vertikal

Pembebanan vertikal merupakan pembebanan yang arahnya tegak lurus bidang horizontal yang terdiri dari :



Gambar 5.9 *Flowchart* Pembebanan Vertikal Struktur *Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Struktur *breasting dolphin* menggunakan gaya-gaya atau pembebanan diatas. Sedangkan, struktur *mooring dolphin* tidak terdapat beban mati tambahan untuk beban *fender*.

a. Berat mati

Beban mati yang diperhitungkan dalam analisis desain adalah beban berat sendiri struktur. Dimana berat struktur terdiri dari berat jenis material baja dan beton sebagai berikut :

1) Berat Beton Bertulang = 2,400 kg/m^3
2) Berat Baja = 7,850 kg/m^3

b. Beban mati tambahan

Beban mati tambahan yang diperhitungkan dalam analisis desain adalah beban *equipment* yang bersifat permanen sebagai berikut :

1) Berat Isian Beton

Tebal Tiang = 21,00 mm

Tinggi Isian Beton = 1,50 m

Diameter Luar = 1066,8 mm

Diameter Dalam = Diameter luar – (Tebal tiang × 2)

= 1066,8 – (21,00 × 2)

= 1024,8 mm

Area = 0,25 × π × Diameter dalam^2

= 0,25 × 3,14 × 1024,8

= 0,82 m^2

Volume = Area × Tinggi *Infill Concrete*

= 0,82 × 1,50

= 1,24 m^3

Beban Isian Beton = Volume × Berat Beton Bertulang

= 1,24 × 2,4

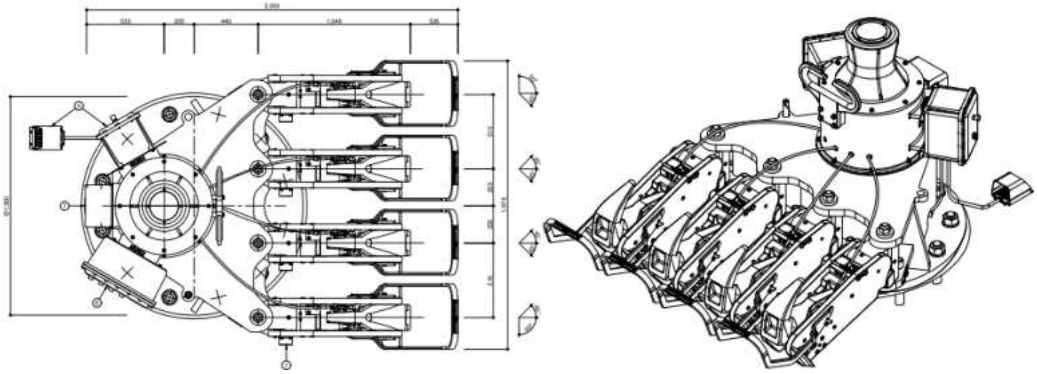
= 2,97 ton

2) *Quick Release Hook* dan *Bollard*

a) *Quick Release Hook*

Berikut merupakan tipe *Quick Release Hook* yang digunakan :

Quick Release Hook 75T *Triple*



Gambar 5.10 *Quick Release Hook* 75T *Triple*

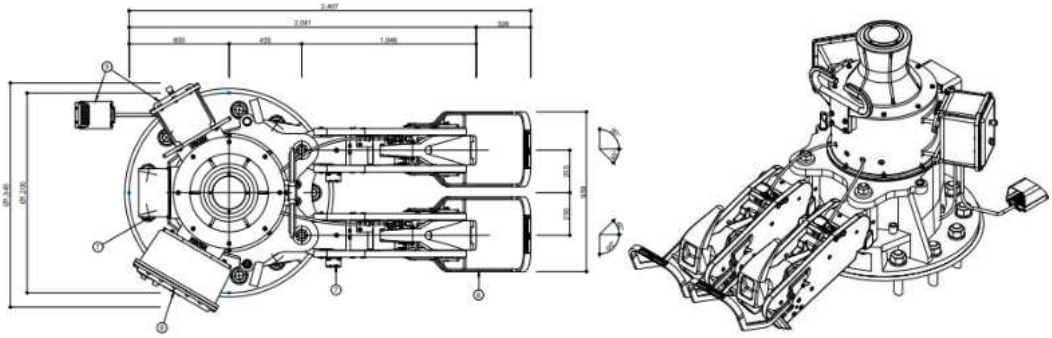
(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

$W_{QRH\,Triple}$ = 3,3 ton

$Kapasita_{QRH\,Triple}$ = 225 ton

QRH 75T *Triple* ini digunakan pada bangunan *Mooring Dolphin*.

Quick Release Hook 75T *Double*



Gambar 5.11 *Quick Release Hook* 75T *Double*

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

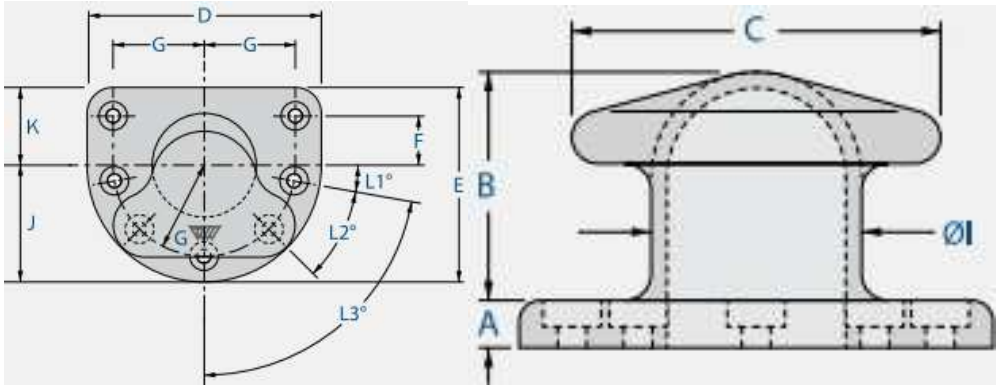
$W_{QRHDouble}$ = 2,4 ton

$Kapasita_{QRHDouble}$ = 150 ton

QRH 75T *Triple* ini digunakan pada bangunan *Breasting Dolphin*.

b) *Bollard*

Berat *Bollard* dihitung berdasarkan volume *Bollard* dan massa jenisnya. Volume perhitungan dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian badan *Bollard* dan sambungan *Bollard*. Sehinggs, perhitungan volume *Bollard* dapat dihitung sebagai berikut :



Gambar 5.12 *Tee Bollard*

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

Tabel 5.7 Dimensi *Tee Bollard*

DIMENSION	BOLLARD CAPACITY (tons)											
	10	15	22.5	30	50	80	100	125	150	200	250	300
A	32	40	40	40	50	70	80	80	90	90	120	155
B	205	235	255	255	350	380	410	410	435	500	610	670
C	220	340	350	350	500	550	600	600	700	800	930	980
D	216	410	430	450	640	640	790	850	900	1000	1090	1200
E	236	335	355	375	540	550	640	700	750	850	915	925
F	75	80	90	100	150	160	175	175	200	225	250	200
G	65	155	165	175	250	250	325	325	350	375	425	475
ØI	120	160	180	200	260	280	350	350	400	450	500	500
J	118	205	215	225	320	320	395	425	450	500	545	600
K	118	130	140	150	220	230	245	275	300	350	370	325
L1°	-	30°	30°	30°	30°	15°	10°	10°	10°	-	5°	23°
L2°	-	-	-	-	-	45°	40°	40°	40°	36°	34°	26°
L3°	-	60°	60°	60°	60°	-	80°	80°	80°	72°	68°	52°
Bolts	M20	M24	M30	M30	M36	M42	M42	M48	M48	M56	M64	M64
Bolt Length	450	500	500	500	500	800	800	900	1000	1000	1375	1550
P	47	55	55	55	65	85	95	95	105	105	135	170
Quantity	4	5	5	5	5	6	7	7	7	8	8	10

P = bollard base recess mounting depth including grout [units: mm]

(Sumber: Brosur *Trelleborg*, 2025)

$V_B = V_S + V_F$

$= (\frac{1}{2}\pi Ø^2 \times B) + (D \times E \times A)$

$= (\frac{1}{2}\pi 0{,}26^2 \times 0{,}35) + (0{,}64 \times 0{,}54 \times 0{,}05)$

$= 0{,}05445\ m^3$

Setelah mendapatkan nilai volume *Tee Bollard*, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai beban mati *Tee Bollard* menggunakan persamaan sebagai berikut :

$W_B = \rho_{QRH} \times g \times V_B$

$= 7850 \times 9{,}81 \times 0{,}05445$

$= 4192{,}73\ kg/m^3$

$= 4192{,}73 \times 0{,}0011$

$= 4{,}612$ ton

3) *SCN Fender*

Nilai berat *fender* dapat dilihat pada tabel brosur pemilihan jenis *fender* milik fentek. Berikut merupakan tipe SCN *fender* yang digunakan :

a) SCN *fender* 1600

$W_{F1600} = 4645\ kg/m^3$

$= 4645 \times 0{,}0011$

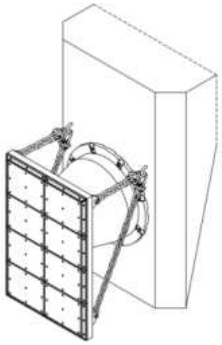
$= 5{,}1095$ ton

b) SCN *fender* 1800

$W_{F1800} = 6618\ kg/m^3$

$= 6618 \times 0{,}0011$

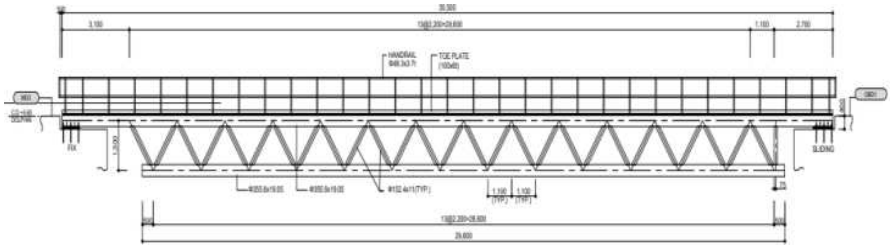
$= 7{,}2798$ ton



Gambar 5.13 SCN *fender* 1600

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

4) *Catwalk*



Gambar 5.14 *Catwalk*

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

a) *Handrail*

Tebal = 3,7 mm

Diameter Luar = 48,3 mm

Diameter Dalam = Diameter luar – (Tebal × 2)

= 48,3 – (3,7 × 2)

= 40,9 mm

Area = (0,25 × π × Diameter luar^2) – (0,25 × π × Diameter dalam^2)

= (0,25 × 3,14 × 48,3^2) – (0,25 × 3,14 × 40,9^2)

= 518,43 mm^2

Panjang *Catwalk* = 3400 mm

Volume = Area × Panjang *Catwalk*

= 518,43 × 3400

= 1762647,11 mm^3

Berat Total = Volume × Berat Jenis Baja

$= \frac{1762647,11}{100000000} \times 7,85$

= 0,14 ton

b) *Grating*

Lebar *catwalk* = 1,4 m

Beban *grating* = 0,5 m^2

Beban *tributary* $= \frac{\text{Lebar } catwalk \times \text{Beban } grating}{2}$

$= \frac{1,4 \times 0,5}{2}$

= 0,35 ton

c) Beban hidup

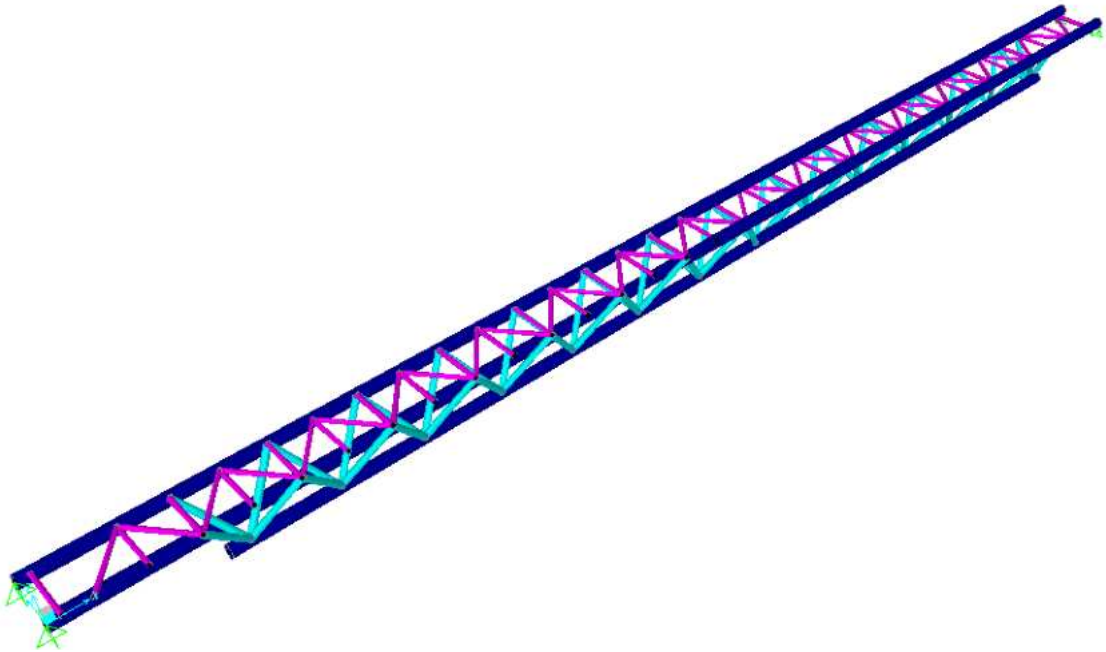
Lebar *catwalk* = 1,4 m

Beban hidup = 0,25 m^2 (asumsi)

Beban *tributary* $= \frac{\text{Lebar } catwalk \times \text{Beban hidup}}{2}$

$= \frac{1,4 \times 0,25}{2}$

= 0,175 ton



Gambar 5.15 Permodelan *Catwalk*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Hasil analisis berat pembebanan yang bekerja pada permodelan *catwalk* adalah sebagai berikut :

Tabel 5.8 Pembebanan *Catwalk*

Beban *Catwalk*	**x**	**y**	**z**
Beban Mati (DL)	0,0234	0,1661	5,8384
Beban Mati Tambahan (SDL)	0,0266	0,2311	8,5833
Beban Hidup (LL)	0,0118	0,0848	3,1157

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c. Beban hidup

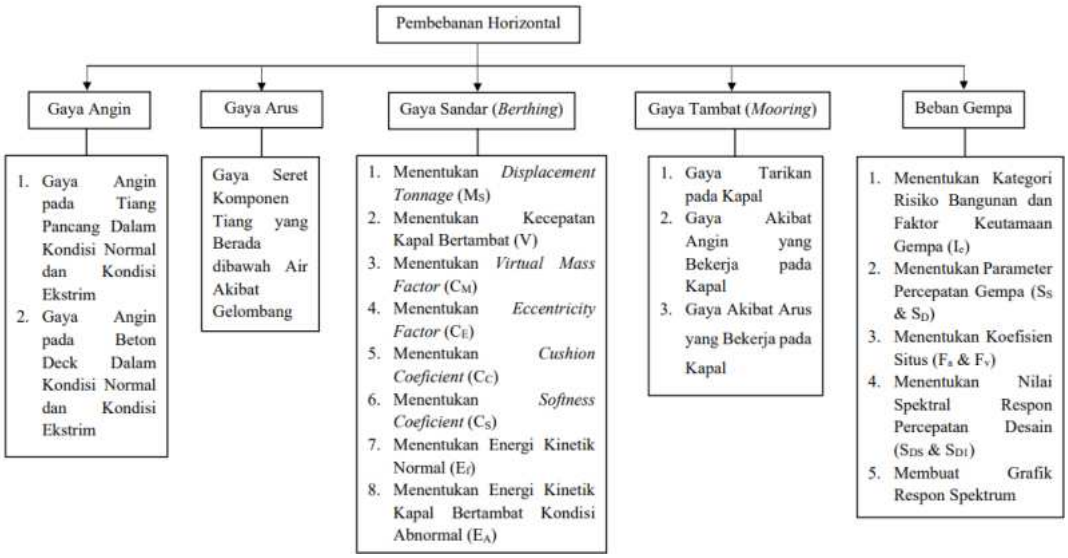
Beban hidup terdistribusi merata (UDL) adalah sebagai berikut :

1) *Breasting Dolphin* = 0,25 ton/m^2

2) *Mooring Dolphin* = 0,25 ton/m^2

5.5.2 Pembebanan Horizontal

Pembebanan horizontal merupakan pembebanan yang arahnya mendatar. Berikut merupakan perhitungan gaya horizontal yang akan digunakan untuk analisis permodelan struktur *dolphin* :



Gambar 5.16 *Flowchart* Pembebanan Horizontal Struktur *Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Struktur *breasting dolphin* menggunakan gaya-gaya atau pembebanan diatas. Sedangkan, struktur *mooring dolphin* tidak terdapat gaya sandar (*berthing*).

a. Gaya angin

1) Gaya angin tiang pipa baja

Gaya angin pada tiang pipa baja mengacu pada API *Recommended Practice* 2A-WSD Cl. 2.3.2.C sebagai berikut :

$$F = \frac{\rho}{2} \times q^2 \times C_S \times A$$

Dimana :

F = gaya angin (N)

ρ = kerapatan massa udara

= 1,211 kg/m^3

q = kecepatan angin (m/s)

= 12,2 m/s (Normal)

= 45 m/s (Ekstrim)

C_S = koefisien bentuk

= 0,5 (Silinder, lihat "API RP 2A-WSD_Cl. 2.3.2.e")

A = luas pipa baja (m^2)

= 1,0668 m

Sehingga,

Gaya angin pada kondisi normal

$$F = \frac{\rho}{2} \times u^2 \times C_S \times A$$

$$= \frac{1,211}{2} \times 12,2^2 \times 0,5 \times 1,0668$$

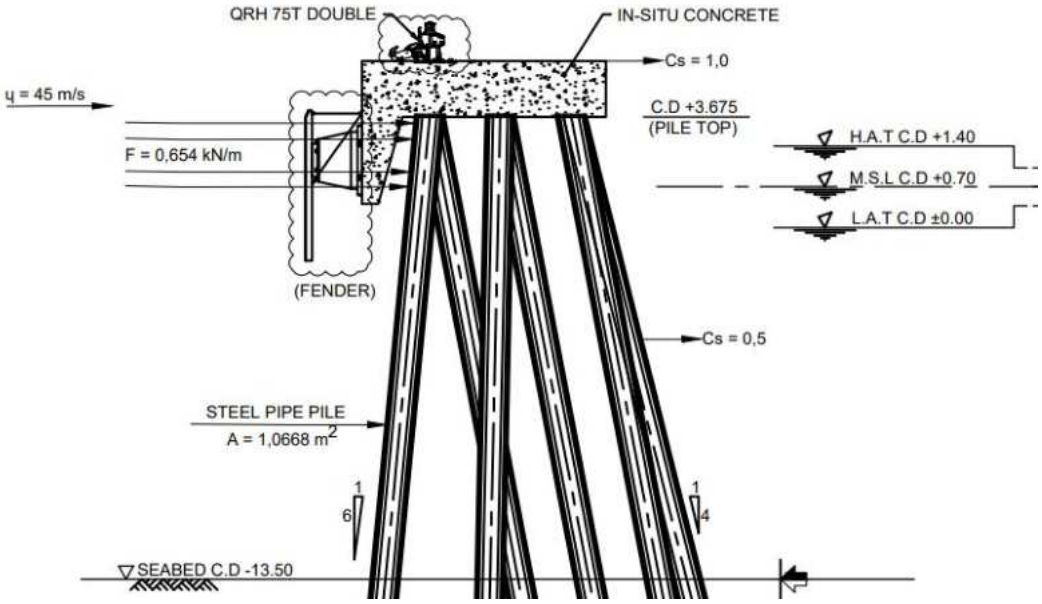
= 0,0480 kN/m

Gaya angin pada kondisi ekstrim

$$F = \frac{\rho}{2} \times u^2 \times C_S \times A$$

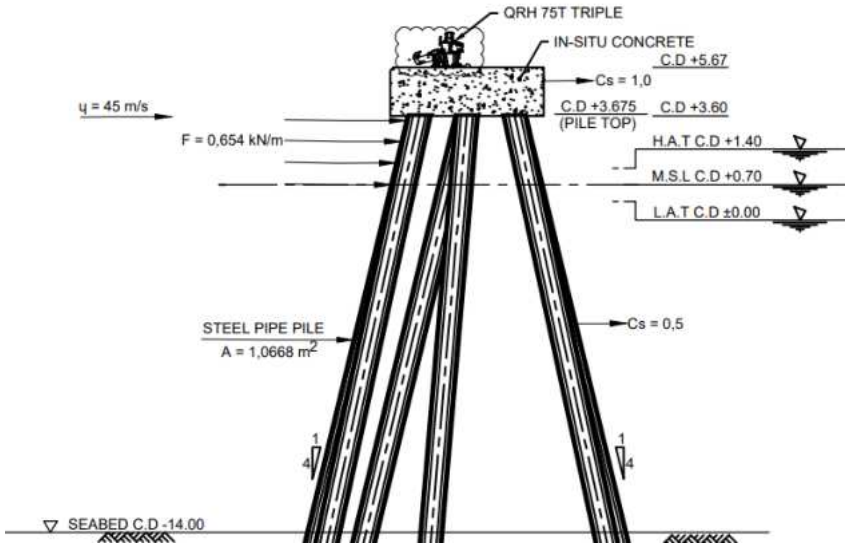
$$= \frac{1,211}{2} \times 45^2 \times 0,5 \times 1,0668$$

= 0,6540 kN/m



Gambar 5.17 Analisa Gaya Angin pada Tiang Pancang Struktur *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.18 Analisa Gaya Angin pada Tiang Pancang Struktur *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

2) Gaya angin beton deck

Gaya angin pada beton deck mengacu pada API *Recommended Practice* 2A-WSD Cl. 2.3.2.C sebagai berikut :

$$F = \frac{\rho}{2} \times ų^2 \times C_S$$

Dimana :

F = gaya angin (N)

ρ = kerapatan massa udara

= 1,211 kg/m^3

ų = kecepatan angin (m/s)

= 12,2 m/s (Normal)

= 45 m/s (Ekstrim)

C_S = koefisien bentuk

= 1,0 (*Overall projected area of platform*, lihat "API RP 2A-WSD_Cl. 2.3.2.e")

Sehingga,

Gaya angin pada kondisi normal

$$F = \frac{\rho}{2} \times ų^2 \times C_S$$

$$= \frac{1{,}211}{2} \times 12{,}2^2 \times 1{,}0$$

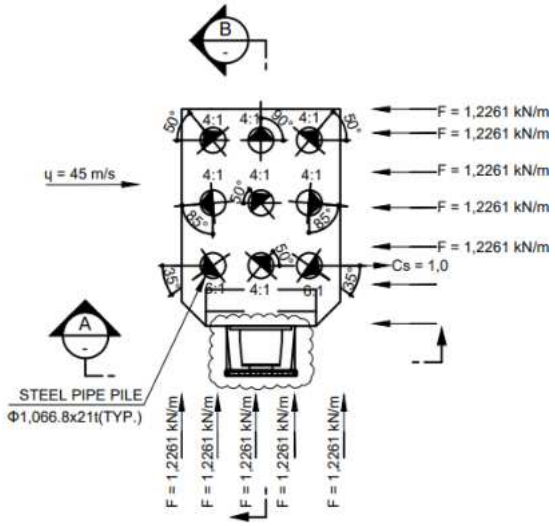
= 0,0901 kN/m

Gaya angin pada kondisi ekstrim

$$F = \frac{\rho}{2} \times u^2 \times C_S$$

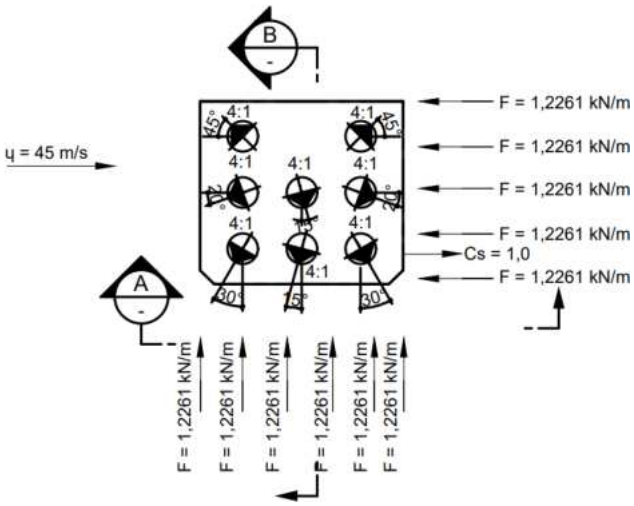
$$= \frac{1,211}{2} \times 45^2 \times 1,0$$

$$= 1,2261 \text{ kN/m}$$



Gambar 5.19 Analisa Gaya Angin pada Beton Deck Struktur *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.20 Analisa Gaya Angin pada Beton Deck Struktur *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

b. Gaya arus

Gaya pada *dolphin* akibat arus dapat dihitung dengan persamaan morison sebagai berikut :

$$F_D = \frac{1}{2} \times \rho \times C_D \times D \times V^2 \times h$$

Dengan,

F_D = gaya seret komponen tiang yang berada di bawah air akibat gelombang

ρ = massa jenis air

= 1,025 kg/m^3

V = kecepatan arus

= 1,2 m/s

D = diameter tiang pancang

= 1,0668 m

C_D = koefisien seret (1 untuk struktur dengan bentuk silinder, OCDI)

h = tinggi tiang pancang tercelup (*seabed*)

= 13,50 m (*breasting dolphin*) dan 14,00 m (*mooring dolphin*)

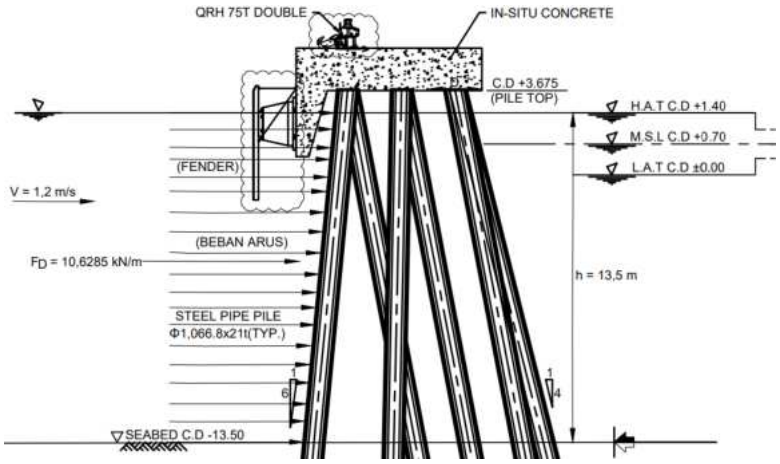
Sehingga,

1) Gaya arus pada struktur *breasting dolphin*

$$F_D = \frac{1}{2} \times \rho \times C_D \times D \times V^2 \times h$$

$$= \frac{1}{2} \times 1{,}025 \times 1 \times 1{,}0668 \times 1{,}2^2 \times 13{,}50$$

$$= 10{,}6285 \text{ kN/m}$$



Gambar 5.21 Analisa Gaya Arus pada Struktur *Breasting Dolphin*

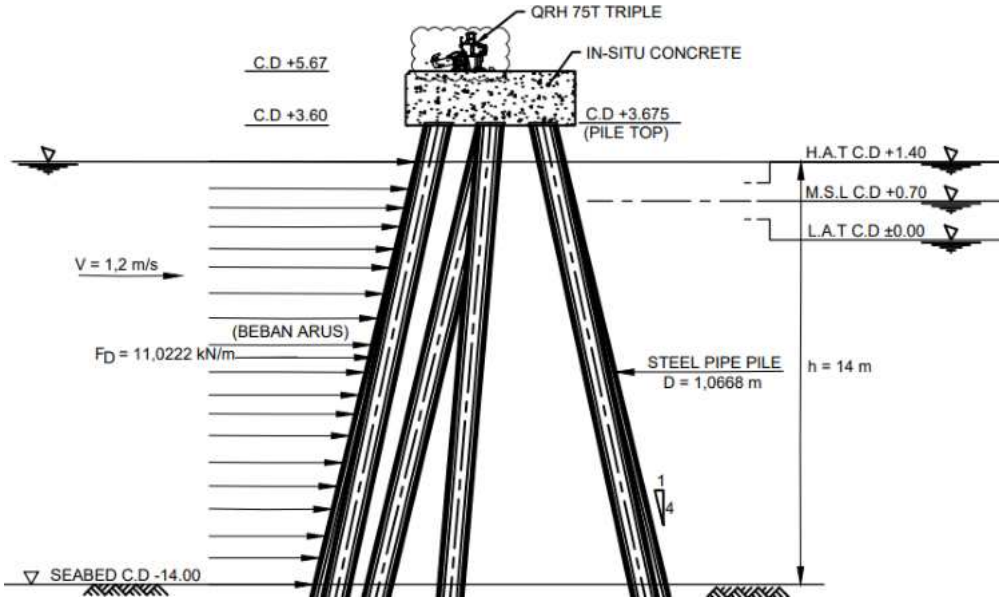
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

2) Gaya arus pada struktur *mooring dolphin*

$$F_D = \frac{1}{2} \times \rho \times C_D \times D \times V^2 \times h$$

$$= \frac{1}{2} \times 1{,}025 \times 1 \times 1{,}0668 \times 1{,}2^2 \times 14{,}00$$

$$= 11{,}0222 \text{ kN/m}$$



Gambar 5.22 Analisa Gaya Arus pada Struktur *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c. Gaya sandar

Besarnya energi benturan kapal yang timbul saat kapal merapat ke dermaga dapat dihitung dengan persamaan 3.3. Berikut merupakan prosedur hitungan yang digunakan :

1) Menentukan *Displacement tonnage* (M_S)

Tabel 5.9 Penentuan *Displacement Tonnage* Kapal

Type of Ship				*General Cargos*		*Oil Tankers*		*Ore Carriers*	
Range of tonnage in DWT				500 - 140 000		500 - 320 000		500 - 200 000	
Coeffisients				α	β	α	β	α	β
Displacement fully loaded = DT				2,463	0,936	2,028	0,954	1,687	0,969
Laterally projected area	*Above sea level*	*Fully loaded*		8,770	0,496	4,964	0,522	4,390	0,548
		Ballast loaded		9,641	0,533	5,943	0,562	5,171	0,580
	Below sea level	*Fully loaded*		3,495	0,608	3,198	0,611	2,723	0,625
		Ballast loaded	$= \alpha(DWT)^{\beta}$	1,404	0,627	1,629	0,610	1,351	0,633
Front area	*Above sea level*	*Fully loaded*		2,763	0,490	2,666	0,478	1,971	0,510
		Ballast loaded		3,017	0,510	2,485	0,517	1,967	0,538
Total Surface area bellow sea level		*Fully loaded*		9,260	0,639	6,162	0,673	4,760	0,702
		Ballast loaded		4,637	0,669	3,865	0,686	3,471	0,701
Displacement ballast loaded			$= \alpha(DT)^{\beta}$	0,199	1,084	0,383	1,018	0,385	1,023
Draft ballast loaded			$= \alpha(Draft_{max})^{\beta}$	0,352	1,172	0,548	0,966	0,551	0,993

(sumber: *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, 2002, hal. 17)

Displacement tonnage merupakan berat total kapal dan muatannya pada saat kapal dimuati sampai *draft* maksimum. Dengan asumsi kapal *oil tanker* 10.000 DWT, maka berdasarkan Tabel 5.9 dapat dihitung *Displacement Tonnage* sebagai berikut :

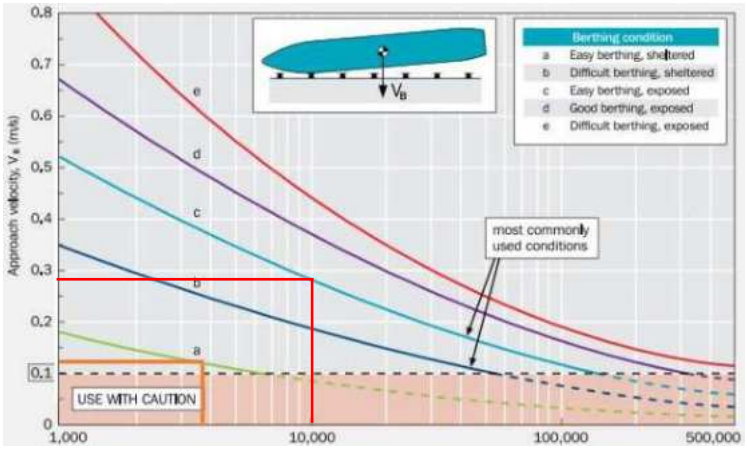
$DT = \alpha \times (DWT)^{\beta}$

$= 2{,}028 \times (10.000)^{0{,}954}$

$= 13276{,}02$ ton

2) Menentukan kecepatan kapal bertambat (v)

Dengan anggapan bahwa area dermaga merupakan area terlindung dan kapal mudah bertambat, maka dapat ditentukan kecepatan kapal saat merapat ke dermaga menurut Gambar 5.23 dan Tabel 5.10 untuk kondisi c (*easly berthing*, *exposed*).



Gambar 5.23 Grafik Kecepatan Kapal Bertambat

(sumber: *Guidelines for the Design of Fenders Systems,* PIANC 2002)

Tabel 5.10 Penentuan Kecepatan Kapal Bertambat

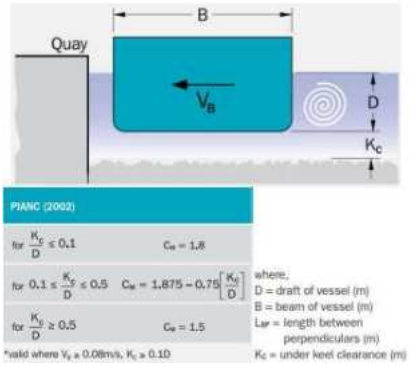
DWT	VELOCITY, V_c (m/s)				
	a	b	c	d	e
1,000	0.179	0.343	0.517	0.689	0.865
2,000	0.151	0.296	0.445	0.577	0.726
3,000	0.135	0.269	0.404	0.524	0.649
4,000	0.125	0.250	0.374	0.487	0.597
5,000	0.117	0.236	0.352	0.459	0.558
10,000	0.094	0.192	0.287	0.377	0.448
20,000	0.074	0.153	0.228	0.303	0.355
30,000	0.064	0.133	0.198	0.264	0.308
40,000	0.057	0.119	0.178	0.239	0.279
50,000	0.052	0.110	0.164	0.221	0.258
100,000	0.039	0.083	0.126	0.171	0.201
200,000	0.028	0.062	0.095	0.131	0.158
300,000	0.022	0.052	0.080	0.111	0.137
400,000	0.019	0.045	0.071	0.099	0.124
500,000	0.017	0.041	0.064	0.090	0.115

(sumber: *Guidelines for the Design of Fenders Systems*, PIANC 2002)

Dari gambar dan tabel di atas dapat diperoleh nilai v sebesar 0,287 m/dt.

3) Menentukan *virtual mass factor* (C_M)

Dalam menentukan C_M, digunakan peraturan standar PIANC (2002) yaitu dengan cara membandingkan nilai KC yaitu kedalaman dari dasar kapal kondisi *draft* maksimum dengan D yaitu *draft* maksimum kapal dapat dilihat pada Gambar 5.24 berikut :



Gambar 5.24 Perhitungan Koefisien C_M

(sumber: *Guidelines for the Design of Fenders Systems*, PIANC 2002)

$\frac{Kc}{D}$

Keterangan:

K_C = Kedalaman dari dasar kapal kondisi *draft* maksimum

D = *Draft*

Maka, $\frac{Kc}{D} = \frac{1,4}{7,98} = 0,1754$

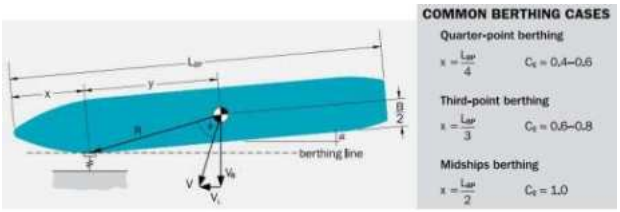
Sehingga nilai koefisien C_M sebesar:

$C_M = 1,875 - 0,75 \times \frac{Kc}{D}$

$= 1,875 - 0,75 \times \frac{1,4}{7,98}$

$= 1,7434$

4) Menentukan *eccentricity factor* (C_E)



Gambar 5.25 Penentuan Koefisien C_E

(sumber: *Guidelines for the Design of Fenders Systems* PIANC, 2002)

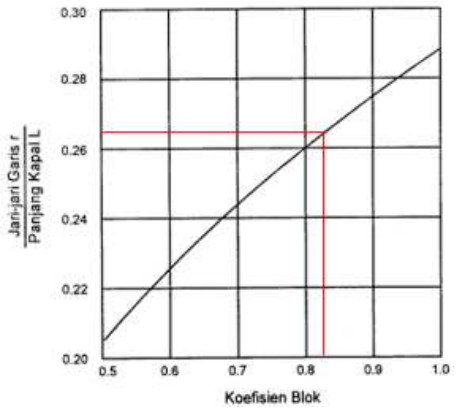
Menghitung nilai Koefisien blok kapal (C_b) dengan persamaan 3.5

$C_b = \frac{W}{Lpp \times B \times d \times \Upsilon_o}$

$= \frac{13267,02}{107,2 \times 18,2 \times 7,98 \times 1,025}$

$= 0,8318$

Dengan koefisien blok = 0,8318



Gambar 5.26 Jari-jari Putaran disekeliling Pusat Berat Kapal

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Maka, dari gambar 5.26 berikut didapatkan rasio $\frac{l}{r} = 0{,}264$,

sehingga

$r = 0{,}264 \times L_{OA}$

$= 0{,}264 \times 114{,}4$

$= 30{,}2016$ m

Untuk perencanaan *dolphin*

(l) $= \frac{1}{6} \times L_{OA}$

$= \frac{1}{6} \times 114{,}4$

$= 19{,}0667$ m

koefisien eksentritas dihitung dengan persamaan 3.10 berikut :

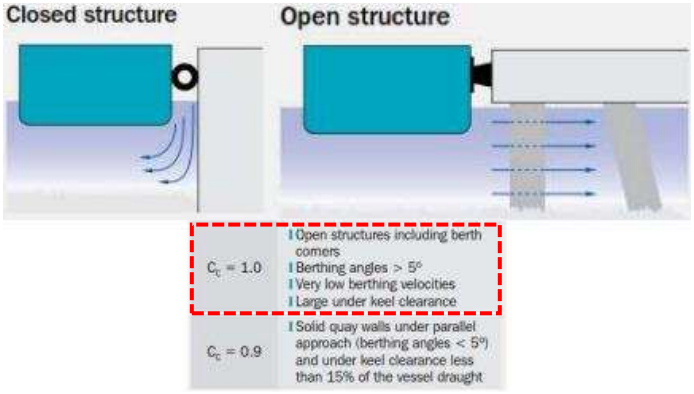
$C_E = \frac{1}{1 + (\frac{l}{r})^2}$

$= \frac{1}{1 + \left(\frac{19{,}0667}{30{,}2016}\right)^2}$

$= 0{,}7150$

5) Menentukan *Cushion coeficient* (C_C)

Untuk koefisien C_c dipilih berdasarkan tipe konstruksi yang digunakan pada struktur yang direncanakan. Baik merupakan tipe struktur terbuka, tertutup maupun semi terbuka. Untuk perhitungan efek dari bantalan dengan kondisi struktur dermaga berbentuk *jetty*, nilai $C_c = 1{,}0$.



Gambar 5.27 Penentuan Koefisien C_C

(sumber: *Guidelines for the Design of Fenders Systems* PIANC, 2002)

6) Menentukan *Softness coefficient* (C_S)

C_S = 1.0	Soft fenders (δ_t > 150mm)
C_S = 0.9	Hard fenders ($\delta_t \leq$ 150mm)

Gambar 5.28 Penentuan Koefisien C_S

(sumber: *Guidelines for the Design of Fenders Systems* PIANC, 2002)

Koefisien C_S ditentukan untuk mengantisipasi pengaruh deformasi elastis terhadap keadaan kapal maupun konstruksi tambatan. Ditentukan dengan asumsi tidak terjadinya deformasi, sehingga harga $C_S = 1$.

7) Menentukan Energi kinetik normal (Ef)

$E_f = (\frac{1}{2} \times M_s \times v^2) \times C_M \times C_E \times C_C \times C_S$

$= (\frac{1}{2} \times 13276{,}02 \times 0{,}287^2) \times 1{,}7434 \times 0{,}7150 \times 1{,}0 \times 1{,}0$

$= 681{,}5914$ kNm

8) Menentukan energi kinetik kapal bertambat kondisi abnormal

$EA = Fs \times Ef$

keterangan:

Fs = faktor keamanan (Dapat dilihat pada Tabel 5.11)

Ef = energi kinetik tumbukan normal

$EA = Fs \times Ef$

$= 1{,}75 \times 681{,}5914$

$= 1192{,}785$ kNm

Tabel 5.11 Faktor Keamanan Kapal Bertambat Abnormal

VESSEL TYPE	SIZE	F_s
Tanker, bulk, cargo	Largest Smallest	1.25 1.75
Container	Largest Smallest	1.5 2.0
General cargo	–	1.75
RoRo, ferries	–	≥ 2.0
Tugs, workboats, etc	–	2.0

Source: PIANC 2002: Table 4.2.5.

(sumber: *Guidelines for the Design of Fenders Systems* PIANC, 2002)

9) Kemampuan fender

a) Energi fender = 138,15 ton

b) Reaksi fender = 144,72 ton

c) Friksi 20% = 144,72 × 20%

= 28,944 ton

d. Beban tambat pada *bollard* / QRH

1. Gaya tarikan pada kapal

Kapal rencana yang akan bertambat pada dermaga memiliki kapasitas 10.000 DWT dengan *Gross Tonnage* (GT) sebesar 13,996 ton. Dengan melihat Tabel 5.12 dapat diketahui gaya tarik kapal ini sebesar 700 kN. Gaya tarik kapal tersebut selanjutnya akan dibandingkan dengan gaya tarik kapal akibat arus dan angin.

Tabel 5.12 Gaya Tarikan pada *Bollard* Untuk Kapal 10.000 DWT

***Gross tonnage* (GT) *of vessel* (tons)**	***Tractive force acting on mooring post* (kN)**	***Tractive force acting on bollard* (kN)**
200<GT≤500	150	150
500<GT≤1,000	250	250
1,000<GT≤2,000	350	250
2,000<GT≤3,000	350	350
3,000<GT≤5,000	500	350
5,000<GT≤10,000	700	500
10,000<GT≤20,000	1,000	700
20,000<GT≤50,000	1,500	1,000
50,000<GT≤100,000	2,000	1,000

(Sumber: *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, 2002, hal. 25)

2. Gaya akibat angin yang bekerja pada kapal

Berdasarkan analisis data angin, didapatkan angin dominan arah barat - barat daya (WSW) dengan kecepatan 12,2 – 45 m/s. Sehingga untuk perhitungan gaya angin pada kapal digunakan angin dengan kecepatan 12,2 m/s. Perhitungan gaya angin tersebut menggunakan persamaan dari buku *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, 2002 persamaan 2.2.11 dan 2.2.12 sebagai berikut :

$R_X = 0{,}5 \times \rho a \times U^2 \times A_T \times C_X$

$R_Y = 0{,}5 \times \rho a \times U^2 \times A_L \times C_Y$

keterangan :

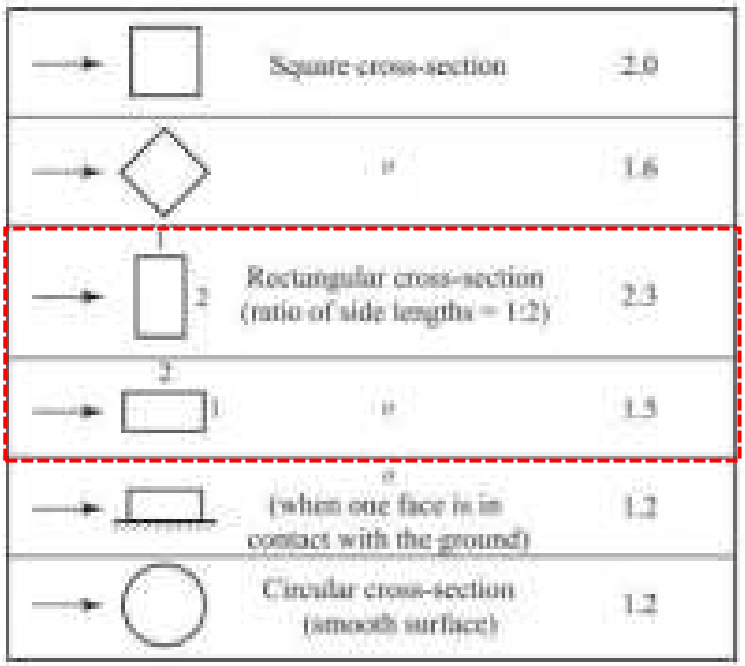
R_X = gaya angin arah X, searah kapal (kN)

R_Y = gaya angin arah Y, tegak lurus kapal (kN)

C_X = koefisien hambatan arah X = 1,5 (lihat Tabel 5.13)

C_Y = koefisien hambatan arah Y = 2,3 (lihat Tabel 5.13)

Tabel 5.13 Koefisien Hambatan Angin



(sumber: *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, 2002, tabel 8.2.1)

Pa = massa jenis angin

$= 1{,}23 \times 10^{-3}$ (t/m^3)

U = kecepatan angin (m/s)

A_T = luas permukaan kapal di atas permukaan air arah memanjang (m^2)

= lebar kapal × (*depth – draft*)

= 18,2 × (10 – 7,98)

= 36,764 m^2

A_L = luas permukaan kapal di atas permukaan air arah melintang (m^2)

= L_{OA} × (*depth – draft*)

= 114,4 × (10 – 7,98)

= 231,09 m^2

sehingga

R_X = $0,5 \times \rho a \times U^2 \times A_T \times C_X$

= $0,5 \times 1,23 \times 10^{-3} \times 12,2^2 \times 36,764 \times 1,5$

= 5,0479 kN

R_Y = $0,5 \times \rho a \times U^2 \times A_L \times C_Y$

= $0,5 \times 1,23 \times 10^{-3} \times 12,2^2 \times 231,09 \times 2,3$

= 48,6519 kN

3. Gaya akibat arus yang bekerja pada kapal

Berdasarkan analisis data arus didapatkan arus sebesar 0,5 – 1,2 m/s dengan arah arus dominan yakni arah dari barat daya menuju ke barat laut. Sehingga perhitungan gaya arus pada kapal digunakan arus sebesar 1,2 m/s. Untuk perhitungan gaya arus dapat digunakan persamaan *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, 2002, persamaan 2.2.16 dan 2.2.17 berikut :

Rf = $0,0014 \times S \times Vx^2$

R = $0,5 \times \rho_0 \times C \times Vy^2 \times B$

keterangan:

Rf = beban tambat akibat arah arus sejajar dengan kapal (kN)

R = beban tambat akibat arah arus tegak lurus dengan kapal (kN)

S = luasan permukaan bawah kapal tenggelam dalam keadaan penuh

= L_{OA} × B

= 114,4 × 18,2

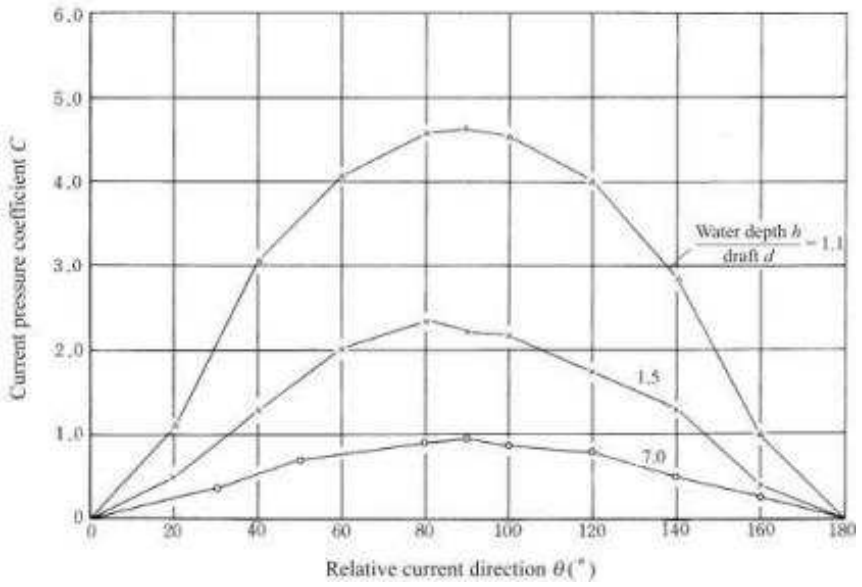
= 2082,08 m^2

V_x = kecepatan arus sejajar pantai (m/s) = 0,5 m/s

V_y = kecepatan arus tegak lurus pantai (m/s) = 0,5 m/s

ρ_0 = massa jenis air laut (t/m^3) = 1,025 t/m^3

C = koefisien tekanan arus = 2,1 (lihat Gambar 5.29)



Gambar 5.29 Koefisien Tekanan Arus

(sumber: *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, 2002)

B = proyeksi luas lambung kapal dibawah permukaan air (m^2)

= L_{OA} × *draft*

= 114,4 × 7,98

= 912,91 m^2

sehingga:

Rf = 0,0014 × S × V_x^2

Rf = 0,0014 × 2082,08 × 0,5^2

= 0,7287 kN

R = 0,5 × ρ_0 × C × V_y^2 × B

R = 0,5 × 1,025 × 2,1 × 0,1 × 912,91

= 245,6304 kN

4. Total Gaya

Kemudian didapat nilai totalnya didapat sebagai berikut :

F_{searah} = Rx + Rf

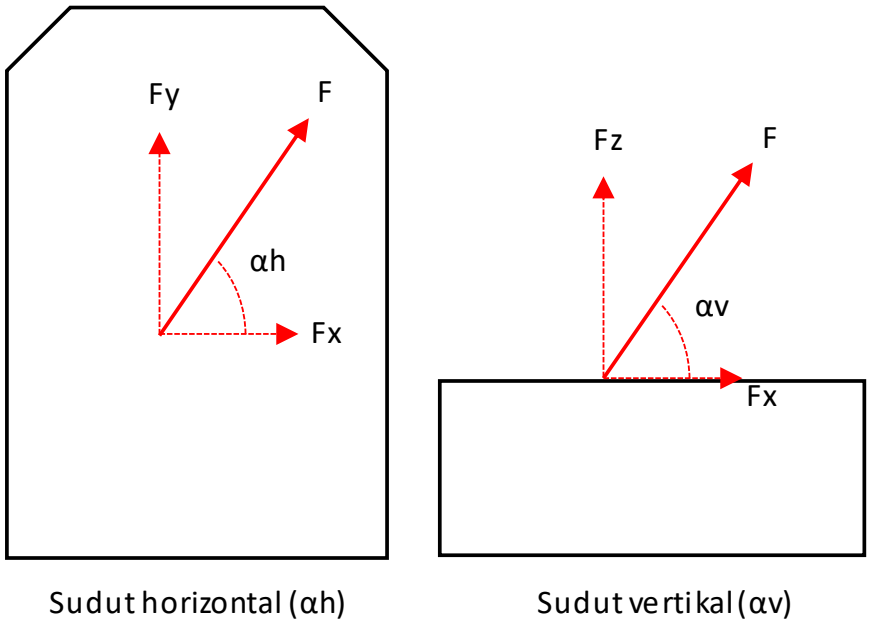
= 5,0479 + 0,7287

= 5,7766 kN

$F_{tegak\ lurus}$ = Ry + R

= 48,6519 + 245,6304

= 294,2823 kN



Gambar 5.30 Arah Beban Tambat

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Beban QRH harus dipertimbangkan pada saat arah angin dan arus meninggalkan pelabuhan atau dermaga. Di sana ada dua kondisi *bollard* / QRH yang harus dipertimbangkan, yaitu arus angin vertikal dan arus angin horizontal. Beban *mooring point* diambil 225 ton dan 150 ton untuk kapasitas QRH. Sudut vertikal dan horizontal pada tali tambat diasumsikan 0° - 45°. Tabel 5.14 dan Tabel 5.15 merupakan hasil perhitungan dari pembebanan tambat :

1. Kapasitas QRH (F)
   a) QRH 75T *Triple* = 225 ton (*Mooring Dolphin*)
   b) QRH 75T *Double* = 150 ton (*outer Breasting Dolphin*)
2. Sudut Vertikal (αv) = 0° - 45°
3. Sudut Horizontal (αh) = 0° - 45°
4. Gaya Tarik Kapal Horizontal (Fh) $= F \times \cos \times \frac{\alpha v}{180 \times \pi}$

5. Gaya Tarik Kapal Horizontal arah x (Fx) $= Fh \times \sin \times \frac{\alpha h}{180 \times \pi}$

6. Gaya Tarik Kapal Horizontal arah y (Fy) $= Fh \times \cos \times \frac{\alpha h}{180 \times \pi}$

7. Gaya Tarik Kapal Horizontal arah z (Fz) $= F \times \sin \times \frac{\alpha v}{180 \times \pi}$

Tabel 5.14 Hasil Perhitungan Pembebanan Tambat pada *Mooring Dolphin*

Case	Sudut Vertikal (αv)	Sudut Horizonal (αh)	Fh (ton)	Fx (ton)	Fy (ton)	Fz (ton)
1	0	0	225,00	0,00	225,00	0,00
2	0	15	225,00	58,23	217,33	0,00
3	0	30	225,00	112,50	194,86	0,00
4	0	45	225,00	159,10	159,10	0,00
5	15	0	217,33	0,00	217,33	58,23
6	15	15	217,33	56,25	209,93	58,23
7	15	30	217,33	108,67	188,22	58,23
8	15	45	217,33	153,68	153,68	58,23
9	30	0	194,86	0,00	194,86	112,50
10	30	15	194,86	50,43	188,22	112,50
11	30	30	194,86	97,43	168,75	112,50
12	30	45	194,86	137,78	137,78	112,50
13	45	0	159,10	0,00	159,10	159,10
14	45	15	159,10	41,18	153,68	159,10
15	45	30	159,10	79,55	137,78	159,10
16	45	45	159,10	112,50	112,50	159,10

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Pembebanan Tambat pada *Breasting Dolphin*

Case	Sudut Vertikal (αv)	Sudut Horizonal (αh)	Fh (ton)	Fx (ton)	Fy (ton)	Fz (ton)
1	0	0	150,00	0,00	150,00	0,00
2	0	15	150,00	38,82	144,89	0,00
3	0	30	150,00	75,00	129,90	0,00
4	0	45	150,00	106,07	106,07	0,00
5	15	0	144,89	0,00	144,89	38,82
6	15	15	144,89	37,50	139,95	38,82
7	15	30	144,89	72,44	125,48	38,82
8	15	45	144,89	102,45	102,45	38,82
9	30	0	129,90	0,00	129,90	75,00
10	30	15	129,90	33,62	125,48	75,00
11	30	30	129,90	64,95	112,50	75,00

12	30	45	129,90	91,86	91,86	75,00
13	45	0	106,07	0,00	106,07	106,07
14	45	15	106,07	27,45	102,45	106,07
15	45	30	106,07	53,03	91,86	106,07
16	45	45	106,07	75,00	75,00	106,07

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

e. Beban gempa

Perhitungan beban gempa disesuaikan dengan SNI 1726-2019 dengan kondisi sebagai berikut :

Lokasi : Cilegon

Jenis bangunan : Dermaga

Jenis tanah : Tanah Lunak (SE)

1) Menentukan Kategori Risiko Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko dapat diperoleh dari tabel berikut menyesuaikan dengan pemanfaatan bangunan yang akan dibangun.

Tabel 5.16 Kategori Risiko Bangunan Gedung Untuk Beban Gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II

(Sumber : SNI 1726:2019)

Karena bangunan yang akan dibangun merupakan fasilitas pabrik maka kategori risiko adalah kategori II, sehingga dapat diperoleh nilai faktor keutamaan gempa berdasarkan tabel berikut :

Tabel 5.17 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

(Sumber : SNI 1726:2019)

Dengan kategori II diperoleh $I_e = 1$

2) Menentukan Parameter Percepatan Gempa

Gambar 5.31 Peta S_s

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Gambar 5.32 Peta S_1

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berdasarkan gambar peta S_s dan S_1 diatas Cilegon memiliki nilai S_s antara 0,8 - 0,9 g dan S_1 0,4 - 0,5 dan tanah diasumsikan sebagai Tanah Lunak (SE).

Berdasarkan tabel parameter grafik respon spektra Cilegon dengan klasifikasi Tanah Lunak (SE), didapatkan nilai sebagai berikut :

S_s = 0,886

S_1 = 0,431

T_L = 20 detik

3) Menentukan Koefisien Situs

Untuk mementukan respon spektrum dibutuhkan faktor amplikasi periode 0,2 detik (F_a) dan 1 detik (F_v). Berikut merupakan tabel koefisien situs F_a dan F_v yang ditentukan berdasarkan klasifikasi situs :

Tabel 5.18 Koefisien Situs F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, T = 0,2 detik, S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS[a]					

(Sumber : SNI 1726:2019)

Diketahui :

Spektra (x) = 0,886

S_1 = 0,75 (x_1) = 1,3 (x_2)

$S_1 = 1{,}0\ (y_1)$ $= 1{,}1\ (y_2)$

Interpolasi nilai F_a $= y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \times (y_2 - y_1)$

$= 1{,}0 + \frac{0{,}886 - 0{,}75}{1{,}3 - 0{,}75} \times (1{,}1 - 1{,}0)$

$= 1{,}191$

Maka, nilai F_a adalah 1,191

Tabel 5.19 Koefisien Situs F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada perioda 1 detik, S_1					
	$S_1 \le 0{,}1$	$S_1 = 0{,}2$	$S_1 = 0{,}3$	$S_1 = 0{,}4$	$S_1 = 0{,}5$	$S_1 \ge 0{,}6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS[a]					

(Sumber : SNI 1726:2019)

Diketahui :

Spektra $= 0{,}431$

$S_1 = 0{,}4\ (x_1)$ $= 2{,}4\ (x_2)$

$S_1 = 0{,}5\ (y_1)$ $= 2{,}2\ (y_2)$

Interpolasi nilai F_v $= y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \times (y_2 - y_1)$

$= 0{,}5 + \frac{0{,}431 - 0{,}4}{2{,}4 - 0{,}4} \times (2{,}2 - 0{,}5)$

$= 2{,}338$

Maka, nilai F_v adalah 2,338

4) Menentukan Nilai Spektral Respon Percepatan Desain

Berikut merupakan tabel yang digunakan untuk menentukan spektral respons percepatan Cilegon.

Tabel 5.20 Koefisien Situs F_a Dan F_v Untuk Cilegon

Koefisien Situs F_a dan F_v untuk Cilegon		
Kelas Situs	**F_a (S_s = 0,886)**	**F_v (S_1 = 0,431)**
SE - Tanah Lunak	1,191	2,338

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.21 Nilai S_{DS} & S_{D1} Untuk Cilegon

Nilai Sd_s & Sd_1 untuk Cilegon		
Kelas Situs	**S_{DS} = 2/3 (F_a.S_s)**	**S_{D1} = 2/3 (F_v.S_1)**
SE - Tanah Lunak	0,704	0,672

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.22 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0{,}167$	A	A
$0{,}167 \le S_{DS} < 0{,}33$	B	C
$0{,}33 \le S_{DS} < 0{,}50$	C	D
$0{,}50 \le S_{DS}$	D	D

(Sumber : SNI 1726:2019)

Tabel 5.23 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0{,}167$	A	A
$0{,}067 \le S_{D1} < 0{,}133$	B	C
$0{,}133 \le S_{D1} < 0{,}20$	C	D
$0{,}20 \le S_{D1}$	D	D

(Sumber : SNI 1726:2019)

Berdasarkan kedua tabel diatas diketahui bahwa pengunaan dermaga di Cilegon termasuk kedalam kategori desain seismik D dan menggunakan sistem struktur rangka beton pemikul momen.

5) Membuat Grafik Respon Spektrum

Prosedur pembuatan grafik respon spektrum berdasarkan SNI 1726-2019 dan untuk pemilihan kelas situs berdasarkan asumsi yaitu kelas situs tanah lunak (SE).

$$T_0 = 0{,}2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$= 0{,}2 \times \frac{0{,}672}{0{,}704}$$

$$= 0{,}191$$

$$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$= \frac{0{,}672}{0{,}704}$$

$$= 0{,}955$$

$$T_L = 20 \text{ detik}$$

Perhitungan spektrum respons desain mengikuti 4 kondisi berikut :

a) Untuk periode yang lebih kecil dari T_0, respon spektrum percepatan desain (S_a) $T < T_0$, S_a diambil dari persamaan :

$S_a = S_{DS}\ (0{,}4 + 0{,}6\ (\frac{T}{T_0}))$

$= 0{,}704 \times (0{,}4 + 0{,}6 \times (\frac{0}{0{,}191}))$

$= 0{,}281$

b) Untuk periode lebih besar atau sama dengan T_0 dan lebih kecil atau sama dengan T_s, respon spektrum percepatan desain (S_a) = S_{DS}

$T_0 \leq T \leq T_s$, $S_a = S_{DS}$

$T_0 = 0{,}191$

$T_s = 0{,}955$

$0{,}191 \leq 0 \leq 0{,}955$

$S_a = S_{DS}$

$S_a = 0{,}704$

c) Untuk periode lebih besar dari T_s ($T > T_s$), respon spektrum percepatan desain (S_a) diambil dari persamaan :

$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$

$= \frac{0{,}672}{1}$

$= 0{,}672$

d) Untuk periode lebih besar dari T_L ($T > T_L$), respon spektrum percepatan desain (Sa) diambil dari persamaan :

Diambil nilai T = 20 detik

$S_a = \frac{T_L \times S_{D1}}{T^2}$

$= \frac{20 \times 0{,}672}{20^2}$

$= 0{,}034$

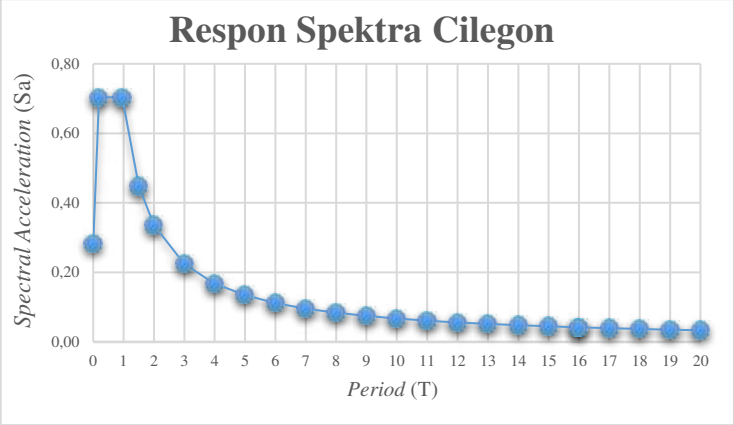
Tabel 5.24 Desain Respon Spektrum

T (***Period***)	**Sa** (***Spektra Accelaration***)
0,000	0,281
0,191	0,704
0,955	0,704
1,5	0,448
2,0	0,336
3,0	0,224
4,0	0,168

5,0	0,134
6,0	0,112
7,0	0,096
8,0	0,084
9,0	0,075
10,0	0,067
11,0	0,061
12,0	0,056
13,0	0,052
14,0	0,048
15,0	0,045

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Kemudian data diatas dapat digunakan untuk membuat grafik hubungan antara periode (T) dengan percepatan spektrum (S_a):



Gambar 5.33 Grafik Respon Spektra Cilegon

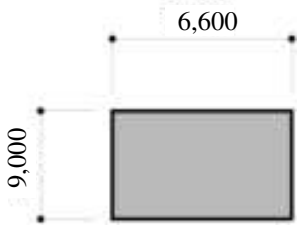
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

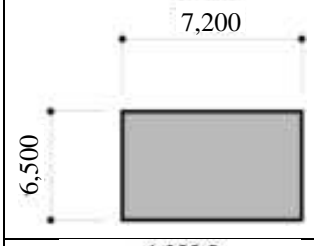
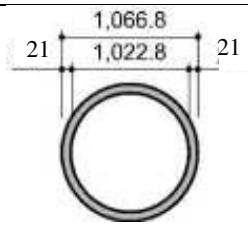
5.6 Spesifikasi *Dolphin*

5.6.1 Data Struktur *Dolphin*

Berdasarkan perencanaan *dolphin* dermaga *jetty* PT. XYZ didapat data spesifikasi *dolphin* pada dermaga sebagai berikut :

Tabel 5.25 Data Spesifikasi *Dolphin*

Bentuk	Dimensi	Keterangan
	• Lebar (W) = 9,00 m • Panjang (L) = 6,60 m • Tebal (Thk) = 2,00 m • Luas (A) = 59,4 m • Momen Inersia (Ix) = 215,622 m^4 • Momen Inersia (Iy) = 400,95 m^4	*Beton Deck Breasting Dolphin*

	• Lebar (W) = 6,50 m • Panjang (L) = 7,20 m • Tebal (Thk) = 2,07 m • Luas (A) = 46,8 m • Momen Inersia (Ix) = 202,176 m^4 • Momen Inersia (Iy) = 164,775 m^4	*Beton Deck Mooring Dolphin*
	• Diameter Luar (OD) = 1,0668 m • Diameter Dalam (ID) = 1,0248 m • Tebal Tiang (T) = 0,021 m • Luas (A) = 0,0704 m^4 • Momen Inersia (I) = 0,0100 m^4	*Steel Pile*

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

5.6.2 Bahan Struktur *Dolphin*

Berikut merupakan bahan struktur yang digunakan dalam analisis *dolphin* dermaga *jetty* PT. XYZ :

a. Mutu beton

1) Kuat tekan beton (fc') = 35,00 MPa

2) Modulus elastisitas (Es) = 27805,57 MPa

b. Mutu baja

1) Mutu Baja Tulangan

Desain dan spesifikasi bahan untuk baja tulangan sesuai dengan ASTM A615M dan Grade 420 sebagai berikut :

a) Kekuatan luluh minimum untuk tulangan (fy) = 280 MPa

b) Kekuatan tarik minimum untuk tulangan (fu) = 420 MPa

c) Dimensi nominal batang D10, D13, D16, D19, D22, D25, D29, D32

2) Mutu Tiang Pancang

Properti material tiang baja sesuai dengan ASTM A-252 *Grade* 3 sebagai berikut :

a) Kepadatan tiang pancang pipa baja = 77 kN/m^3

b) Kekuatan luluh minimum tiang pancang (fy) = 280 MPa

c) Kekuatan tarik minimum tiang pancang (fu) = 420 MPa

d) Modulus geser elastisitas = 80 kN/mm^2

e) Rasio Poisson (μ) = 0,3

f) Modulus elastisitas untuk Penguatan (Es) = 200000 MPa

g) Koefisien ekspansi termal (α) = 12×10^{-6} °C

c. *Specific Gravity*

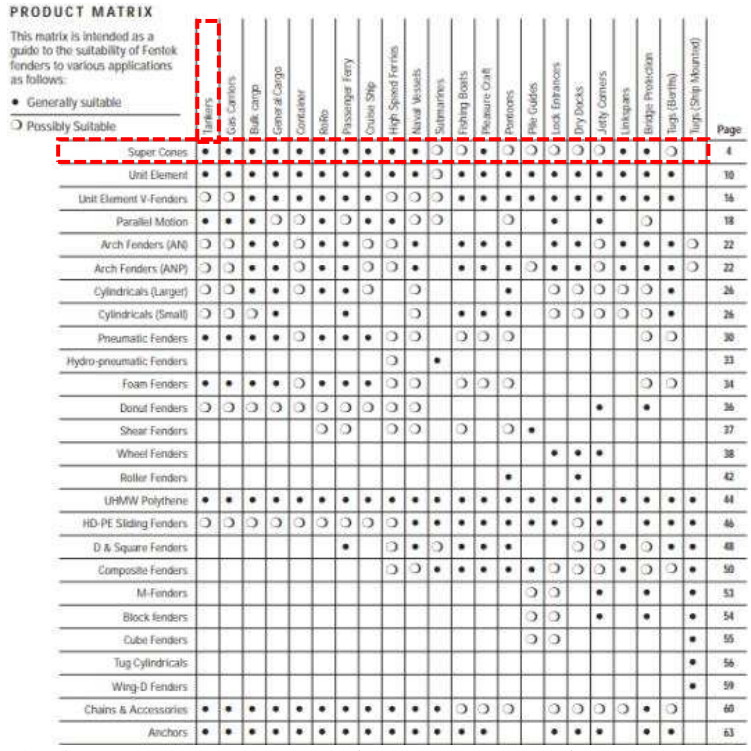
Berdasarkan SNI 1725-2016 berikut data berat jenis yang digunakan dalam analisis *dolphin* dermaga *jetty* PT. XYZ :

1) Berat beton tidak bertulang (w_c) = 2,40 kN/m^3
2) Berat baja (w_s) = 7,86 ton/m^3

5.6.3 *Fender* yang Digunakan

Dalam pemilihan jenis *fender* digunakan brosur milik Fentek berikut merupakan langkah-langkah dalam pemilihan *fender*.

Tabel 5.26 Matriks Kesesuaian Produk *Fender* dengan Kapal Rencana



(Sumber: FENTEK *Marine Fendering Systems*, 2025)

Berdasarkan tabel 5.26 diatas, didapat bahwa salah satu *fender* yang cocok untuk tipe kapal tanker adalah *Super Cone*, sehingga digunakan tipe *fender* tersebut. Selanjutnya dipilih tipe *fender* berdasarkan beban *berthing* yang perlu ditahan oleh *fender*, Gambar 5.34 merupakan tipe *fender super cone* dan Tabel 5.27 ini menunjukkan performa dari tipe *fender super cone*.

Gambar 5.35 *Fender Super Cone*

(Sumber: FENTEK *Marine Fendering Systems*, 2025)

Tabel 5.27 Matriks Performa Tipe *Fender Super Cone*

SUPER CONE FENDERS PERFORMANCE

Energy Index		SCN 300	SCN 350	SCN 400	SCN 500	SCN 550	SCN 600	SCN 700	SCN 800	SCN 900	SCN 1000	SCN 1050	SCN 1100	SCN 1250	SCN 1300	SCN 1400	SCN 1600	SCN 1800	SCN 2000
E0.9	E_a	7.7	12.5	18.6	36.5	49	63	117	171	248	338	392	450	585	743	927	1382	1967	2700
	R_f	59	80	104	164	198	225	320	419	527	653	720	789	941	1103	1278	1670	2115	2610
E1.0	E_a	8.6	13.9	20.7	40.5	54	70	130	190	275	375	435	500	650	825	1030	1535	2185	3000
	R_f	65	89	116	182	220	250	355	465	585	725	800	875	1045	1225	1420	1855	2350	2900
E1.1	E_a	8.9	14.4	21.4	41.9	56	72	134	196	282	385	447	514	668	847	1058	1577	2244	3080
	R_f	67	91	119	187	226	257	365	478	601	745	822	899	1073	1258	1459	1905	2413	2978
E1.2	E_a	9.2	14.8	22.1	43.2	58	74	137	201	289	395	458	527	685	869	1085	1618	2303	3160
	R_f	68	93	122	191	231	263	374	490	617	764	843	923	1101	1291	1497	1955	2476	3056
E1.3	E_a	9.5	15.3	22.8	44.6	59	76	141	207	298	405	470	541	703	891	1113	1660	2362	3240
	R_f	70	96	125	196	237	270	384	503	633	784	865	947	1129	1324	1536	2005	2539	3134
E1.4	E_a	9.8	15.7	23.5	45.9	61	78	144	212	303	415	481	554	720	913	1140	1701	2421	3320
	R_f	72	98	128	200	242	276	393	515	649	803	886	971	1157	1357	1574	2055	2602	3212
E1.5	E_a	10.1	16.2	24.2	47.3	63	80	148	218	310	425	493	568	738	935	1168	1743	2480	3400
	R_f	74	100	131	205	248	283	403	528	665	823	908	995	1185	1390	1613	2105	2665	3290
E1.6	E_a	10.4	16.7	24.8	48.6	65	82	151	223	317	435	504	581	755	957	1195	1784	2539	3480
	R_f	75	102	133	209	253	289	412	540	681	842	929	1019	1213	1423	1651	2155	2728	3368
E1.7	E_a	10.6	17.1	25.5	50.0	67	84	155	229	324	445	516	595	773	979	1223	1826	2598	3560
	R_f	77	104	136	214	259	296	422	553	697	862	951	1043	1241	1456	1690	2205	2791	3446
E1.8	E_a	10.9	17.6	26.2	51.3	68	86	158	234	331	455	527	608	790	1001	1250	1867	2657	3640
	R_f	79	107	139	218	264	302	431	565	713	881	972	1067	1269	1489	1728	2255	2854	3524
E1.9	E_a	11.2	18.0	26.9	52.7	70	88	162	240	338	465	539	622	808	1023	1278	1909	2716	3720
	R_f	80	109	142	223	270	309	441	578	729	901	994	1091	1297	1522	1767	2305	2917	3602
E2.0	E_a	11.5	18.5	27.6	54.0	72	90	165	245	345	475	550	635	825	1045	1305	1950	2775	3800
	R_f	82	111	145	227	275	315	450	590	745	920	1015	1115	1325	1555	1805	2355	2980	3680
E2.1	E_a	11.8	19.0	28.3	55.4	74	93	169	252	355	489	565	652	847	1074	1341	2003	2851	3904
	R_f	84	114	148	233	283	324	462	606	765	945	1042	1145	1361	1597	1853	2418	3060	3778
E2.2	E_a	12.1	19.4	29.0	56.7	76	96	173	258	364	501	580	669	869	1102	1376	2056	2926	4008
	R_f	86	117	153	239	290	332	474	621	785	969	1069	1174	1396	1638	1901	2480	3139	3876
E2.3	E_a	12.4	19.9	29.7	58.1	77	99	177	265	374	514	595	686	891	1131	1412	2109	3002	4112
	R_f	89	120	157	246	298	341	486	637	805	994	1096	1204	1432	1680	1949	2543	3219	3974
E2.4	E_a	12.7	20.3	30.4	59.4	79	102	181	271	383	527	610	703	913	1159	1447	2162	3077	4216
	R_f	91	123	161	252	305	349	498	652	825	1018	1123	1233	1467	1721	1997	2605	3298	4072
E2.5	E_a	13.0	20.8	31.1	60.8	81	105	185	278	393	540	625	720	935	1188	1483	2215	3153	4320
	R_f	93	126	165	258	313	358	510	668	845	1043	1150	1263	1503	1763	2045	2668	3378	4170
E2.6	E_a	13.3	21.3	31.8	62.2	83	108	189	284	402	553	640	737	957	1216	1518	2268	3228	4424
	R_f	95	129	169	264	320	366	522	683	865	1067	1177	1292	1538	1804	2093	2730	3457	4268
E2.7	E_a	13.5	21.7	32.5	63.5	85	111	193	291	412	568	655	754	979	1245	1554	2321	3304	4528
	R_f	97	132	173	270	328	375	534	699	885	1092	1204	1322	1574	1848	2141	2793	3537	4366
E2.8	E_a	13.8	22.2	33.2	64.9	86	114	197	297	421	579	670	771	1001	1273	1589	2374	3379	4632
	R_f	100	135	177	277	335	383	546	714	905	1116	1231	1351	1609	1887	2189	2855	3616	4464
E2.9	E_a	14.1	22.6	33.9	66.2	88	117	201	304	431	592	685	788	1023	1302	1625	2427	3455	4736
	R_f	102	138	181	283	343	392	558	730	925	1141	1258	1381	1645	1929	2237	2918	3696	4562
E3.0	E_a	14.4	23.1	34.6	67.6	90	120	205	310	440	605	700	805	1045	1330	1660	2480	3530	4840
	R_f	104	141	185	289	350	400	570	745	945	1165	1285	1410	1680	1970	2285	2980	3775	4660
E3.1	E_a	15.9	25.4	38.1	74.4	99	132	226	341	484	666	770	886	1150	1463	1826	2728	3883	5324
	R_f	114	155	204	318	385	440	627	820	1040	1282	1414	1551	1848	2167	2514	3278	4153	5128
E/R (k)		0.138	0.163	0.186	0.232	0.256	0.280	0.324	0.414	0.466	0.518	0.544	0.571	0.622	0.674	0.725	0.830	0.932	1.036
		SCN 300	SCN 350	SCN 400	SCN 500	SCN 550	SCN 600	SCN 700	SCN 800	SCN 900	SCN 1000	SCN 1050	SCN 1100	SCN 1250	SCN 1300	SCN 1400	SCN 1600	SCN 1800	SCN 2000

(Sumber: FENTEK *Marine Fendering Systems*, 2025)

Berdasarkan perhitungan beban *berthing* kapal diketahui nilai energi *berthing* kapal adalah 66,7968 kNm. Sehingga, dipilih tipe SCN 1600 E0.9 dengan kapasitas tahanan adalah 1382 kN dan telah memenuhi syarat gaya *berthing* maksimum.

Tabel 5.28 Data Dimensi Dari *Fender Super Cone*

SUPER CONE FENDER DIMENSIONS

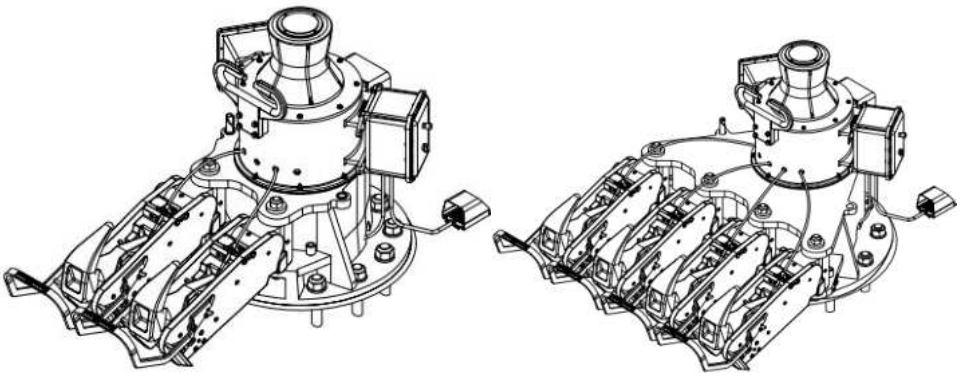
Fender	H	ØW	ØU	C	D	ØB	Anchors	ØS	Head Bolts	Z	Weight (kg)
SCN 300	300	500	295	27–37	15	440	4-M20	255	4-M20	45	31
SCN 350	350	570	330	27–37	15	510	4-M20	275	4-M20	52	40
SCN 400	400	650	390	30–40	20	585	4-M24	340	4-M24	60	74
SCN 500	500	800	490	32–42	25	730	4-M24	425	4-M24	75	144
SCN 550	550	880	540	32–42	25	790	4-M24	470	4-M24	82	195
SCN 600	600	960	590	40–52	30	875	4-M30	515	4-M30	90	240
SCN 700	700	1120	685	40–52	35	1020	4-M30	600	4-M30	105	395
SCN 800	800	1280	785	40–52	35	1165	6-M30	685	6-M30	120	606
SCN 900	900	1440	885	40–52	35	1313	6-M30	770	6-M30	135	841
SCN 1000	1000	1600	980	50–65	35	1460	6-M36	855	6-M36	150	1120
SCN 1050	1050	1680	1030	50–65	40	1530	6-M36	900	6-M36	157	1360
SCN 1100	1100	1760	1080	50–65	40	1605	8-M36	940	8-M36	165	1545
SCN 1200	1200	1920	1175	57–80	40	1750	8-M42	1025	8-M42	180	1970
SCN 1300	1300	2080	1275	65–90	40	1900	8-M48	1100	8-M48	195	2455
SCN 1400	1400	2240	1370	65–90	50	2040	8-M48	1195	8-M48	210	3105
SCN 1600	1600	2560	1570	65–90	60	2335	8-M48	1365	8-M48	240	4645
SCN 1800	1800	2880	1765	75–100	60	2625	10-M56	1540	10-M56	270	6618
SCN 2000	2000	3200	1955	80–105	90	2920	10-M56	1710	10-M56	300	9560

All dimensions in millimetres.
Anchor and head bolt locations are equispaced on the same pitch circle diameter.

(Sumber: FENTEK *Marine Fendering Systems*, 2025)

5.6.4 QRH yang Digunakan

Untuk bertambat kapal, brosur milik RGEC *Marine Equipment Group* dijadikan acuan dalam pemilihan *Quick Release Hook* (QRH) yang akan digunakan dalam analisis *dolphin* dermaga *jetty* PT. XYZ. *Quick Release Hook* (QRH) dengan kapasitas 75T berstandar GB-ZG35CrMo ini dapat dilihat pada Gambar 5.36.



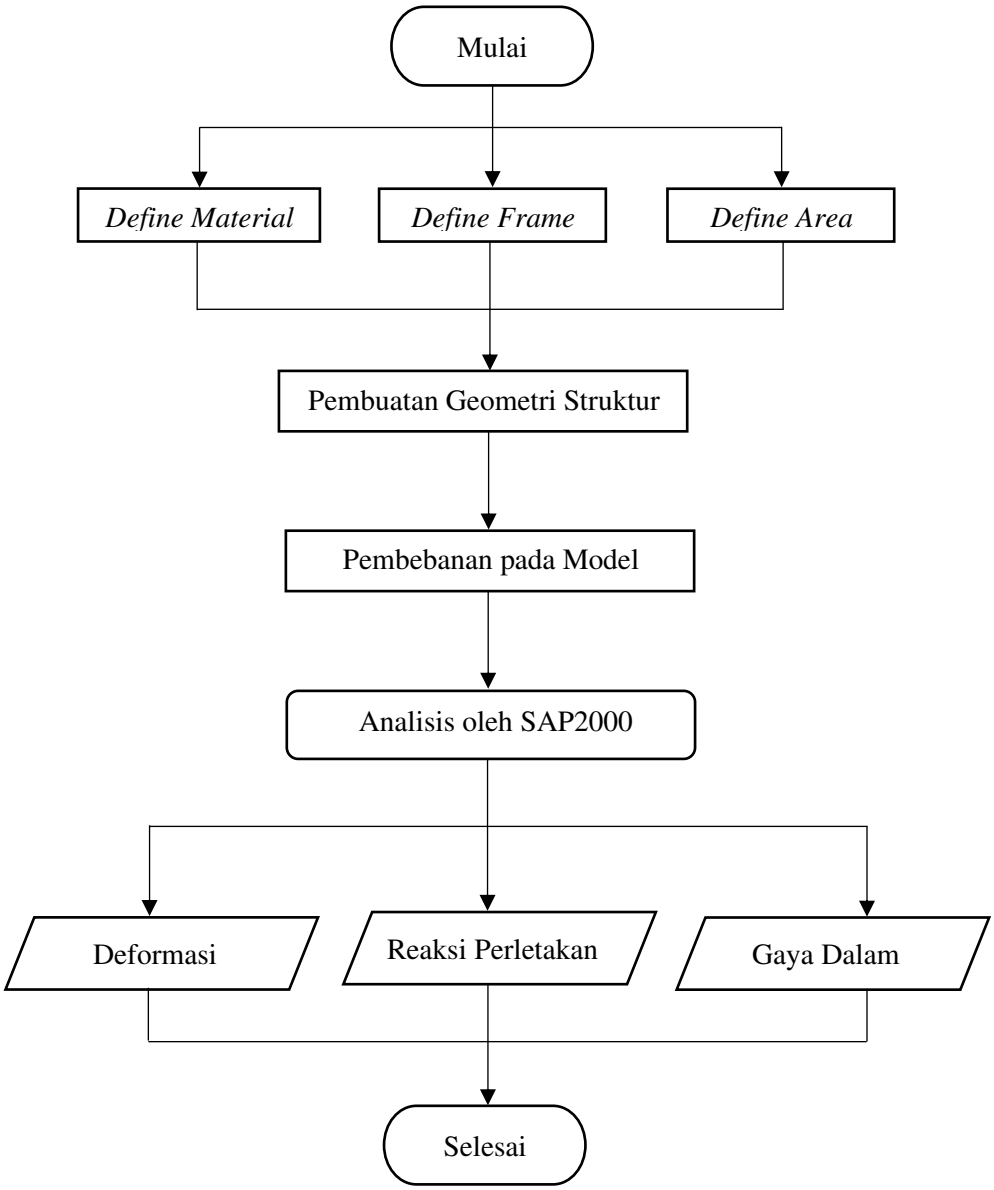
Gambar 5.36 *Quick Release Hook* 75T

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

5.7 Analisis Struktur *Dolphin*

SAP2000 adalah *software* yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini yang akan membantu dalam proses analisis dan pemodelan struktur *dolphin*. SAP2000 sendiri merupakan *Computer and Structures Inc* (CSI) yang menggunakan prinsip

elemen hingga, sama halnya seperti *software* SACS. Output atau keluaran dari *Software* SAP2000 ini adalah defleksi, gaya dalam serta reaksi perletakan dari struktur model akibat input beban yang diberikan. Hasil *output* tersebut akan digunakan sebagai analisis kekuatan serta kelayakan struktur dermaga yang direncanakan. Sedangkan input atau masukan dari *software* ini berupa pendefinisian material, kerangka struktur dan komponen area. Kemudian dapat dilakukan pembuatan geometri struktur. Setelah model struktur dibuat, didefinisikan lagi beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut. Berikut ini adalah diagram alir analisis struktur *dolphin* menggunakan SAP2000 :



Gambar 5.37 Bagan Alir Analisis Permodelan *Dolphin* Menggunakan SAP2000

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

5.7.1 Perhitungan *Fixity Point*

Fixity point merupakan kedalaman dimana tiang pancang berhenti berdeformasi secara lateral. Hasil perhitungan yang telah diolah dan diperoleh dari poyek pembangunan dermaga *jetty* PT. XYZ Kota Cilegon dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.29 *Fixity Point*

Description	Pile Information	Seabed Level (mCD)	Design Seabed Level (mCD)	PoVF		Remark
				Static Analysis		
				Level (mCD)	Depth (m)	
Junction Platform1 (SBH-10)	SPP Φ1066.8x19t		-20.05	-24.15	4.10	
	SPP Φ1219.2x21t		-20.05	-24.59	4.54	
Trestle Pier (NBH-13) (SGI)	SPP Φ1066.8x19t	-1.86	-2.26	-6.71	4.45	Zone3
	SPP Φ1219.2x21t	-1.86	-2.26	-7.17	4.91	
Trestle Pier (NBH-3)	SPP Φ1066.8x19t	-8.16	-13.00	-16.18	3.18	Zone1, Zone3
	SPP Φ1219.2x21t	-8.16	-13.00	-16.63	3.63	
Trestle Pier (NBH-5)	SPP Φ1066.8x19t	-14.50	-18.50	-21.79	3.29	Zone1
	SPP Φ1219.2x21t	-14.50	-18.50	-22.24	3.74	
Trestle Pier (NBH-6)	SPP Φ1066.8x19t	-15.00	-20.00	-23.18	3.18	Zone1, Zone2
	SPP Φ1219.2x21t	-15.00	-20.00	-23.63	3.63	
Trestle Pier (NBH-7)	SPP Φ1066.8x19t	-14.00	-20.00	-23.18	3.18	
	SPP Φ1219.2x21t	-14.00	-20.00	-23.63	3.63	
Trestle Pier (NBH-8)	SPP Φ1066.8x19t	-14.00	-17.00	-20.49	3.49	
	SPP Φ1219.2x21t	-14.00	-17.00	-20.96	3.96	
Trestle Pier (NBH-9)	SPP Φ1066.8x19t	-13.50	-15.50	-19.00	3.50	
	SPP Φ1219.2x21t	-13.50	-15.50	-19.48	3.98	
Trestle Pier (NBH-10)	SPP Φ1066.8x19t	-13.50	-18.50	-21.94	3.44	
	SPP Φ1219.2x21t	-13.50	-18.50	-22.42	3.92	
Trestle Pier (NBH-11)	SPP Φ1066.8x19t	-13.25	-17.25	-20.57	3.32	
	SPP Φ1219.2x21t	-13.25	-17.25	-21.03	3.78	
Trestle Pier (NBH-12)	SPP Φ1066.8x19t	-13.00	-16.00	-19.40	3.40	
	SPP Φ1219.2x21t	-13.00	-16.00	-19.86	3.86	
Trestle Pier (NBH-13)	SPP Φ1066.8x19t	-12.75	-16.25	-19.43	3.18	
	SPP Φ1219.2x21t	-12.75	-16.25	-19.86	3.61	

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

5.7.2 Kombinasi Pembebanan *Dolphin*

Berikut merupakan kombinasi pembebanan service dan ultimit yang diberikan pada permodelan berdasarkan Buku Perencanaan Pelabuhan oleh Bambang Triatmodjo hal 231 dan SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung :

a. Kombinasi pembebanan service
   1) D + SDL + LL + Env
   2) D + SDL + LL + Env + B

3) D + SDL + LL + Env + M

4) D + SDL + LL + E

b. Kombinasi pembebanan ultimit

1) 1,4D + 1,4SDL + 1,6LL + 1,4Env

2) 1,4D + 1,4SDL + 1,6LL + 1,4Env + 1,2B

3) 1,4D + 1,4SDL + 1,6LL + 1,4Env + 1,2M

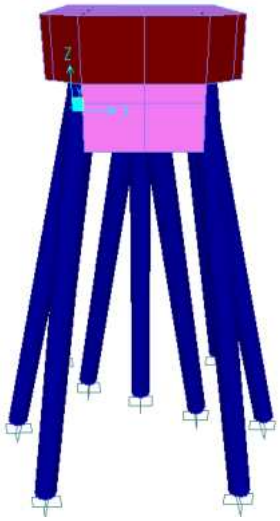
4) 1,2D + 1,2SDL + LL + E

5.7.3 Analasisis Struktur *Breasting Dolphin*

Ketentuan analisis permodelan struktur *breasting dolphin* adalah sebagai berikut :

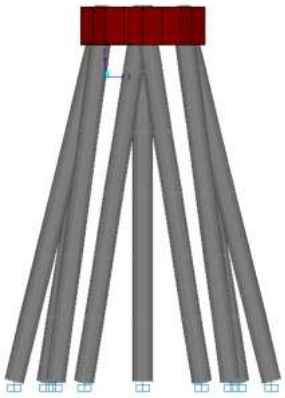
a. Gambar Permodelan

Berikut merupakan gambar permodelan dari *case* yang akan dibuat :



Gambar 5.38 Permodelan *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

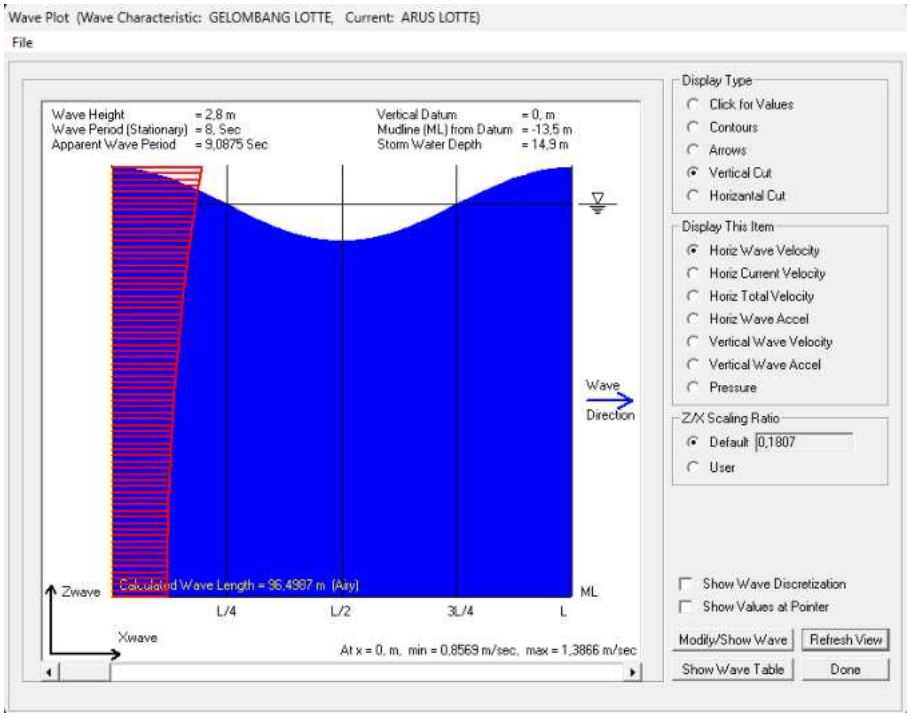


Gambar 5.39 Permodelan dengan Tumpuan *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

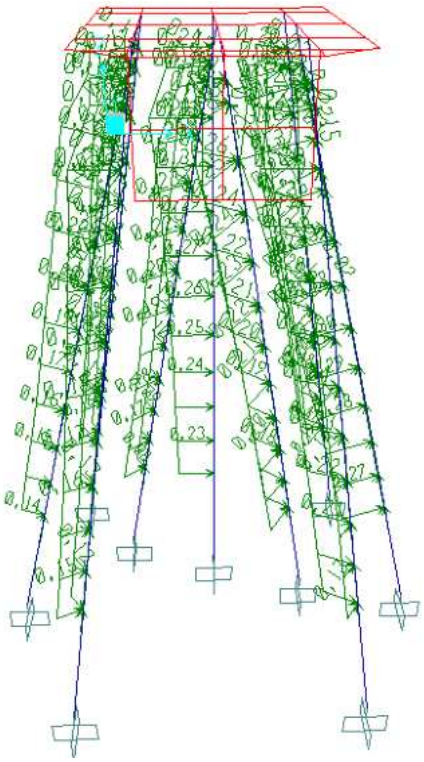
b. Permodelan pembebanan struktur *breasting dolphin*

1) Pembebanan arus dan gelombang



Gambar 5.40 *Wave and Current Characteristics Breasting Dolphin*

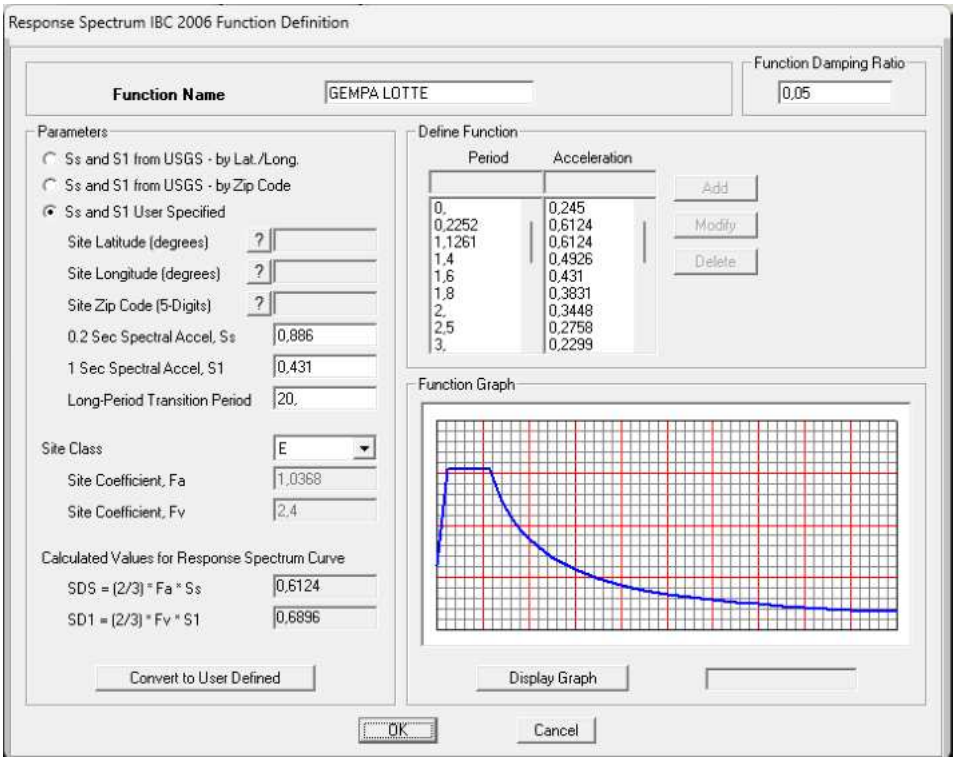
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.41 *Wave Load Pattern Breasting Dolphin*

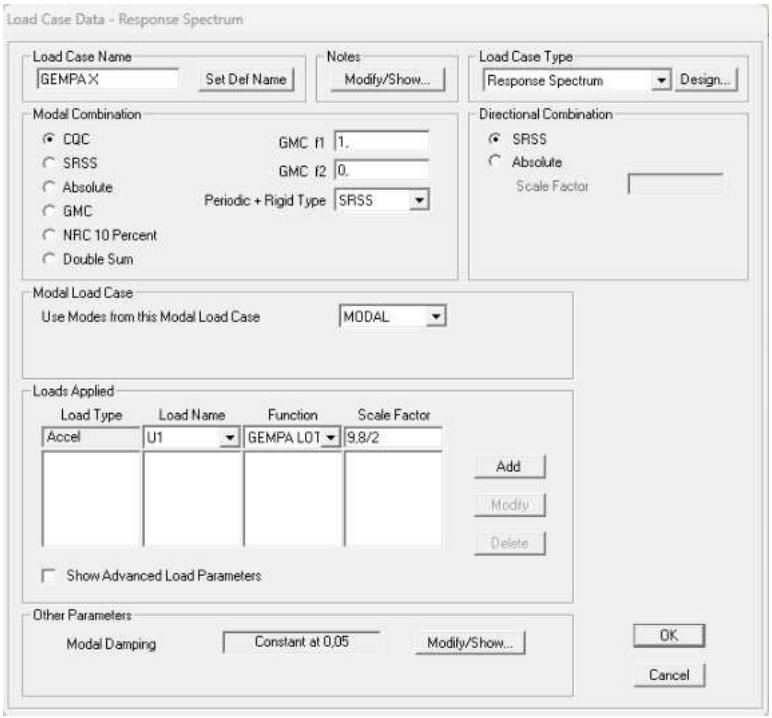
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

2) Pembebanan gempa



Gambar 5.42 *Properties Response Spectrum Breasting Dolphin*

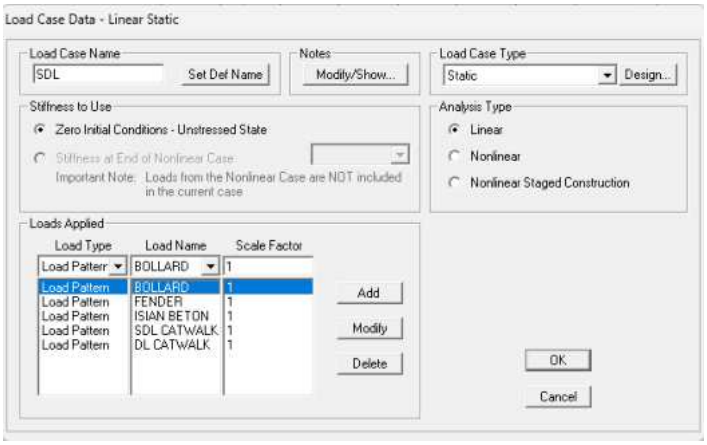
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.43 *Load Case* Data *Response Spectrum Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

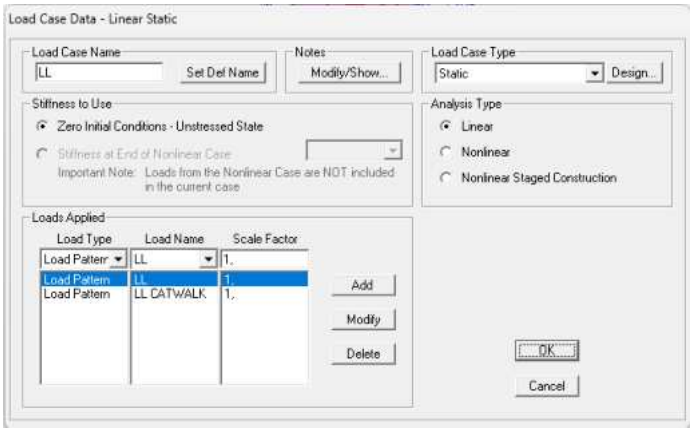
3) Beban mati tambahan



Gambar 5.44 *Load Case* Data SDL *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

4) Beban hidup tambahan

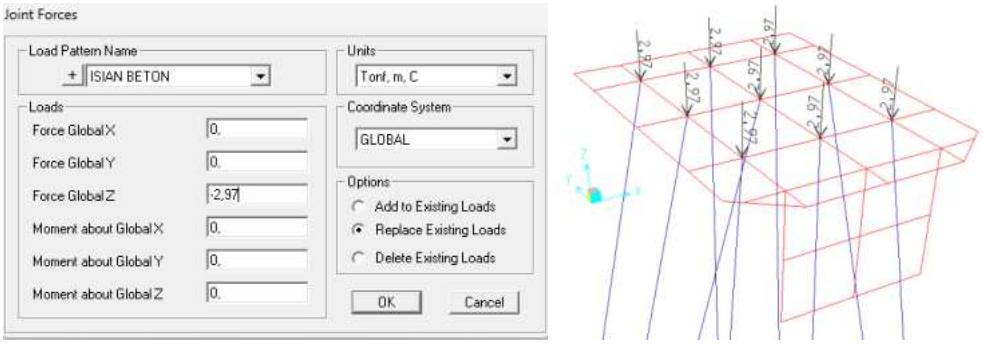


Gambar 5.45 *Load Case* Data LL *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

5) Pembebanan pada struktur:

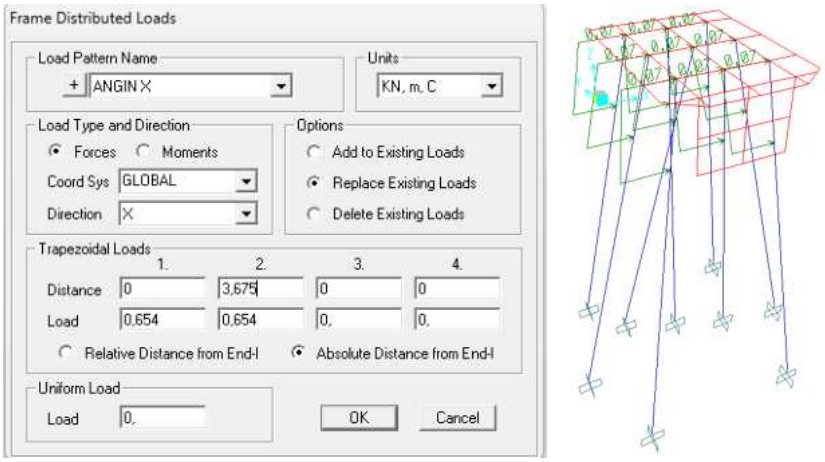
a) Beban isian beton pada *steel pile*



Gambar 5.46 Beban Isian Beton pada *Steel Pile Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

b) Beban angin arah x dan y pada *steel pile*



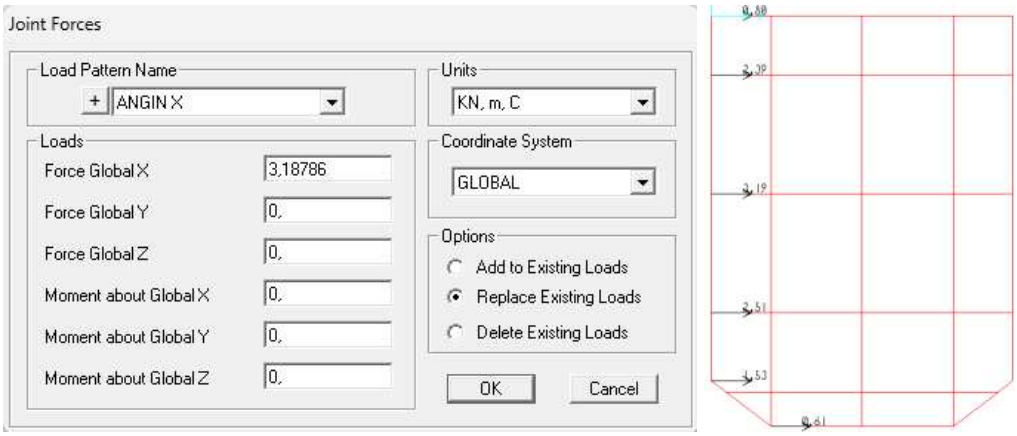
Gambar 5.47 Beban Angin Arah x pada *Steel Pile Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Gambar 5.48 Beban Angin Arah y pada *Steel Pile Breasting Dolphin*

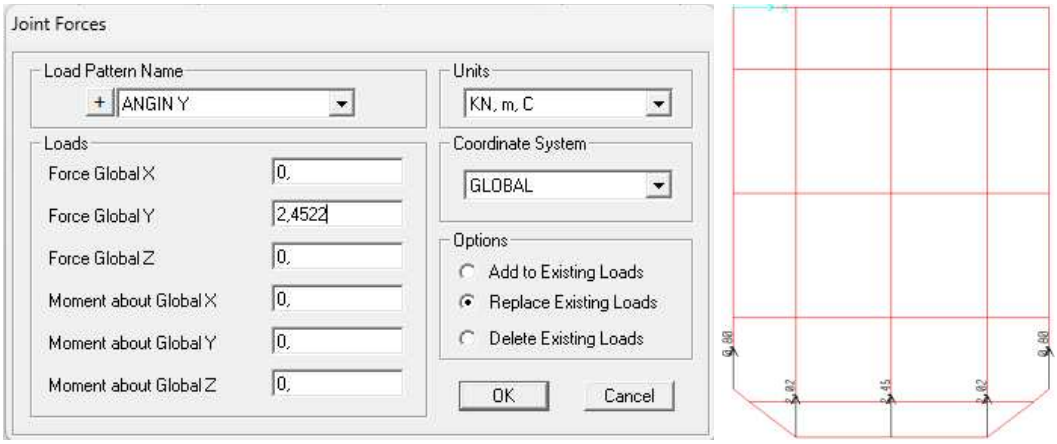
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c) Beban angin arah x dan y pada balok



Gambar 5.49 Beban Angin Arah x pada Balok *Breasting Dolphin*

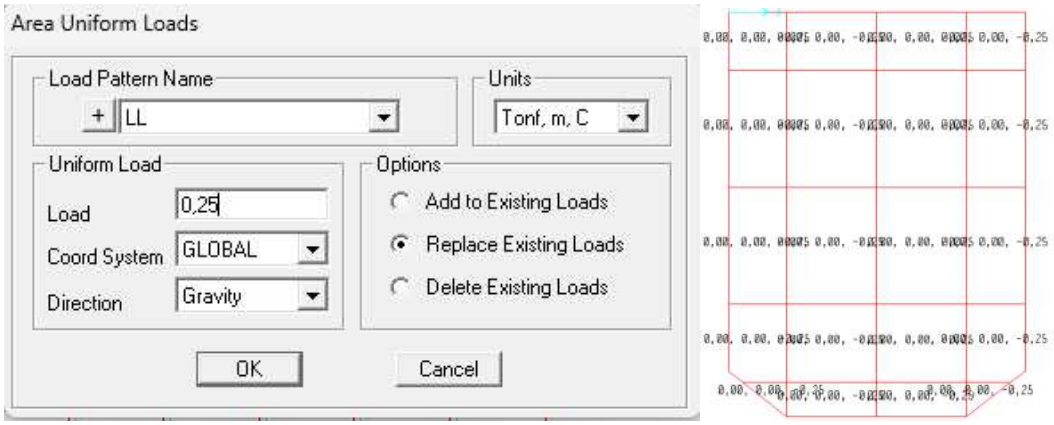
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.50 Beban Angin Arah y pada Balok *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

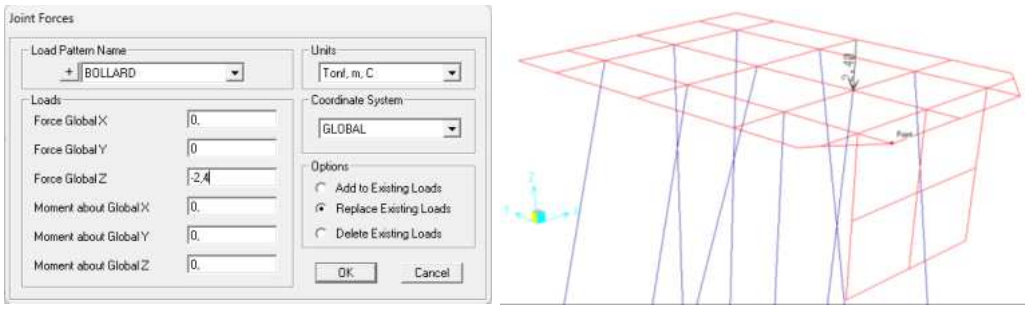
d) Beban hidup



Gambar 5.51 Beban Hidup *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

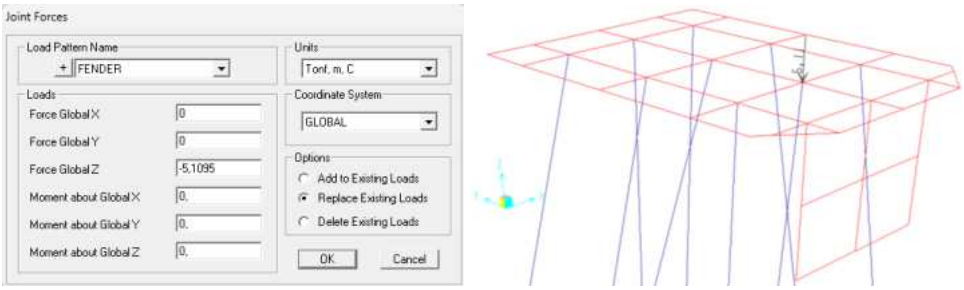
e) Beban *bollard*



Gambar 5.52 Beban *Bollard Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

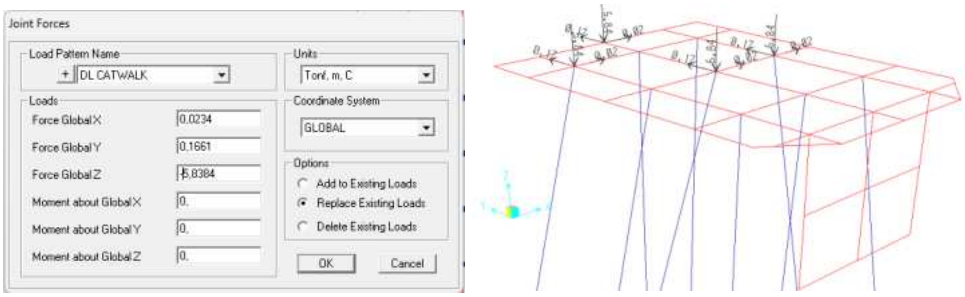
f) Beban *fender*



Gambar 5.53 Beban *Fender Breasting Dolphin*

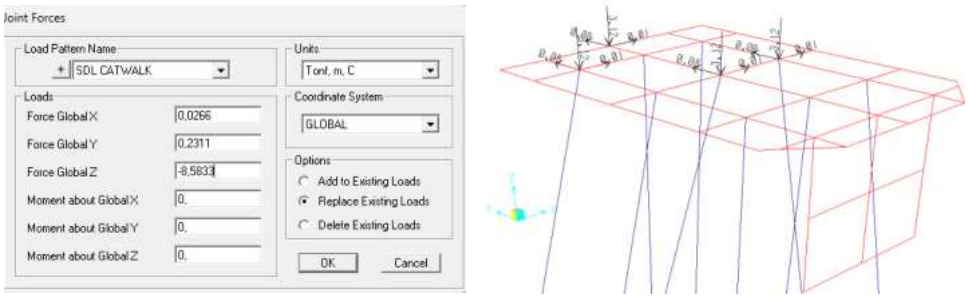
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

g) Beban *catwalk*



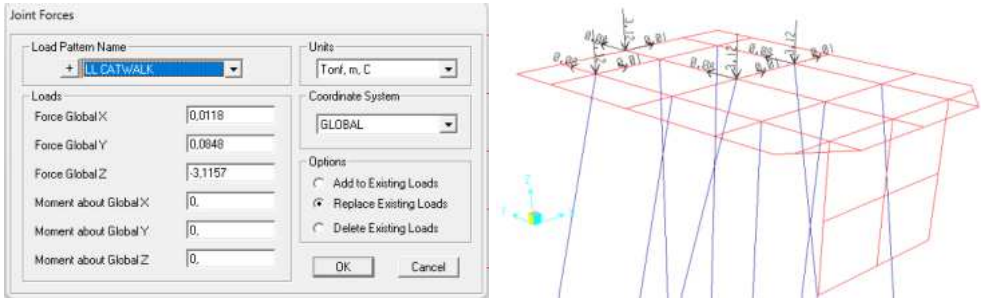
Gambar 5.54 Beban Mati *Catwalk Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.55 Beban Mati Tambahan *Catwalk Breasting Dolphin*

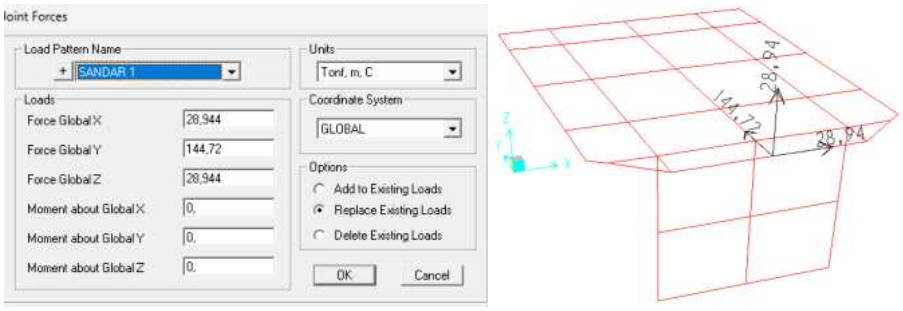
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.56 Beban Hidup *Catwalk Breasting Dolphin*

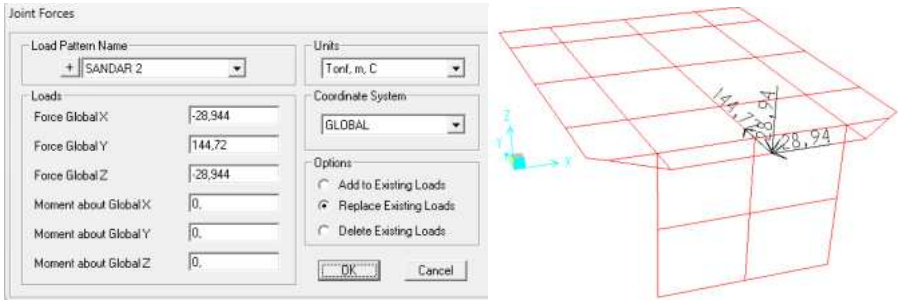
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

h) Beban sandar



Gambar 5.57 Beban Sandar 1 *Breasting Dolphin*

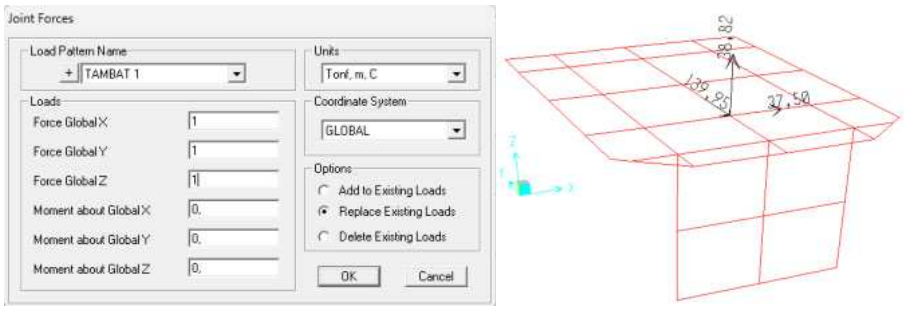
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.58 Beban Sandar 2 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

i) Beban tambat



Gambar 5.59 Beban Tambat 1 *Breasting Dolphin*

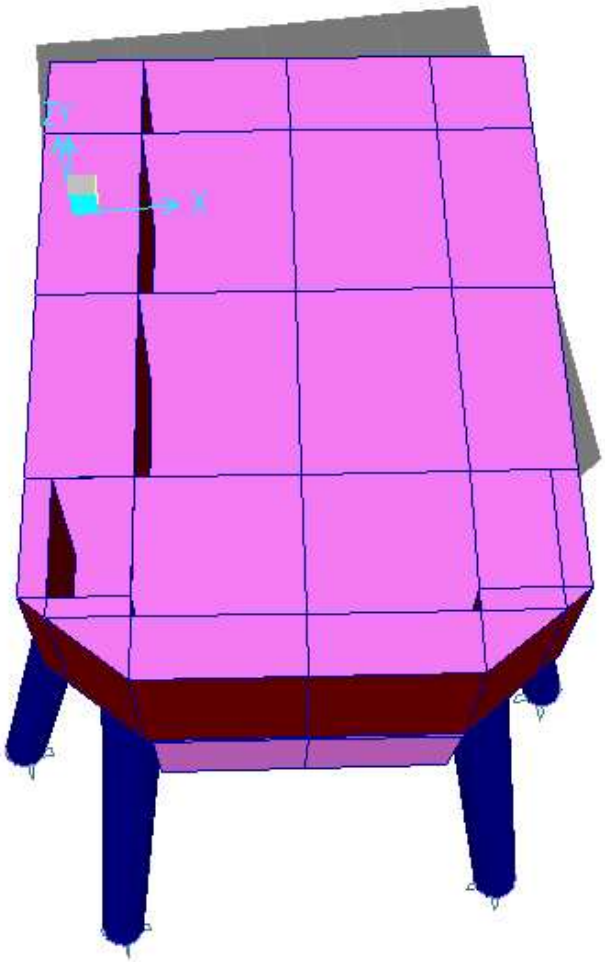
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c. Output

Berikut terlampir hasil output – output dari proses desain dan analisis model struktur *breasting dolphin* :

1) Deformasi struktur

Deformasi struktur merupakan bentuk perubahan struktur yang terjadi akibat adanya gaya dari luar maupun dari dalam.



Gambar 5.60 *Deformed Shape Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.30 Defleksi *Breasting Dolphin*

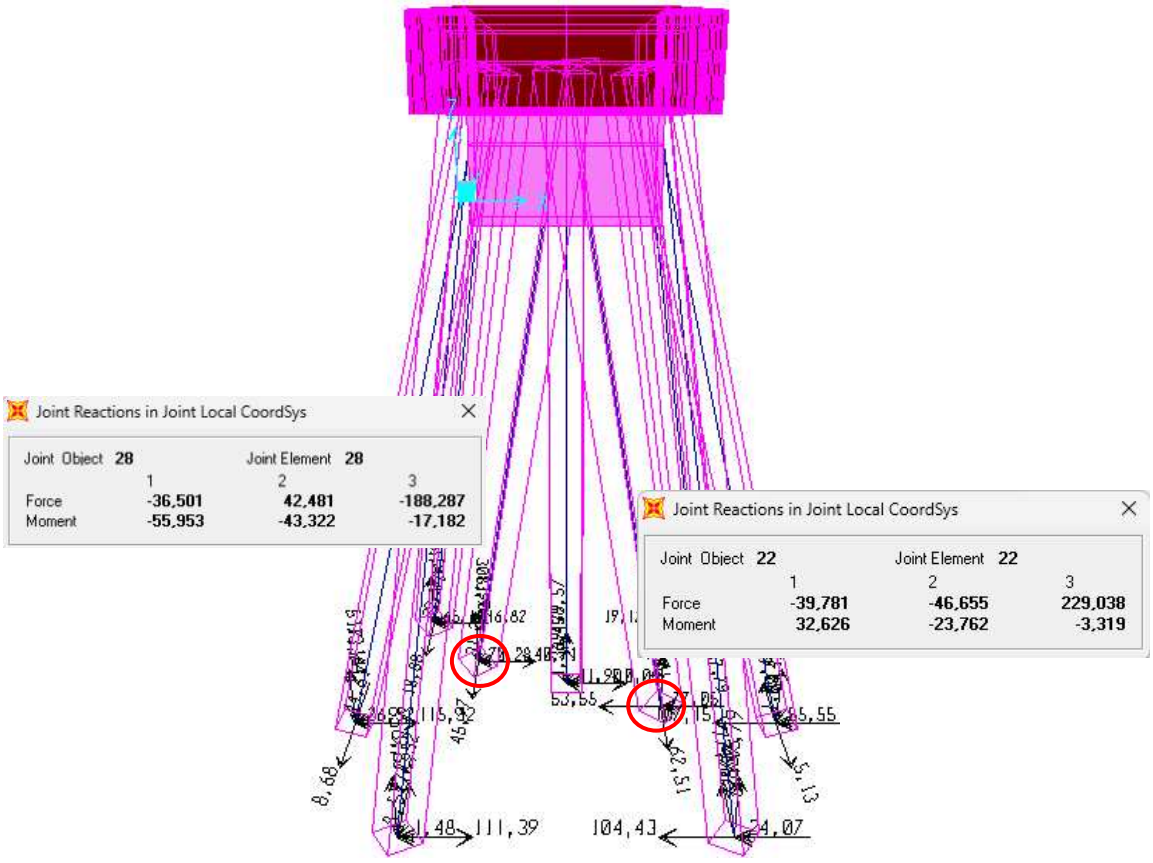
Kombinasi Beban	**Case Type Text**	**U1 cm**	**U2 cm**	**U3 cm**
Comb 1 - DL + LL + Env	Max	0,0031	-0,0013	-0,0005
	Min	0,0001	-0,0031	-0,0015
Comb 2 - DL + LL + Env + *Berthing*	Max	0,0061	0,0184	0,0015
	Min	-0,0076	0,0094	-0,0015
Comb 3 - DL + LL + Env + *Mooring*	Max	0,0182	-0,0069	0,0009
	Min	0,0001	-0,0212	-0,0041
Comb 4 - DL + LL + Gempa	Max	0,0082	0,0076	0,0004
	Min	-0,0092	-0,0124	-0,0023

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Pengecekan defleksi pada dermaga biasanya tidak lebih dari 0,6 cm dan defleksi maksimum yang didapat sebesar 0,0182 cm. Maka, defleksi struktur *breasting dolphin* dikatakan memenuhi syarat.

2) Reaksi perletakan

Tumpuan adalah tempat bersandarnya suatu konstruksi & tempat bekerjanya reaksi.



Gambar 5.61 Reaksi Perletakan *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.31 Joint Reaksi *Breasting Dolphin*

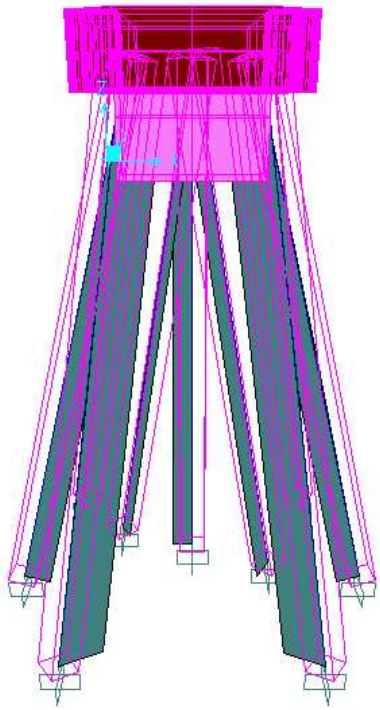
Kombinasi Beban	Case Type Text	F1 Tonf	F2 Tonf	F3 Tonf	M1 Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m
Comb 1 - DL + LL + Env	Max	11,7233	9,2309	98,2959	1,3652	-0,2782	3,5361
	Min	-20,2201	-10,3357	7,5418	-10,5283	-21,6257	-3,7716
Comb 2 - DL + LL + Env + *Berthing*	Max	30,0186	-2,2653	229,0294	65,9792	28,6442	23,3249
	Min	-39,7791	-46,6540	-66,8904	17,2800	-32,9870	-13,6197
Comb 3 - DL + LL + Env + *Mooring*	Max	27,3584	42,4835	220,7187	-9,5887	0,6338	10,6417
	Min	-47,9747	-8,0946	-188,3067	-70,0277	-78,0218	-34,9923
Comb 4 - DL + LL + Gempa	Max	29,7223	18,6843	172,9514	29,7162	37,8674	16,4229
	Min	-28,4678	-29,5739	-66,2294	-39,9873	-33,9104	-15,6185

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berdasarkan analisis struktur *breasting dolphin* didapat gaya aksial (P) pada kondisi tekan sebesar 229,0294 ton dan kondisi tarik sebesar -188,3067 ton.

3) Gaya dalam

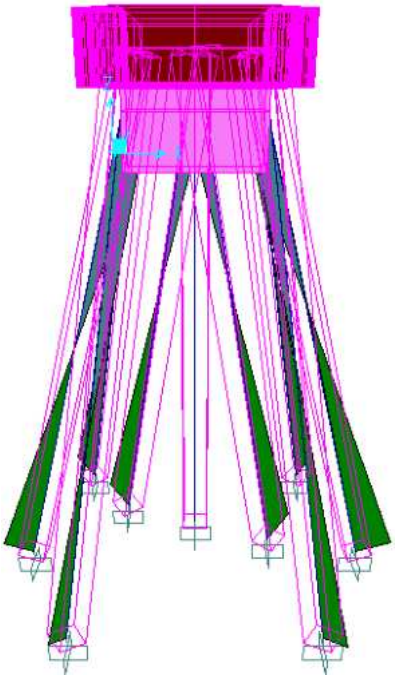
a) *Axial Force*



Gambar 5.62 *Axial Force Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

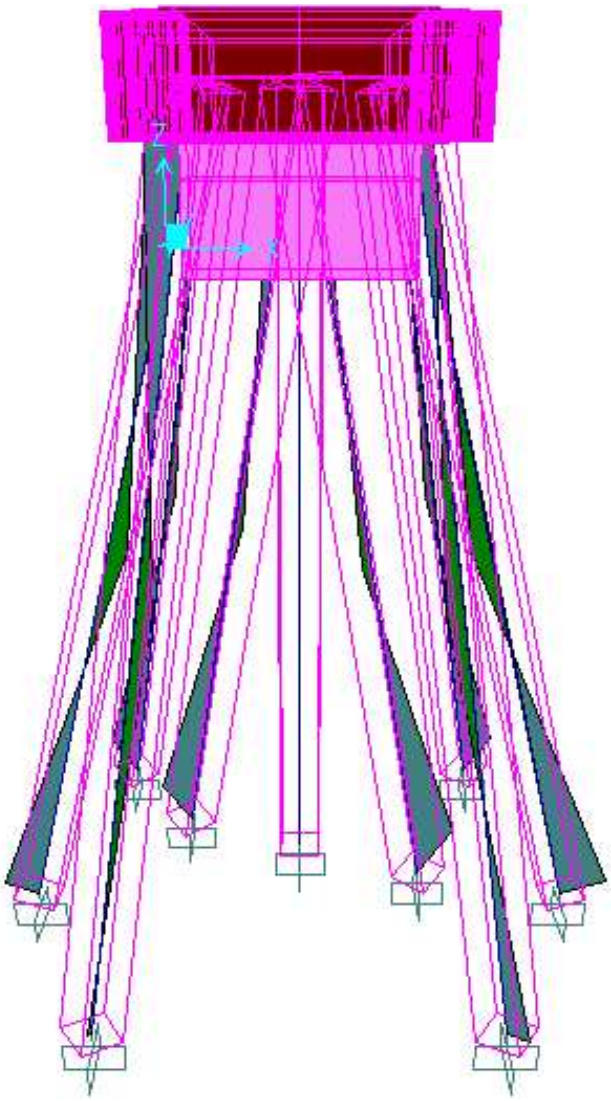
b) *Shear* 2-2



Gambar 5.63 *Shear* 2-2 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c) *Moment* 3-3



Gambar 5.64 *Moment* 3-3 *Breasting Dolphin*

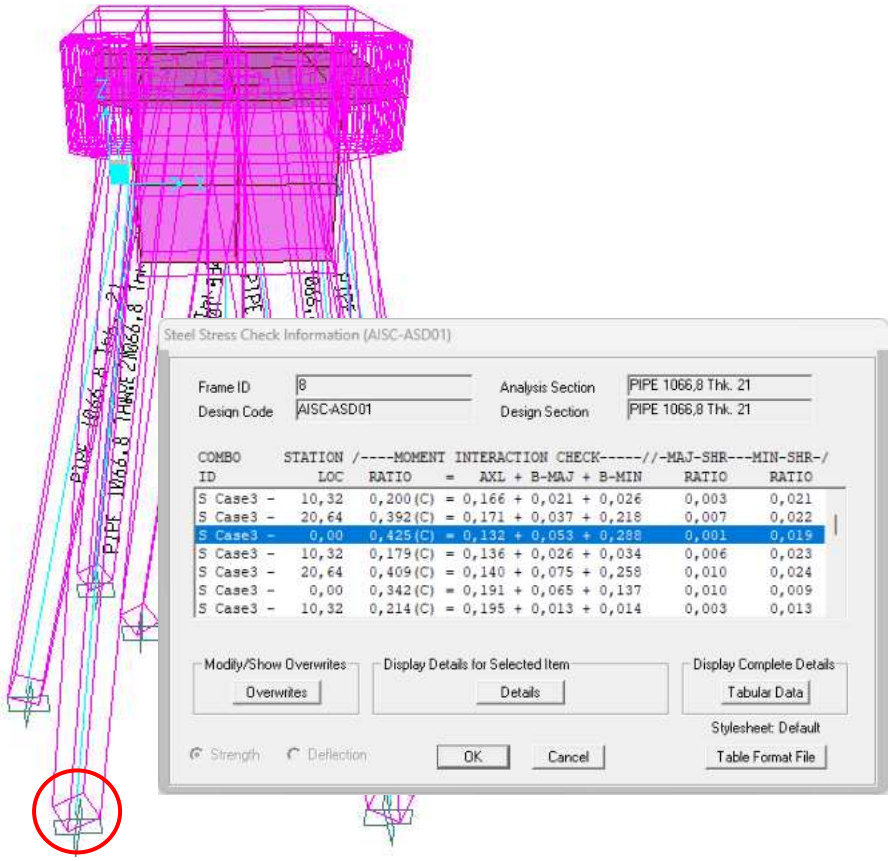
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.32 Gaya Dalam *Breasting Dolphin*

Kombinasi Beban	Case Type Text	P Tonf	V2 Tonf	V3 Tonf	T Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m
Comb 1 - DL + LL + Env	Max	0,6571	3,6723	1,6668	-1,0778	20,1120	19,2428
	Min	-99,2129	-2,8900	-2,7119	-1,6254	-12,3769	-21,2013
Comb 2 - DL + LL + Env + *Berthing*	Max	77,9135	5,9157	5,6313	4,3481	65,0287	46,9278
	Min	-237,0608	-5,9691	-7,8409	-15,1564	-81,5134	-50,2344
Comb 3 - DL + LL + Env + *Mooring*	Max	203,9006	8,6741	10,6399	18,4507	106,1142	73,7796
	Min	-223,7219	-8,0491	-7,5307	1,4380	-95,1508	-80,9980
Comb 4 - DL + LL + Gempa	Max	80,3875	4,3934	4,0606	12,4265	45,6235	29,7699
	Min	-175,5969	-3,9604	-3,9117	-14,5686	-44,6811	-36,8047

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

4) Keamanan struktur



Gambar 5.65 Keamanan Struktur *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.33 Rasio *Breasting Dolphin*

Kombinasi Beban	**Ratio** Unitless	**Syarat Batas** Unitless	**Keterangan** Text
Comb 1 - DL + LL + Env	0,1445	1,00	AMAN
Comb 2 - DL + LL + Env + *Berthing*	0,3428	1,00	AMAN
Comb 3 - DL + LL + Env + *Mooring*	0,4245	1,00	AMAN
Comb 4 - DL + LL + Gempa	0,2092	1,00	AMAN

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

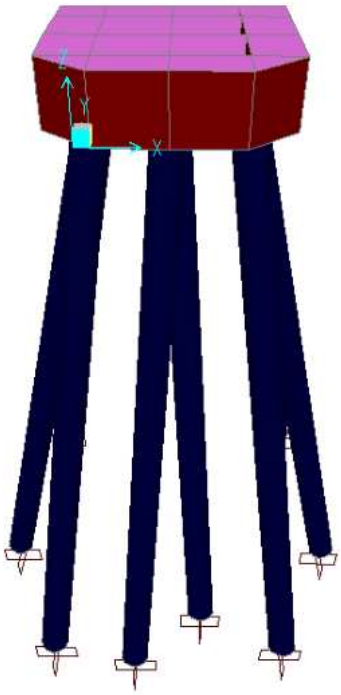
Kekuatan struktur tiang dilihat dari tiang pancang yang menopang. Apabila rasio (PMM) tiang pancang lebih dari 1,00 maka tiang pancang tersebut mengalami *overstressed* atau melebihi kapasitas kekuatannya. Berdasarkan analisis struktur *breasting dolphin* rasio terbesar didapat pada kondisi kombinasi pembebanan 3 yaitu sebesar 0,4245 dan syarat batas sebesar 1. Maka, kapasitas struktur *breasting dolphin* yang direncanakan mampu menahan beban-beban yang bekerja.

5.7.4 Analasisis Struktur *Mooring Dolphin*

Ketentuan analisis permodelan struktur *mooring dolphin* adalah sebagai berikut :

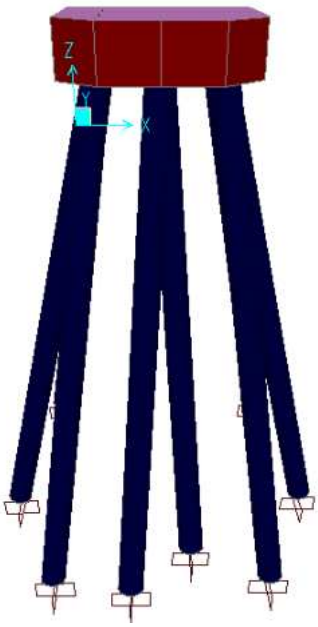
a. Gambar Permodelan

Berikut merupakan gambar langkah permodelan dari *case* yang akan dibuat :



Gambar 5.66 Permodelan *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

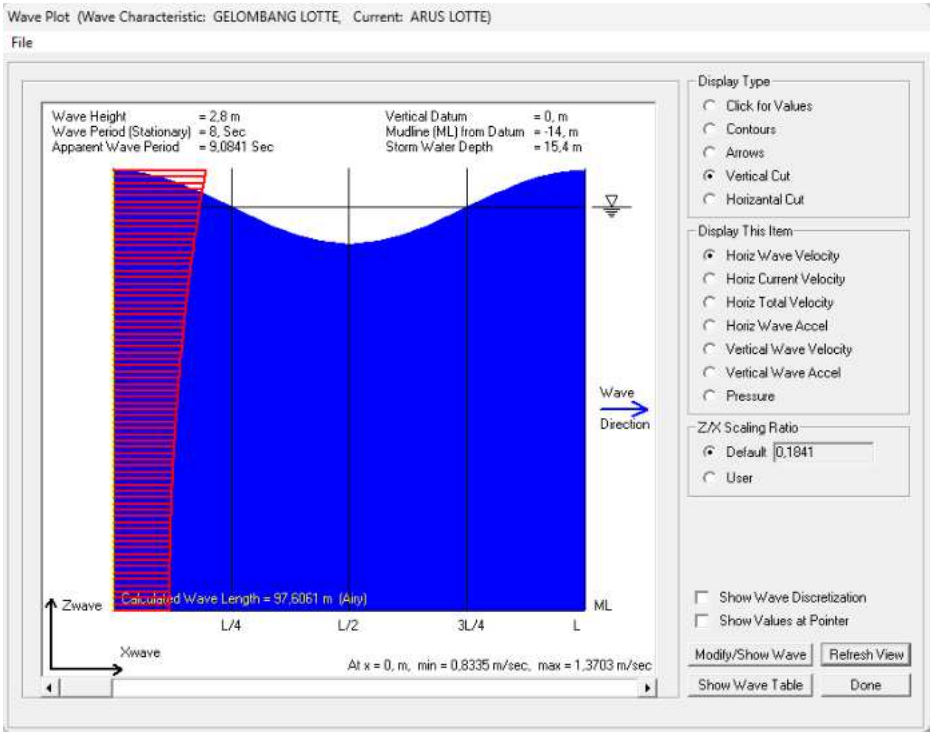


Gambar 5.67 Permodelan dengan Tumpuan *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

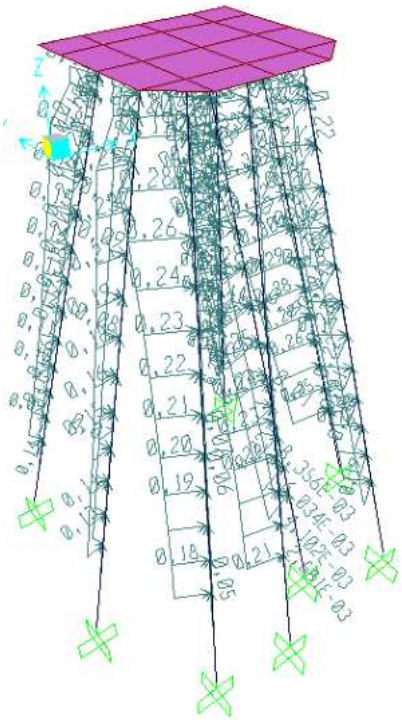
b. Pembebanan

1) Pembebanan arus dan gelombang



Gambar 5.68 *Wave and Current Characteristics Mooring Dolphin*

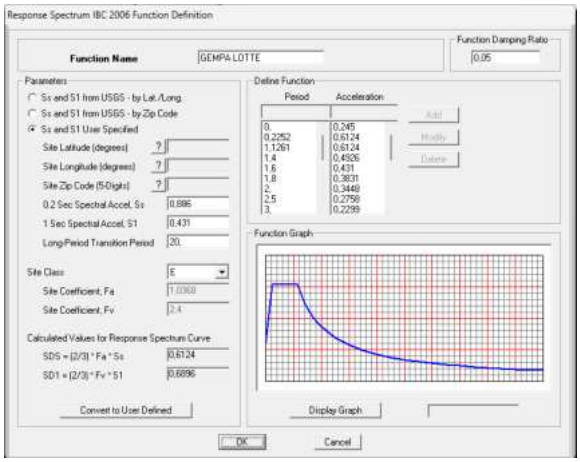
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.69 *Wave Load Pattern Mooring Dolphin*

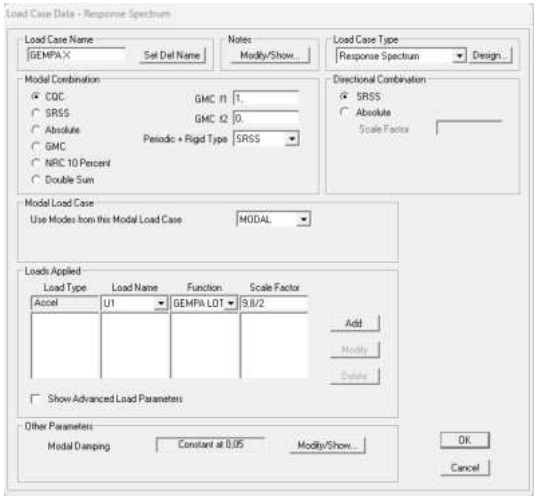
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

2) Pembebanan gempa



Gambar 5.70 *Properties Response Spectrum Mooring Dolphin*

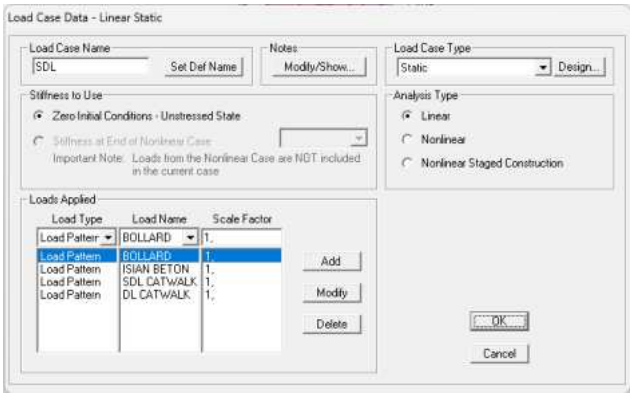
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.71 *Load Case* Data *Response Spectrum Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

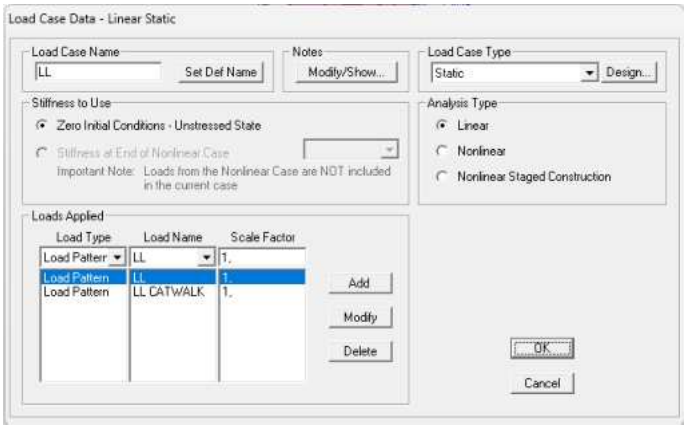
3) Beban mati tambahan



Gambar 5.72 *Load Case* Data SDL *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

4) Beban hidup tambahan

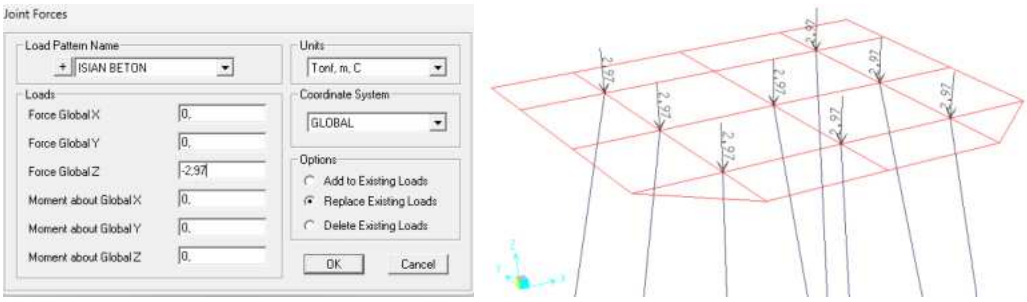


Gambar 5.73 *Load Case* Data LL *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

5) Pembebanan pada struktur:

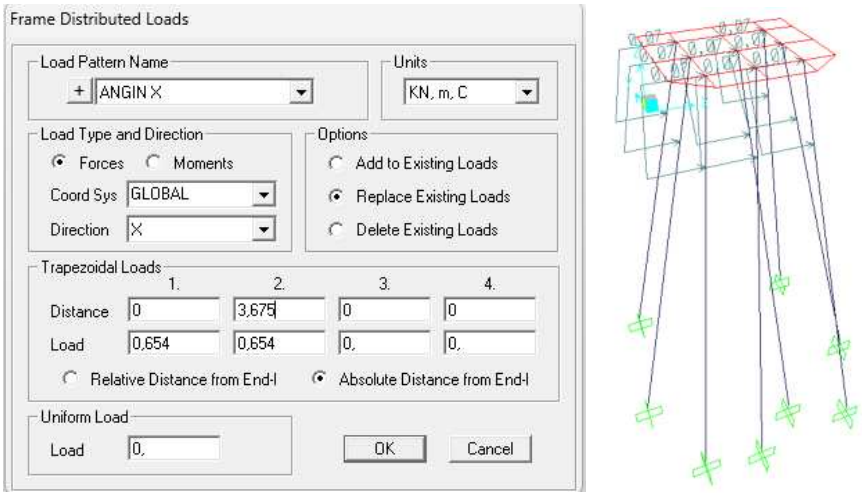
a) Beban isian beton pada *steel pile*



Gambar 5.74 Beban Isian Beton pada *Steel Pile Mooring Dolphin*

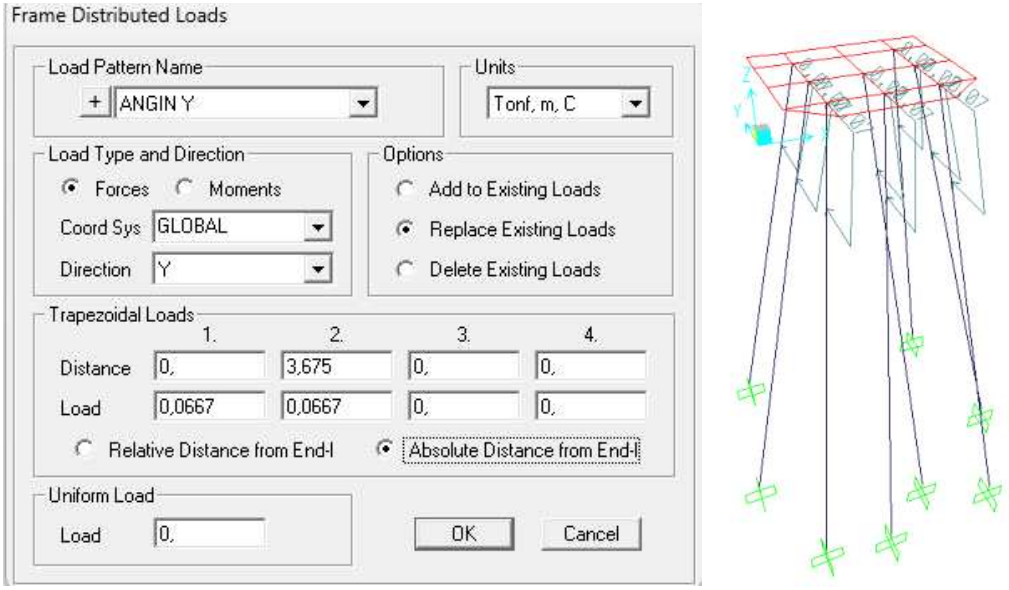
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

b) Beban angin arah x dan y pada *steel pile*



Gambar 5.75 Beban Angin Arah x *Steel Pile Mooring Dolphin*

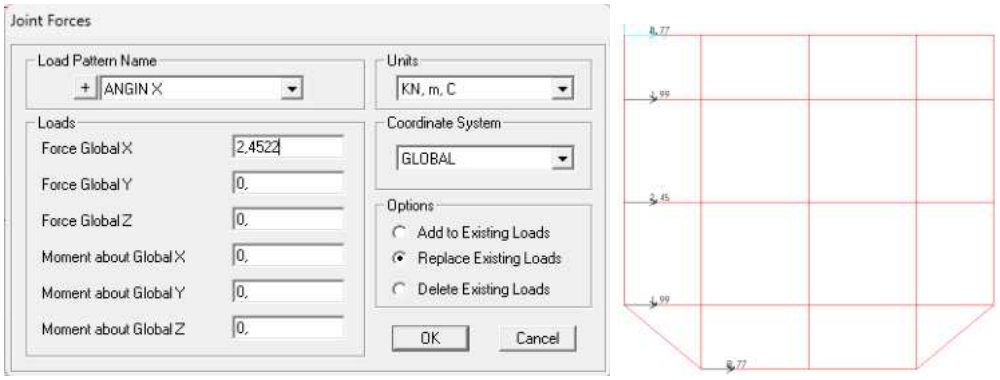
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.76 Beban Angin Arah y *Steel Pile Mooring Dolphin*

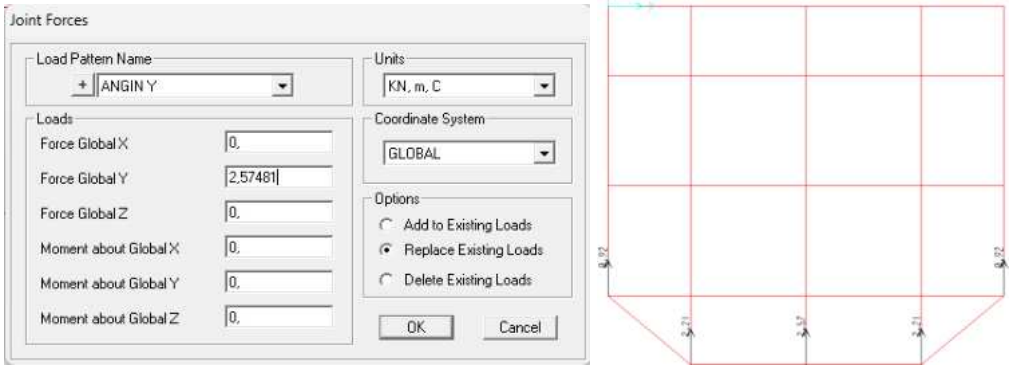
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c) Beban angin arah x dan y pada balok



Gambar 5.77 Beban Angin arah x pada Balok *Mooring Dolphin*

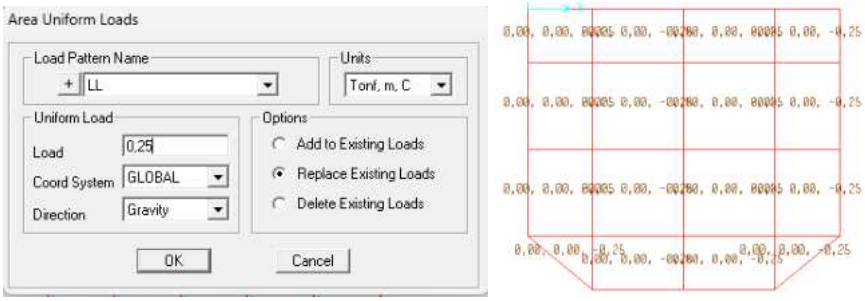
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.78 Beban Angin arah y pada Balok *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

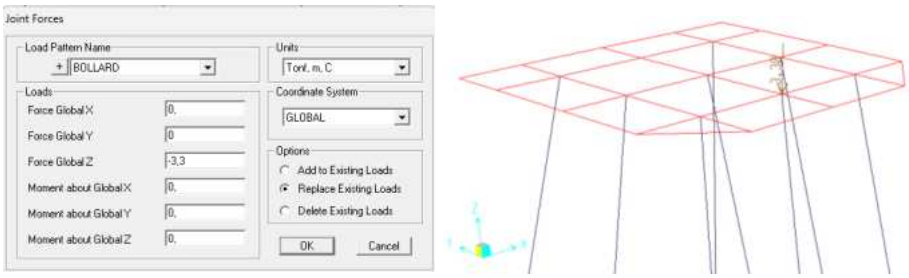
d) Beban hidup



Gambar 5.79 Beban Hidup *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

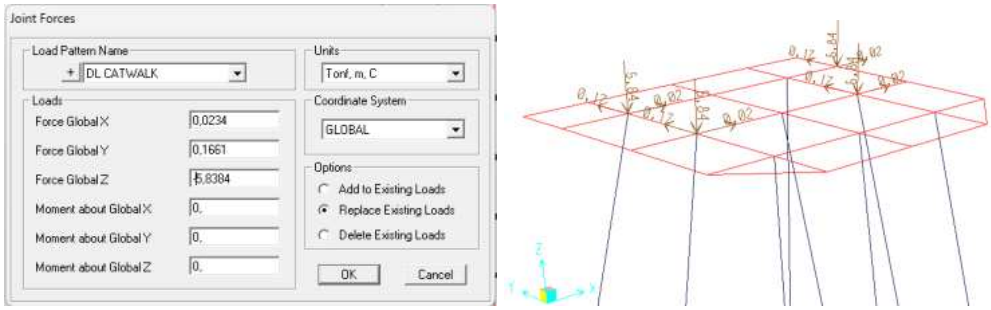
e) Beban *bollard*



Gambar 5.80 Beban *Bollard Mooring Dolphin*

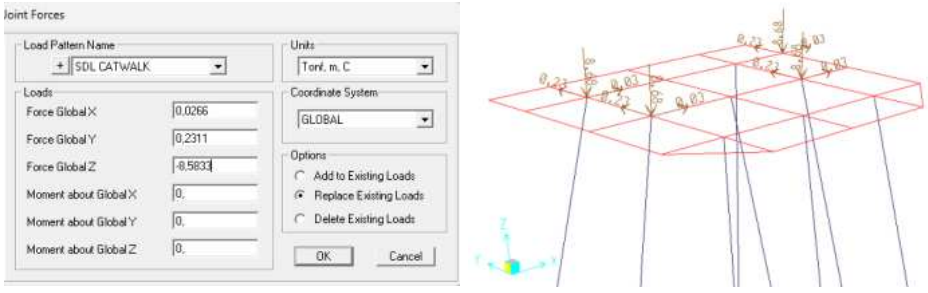
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

f) Beban *catwalk*



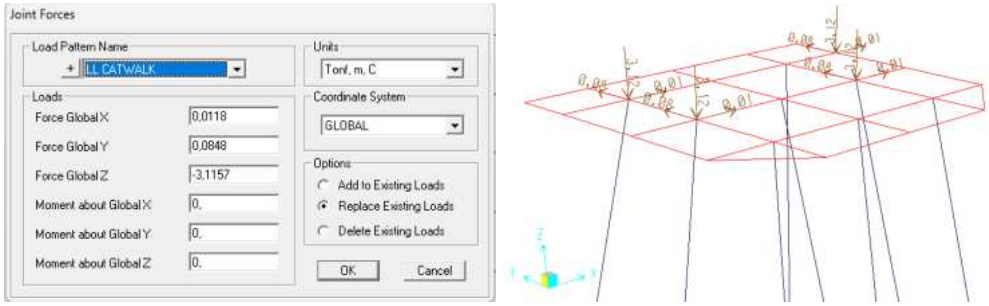
Gambar 5.81 Beban Mati *Catwalk Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.82 Beban Mati Tambahan *Catwalk Mooring Dolphin*

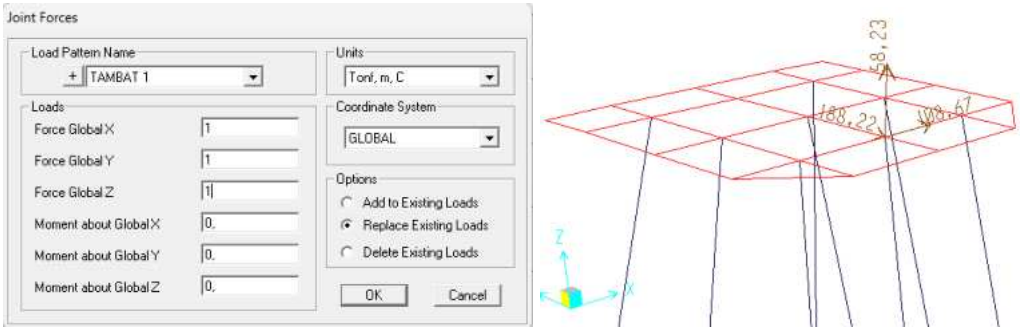
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.83 Beban Hidup *Catwalk Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

g) Beban tambat



Gambar 5.84 Beban Tambat 1 *Mooring Dolphin*

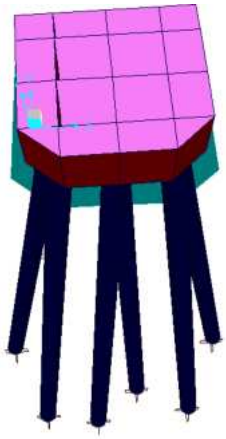
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c. Output

Berikut terlampir hasil output – output dari proses desain dan analisis model struktur *mooring dolphin* :

1) Deformasi struktur

Deformasi struktur merupakan bentuk perubahan struktur yang terjadi akibat adanya gaya dari luar maupun dari dalam.



Gambar 5.85 *Deformed Shape Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.34 Defleksi *Mooring Dolphin*

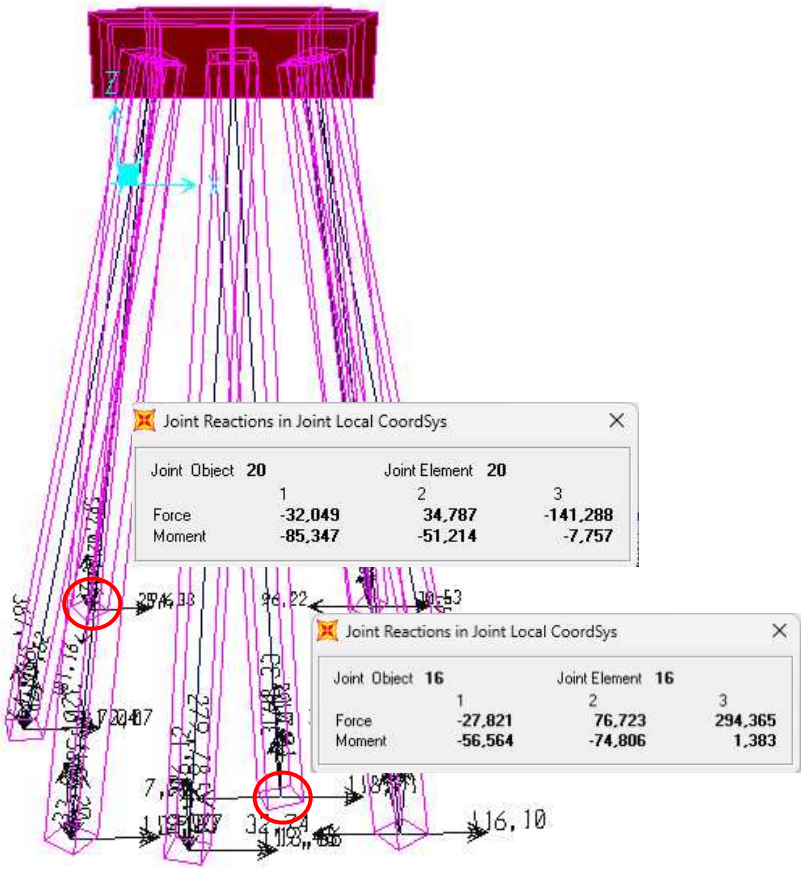
Kombinasi Beban	Case Type Text	U1 cm	U2 cm	U3 cm
Comb 1 - DL + LL + Env	Max	0,0038	0,0038	-0,0002
	Min	0,0010	0,0027	-0,0017
Comb 2 - DL + LL + Env + *Mooring*	Max	0,0293	-0,0069	0,0052
	Min	-0,0010	-0,0236	-0,0043
Comb 3 - DL + LL + Gempa	Max	0,0090	0,0098	0,0008
	Min	-0,0095	-0,0044	-0,0030

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Pengecekan defleksi pada dermaga biasanya tidak lebih dari 0,6 cm dan defleksi maksimum yang didapat sebesar 0,0293 cm. Maka, defleksi struktur *mooring dolphin* dikatakan memenuhi syarat.

2) Reaksi perletakan

Tumpuan adalah tempat bersandarnya suatu konstruksi dan tempat bekerjanya reaksi.



Gambar 5.86 Reaksi Perletakan *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.35 Joint Reaksi *Mooring Dolphin*

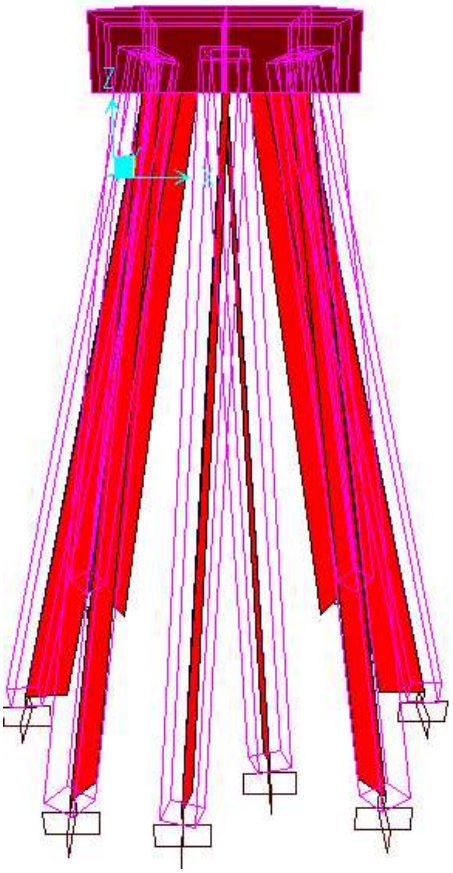
Kombinasi Beban	Case Type Text	F1 Tonf	F2 Tonf	F3 Tonf	M1 Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m
Comb 1 - DL + LL + Env	Max	13,2012	7,3523	91,2070	16,4172	-2,2925	5,7413
	Min	-17,8597	-17,0207	17,3545	4,6122	-24,6547	-5,6905
Comb 2 - DL + LL + Env + *Mooring*	Max	18,0556	77,9389	294,3652	-11,8457	6,4805	21,9123
	Min	-55,2666	-6,8030	-141,2883	-89,5841	-113,8216	-36,0228
Comb 3 - DL + LL + Gempa	Max	26,5922	23,0789	142,1139	38,4358	38,7447	10,7736
	Min	-26,1647	-27,5342	-46,2510	-21,2886	-36,0176	-10,8878

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berdasarkan analisis struktur *mooring dolphin* didapat gaya aksial (P) pada kondisi tekan sebesar 294,3652 ton dan kondisi tarik sebesar -141,2883 ton. Sedangkan, gaya lateral (H) tiang pancang Ø1066.8x21t sebesar 77,9389 ton.

3) Gaya dalam

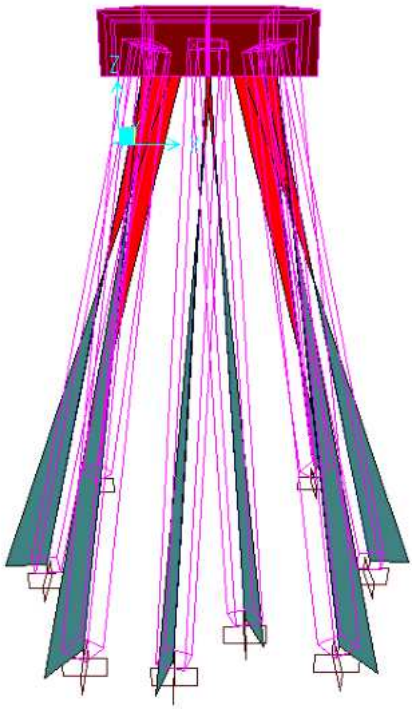
a) *Axial Force*



Gambar 5.87 *Axial Force Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

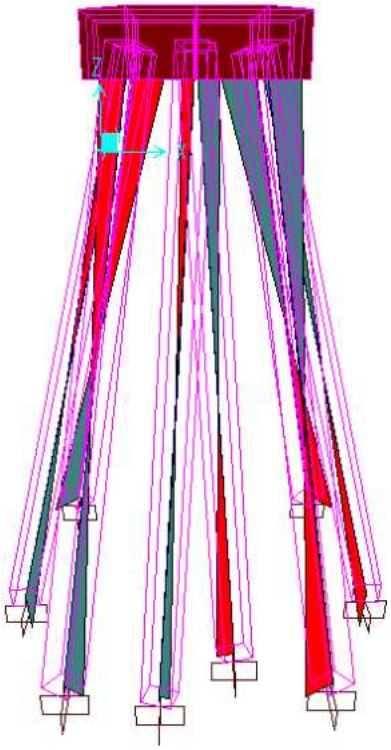
b) *Shear* 2-2



Gambar 5.88 *Shear* 2-2 *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c) *Moment* 3-3



Gambar 5.89 *Moment* 3-3 *Mooring Dolphin*

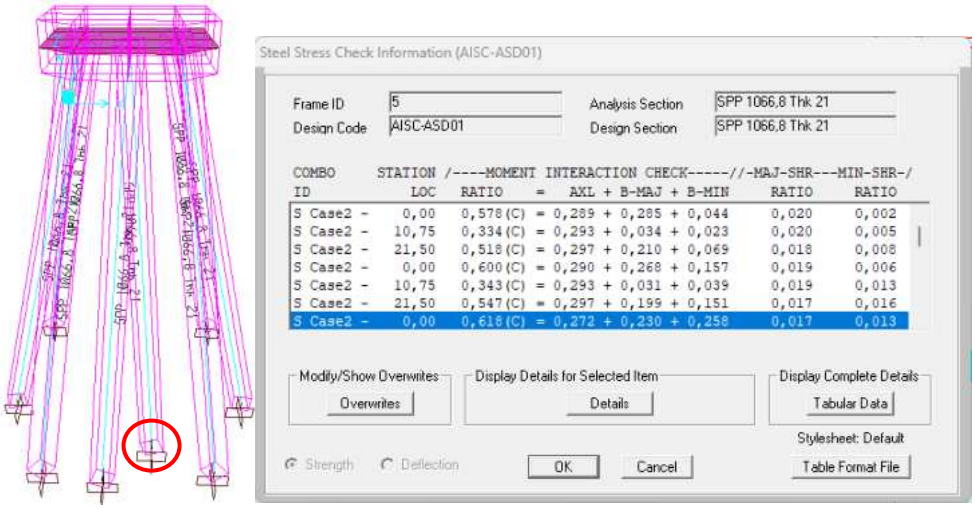
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.36 Gaya Dalam *Mooring Dolphin*

Kombinasi Beban	Case Type Text	P Tonf	V2 Tonf	V3 Tonf	T Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m
Comb 1 - DL + LL + Env	Max	-9,5968	4,1782	3,2407	0,8139	20,2023	17,1698
	Min	-94,1841	-2,3914	-2,6497	-0,0865	-23,3624	-26,3936
Comb 2 - DL + LL + Env + *Mooring*	Max	156,2719	12,1280	14,6314	21,3076	153,8213	111,7071
	Min	-305,2969	-10,3054	-9,1133	-1,8461	-130,1757	-110,9492
Comb 3 - DL + LL + Gempa	Max	60,1630	5,0850	3,7252	4,8909	45,2299	39,3142
	Min	-146,8792	-5,0648	-4,1071	-3,9461	-49,9853	-49,5522

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

d) Keamanan struktur



Gambar 5.90 Keamanan Struktur *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.37 Rasio *Mooring Dolphin*

Kombinasi Beban	Ratio Unitless	Syarat Batas Unitless	Keterangan Text
Comb 1 - DL + LL + Env	0,1407	1,00	AMAN
Comb 2 - DL + LL + Env + *Mooring*	0,6181	1,00	AMAN
Comb 3 - DL + LL + Gempa	0,2019	1,00	AMAN

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Kekuatan struktur tiang dilihat dari tiang pancang yang menopang. Apabila rasio (PMM) tiang pancang lebih dari 1,00 maka tiang pancang tersebut mengalami *overstressed* atau melebihi kapasitas kekuatannya. Berdasarkan analisis struktur *mooring dolphin* rasio terbesar didapat pada kondisi kombinasi pembebanan 2 yaitu sebesar 0,6181 dan syarat batas sebesar 1. Maka, kapasitas struktur *mooring dolphin* yang direncanakan mampu menahan beban-beban yang bekerja.

5.8 Daya Dukung Aksial Tiang Pancang

5.8.1 Daya Dukung Aksial Tiang Pancang *Breasting Dolphin*

Daya dukung aksial tiang merupakan beban izin yang dapat ditanggung oleh 1 buah tiang yang ditancapkan pada suatu lokasi dan pada kedalaman tertentu. Berikut perhitungan daya dukung aksial tiang pancang pada struktur *breasting dolphin* :

a. Daya dukung izin tekan berdasarkan data N-SPT

Berikut perhitungan daya dukung aksial tiang pancang pada struktur *breasting dolphin* dengan metode mayerhof berdasarkan data N-SPT yang ditunjukkan pada Tabel 5.2 pada kedalaman 12 m di bawah permukaan tiang.

Diketahui :

1) Diameter tiang (D) = 1,0668 m
   = 106,68 cm
2) Jari-jari tiang (r) $= \frac{D}{2}$
   $= \frac{1066,8}{2}$
   = 533,4 mm
3) Tebal tiang (t) = 0,021 m
   = 2,1 cm
4) Kuat tekan beton (fc') = 35 MPa
5) Teg. leleh baja (σ) = 310 MPa
   = 3161,07 kg/cm^2
6) Teg. Aksial ijin $= \frac{\sigma}{1,5}$
   $= \frac{3161,07}{1,5}$
   = 2107,38 kg/cm^2
7) Modulus elastisitas untuk Penguatan (Es) = 200000 MPa
8) Luas permukaan ujung (A_p) $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$
   $= \frac{1}{4} \times \pi \times 1,0668^2$
   = 0,8379 m
   = 83,7863 cm

9) Keliling segmen tiang (A_{st}) $= \pi \times$ kedalaman $\times D$

$= \pi \times 100 \times 0{,}8379$

$= 40{,}2174$ m

10) Berat penampang tiang pancang (m) $= (D - t) \times t \times 0{,}02466$

$= (1066{,}8 - 21) \times 21 \times 0{,}02466$

$= 541{,}58$ kg

11) Momen Inersia (I) $= \frac{2}{3} \times m \times r^2$

$= \frac{2}{3} \times 541{,}58 \times 5{,}334^2$

$= 10272{,}50$ kg/m^2

12) Panjang tiang pancang yang ditinjau (e) = Seabed

= 13,50 m

13) *Fixity point* (Zf) = 3,18 m

14) Faktor keamanan (SF) = 2,5

15) P aktual = 229,0294 ton

Penyelesaian :

Daya dukung ujung tiang (Qp) $= 40 \times N \times Ap$

$= 40 \times 100 \times 0{,}8379$

$= 3351{,}4510$ ton

Daya dukung selimut tiang (Qs) $= (0{,}5 \times As) \times N$

$= (0{,}5 \times 40{,}2174) \times 100$

$= 2010{,}8706$ ton

Daya dukung ultimate tiang (Qu_{tekan}) $= Qp + Qs$

$= 3351{,}4510 + 2010{,}8706$

$= 5362{,}3217$ ton

Daya dukung izin ($Qizin_{tekan}$) $= \frac{Qu}{SF}$

$= \frac{5362{,}3217}{2{,}5}$

$= 2144{,}9286$ ton

P aktual (229,0294 ton) < Q izin (2144,9286 ton) **OK**

Untuk perhitungan daya dukung tiang selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.38 berikut.

Tabel 5.38 Daya Dukung Tekan Tiang Berdasarkan data NSPT *Breasting Dolphin*

Depth (m)	**Jenis tanah**	**Li** (m)	***Soil Parameter***			**Li × Fi** (t/m)	**ΣLi × Fi** (t/m)	**Ap** (m^2)	**As** (m)	**Diameter: 1,0668 m**			
			N	**qd** (t/m^2)	**Fi** (t/m^2)					**Qp** (ton)	**Qs** (ton)	**Q_{ult}** (ton)	**Q_{izin}** (ton)
0	clay	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	clay	1,5	1	20	1	1,5	1,5	0,84	5,03	33,51	1,01	34,52	13,81
3	clay	1,5	2	40	2	3	4,5	0,84	10,05	67,03	4,02	71,05	28,42
4,5	clay	1,5	8	160	8	12	16,5	0,84	15,08	268,12	60,33	328,44	131,38
6	sand	1,5	94	3760	18,8	28,2	44,7	0,84	20,11	3150,36	945,11	4095,47	1638,19
7,5	sand	1,5	94	3760	18,8	28,2	72,9	0,84	25,14	3150,36	1181,39	4331,75	1732,70
9	sand	1,5	97	3880	19,4	29,1	102	0,84	30,16	3250,91	1462,91	4713,82	1885,53
10,5	sand	1,5	98	3920	19,6	29,4	131,4	0,84	35,19	3284,42	1724,32	5008,74	2003,50
12	sand	1,5	100	4000	20	30	161,4	0,84	40,22	3351,45	2010,87	5362,32	2144,93

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Modulus *section* tiang baja (W) $= \frac{\pi \times (D^4 - (D - 2 \times t^4))}{32 \times D}$

$= \frac{\pi \times (106{,}68^4 - (106{,}68 - 2 \times 2{,}1^4))}{32 \times 106{,}68}$

$= 119192{,}4339\ cm^3$

Momen ultimate pada tiang (Mu) $= \sigma \times W$

$= 3161{,}07 \times 119192{,}4339$

$= 376775627$ kg-cm

$= 4153{,}2621$ ton

M aktual $= 65{,}9792$ ton

M ultimate (4153,2621 ton) > M aktual (65,9792 ton) **OK**

Kontrol terhadap kekuatan bahan (σ) $= \frac{P}{A} \pm \frac{M}{W}$

$= \frac{2144{,}93 \times 10^3}{8378{,}62} + \frac{65{,}97 \times 10^5}{119192{,}43}$

$= 311{,}36 < 2107{,}38\ kg/cm^2$

$= \frac{2144{,}93 \times 10^3}{8378{,}62} - \frac{65{,}97 \times 10^5}{119192{,}43}$

$= 200{,}64 < 2107{,}38\ kg/cm^2$

Kontrol terhadap tekuk (P_{cr}) $= \frac{\pi \times E \times I}{(e \times Zf)^2}$

$$= \frac{\pi \times 200000 \times 192585{,}13}{(1350 \times 318)^2}$$

$= 43492{,}1155$ ton

P_{cr} (43492,1155 ton) > P aktual (229,0294 ton) **OK**

P_{cr} harus lebih besar dari gaya aksial tekan aktual struktur.

L $= e + Zf$

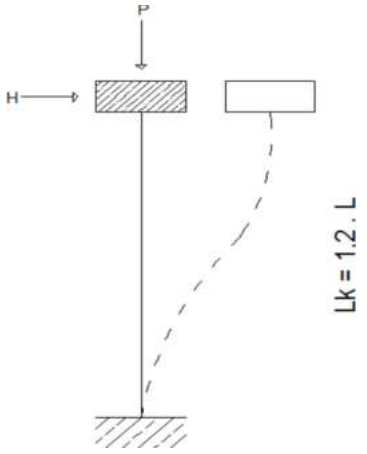
$= 13{,}50 + 3{,}18$

$= 16{,}68$ m

Kontrol kelangsingan (Lk) $= 1{,}2 \times L$

$= 1{,}2 \times 16{,}68$

$= 20{,}016$ m



Gambar 5.91 Asumsi Panjang Tekuk Tiang

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

i $= \sqrt{\frac{I}{A}}$

$= \sqrt{\frac{10272{,}49}{83{,}7862}}$

$= 11{,}0726$ cm

$= 0{,}1107$ m

$\lambda = \frac{Lk}{i}$

$= \frac{20{,}016}{0{,}1107}$

$= 180{,}7697$

Angka kelangsingan batas (λg) $= \sqrt{\frac{E}{0,7 \times fc'}} \times \pi$

$= \sqrt{\frac{200000}{0,7 \times 35}} \times \pi$

$= 283,8453$

λg (283,8453) $> \lambda$ (180,7697) **OK**

λs $= \frac{\lambda}{\lambda g}$

$= \frac{180,7698}{283,8454}$

$= 0,6368$

Dengan nilai $0.183 < \lambda s < 1$, maka nilai ω dihitung sebagai berikut:

ω $= \frac{1,41}{1,593 - \lambda s}$

$= \frac{1,41}{1,593 - 0,6368}$

$= 1,4746$

$P_{\text{tekan izin}}$ (beban tetap) $= \frac{\sigma_{\text{Aksial izin}} \times A}{\omega}$

$= \frac{2107,38 \times 0,8379}{1,4746}$

$= 1197,3416$ ton

$P_{\text{tekan izin}}$ (1197,34 ton) $> P_{\text{tekan terjadi}}$ (229,03 ton) **OK**

$P_{\text{tekan izin}}$ (beban sementara) $= \frac{\sigma_{\text{Aksial izin}} \times A}{\omega}$

$= \frac{3161,07 \times 0,8379}{1,4746}$

$= 1796,0124$ ton

$P_{\text{tekan izin}}$ (1796,0124 ton) $> P_{\text{tekan terjadi}}$ (229,03 ton) **OK**

b. Daya dukung izin tarik

Diketahui:

1) Diameter tiang pancang (D) = 1,067 m
2) Tebal tiang pancang (t) = 0,021 m

3) Nilai N-SPT (N) = 100

4) Berat (W_p) $= BJ_{baja} \times D \times t \times N$

$= 7,85 \times 1,0668 \times 0,021 \times 100$

$= 17,5862$ ton

5) Daya dukung selimut tiang (Qs) $= (0,5 \times As) \times N$

$= (0,5 \times 40,2174) \times 100$

$= 2010,8706$ ton

Penyelesaian :

Daya dukung izin ($Qult_{tarik}$) $= 0,7 \times Qs + W_p$

$= 0,7 \times 2010,8706 + 17,5862$

$= 1425,20$ ton

Daya dukung izin ($Qizin_{tarik}$) $= \frac{Qu}{SF}$

$= \frac{1425,20}{2,5}$

$= 570,08$ ton

Perhitungan daya dukung tarik tiang berdasarkan data N-SPT struktur *breasting dolphin* pada masing-masing kedalaman bisa dilihat pada Tabel 5.39.

Tabel 5.39 Daya Dukung Tarik Tiang Berdasarkan data N-SPT *Breasting Dolphin*

Depth **(m)**	**Jenis tanah**	**Li (m)**	**N**	**As (m)**	**Wp (kg)**	**Diameter:**	**1,0668**	**m**
						Qs (ton)	**$Qult_{tarik}$ (ton)**	**$Qizin_{tarik}$ (ton)**
0	*clay*	1,5	0	0	0	0,00	0,00	0
1,5	*clay*	1,5	1	5,02718	0,18	1,01	0,88	0,35
3	*clay*	1,5	2	10,0544	0,35	10,05	7,39	2,96
4,5	*clay*	1,5	8	15,0815	1,41	60,33	43,64	17,45
6	*sand*	1,5	94	20,1087	16,53	945,11	678,11	271,24
7,5	*sand*	1,5	94	25,1359	16,53	1181,39	843,50	337,40
9	*sand*	1,5	97	30,1631	17,06	1462,91	1041,09	416,44
10,5	*sand*	1,5	98	35,1902	17,23	1724,32	1224,26	489,70
12	*sand*	1,5	100	40,2174	17,59	2010,87	1425,20	570,08

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c. Jumlah tiang yang diperlukan

Diketahui :

1) Gaya aksial yang terjadi (P) = 229,0294 ton

2) Daya dukung izin tekan tiang (P_{all}) = 1197,3416 ton

Penyelesaian :

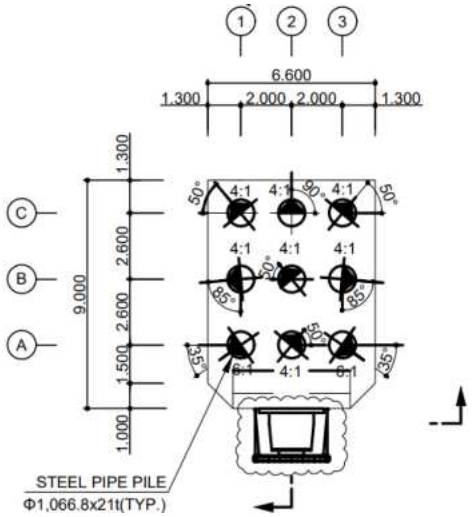
$$np = \frac{P}{P_{all}}$$

$$= \frac{229{,}0294}{1197{,}3416}$$

$$= 0{,}1913 \text{ tiang}$$

Maka, dipakai 1 tiang

d. Efisiensi kelompok tiang



Gambar 5.92 Dimensi Beton Deck dan Jarak Tiang *Breasting Dolphin*

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

Diketahui :

1) Ukuran penampang tiang (D) = 130 cm
2) Jarak antar tiang (s) = 200 cm
3) Θ $= \text{arc tan } (\frac{D}{S})$

$= \text{arc tan } (\frac{130}{200})$

$= 23{,}02°$

4) Jumlah tiang dalam 1 kolom (m) = 3 buah
5) Jumlah tiang dalam 1 baris (n) = 3 buah
6) Jumlah tiang yang dipakai = 9 buah
7) Gaya aksial (P) = 229,0294 ton
8) Daya dukung izin tekan tiang (P_{all}) = 1197,34 ton

Penyelesaian :

$$Eg = 1 - \Theta \times \frac{(n - 1) \times 2 + (m - 1) \times 2}{90 \times m \times n}$$

$$= 1 - 33{,}02° \times \frac{(3 - 1) \times 2 + (3 - 1) \times 2}{90 \times 3 \times 3}$$

$$= 0{,}6738$$

Daya dukung vertikal kelompok tiang adalah

P = Eg × jumlah *pile* × daya dukung tiang

= 0,6738 × 9 × 1197,34

= 7261,3323 ton > 229,0294 ton (Memenuhi)

Mengacu pada Tabel 5.31 didapat daya dukung aksial tekan struktur *breasting dolphin* sebesar 229,0294 ton. Sehingga, dapat disimpulkan daya dukung aksial tiang pancang struktur *breasting dolphin* masih dalam batas aman.

e. Beban maksimum tiang pada kelompok tiang

Diketahui :

1) Gaya aksial yang terjadi (Pu) = 229,0294 ton
2) Momen yang bekerja tegak lurus sumbu x (M_x) = 65,9792 ton
3) Momen yang bekerja tegak lurus sumbu y (M_y) = 37,8674 ton
4) Jarak tiang arah sumbu x terjauh (X_{max}) = 1 m
5) Jarak tiang arah sumbu y terjauh (Y_{max}) = 1,3 m
6) Banyak tiang dalam satu baris arah sumbu x (n_x) = 3 buah
7) Banyak tiang dalam satu baris arah sumbu y (n_y) = 3 buah
8) Jumlah tiang (n_p) = 9 buah
9) Jumlah kuadrat X (ΣX^2) = $3 \times 3 \times 1^2$
   = $9\ m^2$
10) Jumlah kuadrat Y (ΣY^2) = $3 \times 3 \times 1{,}3^2$
   = $15{,}21\ m^2$

Penyelesaian :

$$P_{maks} = \frac{Pu}{np} \pm \frac{My \times Xmax}{ny \times \Sigma X^2} \pm \frac{Mx \times Ymax}{nx \times \Sigma Y^2}$$

$$= \frac{229{,}0294}{9} + \frac{37{,}8674 \times 1}{3 \times 9} + \frac{65{,}9792 \times 1{,}3}{3 \times 15{,}21}$$

= 28,7299 ton < 1197,34 ton (Memenuhi)

$$= \frac{229,0294}{9} - \frac{37,8674 \times 1}{3 \times 9} - \frac{65,9792 \times 1,3}{3 \times 15,21}$$

= 22,1654 ton < 1197,34 ton (Memenuhi)

Mengacu pada analisis perhitungan daya dukung izin tekan tiang didapat sebesar 1197,34 ton. Sehingga, dapat disimpulkan beban maksimum tiang pada kelompok tiang struktur *breasting dolphin* masih dalam batas aman.

5.8.2 Daya Dukung Aksial Tiang Pancang *Mooring Dolphin*

Berikut perhitungan daya dukung aksial tiang pancang pada struktur *mooring dolphin* :

a. Daya dukung izin tekan berdasarkan data N-SPT

Berikut perhitungan daya dukung aksial tiang pancang pada struktur *mooring dolphin* dengan metode mayerhof berdasarkan data N-SPT yang ditunjukkan pada Tabel 5.2 pada kedalaman 12 m di bawah permukaan tiang.

Diketahui :

1) Diameter tiang (D) = 1,0668 m
   = 106,68 cm
2) Jari-jari tiang (r) $= \frac{D}{2}$
   $= \frac{1066,8}{2}$
   = 533,4 mm
3) Tebal tiang (t) = 0,021 m
   = 2,1 cm
4) Kuat tekan beton (fc') = 35 MPa
5) Teg. leleh baja (σ) = 310 MPa
   = 3161,07 kg/cm^2
6) Teg. Aksial ijin $= \frac{\sigma}{1,5}$
   $= \frac{3161,07}{1,5}$
   = 2107,38 kg/cm^2
7) Modulus elastisitas untuk Penguatan (Es) = 200000 MPa

8) Luas permukaan ujung (A_p) $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$

$= \frac{1}{4} \times \pi \times 1{,}0668^2$

$= 0{,}8379$ m

$= 83{,}7863$ cm

9) Keliling segmen tiang (A_{st}) $= \pi \times$ kedalaman $\times D$

$= \pi \times 100 \times 0{,}8379$

$= 40{,}2174$ m

10) Berat penampang tiang pancang (m) $= (D - t) \times t \times 0{,}02466$

$= (1066{,}8 - 21) \times 21 \times 0{,}02466$

$= 541{,}58$ kg

11) Momen Inersia (I) $= \frac{2}{3} \times m \times r^2$

$= \frac{2}{3} \times 541{,}58 \times 5{,}334^2$

$= 10272{,}50$ kg/m^2

12) Panjang tiang pancang yang ditinjau (e) = Seabed

= 13,50 m

13) *Fixity point* (Zf) = 3,18 m

14) Faktor keamanan (SF) = 2,5

15) P aktual = 294,3652 ton

Penyelesaian :

Daya dukung ujung tiang (Qp) $= 40 \times N \times Ap$

$= 40 \times 100 \times 0{,}8379$

$= 3351{,}4510$ ton

Daya dukung selimut tiang (Qs) $= (0{,}5 \times As) \times N$

$= (0{,}5 \times 40{,}2174) \times 100$

$= 2010{,}8706$ ton

Daya dukung ultimate tiang (Qu_{tekan}) $= Qp + Qs$

$= 3351{,}4510 + 2010{,}8706$

$= 5362{,}3217$ ton

Daya dukung izin ($Qizin_{tekan}$) $= \frac{Qu}{SF}$

$= \frac{5362,3217}{2,5}$

$= 2144,9286$ ton

P aktual (294,3652 ton) < Q izin (2144,9286 ton) **OK**

Untuk perhitungan daya dukung tiang selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.40 berikut.

Tabel 5.40 Daya Dukung Tekan Tiang Berdasarkan data N-SPT *Mooring Dolphin*

Depth	**Jenis**	**Li**	***Soil Parameter***			**Li × Fi**	**ΣLi × Fi**	**Ap**	**As**	**Diameter: 1,0668 m**			
(m)	**tanah**	**(m)**	**N**	**qd (t/m^2)**	**Fi (t/m^2)**	**(t/m)**	**(t/m)**	**(m^2)**	**(m)**	**Qp (ton)**	**Qs (ton)**	**Q_{ult} (ton)**	**Q_{izin} (ton)**
0	clay	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	clay	1,5	1	20	1	1,5	1,5	0,84	5,03	33,51	1,01	34,52	13,81
3	clay	1,5	2	40	2	3	4,5	0,84	10,05	67,03	4,02	71,05	28,42
4,5	clay	1,5	8	160	8	12	16,5	0,84	15,08	268,12	60,33	328,44	131,38
6	sand	1,5	94	3760	18,8	28,2	44,7	0,84	20,11	3150,36	945,11	4095,47	1638,19
7,5	sand	1,5	94	3760	18,8	28,2	72,9	0,84	25,14	3150,36	1181,39	4331,75	1732,70
9	sand	1,5	97	3880	19,4	29,1	102	0,84	30,16	3250,91	1462,91	4713,82	1885,53
10,5	sand	1,5	98	3920	19,6	29,4	131,4	0,84	35,19	3284,42	1724,32	5008,74	2003,50
12	sand	1,5	100	4000	20	30	161,4	0,84	40,22	3351,45	2010,87	5362,32	2144,93

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Modulus *section* tiang baja (W) $= \frac{\pi \times (D^4 - (D - 2 \times t^4))}{32 \times D}$

$= \frac{\pi \times (106,68^4 - (106,68 - 2 \times 2,1^4))}{32 \times 106,68}$

$= 119192,4339\ cm^3$

Momen ultimate pada tiang (Mu) $= \sigma \times W$

$= 3161,07 \times 119192,4339$

$= 376775627$ kg-cm

$= 4153,2621$ ton

M aktual $= 38,4358$ ton

M ultimate (4153,2621 ton) > M aktual (38,4358 ton) **OK**

Kontrol terhadap kekuatan bahan (σ) $= \frac{P}{A} \pm \frac{M}{W}$

$= \frac{2144,93 \times 10^3}{8378,62} + \frac{38,44 \times 10^5}{119192,43}$

$= 288,25 < 2107,38 \text{ kg/cm}^2$

$$= \frac{2144,93 \times 10^3}{8378,62} - \frac{38,44 \times 10^5}{119192,43}$$

$= 223,75 < 2107,38 \text{ kg/cm}^2$

Kontrol terhadap tekuk (P_{cr})

$$= \frac{\pi \times E \times I}{(e \times Zf)^2}$$

$$= \frac{\pi \times 200000 \times 192585,13}{(1400 \times 318)^2}$$

$= 40992,3991$ ton

P_{cr} (40992,3991 ton) > P aktual (294,3652 ton) **OK**

P_{cr} harus lebih besar dari gaya aksial tekan aktual struktur.

L $= e + Zf$

$= 1400 + 3,18$

$= 17,18$ m

Kontrol kelangsingan (Lk) $= 1,2 \times L$

$= 1,2 \times 17,18$

$= 20,616$ m

i $$= \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$= \sqrt{\frac{10272,49}{83,7862}}$$

$= 11,0726$ cm

$= 0,1107$ m

λ $$= \frac{Lk}{i}$$

$$= \frac{20,616}{0,1107}$$

$= 186,1885$

Angka kelangsingan batas (λg) $$= \sqrt{\frac{E}{0,7 \times fc'}} \times \pi$$

$$= \sqrt{\frac{200000}{0,7 \times 35}} \times \pi$$

$= 283,8453$

λg (283,8453) $> \lambda$ (180,7697) **OK**

$\lambda s = \frac{\lambda}{\lambda g}$

$= \frac{186,1885}{283,8454}$

$= 0,6560$

Dengan nilai $0.183 < \lambda s < 1$, maka nilai ω dihitung sebagai berikut:

$\omega = \frac{1,41}{1,593 - \lambda s}$

$= \frac{1,41}{1,593 - 0,6560}$

$= 1,5047$

$P_{\text{tekan izin}}$ (beban tetap) $= \frac{\sigma_{\text{Aksial izin}} \times A}{\omega}$

$= \frac{2107,38 \times 0,8379}{1,5047}$

$= 1173,4352$ ton

$P_{\text{tekan izin}}$ (1173,4352 ton) $> P_{\text{tekan terjadi}}$ (294,37 ton) **OK**

$P_{\text{tekan izin}}$ (beban sementara) $= \frac{\sigma_{\text{Aksial izin}} \times A}{\omega}$

$= \frac{3161,07 \times 0,8379}{1,5047}$

$= 1760,1528$ ton

$P_{\text{tekan izin}}$ (1760,1528 ton) $> P_{\text{tekan terjadi}}$ (294,37 ton) **OK**

b. Daya dukung izin Tarik

1) Diameter tiang pancang (D) $= 1,067$ m
2) Tebal tiang pancang (t) $= 0,021$ m
3) Nilai N-SPT (N) $= 100$
4) Berat (W_p) $= BJ_{baja} \times D \times t \times N$

$= 7,85 \times 1,0668 \times 0,021 \times 100$

$= 17,5862$ ton

5) Daya dukung selimut tiang (Qs) $= (0,5 \times As) \times N$

$= (0{,}5 \times 40{,}2174) \times 100$

$= 2010{,}8706$ ton

Penyelesaian :

Daya dukung izin ($Qult_{tarik}$) $= 0{,}7 \times Qs + W_p$

$= 0{,}7 \times 2010{,}8706 + 17{,}5862$

$= 1425{,}20$ ton

Daya dukung izin ($Qizin_{tarik}$) $= \frac{Qu}{SF}$

$= \frac{1425{,}20}{2{,}5}$

$= 570{,}08$ ton

Perhitungan daya dukung tarik tiang berdasarkan data N-SPT struktur *mooring dolphin* pada masing-masing kedalaman bisa dilihat pada Tabel 5.41.

Tabel 5.41 Daya Dukung Tarik Tiang Berdasarkan data N-SPT *Mooring Dolphin*

Depth **(m)**	**Jenis tanah**	**Li (m)**	**N**	**As (m)**	**Wp (kg)**	**Diameter:**	**1,0668**	**m**
						Qs (ton)	**$Qult_{tarik}$ (ton)**	**$Qizin_{tarik}$ (ton)**
0	*clay*	1,5	0	0	0	0,00	0,00	0
1,5	*clay*	1,5	1	5,02718	0,18	1,01	0,88	0,35
3	*clay*	1,5	2	10,0544	0,35	10,05	7,39	2,96
4,5	*clay*	1,5	8	15,0815	1,41	60,33	43,64	17,45
6	*sand*	1,5	94	20,1087	16,53	945,11	678,11	271,24
7,5	*sand*	1,5	94	25,1359	16,53	1181,39	843,50	337,40
9	*sand*	1,5	97	30,1631	17,06	1462,91	1041,09	416,44
10,5	*sand*	1,5	98	35,1902	17,23	1724,32	1224,26	489,70
12	*sand*	1,5	100	40,2174	17,59	2010,87	1425,20	570,08

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c. Jumlah tiang yang diperlukan

Diketahui :

1) Gaya aksial yang terjadi (P) = 294,3652 ton
2) Daya dukung izin tekan tiang (P_{all}) = 1173,4352 ton

Penyelesaian :

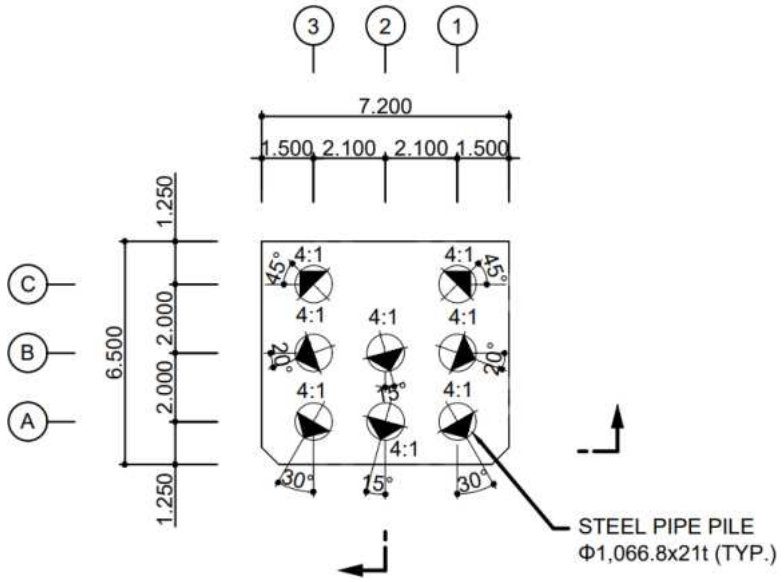
$np = \frac{P}{P_{all}}$

$= \frac{294{,}3652}{1173{,}4352}$

= 0,2509 tiang

Maka, dipakai 1 tiang

d. Efisiensi kelompok tiang



Gambar 5.93 Dimensi Beton Deck dan Jarak Tiang *Mooring Dolphin*

(Sumber: Data Perencanaan Proyek PT. XYZ, 2025)

Diketahui :

1) Ukuran penampang tiang (D) = 150 cm
2) Jarak antar tiang (s) = 210 cm
3) Θ $= \text{arc tan } (\frac{D}{S})$

$= \text{arc tan } (\frac{150}{210})$

$= 35{,}54°$

4) Jumlah tiang dalam 1 kolom (m) = 3 buah
5) Jumlah tiang dalam 1 baris (n) = 3 buah
6) Jumlah tiang yang dipakai = 8 buah
7) Gaya aksial (P) = 294,3652 ton
8) Daya dukung izin tekan tiang (P_{all}) = 1173,4352 ton

Penyelesaian :

$$Eg = 1 - \Theta \times \frac{(n - 1) \times 2 + (m - 1) \times 2}{90 \times m \times n}$$

$$= 1 - 35{,}54° \times \frac{(3 - 1) \times 2 + (3 - 1) \times 2}{90 \times 3 \times 3}$$

$$= 0{,}6490$$

Daya dukung vertikal kelompok tiang adalah

P = Eg × jumlah *pile* × daya dukung tiang

$= 0{,}6490 \times 8 \times 1173{,}4352$

$= 6092{,}57$ ton > 294,3652 ton (Memenuhi)

Mengacu pada Tabel 5.35 didapat daya dukung aksial tekan struktur *mooring dolphin* sebesar 294,3652 ton. Sehingga, dapat disimpulkan daya dukung aksial tiang pancang struktur *mooring dolphin* masih dalam batas aman.

e. Beban maksimum tiang pada kelompok tiang

Diketahui :

1) Gaya aksial yang terjadi (Pu) = 294,3652 ton
2) Momen yang bekerja tegak lurus sumbu x (M_x) = 38,4358 ton
3) Momen yang bekerja tegak lurus sumbu y (M_y) = 38,7447 ton
4) Jarak tiang arah sumbu x terjauh (X_{max}) = 1,1 m
5) Jarak tiang arah sumbu y terjauh (Y_{max}) = 1 m
6) Banyak tiang dalam satu baris arah sumbu x (n_x) = 3 buah
7) Banyak tiang dalam satu baris arah sumbu y (n_y) = 3 buah
8) Jumlah tiang (n_p) = 8 buah
9) Jumlah kuadrat X (ΣX^2) $= 3 \times 3 \times 1{,}1^2$
   $= 10{,}89$ m^2
10) Jumlah kuadrat Y (ΣY^2) $= 3 \times 3 \times 1^2$
    $= 9$ m^2

Penyelesaian :

$$P_{maks} = \frac{Pu}{np} \pm \frac{My \times Xmax}{ny \times \Sigma X^2} \pm \frac{Mx \times Ymax}{nx \times \Sigma Y^2}$$

$$= \frac{294{,}3652}{8} + \frac{38{,}7447 \times 1{,}1}{3 \times 10{,}89} + \frac{38{,}4358 \times 1}{3 \times 9}$$

$= 39{,}5237$ ton < 1173,4352 ton (Memenuhi)

$$= \frac{294{,}3652}{8} - \frac{38{,}7447 \times 1{,}1}{3 \times 10{,}89} - \frac{38{,}4358 \times 1}{3 \times 9}$$

$= 34{,}0676$ ton < 1173,4352 ton (Memenuhi)

Mengacu pada analisis perhitungan daya dukung izin tekan tiang didapat sebesar 1173,4352 ton. Sehingga, dapat disimpulkan beban maksimum tiang pada kelompok tiang struktur *mooring dolphin* masih dalam batas aman.

5.9 Kontrol Defleksi Tiang Vertikal dan Rotasi Tiang

5.9.1 Defleksi dan Rotasi Tiang *Breasting Dolphin*

a. Menentukan nilai defleksi ujung tiang ujung jepit

$$y_o = \frac{4 \times H \times \beta\,(e \times \beta + 1)}{kh \times D}$$

$$= \frac{4 \times 116{,}46 \times 0{,}6363\,(0{,}1 \times 0{,}6363 + 1)}{205164{,}98 \times 1{,}0668}$$

$$= 0{,}0014405 \text{ m}$$

$$= 1{,}4405 \text{ mm} < 6 \text{ mm}$$

Berdasarkan Mc Nulty (1956) bahwa nilai defleksi tidak lebih dari 6 mm.

b. Menentukan nilai rotasi tiang

$$\Theta = \frac{2 \times H \times \beta^2\,(1 + 2 \times e \times \beta)}{kh \times D}$$

$$= \frac{2 \times 116{,}46 \times 0{,}6363^2\,(1 + 2 \times 0{,}1 \times 0{,}6363)}{205164{,}98 \times 1{,}0668}$$

$$= 0{,}000485712$$

Pada perhitungan menggunakan metode Broms didapatkan nilai defleksi pada struktur *breasting dolphin* sebesar 1,4404 mm dan nilai rotasi tiang sebesar 0,000486. Dimana nilai defleksi pada hasil analisis permodelan struktur *breasting dolphin* sebesar 0,1820 mm yang ditunjukkan dalam Tabel 5.31. Nilai defleksi tersebut masih dalam batas aman sesuai dengan saran dari Mc Nulty (1956) bahwa deformasi lateral izin tiang adalah 6 mm untuk gempa rencana dan 12,5 mm untuk gempa kuat dalam kondisi tiang tunggal dan *fixed-head*.

5.9.2 Defleksi dan Rotasi Tiang *Mooring Dolphin*

a. Menentukan nilai defleksi ujung tiang ujung jepit

$$y_o = \frac{4 \times H \times \beta\,(e \times \beta + 1)}{kh \times D}$$

$$= \frac{4 \times 116{,}46 \times 0{,}6441\,(0{,}1 \times 0{,}6441 + 1)}{210203{,}41 \times 1{,}0668}$$

$= 0{,}001424$ m

$= 1{,}424$ mm < 6 mm

Berdasarkan Mc Nulty (1956) bahwa nilai defleksi tidak lebih dari 6 mm.

b. Menentukan nilai rotasi tiang

$$\Theta = \frac{2 \times H \times \beta^2 (1 + 2 \times e \times \beta)}{kh \times D}$$

$$= \frac{2 \times 116{,}46 \times 0{,}6441^2 (1 + 2 \times 0{,}1 \times 0{,}6441)}{210203{,}41 \times 1{,}0668}$$

$= 0{,}000486$

Pada perhitungan menggunakan metode Broms didapatkan nilai defleksi pada struktur *mooring dolphin* sebesar 1,4241 mm dan nilai rotasi tiang sebesar 0,000486. Dimana nilai defleksi pada hasil analisis permodelan struktur *mooring dolphin* sebesar 0,2930 mm yang ditunjukkan dalam Tabel 5.34. Nilai defleksi tersebut masih dalam batas aman sesuai dengan saran dari Mc Nulty (1956) bahwa deformasi lateral izin tiang adalah 6 mm untuk gempa rencana dan 12,5 mm untuk gempa kuat dalam kondisi tiang tunggal dan *fixed-head*.

5.10 Tegangan Lentur Tiang

a. Menentukan nilai tegangan lentur tiang *breasting dolphin*

Diketahui :

1) Gaya aksial yang terjadi (P) = 137,67 ton
2) Luas penampang (A) = 837,86 m
3) Momen yang bekerja tegak lurus sumbu x (M_x) = 19,73 ton
4) Momen yang bekerja tegak lurus sumbu y (M_y) = 106,17 ton
5) Jarak tiang arah sumbu x terjauh(C_1) = 10,31 m
6) Jarak tiang arah sumbu y terjauh(C_2) = 10,31 m
7) Momen inersia penampang x (I_x) = 10272,49 m^4
8) Momen inersia penampang y (I_y) = 10272,49 m^4

Penyelesaian

$$\sigma_I = \frac{P}{A} \pm \frac{Mx \times C_1}{Ix} \pm \frac{My \times C_2}{Iy}$$

$$= \frac{137{,}67}{837{,}86} \pm \frac{19{,}73 \times 10{,}31}{10272{,}49} \pm \frac{106{,}17 \times 10{,}31}{10272{,}49}$$

= 0,42

Pada perhitungan tegangan lentur didapatkan sebesar 0,42. Dimana nilai rasio pada hasil analisis permodelan struktur *breasting dolphin* sebesar 0,4245 yang ditunjukkan dalam Tabel 5.33.

b. Menentukan nilai tegangan lentur tiang *mooring dolphin*

Diketahui :

1) Gaya aksial yang terjadi (P) = 297,49 ton
2) Luas penampang (A) = 837,86 m
3) Momen yang bekerja tegak lurus sumbu x (M_x) = 100,25 ton
4) Momen yang bekerja tegak lurus sumbu y (M_y) = 58,65 ton
5) Jarak tiang arah sumbu x terjauh(C_1) = 10,31 m
6) Jarak tiang arah sumbu y terjauh(C_2) = 10,31 m
7) Momen inersia penampang x (I_x) = 10272,49 m^4
8) Momen inersia penampang y (I_y) = 10272,49 m^4

Penyelesaian

$$\sigma_I = \frac{P}{A} \pm \frac{Mx \times C_1}{Ix} \pm \frac{My \times C_2}{Iy}$$

$$= \frac{297,497}{837,86} \pm \frac{100,25 \times 10,31}{10272,49} \pm \frac{58,65 \times 10,31}{10272,49}$$

$$= 0,615$$

Pada perhitungan tegangan lentur didapatkan sebesar 0,615. Dimana nilai rasio pada hasil analisis permodelan struktur *mooring dolphin* sebesar 0,6181 yang ditunjukkan dalam Tabel 5.37.

BAB 6
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

a. Gaya-gaya hasil analisis struktur

Berdasarkan hasil analisis struktur menggunakan *software* SAP2000, diperoleh rangkuman gaya-gaya yang terjadi pada struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* adalah sebagi berikut :

Breasting Dolphin

Gaya Dalam

Gaya aksial tekan	P, tekan : 229,0294 ton	< 1197,34 ton …OK
Gaya aksial tarik	P, tarik : 188,3067 ton	< 570,08 ton … OK

Defleksi

Defleksi horizontal maksimum	U : 1,4404 mm	< 6 mm …OK

Rasio tegangan

Rasio maksimum	ρ : 0,4245 cm	< 1 cm …OK

Mooring Dolphin

Gaya Dalam

Gaya aksial tekan	P, tekan : 294,3652 ton	< 1173,43 ton …OK
Gaya aksial tarik	P, tarik : 141,2883 ton	< 570,08 ton …OK

Defleksi

Defleksi horizontal maksimum	U : 1,4241 mm	< 6 mm …OK

Rasio tegangan

Rasio maksimum	ρ : 0,6178 cm	< 1 cm …OK

b. Kondisi struktur

Berdasarkan pengecekan gaya-gaya hasil analisis struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* menunjukkan hasil yang AMAN. Dimana gaya-gaya yang terjadi masih lebih kecil dari pada daya dukung dan kapasitas yang diberikan, sehingga struktur dapat menahan dan melayani beban yang bekerja.

6.2 Saran

Dari hasil analisa dan kesimpulan yang diperoleh, penulis memberikan saran sebagai berikut:

a. Struktur *breasting dolphin* dan *mooring dolphin* secara analisis struktur dikatakan aman (memenuhi).
b. Peneliti berikutnya dapat melakukan penelitian struktur *mooring dolphin* bagian ujung (MD4) dan *loading platform* dermaga *jetty* untuk kapal tanker dengan kapasitas 10.000 DWT atau 30.000 DWT.

DAFTAR PUSTAKA

The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI). 2002. *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in* Japan. Japan: *Daikousha Printing* Co.,Ltd.

Thoresen, Carl A. 2003. *Port Designer's Handbook*: *Recommendations and Guidelines.* London: *Thomas Telford*

PIANC. 2002. *Guidelines for Design of Fender Systems*. Belgium: PIANC *General Secretariat*

Anwar, M. R., Gagoek Soenar, P., & Megawati, I. (2009). Perencanaan Teknis Dermaga Pelabuhan Tanjung Awar-Awar Tuban Jawa Timur. *Jurnal Rekayasa Sipil*, *3*(1).

Aprianto, N., Aprisandi, D., & Nugroho, W. (2020). Perencanaan Struktur Dermaga *Emergency Jetty Trucking* Kapasitas 10.000 DWT Pelabuhan Ratu Sukabumi Jawa Barat. *Journal Of Sustainable Civil Engineering (Josce)*, *2*(02), 108–116.

Azuga, N. A. (2021). Kajian Kerentanan Kawasan Pesisir Terhadap Bencana Kenaikan Muka Air Laut (Sea Level Rise) Di Indonesia. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research)(J-Tropimar)*, *3*(2), 65–76.

Buana, C., Fuddoly, F., Nugroho, M. D., Putra, K. H., El Hafizah, N., & Sekartadji, R. (2020). Analisis Struktur Dermaga Pupuk NPK di Tersus PT. Pupuk Kalimantan Timur untuk Kapal *Bulk Carrier* dengan Kapasitas 10.000 DWT. *Jurnal Teknik Sipil*, *1*(1), 42–48.

da Costa, T. G. S., Ariawan, P., & Ariana, K. A. (2020). Evaluasi Perencanaan Dermaga (*Jetty*) Pada Pelabuhan Dili Timor Leste. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil Dan Teknik Informasi*, *3*(1), 6–11.

Dani, V. A. (2020). Pelayanan *Container* Ekspor Dan Impor Di Terminal Petikemas Semarang PT Pelabuhan Indonesia III Regional Jawa Tengah. *Karya Tulis*.

Darmastuti, M., Zakki, A. F., & Rindo, G. (2019). Analisa Respon Struktur Kapal Oil 149 m dengan Beban Kombinasi di Perairan Indonesia dan Atlantik Utara. *Jurnal Teknik Perkapalan*, *7*(4).

Devina, C., Kristi, B., Nugroho, P., & Sriyana, S. (2017). Perencanaan Dermaga

Pelabuhan Rakyat Samber, Papua. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, *6*(4), 309–318.

Edianto, E., & Ashury, A. (2019). Desain Dermaga Multi *Purpose* Tipe *Deck On Pile* Di Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai. *Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*, 110–116.

Fajar, A. (2021). Embarkasi Debarkasi Dan Bongkar Muat Kendaraan Kmp. Agung Samudera IX di Dermaga LCM Oleh PT. Pelayaran Agung Samudera Cabang Banyuwangi. *Karya Tulis*.

Hafudiansyah, E., & Anisarida, A. A. (2021). Analisis Struktur *Mooring Dolphin* Kapasitas Kapal 2000 GT (Studi Kasus Pelabuhan Munse Sulawesi Tenggara). *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (Jtsc)*, *2*(1), 137–151.

Indonesia, P. R. (2016). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2009 tentang Kepelabuhanan. *Tersedia Pada Http://Pkps. Bappenas. Go. Id/Dokumen/Uu/Uu% 20Sektor/Pelayaran/PP*, *2061*.

Lotte Chemical Indonesia. (2023). PT *Lotte Chemical* Indonesia (LCI). *Retrieved March* 5, 2024, from https://lottechem.id/company.html

Loupatty, G. (2013). Karakteristik energi gelombang dan arus perairan di Provinsi Maluku. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, *7*(1), 19–22.

Naga, M. H. B., Firas, M. R., & Assidiq, F. M. (2023). Review Analisis Penguatan Struktural Pelabuhan Dan Interaksi *Shiphull* Menurut *Fluid Drag Forces* (Menggunakan Metode CFD) Selama Masa Pakai Pelabuhan Yang Diharapkan. *Zona Laut: Journal of Ocean Science and Technology Innovation*, 34–44.

Nugraha, W. T., & Pranoto, Y. (2020). Analisis Pondasi Tiang Pancang *Breasting Dolphin* Dan *Mooring Dolphin* Pada Dermaga *Type Jetty*. *Jurnal Momen Teknik Sipil Suryakancana*, *3*(1), 1–9.

Nusontoro, B. A. (2017). Perencanaan Dermaga untuk Kapal *Multi-Purpose Supply Vessel* (MPSV)/*Platform Supply Vessel* (PSV) 3.500 DWT dan *Floating* Pontoon di Termiinal Khusus PT. *Badak Ngl, Bontang*.

Pranata, Y. A., & Suryoatmono, B. (2018). Struktur kayu: analisis dan desain dengan LRFD. Remaja Rosdakarya.

Pranata, Y. A., & Suryoatmono, B. (2018). Struktur kayu: analisis dan desain dengan LRFD. Remaja Rosdakarya.

Ria, D. N., & Umar, U. H. (2023). *Analysis of Feasibility Study of Construction and Operation of Special Terminals* PT. Nan Indah Mutiara Shipyard. *LEADER: Civil Engineering and Architecture Journal*, *1*(5), 516–526.

Simatupang, P. H., Sir, T. M. W., & Wadu, V. A. (2020). Integrasi program tekla *structures* dan SAP2000 dalam perencanaan gedung beton struktural. *Jurnal Teknik Sipil*, *9*(1), 67–80.

Suwarni, W. (2020). Analisa Pasang Surut Menggunakan Metode *Least Square* Pada Pantai Taman Ria. *Jurnal Sains Dan Teknologi Tadulako*, *6*(1), 1–10.

Triatmodjo, B. (1999). Teknik pantai.

Triatmodjo, B. (2008). Teknik Pantai, cetakan kelima. *Beta Offset, Yogyakarta*.

Triatmodjo, B. (2009). Perencanaan Pelabuhan, Beta Offset. Yogyakarta.

Trisnafiah, S., Basuki, J. P., Zakaria, Z., & Sophian, I. (2018). Pola Daya Dukung Tanah untuk Pondasi Dangkal Daerah Panyipatan, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. *Geoscience Journal*, *2*(6), 508–513.

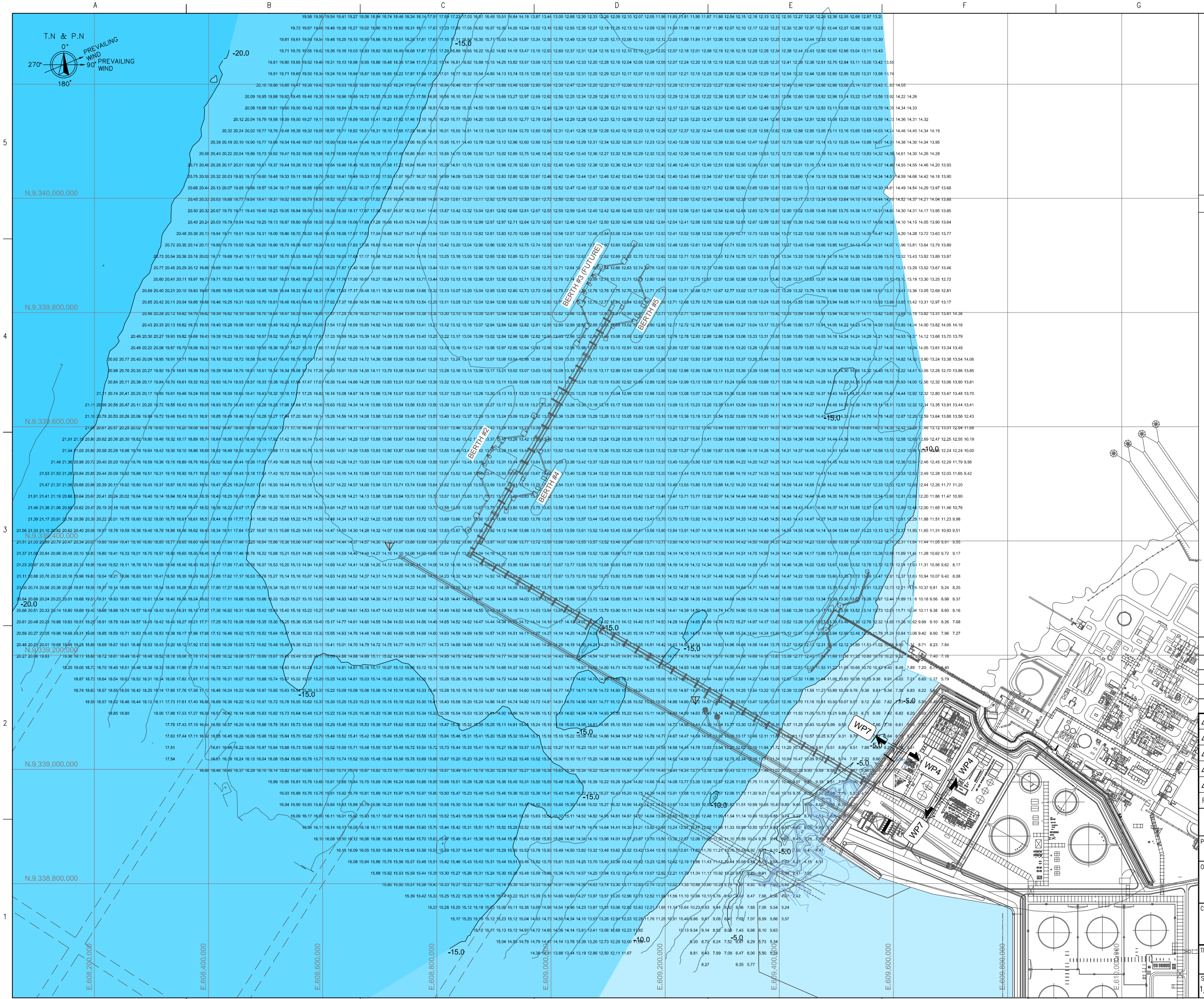
Hardiyatmo, H.C. 2002. Teknik Fondasi 1 Jilid 2 (Edisi kedua). *Beta Offset*, Yogyakarta.

Hardiyatmo, H.C., 2008, Teknik Fondasi II (IV). Gadjah Mada *University Press*, Bandung.

Tomlinson, M., *and* Woodward, J. (2015). *Pile Design and Construction Practice* 6*th ed*. *CRC Press Taylor & Francis Group A Spon Press Book*, London, New York

Yanti, D., Gunawan, I., & Hisyam, E. S. (2018). Perencanaan Struktur Dermaga Pelabuhan Tanjung Gudang Belinyu Kabupaten Bangka. In *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)* (Vol. 6, pp. 1–13).

LAMPIRAN

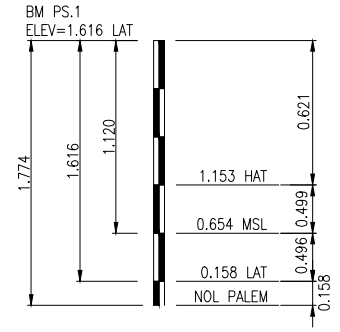


KEY PLAN

***NOTES**

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS UNLESS NOTED OTHERWISE.
2. ALL LEVELS ARE IN METERS AND RELATIVE TO CHART DATUM.
3. CDL 4.0m = EL 1.3m = PL 0.0m
4. BATHYMETRY CONTOUR LINES ARE IN METERS RELATIVE TO CHART DATUM UNLESS NOTED OTHERWISE.
5. VERTICAL CONTROL
   ALL ELEVATION SURVEY ADOPTED FROM PS.1
   WITH ELEVATION = 1.616 METER LAT
   MSL VALUE BASE ON 15 DAYS TIDE OBSERVATION)

TIDE CHART



LEGEND

▽ : NAVIGATION BUOY

REFERENCE DRAWING

DRAWING NO.	TITLE

REV	DATE	DESCRIPTION	DWN	DGN	CHK	APP
3	19.JUL.'22	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P
2	22.APR.'22	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P
1	15.APR.'22	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P

THIS DWG IS PROPERTY OF CLIENT THE INFORMATION CONTAINED HERE ON MAY NOT BE USED OR COPIED IN ANY MANNER WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE OWNER.

PROJECT
LINE PROJECT (WP5&7)

OWNER
PT LOTTE CHEMICAL INDONESIA

CONTRACTOR
LOTTE E&C

TITLE
BATHYMETRIC SURVEY MAP

SCALE	JOB NO.	CWA NO.	DWG. NO.	REV. NO.
1/3,000	15005	7RJ1	LINE-906-CG-1-0902	3

LAMPIRAN

ANALISIS KONSTANTA HARMONIK PASANG SURUT AIR LAUT DENGAN METODE ADMIRALTY

Disusun oleh:

RIFDA SYAFRIDA

3336210010

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

BANTEN

TAHUN 2024

CONTOH DATA PENGAMATAN PASANG SURUT 30 HARIAN

PENGAMATAN PASANG SURUT PELABUHAN PELINDO REGIONAL II - BANTEN
BULAN NOVEMBER 2023

Dalam Satuan Meter

Time / Days	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	1,4	1,2	1,0	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2
2	1,3	1,5	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,9	1,0	1,1
3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	1,1	1,1
4	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1
5	1,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,7	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1
6	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2
7	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
8	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
9	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4
10	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,4	1,4	1,5
11	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6
12	1,5	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,5
13	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5
14	1,6	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,6	1,5	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5
15	1,6	1,6	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3
16	1,5	1,6	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	0,9	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2
17	1,4	1,6	1,6	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,5	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8	0,7	0,7	0,8	1,0	1,1
18	1,3	1,5	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	0,8	0,8	0,8	0,9	1,1
19	1,2	1,3	1,4	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0
20	1,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1
21	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
22	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3
23	1,3	1,3	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4
24	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,5
25	1,5	1,5	1,4	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6
26	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6
27	1,6	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8	0,7	0,7	0,8	1,0	1,1	1,4	1,5
28	1,6	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,6	1,4	1,3	1,1	0,9	0,7	0,7	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5
29	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	1,4	1,2	1,0	0,8	0,7	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3
30	1,5	1,6	1,6	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2

TABEL-TABEL KONSTANTA YANG AKAN DIGUNAKAN

Tabel 1 KONSTANTA PENGALI (SKEMA 2)

Komponen	Waktu (Jam)																							
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**
X_1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Y_1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X_2	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1
Y_2	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
X_4	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1
Y_4	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1

Tabel 2 KONSTANTA PENGALI (SKEMA 4)

Index Kedua	0	2	b	3	c	4	d
Konstanta Perkalian Untuk 29 Hari	-29	-1	0	-1	0	-1	0
Konstanta Perkalian Untuk 15 Hari	-15	1	0	5	0	1	0
Konstanta Perkalian Untuk X+B dan Y+B	1	1	0	-1	1	1	0
Untuk 29 Hari	1	1	-1	-1	1	1	-1
	1	1	-1	1	1	-1	-1
	1	1	-1	1	1	-1	-1
	1	-1	-1	1	1	-1	1
	1	-1	-1	1	-1	1	1
	1	-1	-1	1	-1	1	1
Untuk 15 Hari	1	-1	0	-1	-1	1	0
	1	-1	1	-1	-1	1	-1
	1	-1	1	-1	-1	-1	-1
	1	-1	1	-1	1	-1	-1
	1	1	1	-1	1	-1	1
	1	1	1	1	1	-1	1
	1	1	1	1	1	1	1
Hari Tengah-Tengah	1	1	0	1	0	1	0
Untuk 15 Hari	1	1	-1	1	-1	1	-1
	1	1	-1	1	-1	-1	-1
	1	1	-1	-1	-1	-1	-1
	1	-1	-1	-1	-1	-1	1
	1	-1	-1	-1	1	-1	1
	1	-1	-1	-1	1	1	1
	1	-1	0	-1	1	1	0
Untuk 29 Hari	1	-1	1	1	1	1	-1
	1	-1	1	1	1	1	-1
	1	-1	1	1	-1	-1	-1
	1	1	1	1	-1	-1	1
	1	1	1	1	-1	-1	1
	1	1	1	-1	-1	1	1
	1	1	0	-1	-1	1	0

Tabel 3 FAKTOR ANALISA PENGAMATAN 29 HARI (SKEMA 5 DAN SKEMA 6)

Komponen		**S_0**	**M_2**	**S_2**	**N_2**	**K_1**	**O_1**	**M_4**	**MS_4**
Skema 5 (PR Cos r)	X_{00}	1,000							
	X_{10}					1,000	-0,080		
	$X_{12} - Y_{1b}$		0,070			-0,020	1,000		0,020
	$X_{13} - Y_{1c}$								
	X_{20}		-0,030	1,000	-0,030				
	$X_{22} - Y_{2b}$		1,000	0,015	0,038	0,002	-0,058		-0,035
	$X_{23} - Y_{2c}$		-0,060		1,000				
	$X_{42} - Y_{4b}$		0,030						1,000
	$X_{44} - Y_{4d}$							1,000	0,080
Skema 6 (PR Sin r)	Y_{10}								
	$Y_{12} + X_{1b}$		0,070			1,000	-0,080		
	$Y_{13} + X_{1c}$					-0,020	1,000		0,030
	Y_{20}		-0,030	1,000	-0,030				
	$Y_{22} + X_{2b}$		1,000	0,015	0,032		-0,058		-0,035
	$Y_{23} + X_{2c}$		-0,060		1,000				
	$Y_{42} + X_{4b}$		0,030					0,010	1,000
	$Y_{44} + X_{4d}$							1,000	0,080
Untuk Skema 7	Deler P		559	448	566	439	565	507	535
Untuk Skema 7	Konstanta P	696	333	345	327	173	160	307	318

Tabel 4 HUBUNGAN SUDUT (°), w/fK_2 (°)dan W/fK_2 (°)

S_2, MS_4, $2MS_6$			**K_1, MK_2**			**N_2, MN_4, $2MN_6$**		
Sudut (°)	**w/fK_2 (°)**	**W/fK_2 (°)**	**Sudut (°)**	**w/fK_2 (°)**	**W/fK_2 (°)**	**Sudut (°)**	**w/fK_2 (°)**	**W/fK_2 (°)**
0	0,7	-0,214	0	0	0,333	0	0	1,184
10	-6,6	-0,192	10	-2,5	0,316	10	1,6	1,182
20	-12,3	-0,131	20	-4,9	0,297	20	3,1	1,174
30	-15,5	-0,046	30	-7,3	0,271	30	4,6	1,163
40	-16,5	0,047	40	-9,6	0,239	40	5,9	1,147
50	-15,6	0,134	50	-11,8	0,201	50	7,2	1,127
60	-13,4	0,207	60	-13,8	0,157	60	8,3	1,104
70	-10,3	0,258	70	-15,6	0,107	70	9,2	1,077
80	-6,6	0,284	80	-17,1	0,053	80	9,9	1,048
90	-2,6	0,284	90	-18,3	-0,003	90	10,4	1,017
100	1,6	0,256	100	-19,1	-0,06	100	10,6	0,984
110	5,6	0,204	110	-19,3	-0,118	110	10,4	0,953
120	9,2	0,131	120	-19	-0,173	120	10	0,922
130	12	0,041	130	-17,8	-0,224	130	9,1	0,893
140	13,7	-0,058	140	-15,9	-0,268	140	7,8	0,867
150	13,6	-0,157	150	-13,1	-0,302	150	6,2	0,846
160	11,2	-0,245	160	-9,3	-0,323	160	4,3	0,83
170	6	-0,307	170	-4,9	-0,331	170	2,2	0,819
180	-0,9	-0,33	180	0	-0,302	180	0	0,816
190	-7,8	-0,308	190	4,9	-0,323	190	-2,2	0,819
200	-12,6	-0,247	200	9,3	-0,302	200	-4,3	0,83
210	-14,8	-0,163	210	13,1	-0,268	210	-6,2	0,846
220	-14,8	-0,067	220	15,9	-0,224	220	-7,8	0,867
230	-13	0,029	230	17,8	-0,173	230	-9,1	0,893
240	-9,8	0,115	240	19	-0,118	240	10	0,922
250	-6	0,186	250	19,3	-0,06	250	-10,4	0,953
260	-1,8	0,236	260	19,1	-0,003	260	-10,6	0,984
270	2,6	0,263	270	18,3	0,053	270	-10,4	1,017
280	6,9	0,265	280	17,1	0,107	280	-9,9	1,048
290	10,8	0,241	290	15,6	0,157	290	-9,2	1,077
300	14,1	0,192	300	13,8	0,201	300	-8,3	1,104
310	16,5	0,124	310	11,8	0,239	310	-7,2	1,127
320	17,5	0,039	320	9,6	0,271	320	-5,9	1,147
330	16,8	0,051	330	7,3	0,297	330	-4,6	1,163
340	13,7	-0,133	340	4,9	0,316	340	-3,1	1,174
350	8	-0,193	350	2,5	0,327	350	-1,6	1,182
360	0,7	-0,214	360	0	0,331	360	0	1,184
Sudut = V + u			Sudut = 2V + u			Sudut = 3V		
Untuk K_1			Untuk K_1			Untuk M minus		
F=fK_1			F=fK_1			2V untuk N		

ANALISIS
PASANG SURUT

SKEMA 1: MENGUBAH DATA KE DALAM SATUAN CM. AMBIL SELAMA 29 HARI PENGUKURAN

TABEL HASIL SKEMA 1

Dalam Satuan cm

Jam Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Jam Tgl
2	134,0	150,0	157,0	157,0	149,0	138,0	125,0	115,0	114,0	117,0	123,0	132,0	145,0	154,0	153,0	143,0	128,0	112,0	97,0	87,0	83,0	89,0	103,0	114,0	2
3	127,0	142,0	152,0	155,0	152,0	144,0	136,0	126,0	119,0	120,0	125,0	131,0	139,0	148,0	152,0	146,0	134,0	119,0	110,0	97,0	91,0	93,0	105,0	113,0	3
4	121,0	132,0	142,0	150,0	149,0	144,0	140,0	130,0	126,0	125,0	125,0	130,0	133,0	142,0	153,0	148,0	135,0	125,0	118,0	103,0	98,0	95,0	107,0	114,0	4
5	114,0	123,0	144,0	153,0	145,0	145,0	174,2	139,0	131,0	128,0	124,0	124,0	129,0	133,0	134,0	136,0	136,0	128,0	119,0	114,0	106,0	104,0	107,0	112,0	5
6	117,0	124,0	127,0	131,0	135,0	139,0	139,0	137,0	133,0	131,0	128,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	126,0	121,0	117,0	113,0	113,0	114,0	116,0	6
7	122,0	124,0	126,0	128,0	132,0	137,0	140,0	140,0	142,0	142,0	137,0	133,0	132,0	129,0	126,0	126,0	124,0	123,0	123,0	122,0	124,0	124,0	124,0	124,0	7
8	126,0	124,0	122,0	125,0	127,0	129,0	136,0	141,0	142,0	142,0	140,0	133,0	128,0	122,0	119,0	115,0	114,0	114,0	118,0	123,0	124,0	129,0	129,0	129,0	8
9	127,0	124,0	119,0	118,0	119,0	124,0	131,0	135,0	142,0	144,0	141,0	135,0	126,0	118,0	110,0	106,0	103,0	104,0	109,0	115,0	124,0	134,0	136,0	137,0	9
10	136,0	128,0	122,0	118,0	117,0	122,0	129,0	135,0	143,0	146,0	148,0	139,0	130,0	119,0	109,0	102,0	97,0	97,0	102,0	113,0	124,0	135,0	142,0	147,0	10
11	143,0	138,0	127,0	121,0	115,0	115,0	123,0	130,0	139,0	146,0	151,0	146,0	135,0	123,0	109,0	97,0	92,0	91,0	97,0	107,0	117,0	134,0	149,0	155,0	11
12	151,0	146,0	134,0	123,0	114,0	113,0	117,0	123,0	133,0	148,0	156,0	154,0	144,0	132,0	116,0	100,0	90,0	87,0	91,0	100,0	115,0	129,0	146,0	150,0	12
13	158,0	153,0	141,0	127,0	117,0	110,0	110,0	114,0	128,0	142,0	153,0	158,0	152,0	138,0	121,0	105,0	88,0	80,0	81,0	89,0	101,0	118,0	139,0	153,0	13
14	160,0	161,0	152,0	136,0	123,0	114,0	108,0	112,0	123,0	137,0	151,0	160,0	157,0	147,0	128,0	108,0	91,0	79,0	73,0	81,0	93,0	107,0	125,0	147,0	14
15	159,0	161,0	155,0	144,0	128,0	115,0	107,0	106,0	113,0	125,0	137,0	150,0	155,0	147,0	131,0	114,0	92,0	76,0	68,0	69,0	77,0	96,0	113,0	132,0	15
16	151,0	160,0	158,0	150,0	136,0	123,0	111,0	104,0	109,0	119,0	131,0	146,0	158,0	154,0	142,0	127,0	107,0	87,0	72,0	68,0	75,0	89,0	105,0	124,0	16
17	142,0	156,0	159,0	155,0	144,0	130,0	117,0	107,0	107,0	113,0	121,0	134,0	148,0	152,0	147,0	134,0	118,0	100,0	81,0	72,0	72,0	82,0	96,0	112,0	17
18	129,0	145,0	156,0	158,0	152,0	140,0	129,0	115,0	111,0	111,0	121,0	129,0	140,0	150,0	153,0	142,0	129,0	114,0	98,0	84,0	78,0	81,0	93,0	108,0	18
19	119,0	133,0	144,0	155,0	151,0	146,0	137,0	126,0	115,0	114,0	117,0	124,0	130,0	140,0	146,0	146,0	138,0	126,0	113,0	100,0	90,0	88,0	94,0	104,0	19
20	114,0	123,0	135,0	146,0	150,0	149,0	144,0	136,0	127,0	121,0	119,0	122,0	125,0	130,0	135,0	139,0	139,0	130,0	121,0	114,0	104,0	98,0	100,0	106,0	20
21	112,0	120,0	128,0	138,0	145,0	150,0	151,0	148,0	142,0	136,0	132,0	129,0	127,0	128,0	131,0	133,0	137,0	137,0	132,0	128,0	121,0	118,0	116,0	117,0	21
22	121,0	122,0	124,0	133,0	141,0	150,0	155,0	158,0	156,0	151,0	139,0	135,0	128,0	124,0	123,0	125,0	129,0	132,0	136,0	137,0	136,0	136,0	133,0	129,0	22
23	128,0	127,0	123,0	128,0	138,0	144,0	149,0	155,0	161,0	157,0	148,0	137,0	126,0	117,0	113,0	111,0	112,0	114,0	123,0	131,0	137,0	139,0	141,0	139,0	23
24	134,0	127,0	120,0	122,0	124,0	133,0	143,0	154,0	160,0	162,0	156,0	144,0	131,0	116,0	106,0	97,0	98,0	101,0	111,0	124,0	138,0	149,0	157,0	153,0	24
25	153,0	148,0	135,0	123,0	125,0	126,0	129,0	141,0	154,0	160,0	157,0	149,0	134,0	113,0	99,0	89,0	83,0	82,0	93,0	107,0	124,0	142,0	152,0	156,0	25
26	156,0	147,0	132,0	121,0	113,0	113,0	118,0	126,0	138,0	150,0	154,0	152,0	140,0	125,0	108,0	88,0	77,0	75,0	80,0	94,0	111,0	131,0	149,0	160,0	26
27	162,0	157,0	146,0	131,0	116,0	108,0	108,0	114,0	128,0	141,0	152,0	156,0	149,0	134,0	117,0	95,0	78,0	70,0	70,0	80,0	96,0	114,0	136,0	154,0	27
28	161,0	159,0	149,0	138,0	121,0	112,0	107,0	112,0	121,0	134,0	147,0	156,0	155,0	142,0	127,0	107,0	89,0	73,0	69,0	72,0	87,0	105,0	125,0	146,0	28
29	159,0	162,0	162,0	153,0	137,0	124,0	113,0	111,0	115,0	125,0	138,0	151,0	158,0	152,0	139,0	121,0	101,0	83,0	72,0	72,0	83,0	97,0	115,0	134,0	29
30	152,0	160,0	161,0	156,0	143,0	129,0	118,0	112,0	111,0	121,0	132,0	143,0	153,0	154,0	143,0	129,0	113,0	95,0	82,0	78,0	80,0	91,0	101,0	117,0	30

SKEMA 2: MENGALIKAN SELURUH NILAI HASIL PADA TABEL SKEMA 1 DENGAN MASING-MASING BARIS (X1, Y1, X2 DST) TABEL 1

TABEL HITUNGAN SKEMA 2 (X1)

Jam Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Jam Tgl
2	-134,0	-150,0	-157,0	-157,0	-149,0	-138,0	125,0	115,0	114,0	117,0	123,0	132,0	145,0	154,0	153,0	143,0	128,0	112,0	-97,0	-87,0	-83,0	-89,0	-103,0	-114,0	2
3	-127,0	-142,0	-152,0	-155,0	-152,0	-144,0	136,0	126,0	119,0	120,0	125,0	131,0	139,0	148,0	152,0	146,0	134,0	119,0	-110,0	-97,0	-91,0	-93,0	-105,0	-113,0	3
4	-121,0	-132,0	-142,0	-150,0	-149,0	-144,0	140,0	130,0	126,0	125,0	125,0	130,0	133,0	142,0	153,0	148,0	135,0	125,0	-118,0	-103,0	-98,0	-95,0	-107,0	-114,0	4
5	-114,0	-123,0	-144,0	-153,0	-145,0	-145,0	174,2	139,0	131,0	128,0	124,0	124,0	129,0	133,0	134,0	136,0	136,0	128,0	-119,0	-114,0	-106,0	-104,0	-107,0	-112,0	5
6	-117,0	-124,0	-127,0	-131,0	-135,0	-139,0	139,0	137,0	133,0	131,0	128,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	126,0	-121,0	-117,0	-113,0	-113,0	-114,0	-116,0	6
7	-122,0	-124,0	-126,0	-128,0	-132,0	-137,0	140,0	140,0	142,0	142,0	137,0	133,0	132,0	129,0	126,0	126,0	124,0	123,0	-123,0	-122,0	-124,0	-124,0	-124,0	-124,0	7
8	-126,0	-124,0	-122,0	-125,0	-127,0	-129,0	136,0	141,0	142,0	142,0	140,0	133,0	128,0	122,0	119,0	115,0	114,0	114,0	-118,0	-123,0	-124,0	-129,0	-129,0	-129,0	8
9	-127,0	-124,0	-119,0	-118,0	-119,0	-124,0	131,0	135,0	142,0	144,0	141,0	135,0	126,0	118,0	110,0	106,0	103,0	104,0	-109,0	-115,0	-124,0	-134,0	-136,0	-137,0	9
10	-136,0	-128,0	-122,0	-118,0	-117,0	-122,0	129,0	135,0	143,0	146,0	148,0	139,0	130,0	119,0	109,0	102,0	97,0	97,0	-102,0	-113,0	-124,0	-135,0	-142,0	-147,0	10
11	-143,0	-138,0	-127,0	-121,0	-115,0	-115,0	123,0	130,0	139,0	146,0	151,0	146,0	135,0	123,0	109,0	97,0	92,0	91,0	-97,0	-107,0	-117,0	-134,0	-149,0	-155,0	11
12	-151,0	-146,0	-134,0	-123,0	-114,0	-113,0	117,0	123,0	133,0	148,0	156,0	154,0	144,0	132,0	116,0	100,0	90,0	87,0	-91,0	-100,0	-115,0	-129,0	-146,0	-150,0	12
13	-158,0	-153,0	-141,0	-127,0	-117,0	-110,0	110,0	114,0	128,0	142,0	153,0	158,0	152,0	138,0	121,0	105,0	88,0	80,0	-81,0	-89,0	-101,0	-118,0	-139,0	-153,0	13
14	-160,0	-161,0	-152,0	-136,0	-123,0	-114,0	108,0	112,0	123,0	137,0	151,0	160,0	157,0	147,0	128,0	108,0	91,0	79,0	-73,0	-81,0	-93,0	-107,0	-125,0	-147,0	14
15	-159,0	-161,0	-155,0	-144,0	-128,0	-115,0	107,0	106,0	113,0	125,0	137,0	150,0	155,0	147,0	131,0	114,0	92,0	76,0	-68,0	-69,0	-77,0	-96,0	-113,0	-132,0	15
16	-151,0	-160,0	-158,0	-150,0	-136,0	-123,0	111,0	104,0	109,0	119,0	131,0	146,0	158,0	154,0	142,0	127,0	107,0	87,0	-72,0	-68,0	-75,0	-89,0	-105,0	-124,0	16
17	-142,0	-156,0	-159,0	-155,0	-144,0	-130,0	117,0	107,0	107,0	113,0	121,0	134,0	148,0	152,0	147,0	134,0	118,0	100,0	-81,0	-72,0	-72,0	-82,0	-96,0	-112,0	17
18	-129,0	-145,0	-156,0	-158,0	-152,0	-140,0	129,0	115,0	111,0	111,0	121,0	129,0	140,0	150,0	153,0	142,0	129,0	114,0	-98,0	-84,0	-78,0	-81,0	-93,0	-108,0	18
19	-119,0	-133,0	-144,0	-155,0	-151,0	-146,0	137,0	126,0	115,0	114,0	117,0	124,0	130,0	140,0	146,0	146,0	138,0	126,0	-113,0	-100,0	-90,0	-88,0	-94,0	-104,0	19
20	-114,0	-123,0	-135,0	-146,0	-150,0	-149,0	144,0	136,0	127,0	121,0	119,0	122,0	125,0	130,0	135,0	139,0	139,0	130,0	-121,0	-114,0	-104,0	-98,0	-100,0	-106,0	20
21	-112,0	-120,0	-128,0	-138,0	-145,0	-150,0	151,0	148,0	142,0	136,0	132,0	129,0	127,0	128,0	131,0	133,0	137,0	137,0	-132,0	-128,0	-121,0	-118,0	-116,0	-117,0	21
22	-121,0	-122,0	-124,0	-133,0	-141,0	-150,0	155,0	158,0	156,0	151,0	139,0	135,0	128,0	124,0	123,0	125,0	129,0	132,0	-136,0	-137,0	-136,0	-136,0	-133,0	-129,0	22
23	-128,0	-127,0	-123,0	-128,0	-138,0	-144,0	149,0	155,0	161,0	157,0	148,0	137,0	126,0	117,0	113,0	111,0	112,0	114,0	-123,0	-131,0	-137,0	-139,0	-141,0	-139,0	23
24	-134,0	-127,0	-120,0	-122,0	-124,0	-133,0	143,0	154,0	160,0	162,0	156,0	144,0	131,0	116,0	106,0	97,0	98,0	101,0	-111,0	-124,0	-138,0	-149,0	-157,0	-153,0	24
25	-153,0	-148,0	-135,0	-123,0	-125,0	-126,0	129,0	141,0	154,0	160,0	157,0	149,0	134,0	113,0	99,0	89,0	83,0	82,0	-93,0	-107,0	-124,0	-142,0	-152,0	-156,0	25
26	-156,0	-147,0	-132,0	-121,0	-113,0	-113,0	118,0	126,0	138,0	150,0	154,0	152,0	140,0	125,0	108,0	88,0	77,0	75,0	-80,0	-94,0	-111,0	-131,0	-149,0	-160,0	26
27	-162,0	-157,0	-146,0	-131,0	-116,0	-108,0	108,0	114,0	128,0	141,0	152,0	156,0	149,0	134,0	117,0	95,0	78,0	70,0	-70,0	-80,0	-96,0	-114,0	-136,0	-154,0	27
28	-161,0	-159,0	-149,0	-138,0	-121,0	-112,0	107,0	112,0	121,0	134,0	147,0	156,0	155,0	142,0	127,0	107,0	89,0	73,0	-69,0	-72,0	-87,0	-105,0	-125,0	-146,0	28
29	-159,0	-162,0	-162,0	-153,0	-137,0	-124,0	113,0	111,0	115,0	125,0	138,0	151,0	158,0	152,0	139,0	121,0	101,0	83,0	-72,0	-72,0	-83,0	-97,0	-115,0	-134,0	29
30	-152,0	-160,0	-161,0	-156,0	-143,0	-129,0	118,0	112,0	111,0	121,0	132,0	143,0	153,0	154,0	143,0	129,0	113,0	95,0	-82,0	-78,0	-80,0	-91,0	-101,0	-117,0	30

TABEL HITUNGAN SKEMA 2 (Y1)

Jam Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Jam Tgl
2	-134,0	-150,0	-157,0	-157,0	-149,0	-138,0	-125,0	-115,0	-114,0	-117,0	-123,0	-132,0	145,0	154,0	153,0	143,0	128,0	112,0	97,0	87,0	83,0	89,0	103,0	114,0	2
3	-127,0	-142,0	-152,0	-155,0	-152,0	-144,0	-136,0	-126,0	-119,0	-120,0	-125,0	-131,0	139,0	148,0	152,0	146,0	134,0	119,0	110,0	97,0	91,0	93,0	105,0	113,0	3
4	-121,0	-132,0	-142,0	-150,0	-149,0	-144,0	-140,0	-130,0	-126,0	-125,0	-125,0	-130,0	133,0	142,0	153,0	148,0	135,0	125,0	118,0	103,0	98,0	95,0	107,0	114,0	4
5	-114,0	-123,0	-144,0	-153,0	-145,0	-145,0	-174,2	-139,0	-131,0	-128,0	-124,0	-124,0	129,0	133,0	134,0	136,0	136,0	128,0	119,0	114,0	106,0	104,0	107,0	112,0	5
6	-117,0	-124,0	-127,0	-131,0	-135,0	-139,0	-139,0	-137,0	-133,0	-131,0	-128,0	-129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	126,0	121,0	117,0	113,0	113,0	114,0	116,0	6
7	-122,0	-124,0	-126,0	-128,0	-132,0	-137,0	-140,0	-140,0	-142,0	-142,0	-137,0	-133,0	132,0	129,0	126,0	126,0	124,0	123,0	123,0	122,0	124,0	124,0	124,0	124,0	7
8	-126,0	-124,0	-122,0	-125,0	-127,0	-129,0	-136,0	-141,0	-142,0	-142,0	-140,0	-133,0	128,0	122,0	119,0	115,0	114,0	114,0	118,0	123,0	124,0	129,0	129,0	129,0	8
9	-127,0	-124,0	-119,0	-118,0	-119,0	-124,0	-131,0	-135,0	-142,0	-144,0	-141,0	-135,0	126,0	118,0	110,0	106,0	103,0	104,0	109,0	115,0	124,0	134,0	136,0	137,0	9
10	-136,0	-128,0	-122,0	-118,0	-117,0	-122,0	-129,0	-135,0	-143,0	-146,0	-148,0	-139,0	130,0	119,0	109,0	102,0	97,0	97,0	102,0	113,0	124,0	135,0	142,0	147,0	10
11	-143,0	-138,0	-127,0	-121,0	-115,0	-115,0	-123,0	-130,0	-139,0	-146,0	-151,0	-146,0	135,0	123,0	109,0	97,0	92,0	91,0	97,0	107,0	117,0	134,0	149,0	155,0	11
12	-151,0	-146,0	-134,0	-123,0	-114,0	-113,0	-117,0	-123,0	-133,0	-148,0	-156,0	-154,0	144,0	132,0	116,0	100,0	90,0	87,0	91,0	100,0	115,0	129,0	146,0	150,0	12
13	-158,0	-153,0	-141,0	-127,0	-117,0	-110,0	-110,0	-114,0	-128,0	-142,0	-153,0	-158,0	152,0	138,0	121,0	105,0	88,0	80,0	81,0	89,0	101,0	118,0	139,0	153,0	13
14	-160,0	-161,0	-152,0	-136,0	-123,0	-114,0	-108,0	-112,0	-123,0	-137,0	-151,0	-160,0	157,0	147,0	128,0	108,0	91,0	79,0	73,0	81,0	93,0	107,0	125,0	147,0	14
15	-159,0	-161,0	-155,0	-144,0	-128,0	-115,0	-107,0	-106,0	-113,0	-125,0	-137,0	-150,0	155,0	147,0	131,0	114,0	92,0	76,0	68,0	69,0	77,0	96,0	113,0	132,0	15
16	-151,0	-160,0	-158,0	-150,0	-136,0	-123,0	-111,0	-104,0	-109,0	-119,0	-131,0	-146,0	158,0	154,0	142,0	127,0	107,0	87,0	72,0	68,0	75,0	89,0	105,0	124,0	16
17	-142,0	-156,0	-159,0	-155,0	-144,0	-130,0	-117,0	-107,0	-107,0	-113,0	-121,0	-134,0	148,0	152,0	147,0	134,0	118,0	100,0	81,0	72,0	72,0	82,0	96,0	112,0	17
18	-129,0	-145,0	-156,0	-158,0	-152,0	-140,0	-129,0	-115,0	-111,0	-111,0	-121,0	-129,0	140,0	150,0	153,0	142,0	129,0	114,0	98,0	84,0	78,0	81,0	93,0	108,0	18
19	-119,0	-133,0	-144,0	-155,0	-151,0	-146,0	-137,0	-126,0	-115,0	-114,0	-117,0	-124,0	130,0	140,0	146,0	146,0	138,0	126,0	113,0	100,0	90,0	88,0	94,0	104,0	19
20	-114,0	-123,0	-135,0	-146,0	-150,0	-149,0	-144,0	-136,0	-127,0	-121,0	-119,0	-122,0	125,0	130,0	135,0	139,0	139,0	130,0	121,0	114,0	104,0	98,0	100,0	106,0	20
21	-112,0	-120,0	-128,0	-138,0	-145,0	-150,0	-151,0	-148,0	-142,0	-136,0	-132,0	-129,0	127,0	128,0	131,0	133,0	137,0	137,0	132,0	128,0	121,0	118,0	116,0	117,0	21
22	-121,0	-122,0	-124,0	-133,0	-141,0	-150,0	-155,0	-158,0	-156,0	-151,0	-139,0	-135,0	128,0	124,0	123,0	125,0	129,0	132,0	136,0	137,0	136,0	136,0	133,0	129,0	22
23	-128,0	-127,0	-123,0	-128,0	-138,0	-144,0	-149,0	-155,0	-161,0	-157,0	-148,0	-137,0	126,0	117,0	113,0	111,0	112,0	114,0	123,0	131,0	137,0	139,0	141,0	139,0	23
24	-134,0	-127,0	-120,0	-122,0	-124,0	-133,0	-143,0	-154,0	-160,0	-162,0	-156,0	-144,0	131,0	116,0	106,0	97,0	98,0	101,0	111,0	124,0	138,0	149,0	157,0	153,0	24
25	-153,0	-148,0	-135,0	-123,0	-125,0	-126,0	-129,0	-141,0	-154,0	-160,0	-157,0	-149,0	134,0	113,0	99,0	89,0	83,0	82,0	93,0	107,0	124,0	142,0	152,0	156,0	25
26	-156,0	-147,0	-132,0	-121,0	-113,0	-113,0	-118,0	-126,0	-138,0	-150,0	-154,0	-152,0	140,0	125,0	108,0	88,0	77,0	75,0	80,0	94,0	111,0	131,0	149,0	160,0	26
27	-162,0	-157,0	-146,0	-131,0	-116,0	-108,0	-108,0	-114,0	-128,0	-141,0	-152,0	-156,0	149,0	134,0	117,0	95,0	78,0	70,0	70,0	80,0	96,0	114,0	136,0	154,0	27
28	-161,0	-159,0	-149,0	-138,0	-121,0	-112,0	-107,0	-112,0	-121,0	-134,0	-147,0	-156,0	155,0	142,0	127,0	107,0	89,0	73,0	69,0	72,0	87,0	105,0	125,0	146,0	28
29	-159,0	-162,0	-162,0	-153,0	-137,0	-124,0	-113,0	-111,0	-115,0	-125,0	-138,0	-151,0	158,0	152,0	139,0	121,0	101,0	83,0	72,0	72,0	83,0	97,0	115,0	134,0	29
30	-152,0	-160,0	-161,0	-156,0	-143,0	-129,0	-118,0	-112,0	-111,0	-121,0	-132,0	-143,0	153,0	154,0	143,0	129,0	113,0	95,0	82,0	78,0	80,0	91,0	101,0	117,0	30

TABEL HITUNGAN SKEMA 2 (X2)

Jam Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Jam Tgl
2	134,0	150,0	157,0	-157,0	-149,0	-138,0	-125,0	-115,0	-114,0	117,0	123,0	132,0	145,0	154,0	153,0	-143,0	-128,0	-112,0	-97,0	-87,0	-83,0	89,0	103,0	114,0	2
3	127,0	142,0	152,0	-155,0	-152,0	-144,0	-136,0	-126,0	-119,0	120,0	125,0	131,0	139,0	148,0	152,0	-146,0	-134,0	-119,0	-110,0	-97,0	-91,0	93,0	105,0	113,0	3
4	121,0	132,0	142,0	-150,0	-149,0	-144,0	-140,0	-130,0	-126,0	125,0	125,0	130,0	133,0	142,0	153,0	-148,0	-135,0	-125,0	-118,0	-103,0	-98,0	95,0	107,0	114,0	4
5	114,0	123,0	144,0	-153,0	-145,0	-145,0	-174,2	-139,0	-131,0	128,0	124,0	124,0	129,0	133,0	134,0	-136,0	-136,0	-128,0	-119,0	-114,0	-106,0	104,0	107,0	112,0	5
6	117,0	124,0	127,0	-131,0	-135,0	-139,0	-139,0	-137,0	-133,0	131,0	128,0	129,0	129,0	129,0	129,0	-129,0	-129,0	-126,0	-121,0	-117,0	-113,0	113,0	114,0	116,0	6
7	122,0	124,0	126,0	-128,0	-132,0	-137,0	-140,0	-140,0	-142,0	142,0	137,0	133,0	132,0	129,0	126,0	-126,0	-124,0	-123,0	-123,0	-122,0	-124,0	124,0	124,0	124,0	7
8	126,0	124,0	122,0	-125,0	-127,0	-129,0	-136,0	-141,0	-142,0	142,0	140,0	133,0	128,0	122,0	119,0	-115,0	-114,0	-114,0	-118,0	-123,0	-124,0	129,0	129,0	129,0	8
9	127,0	124,0	119,0	-118,0	-119,0	-124,0	-131,0	-135,0	-142,0	144,0	141,0	135,0	126,0	118,0	110,0	-106,0	-103,0	-104,0	-109,0	-115,0	-124,0	134,0	136,0	137,0	9
10	136,0	128,0	122,0	-118,0	-117,0	-122,0	-129,0	-135,0	-143,0	146,0	148,0	139,0	130,0	119,0	109,0	-102,0	-97,0	-97,0	-102,0	-113,0	-124,0	135,0	142,0	147,0	10
11	143,0	138,0	127,0	-121,0	-115,0	-115,0	-123,0	-130,0	-139,0	146,0	151,0	146,0	135,0	123,0	109,0	-97,0	-92,0	-91,0	-97,0	-107,0	-117,0	134,0	149,0	155,0	11
12	151,0	146,0	134,0	-123,0	-114,0	-113,0	-117,0	-123,0	-133,0	148,0	156,0	154,0	144,0	132,0	116,0	-100,0	-90,0	-87,0	-91,0	-100,0	-115,0	129,0	146,0	150,0	12
13	158,0	153,0	141,0	-127,0	-117,0	-110,0	-110,0	-114,0	-128,0	142,0	153,0	158,0	152,0	138,0	121,0	-105,0	-88,0	-80,0	-81,0	-89,0	-101,0	118,0	139,0	153,0	13
14	160,0	161,0	152,0	-136,0	-123,0	-114,0	-108,0	-112,0	-123,0	137,0	151,0	160,0	157,0	147,0	128,0	-108,0	-91,0	-79,0	-73,0	-81,0	-93,0	107,0	125,0	147,0	14
15	159,0	161,0	155,0	-144,0	-128,0	-115,0	-107,0	-106,0	-113,0	125,0	137,0	150,0	155,0	147,0	131,0	-114,0	-92,0	-76,0	-68,0	-69,0	-77,0	96,0	113,0	132,0	15
16	151,0	160,0	158,0	-150,0	-136,0	-123,0	-111,0	-104,0	-109,0	119,0	131,0	146,0	158,0	154,0	142,0	-127,0	-107,0	-87,0	-72,0	-68,0	-75,0	89,0	105,0	124,0	16
17	142,0	156,0	159,0	-155,0	-144,0	-130,0	-117,0	-107,0	-107,0	113,0	121,0	134,0	148,0	152,0	147,0	-134,0	-118,0	-100,0	-81,0	-72,0	-72,0	82,0	96,0	112,0	17
18	129,0	145,0	156,0	-158,0	-152,0	-140,0	-129,0	-115,0	-111,0	111,0	121,0	129,0	140,0	150,0	153,0	-142,0	-129,0	-114,0	-98,0	-84,0	-78,0	81,0	93,0	108,0	18
19	119,0	133,0	144,0	-155,0	-151,0	-146,0	-137,0	-126,0	-115,0	114,0	117,0	124,0	130,0	140,0	146,0	-146,0	-138,0	-126,0	-113,0	-100,0	-90,0	88,0	94,0	104,0	19
20	114,0	123,0	135,0	-146,0	-150,0	-149,0	-144,0	-136,0	-127,0	121,0	119,0	122,0	125,0	130,0	135,0	-139,0	-139,0	-130,0	-121,0	-114,0	-104,0	98,0	100,0	106,0	20
21	112,0	120,0	128,0	-138,0	-145,0	-150,0	-151,0	-148,0	-142,0	136,0	132,0	129,0	127,0	128,0	131,0	-133,0	-137,0	-137,0	-132,0	-128,0	-121,0	118,0	116,0	117,0	21
22	121,0	122,0	124,0	-133,0	-141,0	-150,0	-155,0	-158,0	-156,0	151,0	139,0	135,0	128,0	124,0	123,0	-125,0	-129,0	-132,0	-136,0	-137,0	-136,0	136,0	133,0	129,0	22
23	128,0	127,0	123,0	-128,0	-138,0	-144,0	-149,0	-155,0	-161,0	157,0	148,0	137,0	126,0	117,0	113,0	-111,0	-112,0	-114,0	-123,0	-131,0	-137,0	139,0	141,0	139,0	23
24	134,0	127,0	120,0	-122,0	-124,0	-133,0	-143,0	-154,0	-160,0	162,0	156,0	144,0	131,0	116,0	106,0	-97,0	-98,0	-101,0	-111,0	-124,0	-138,0	149,0	157,0	153,0	24
25	153,0	148,0	135,0	-123,0	-125,0	-126,0	-129,0	-141,0	-154,0	160,0	157,0	149,0	134,0	113,0	99,0	-89,0	-83,0	-82,0	-93,0	-107,0	-124,0	142,0	152,0	156,0	25
26	156,0	147,0	132,0	-121,0	-113,0	-113,0	-118,0	-126,0	-138,0	150,0	154,0	152,0	140,0	125,0	108,0	-88,0	-77,0	-75,0	-80,0	-94,0	-111,0	131,0	149,0	160,0	26
27	162,0	157,0	146,0	-131,0	-116,0	-108,0	-108,0	-114,0	-128,0	141,0	152,0	156,0	149,0	134,0	117,0	-95,0	-78,0	-70,0	-70,0	-80,0	-96,0	114,0	136,0	154,0	27
28	161,0	159,0	149,0	-138,0	-121,0	-112,0	-107,0	-112,0	-121,0	134,0	147,0	156,0	155,0	142,0	127,0	-107,0	-89,0	-73,0	-69,0	-72,0	-87,0	105,0	125,0	146,0	28
29	159,0	162,0	162,0	-153,0	-137,0	-124,0	-113,0	-111,0	-115,0	125,0	138,0	151,0	158,0	152,0	139,0	-121,0	-101,0	-83,0	-72,0	-72,0	-83,0	97,0	115,0	134,0	29
30	152,0	160,0	161,0	-156,0	-143,0	-129,0	-118,0	-112,0	-111,0	121,0	132,0	143,0	153,0	154,0	143,0	-129,0	-113,0	-95,0	-82,0	-78,0	-80,0	91,0	101,0	117,0	30

TABEL HITUNGAN SKEMA 2 (Y2)

Jam Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Jam Tgl
2	134,0	150,0	157,0	157,0	149,0	138,0	-125,0	-115,0	-114,0	-117,0	-123,0	-132,0	145,0	154,0	153,0	143,0	128,0	112,0	-97,0	-87,0	-83,0	-89,0	-103,0	-114,0	2
3	127,0	142,0	152,0	155,0	152,0	144,0	-136,0	-126,0	-119,0	-120,0	-125,0	-131,0	139,0	148,0	152,0	146,0	134,0	119,0	-110,0	-97,0	-91,0	-93,0	-105,0	-113,0	3
4	121,0	132,0	142,0	150,0	149,0	144,0	-140,0	-130,0	-126,0	-125,0	-125,0	-130,0	133,0	142,0	153,0	148,0	135,0	125,0	-118,0	-103,0	-98,0	-95,0	-107,0	-114,0	4
5	114,0	123,0	144,0	153,0	145,0	145,0	-174,2	-139,0	-131,0	-128,0	-124,0	-124,0	129,0	133,0	134,0	136,0	136,0	128,0	-119,0	-114,0	-106,0	-104,0	-107,0	-112,0	5
6	117,0	124,0	127,0	131,0	135,0	139,0	-139,0	-137,0	-133,0	-131,0	-128,0	-129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	126,0	-121,0	-117,0	-113,0	-113,0	-114,0	-116,0	6
7	122,0	124,0	126,0	128,0	132,0	137,0	-140,0	-140,0	-142,0	-142,0	-137,0	-133,0	132,0	129,0	126,0	126,0	124,0	123,0	-123,0	-122,0	-124,0	-124,0	-124,0	-124,0	7
8	126,0	124,0	122,0	125,0	127,0	129,0	-136,0	-141,0	-142,0	-142,0	-140,0	-133,0	128,0	122,0	119,0	115,0	114,0	114,0	-118,0	-123,0	-124,0	-129,0	-129,0	-129,0	8
9	127,0	124,0	119,0	118,0	119,0	124,0	-131,0	-135,0	-142,0	-144,0	-141,0	-135,0	126,0	118,0	110,0	106,0	103,0	104,0	-109,0	-115,0	-124,0	-134,0	-136,0	-137,0	9
10	136,0	128,0	122,0	118,0	117,0	122,0	-129,0	-135,0	-143,0	-146,0	-148,0	-139,0	130,0	119,0	109,0	102,0	97,0	97,0	-102,0	-113,0	-124,0	-135,0	-142,0	-147,0	10
11	143,0	138,0	127,0	121,0	115,0	115,0	-123,0	-130,0	-139,0	-146,0	-151,0	-146,0	135,0	123,0	109,0	97,0	92,0	91,0	-97,0	-107,0	-117,0	-134,0	-149,0	-155,0	11
12	151,0	146,0	134,0	123,0	114,0	113,0	-117,0	-123,0	-133,0	-148,0	-156,0	-154,0	144,0	132,0	116,0	100,0	90,0	87,0	-91,0	-100,0	-115,0	-129,0	-146,0	-150,0	12
13	158,0	153,0	141,0	127,0	117,0	110,0	-110,0	-114,0	-128,0	-142,0	-153,0	-158,0	152,0	138,0	121,0	105,0	88,0	80,0	-81,0	-89,0	-101,0	-118,0	-139,0	-153,0	13
14	160,0	161,0	152,0	136,0	123,0	114,0	-108,0	-112,0	-123,0	-137,0	-151,0	-160,0	157,0	147,0	128,0	108,0	91,0	79,0	-73,0	-81,0	-93,0	-107,0	-125,0	-147,0	14
15	159,0	161,0	155,0	144,0	128,0	115,0	-107,0	-106,0	-113,0	-125,0	-137,0	-150,0	155,0	147,0	131,0	114,0	92,0	76,0	-68,0	-69,0	-77,0	-96,0	-113,0	-132,0	15
16	151,0	160,0	158,0	150,0	136,0	123,0	-111,0	-104,0	-109,0	-119,0	-131,0	-146,0	158,0	154,0	142,0	127,0	107,0	87,0	-72,0	-68,0	-75,0	-89,0	-105,0	-124,0	16
17	142,0	156,0	159,0	155,0	144,0	130,0	-117,0	-107,0	-107,0	-113,0	-121,0	-134,0	148,0	152,0	147,0	134,0	118,0	100,0	-81,0	-72,0	-72,0	-82,0	-96,0	-112,0	17
18	129,0	145,0	156,0	158,0	152,0	140,0	-129,0	-115,0	-111,0	-111,0	-121,0	-129,0	140,0	150,0	153,0	142,0	129,0	114,0	-98,0	-84,0	-78,0	-81,0	-93,0	-108,0	18
19	119,0	133,0	144,0	155,0	151,0	146,0	-137,0	-126,0	-115,0	-114,0	-117,0	-124,0	130,0	140,0	146,0	146,0	138,0	126,0	-113,0	-100,0	-90,0	-88,0	-94,0	-104,0	19
20	114,0	123,0	135,0	146,0	150,0	149,0	-144,0	-136,0	-127,0	-121,0	-119,0	-122,0	125,0	130,0	135,0	139,0	139,0	130,0	-121,0	-114,0	-104,0	-98,0	-100,0	-106,0	20
21	112,0	120,0	128,0	138,0	145,0	150,0	-151,0	-148,0	-142,0	-136,0	-132,0	-129,0	127,0	128,0	131,0	133,0	137,0	137,0	-132,0	-128,0	-121,0	-118,0	-116,0	-117,0	21
22	121,0	122,0	124,0	133,0	141,0	150,0	-155,0	-158,0	-156,0	-151,0	-139,0	-135,0	128,0	124,0	123,0	125,0	129,0	132,0	-136,0	-137,0	-136,0	-136,0	-133,0	-129,0	22
23	128,0	127,0	123,0	128,0	138,0	144,0	-149,0	-155,0	-161,0	-157,0	-148,0	-137,0	126,0	117,0	113,0	111,0	112,0	114,0	-123,0	-131,0	-137,0	-139,0	-141,0	-139,0	23
24	134,0	127,0	120,0	122,0	124,0	133,0	-143,0	-154,0	-160,0	-162,0	-156,0	-144,0	131,0	116,0	106,0	97,0	98,0	101,0	-111,0	-124,0	-138,0	-149,0	-157,0	-153,0	24
25	153,0	148,0	135,0	123,0	125,0	126,0	-129,0	-141,0	-154,0	-160,0	-157,0	-149,0	134,0	113,0	99,0	89,0	83,0	82,0	-93,0	-107,0	-124,0	-142,0	-152,0	-156,0	25
26	156,0	147,0	132,0	121,0	113,0	113,0	-118,0	-126,0	-138,0	-150,0	-154,0	-152,0	140,0	125,0	108,0	88,0	77,0	75,0	-80,0	-94,0	-111,0	-131,0	-149,0	-160,0	26
27	162,0	157,0	146,0	131,0	116,0	108,0	-108,0	-114,0	-128,0	-141,0	-152,0	-156,0	149,0	134,0	117,0	95,0	78,0	70,0	-70,0	-80,0	-96,0	-114,0	-136,0	-154,0	27
28	161,0	159,0	149,0	138,0	121,0	112,0	-107,0	-112,0	-121,0	-134,0	-147,0	-156,0	155,0	142,0	127,0	107,0	89,0	73,0	-69,0	-72,0	-87,0	-105,0	-125,0	-146,0	28
29	159,0	162,0	162,0	153,0	137,0	124,0	-113,0	-111,0	-115,0	-125,0	-138,0	-151,0	158,0	152,0	139,0	121,0	101,0	83,0	-72,0	-72,0	-83,0	-97,0	-115,0	-134,0	29
30	152,0	160,0	161,0	156,0	143,0	129,0	-118,0	-112,0	-111,0	-121,0	-132,0	-143,0	153,0	154,0	143,0	129,0	113,0	95,0	-82,0	-78,0	-80,0	-91,0	-101,0	-117,0	30

TABEL HITUNGAN SKEMA 2 (X4)

Jam Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Jam Tgl
2	134,0	0,0	-157,0	-157,0	0,0	138,0	125,0	0,0	-114,0	-117,0	0,0	132,0	145,0	0,0	-153,0	-143,0	0,0	112,0	97,0	0,0	-83,0	-89,0	0,0	114,0	2
3	127,0	0,0	-152,0	-155,0	0,0	144,0	136,0	0,0	-119,0	-120,0	0,0	131,0	139,0	0,0	-152,0	-146,0	0,0	119,0	110,0	0,0	-91,0	-93,0	0,0	113,0	3
4	121,0	0,0	-142,0	-150,0	0,0	144,0	140,0	0,0	-126,0	-125,0	0,0	130,0	133,0	0,0	-153,0	-148,0	0,0	125,0	118,0	0,0	-98,0	-95,0	0,0	114,0	4
5	114,0	0,0	-144,0	-153,0	0,0	145,0	174,2	0,0	-131,0	-128,0	0,0	124,0	129,0	0,0	-134,0	-136,0	0,0	128,0	119,0	0,0	-106,0	-104,0	0,0	112,0	5
6	117,0	0,0	-127,0	-131,0	0,0	139,0	139,0	0,0	-133,0	-131,0	0,0	129,0	129,0	0,0	-129,0	-129,0	0,0	126,0	121,0	0,0	-113,0	-113,0	0,0	116,0	6
7	122,0	0,0	-126,0	-128,0	0,0	137,0	140,0	0,0	-142,0	-142,0	0,0	133,0	132,0	0,0	-126,0	-126,0	0,0	123,0	123,0	0,0	-124,0	-124,0	0,0	124,0	7
8	126,0	0,0	-122,0	-125,0	0,0	129,0	136,0	0,0	-142,0	-142,0	0,0	133,0	128,0	0,0	-119,0	-115,0	0,0	114,0	118,0	0,0	-124,0	-129,0	0,0	129,0	8
9	127,0	0,0	-119,0	-118,0	0,0	124,0	131,0	0,0	-142,0	-144,0	0,0	135,0	126,0	0,0	-110,0	-106,0	0,0	104,0	109,0	0,0	-124,0	-134,0	0,0	137,0	9
10	136,0	0,0	-122,0	-118,0	0,0	122,0	129,0	0,0	-143,0	-146,0	0,0	139,0	130,0	0,0	-109,0	-102,0	0,0	97,0	102,0	0,0	-124,0	-135,0	0,0	147,0	10
11	143,0	0,0	-127,0	-121,0	0,0	115,0	123,0	0,0	-139,0	-146,0	0,0	146,0	135,0	0,0	-109,0	-97,0	0,0	91,0	97,0	0,0	-117,0	-134,0	0,0	155,0	11
12	151,0	0,0	-134,0	-123,0	0,0	113,0	117,0	0,0	-133,0	-148,0	0,0	154,0	144,0	0,0	-116,0	-100,0	0,0	87,0	91,0	0,0	-115,0	-129,0	0,0	150,0	12
13	158,0	0,0	-141,0	-127,0	0,0	110,0	110,0	0,0	-128,0	-142,0	0,0	158,0	152,0	0,0	-121,0	-105,0	0,0	80,0	81,0	0,0	-101,0	-118,0	0,0	153,0	13
14	160,0	0,0	-152,0	-136,0	0,0	114,0	108,0	0,0	-123,0	-137,0	0,0	160,0	157,0	0,0	-128,0	-108,0	0,0	79,0	73,0	0,0	-93,0	-107,0	0,0	147,0	14
15	159,0	0,0	-155,0	-144,0	0,0	115,0	107,0	0,0	-113,0	-125,0	0,0	150,0	155,0	0,0	-131,0	-114,0	0,0	76,0	68,0	0,0	-77,0	-96,0	0,0	132,0	15
16	151,0	0,0	-158,0	-150,0	0,0	123,0	111,0	0,0	-109,0	-119,0	0,0	146,0	158,0	0,0	-142,0	-127,0	0,0	87,0	72,0	0,0	-75,0	-89,0	0,0	124,0	16
17	142,0	0,0	-159,0	-155,0	0,0	130,0	117,0	0,0	-107,0	-113,0	0,0	134,0	148,0	0,0	-147,0	-134,0	0,0	100,0	81,0	0,0	-72,0	-82,0	0,0	112,0	17
18	129,0	0,0	-156,0	-158,0	0,0	140,0	129,0	0,0	-111,0	-111,0	0,0	129,0	140,0	0,0	-153,0	-142,0	0,0	114,0	98,0	0,0	-78,0	-81,0	0,0	108,0	18
19	119,0	0,0	-144,0	-155,0	0,0	146,0	137,0	0,0	-115,0	-114,0	0,0	124,0	130,0	0,0	-146,0	-146,0	0,0	126,0	113,0	0,0	-90,0	-88,0	0,0	104,0	19
20	114,0	0,0	-135,0	-146,0	0,0	149,0	144,0	0,0	-127,0	-121,0	0,0	122,0	125,0	0,0	-135,0	-139,0	0,0	130,0	121,0	0,0	-104,0	-98,0	0,0	106,0	20
21	112,0	0,0	-128,0	-138,0	0,0	150,0	151,0	0,0	-142,0	-136,0	0,0	129,0	127,0	0,0	-131,0	-133,0	0,0	137,0	132,0	0,0	-121,0	-118,0	0,0	117,0	21
22	121,0	0,0	-124,0	-133,0	0,0	150,0	155,0	0,0	-156,0	-151,0	0,0	135,0	128,0	0,0	-123,0	-125,0	0,0	132,0	136,0	0,0	-136,0	-136,0	0,0	129,0	22
23	128,0	0,0	-123,0	-128,0	0,0	144,0	149,0	0,0	-161,0	-157,0	0,0	137,0	126,0	0,0	-113,0	-111,0	0,0	114,0	123,0	0,0	-137,0	-139,0	0,0	139,0	23
24	134,0	0,0	-120,0	-122,0	0,0	133,0	143,0	0,0	-160,0	-162,0	0,0	144,0	131,0	0,0	-106,0	-97,0	0,0	101,0	111,0	0,0	-138,0	-149,0	0,0	153,0	24
25	153,0	0,0	-135,0	-123,0	0,0	126,0	129,0	0,0	-154,0	-160,0	0,0	149,0	134,0	0,0	-99,0	-89,0	0,0	82,0	93,0	0,0	-124,0	-142,0	0,0	156,0	25
26	156,0	0,0	-132,0	-121,0	0,0	113,0	118,0	0,0	-138,0	-150,0	0,0	152,0	140,0	0,0	-108,0	-88,0	0,0	75,0	80,0	0,0	-111,0	-131,0	0,0	160,0	26
27	162,0	0,0	-146,0	-131,0	0,0	108,0	108,0	0,0	-128,0	-141,0	0,0	156,0	149,0	0,0	-117,0	-95,0	0,0	70,0	70,0	0,0	-96,0	-114,0	0,0	154,0	27
28	161,0	0,0	-149,0	-138,0	0,0	112,0	107,0	0,0	-121,0	-134,0	0,0	156,0	155,0	0,0	-127,0	-107,0	0,0	73,0	69,0	0,0	-87,0	-105,0	0,0	146,0	28
29	159,0	0,0	-162,0	-153,0	0,0	124,0	113,0	0,0	-115,0	-125,0	0,0	151,0	158,0	0,0	-139,0	-121,0	0,0	83,0	72,0	0,0	-83,0	-97,0	0,0	134,0	29
30	152,0	0,0	-161,0	-156,0	0,0	129,0	118,0	0,0	-111,0	-121,0	0,0	143,0	153,0	0,0	-143,0	-129,0	0,0	95,0	82,0	0,0	-80,0	-91,0	0,0	117,0	30

TABEL HITUNGAN SKEMA 2 (Y4)

Jam Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Jam Tgl
2	134,0	150,0	157,0	-157,0	-149,0	-138,0	125,0	115,0	114,0	-117,0	-123,0	-132,0	145,0	154,0	153,0	-143,0	-128,0	-112,0	97,0	87,0	83,0	-89,0	-103,0	-114,0	2
3	127,0	142,0	152,0	-155,0	-152,0	-144,0	136,0	126,0	119,0	-120,0	-125,0	-131,0	139,0	148,0	152,0	-146,0	-134,0	-119,0	110,0	97,0	91,0	-93,0	-105,0	-113,0	3
4	121,0	132,0	142,0	-150,0	-149,0	-144,0	140,0	130,0	126,0	-125,0	-125,0	-130,0	133,0	142,0	153,0	-148,0	-135,0	-125,0	118,0	103,0	98,0	-95,0	-107,0	-114,0	4
5	114,0	123,0	144,0	-153,0	-145,0	-145,0	174,2	139,0	131,0	-128,0	-124,0	-124,0	129,0	133,0	134,0	-136,0	-136,0	-128,0	119,0	114,0	106,0	-104,0	-107,0	-112,0	5
6	117,0	124,0	127,0	-131,0	-135,0	-139,0	139,0	137,0	133,0	-131,0	-128,0	-129,0	129,0	129,0	129,0	-129,0	-129,0	-126,0	121,0	117,0	113,0	-113,0	-114,0	-116,0	6
7	122,0	124,0	126,0	-128,0	-132,0	-137,0	140,0	140,0	142,0	-142,0	-137,0	-133,0	132,0	129,0	126,0	-126,0	-124,0	-123,0	123,0	122,0	124,0	-124,0	-124,0	-124,0	7
8	126,0	124,0	122,0	-125,0	-127,0	-129,0	136,0	141,0	142,0	-142,0	-140,0	-133,0	128,0	122,0	119,0	-115,0	-114,0	-114,0	118,0	123,0	124,0	-129,0	-129,0	-129,0	8
9	127,0	124,0	119,0	-118,0	-119,0	-124,0	131,0	135,0	142,0	-144,0	-141,0	-135,0	126,0	118,0	110,0	-106,0	-103,0	-104,0	109,0	115,0	124,0	-134,0	-136,0	-137,0	9
10	136,0	128,0	122,0	-118,0	-117,0	-122,0	129,0	135,0	143,0	-146,0	-148,0	-139,0	130,0	119,0	109,0	-102,0	-97,0	-97,0	102,0	113,0	124,0	-135,0	-142,0	-147,0	10
11	143,0	138,0	127,0	-121,0	-115,0	-115,0	123,0	130,0	139,0	-146,0	-151,0	-146,0	135,0	123,0	109,0	-97,0	-92,0	-91,0	97,0	107,0	117,0	-134,0	-149,0	-155,0	11
12	151,0	146,0	134,0	-123,0	-114,0	-113,0	117,0	123,0	133,0	-148,0	-156,0	-154,0	144,0	132,0	116,0	-100,0	-90,0	-87,0	91,0	100,0	115,0	-129,0	-146,0	-150,0	12
13	158,0	153,0	141,0	-127,0	-117,0	-110,0	110,0	114,0	128,0	-142,0	-153,0	-158,0	152,0	138,0	121,0	-105,0	-88,0	-80,0	81,0	89,0	101,0	-118,0	-139,0	-153,0	13
14	160,0	161,0	152,0	-136,0	-123,0	-114,0	108,0	112,0	123,0	-137,0	-151,0	-160,0	157,0	147,0	128,0	-108,0	-91,0	-79,0	73,0	81,0	93,0	-107,0	-125,0	-147,0	14
15	159,0	161,0	155,0	-144,0	-128,0	-115,0	107,0	106,0	113,0	-125,0	-137,0	-150,0	155,0	147,0	131,0	-114,0	-92,0	-76,0	68,0	69,0	77,0	-96,0	-113,0	-132,0	15
16	151,0	160,0	158,0	-150,0	-136,0	-123,0	111,0	104,0	109,0	-119,0	-131,0	-146,0	158,0	154,0	142,0	-127,0	-107,0	-87,0	72,0	68,0	75,0	-89,0	-105,0	-124,0	16
17	142,0	156,0	159,0	-155,0	-144,0	-130,0	117,0	107,0	107,0	-113,0	-121,0	-134,0	148,0	152,0	147,0	-134,0	-118,0	-100,0	81,0	72,0	72,0	-82,0	-96,0	-112,0	17
18	129,0	145,0	156,0	-158,0	-152,0	-140,0	129,0	115,0	111,0	-111,0	-121,0	-129,0	140,0	150,0	153,0	-142,0	-129,0	-114,0	98,0	84,0	78,0	-81,0	-93,0	-108,0	18
19	119,0	133,0	144,0	-155,0	-151,0	-146,0	137,0	126,0	115,0	-114,0	-117,0	-124,0	130,0	140,0	146,0	-146,0	-138,0	-126,0	113,0	100,0	90,0	-88,0	-94,0	-104,0	19
20	114,0	123,0	135,0	-146,0	-150,0	-149,0	144,0	136,0	127,0	-121,0	-119,0	-122,0	125,0	130,0	135,0	-139,0	-139,0	-130,0	121,0	114,0	104,0	-98,0	-100,0	-106,0	20
21	112,0	120,0	128,0	-138,0	-145,0	-150,0	151,0	148,0	142,0	-136,0	-132,0	-129,0	127,0	128,0	131,0	-133,0	-137,0	-137,0	132,0	128,0	121,0	-118,0	-116,0	-117,0	21
22	121,0	122,0	124,0	-133,0	-141,0	-150,0	155,0	158,0	156,0	-151,0	-139,0	-135,0	128,0	124,0	123,0	-125,0	-129,0	-132,0	136,0	137,0	136,0	-136,0	-133,0	-129,0	22
23	128,0	127,0	123,0	-128,0	-138,0	-144,0	149,0	155,0	161,0	-157,0	-148,0	-137,0	126,0	117,0	113,0	-111,0	-112,0	-114,0	123,0	131,0	137,0	-139,0	-141,0	-139,0	23
24	134,0	127,0	120,0	-122,0	-124,0	-133,0	143,0	154,0	160,0	-162,0	-156,0	-144,0	131,0	116,0	106,0	-97,0	-98,0	-101,0	111,0	124,0	138,0	-149,0	-157,0	-153,0	24
25	153,0	148,0	135,0	-123,0	-125,0	-126,0	129,0	141,0	154,0	-160,0	-157,0	-149,0	134,0	113,0	99,0	-89,0	-83,0	-82,0	93,0	107,0	124,0	-142,0	-152,0	-156,0	25
26	156,0	147,0	132,0	-121,0	-113,0	-113,0	118,0	126,0	138,0	-150,0	-154,0	-152,0	140,0	125,0	108,0	-88,0	-77,0	-75,0	80,0	94,0	111,0	-131,0	-149,0	-160,0	26
27	162,0	157,0	146,0	-131,0	-116,0	-108,0	108,0	114,0	128,0	-141,0	-152,0	-156,0	149,0	134,0	117,0	-95,0	-78,0	-70,0	70,0	80,0	96,0	-114,0	-136,0	-154,0	27
28	161,0	159,0	149,0	-138,0	-121,0	-112,0	107,0	112,0	121,0	-134,0	-147,0	-156,0	155,0	142,0	127,0	-107,0	-89,0	-73,0	69,0	72,0	87,0	-105,0	-125,0	-146,0	28
29	159,0	162,0	162,0	-153,0	-137,0	-124,0	113,0	111,0	115,0	-125,0	-138,0	-151,0	158,0	152,0	139,0	-121,0	-101,0	-83,0	72,0	72,0	83,0	-97,0	-115,0	-134,0	29
30	152,0	160,0	161,0	-156,0	-143,0	-129,0	118,0	112,0	111,0	-121,0	-132,0	-143,0	153,0	154,0	143,0	-129,0	-113,0	-95,0	82,0	78,0	80,0	-91,0	-101,0	-117,0	30

SELURUH NILAI DALAM BARIS PADA MASING-MASING TABEL HASIL DI ATAS, DIJUMLAH BERDASARKAN BILANGAN POSITIF DAN NEGATIF (JUMLAHKAN SELURUH BILANGAN POSITIF DAN JUMLAHKAN SELURUH BILANGAN NEGATIF PADA MASING-MASING BARIS/TANGGAL DAN TABEL)

HASIL ANALISA SKEMA 2

Tanggal	X_1		Y_1		X_2		Y_2		X_4		Y_4	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
02-Nov-23	1561	1458	1408	1611	1571	1448	1720	1299	997	1013	1514	1505
03-Nov-23	1595	1481	1447	1629	1547	1529	1710	1366	1019	1028	1539	1537
04-Nov-23	1612	1473	1471	1614	1519	1566	1674	1411	1025	1037	1538	1547
05-Nov-23	1616,2	1486	1458	1644,2	1476	1626,2	1620	1482,2	1045,2	1036	1560,2	1542
06-Nov-23	1568	1467	1465	1570	1486	1549	1544	1491	1016	1006	1515	1520
07-Nov-23	1594	1510	1501	1603	1543	1561	1529	1575	1034	1038	1550	1554
08-Nov-23	1546	1505	1464	1587	1543	1508	1465	1586	1013	1018	1525	1526
09-Nov-23	1495	1486	1422	1559	1551	1430	1398	1583	993	997	1480	1501
10-Nov-23	1494	1506	1417	1583	1601	1399	1397	1603	1002	999	1490	1510
11-Nov-23	1482	1518	1406	1594	1656	1344	1406	1594	1005	990	1488	1512
12-Nov-23	1500	1512	1400	1612	1706	1306	1450	1562	1007	998	1502	1510
13-Nov-23	1489	1487	1365	1611	1726	1250	1490	1486	1002	983	1486	1490
14-Nov-23	1501	1472	1336	1637	1732	1241	1556	1417	998	984	1495	1478
15-Nov-23	1453	1417	1270	1600	1661	1209	1577	1293	962	955	1448	1422
16-Nov-23	1495	1411	1308	1598	1637	1269	1653	1253	972	969	1462	1444
17-Nov-23	1498	1401	1314	1585	1562	1337	1685	1214	964	969	1460	1439
18-Nov-23	1544	1422	1370	1596	1516	1450	1708	1258	987	990	1488	1478
19-Nov-23	1559	1437	1415	1581	1453	1543	1674	1322	999	998	1493	1503
20-Nov-23	1567	1460	1441	1586	1428	1599	1615	1412	1011	1005	1508	1519
21-Nov-23	1631	1525	1525	1631	1494	1662	1586	1570	1055	1047	1568	1588
22-Nov-23	1655	1598	1568	1685	1565	1688	1552	1701	1086	1084	1620	1633
23-Nov-23	1600	1598	1503	1695	1595	1603	1481	1717	1060	1069	1590	1608
24-Nov-23	1568	1592	1481	1679	1655	1505	1409	1751	1050	1054	1564	1596
25-Nov-23	1490	1584	1374	1700	1698	1376	1410	1664	1022	1026	1530	1544
26-Nov-23	1451	1507	1338	1620	1704	1254	1395	1563	994	979	1475	1483
27-Nov-23	1442	1470	1293	1619	1718	1194	1463	1449	977	968	1461	1451
28-Nov-23	1470	1444	1297	1617	1706	1208	1533	1381	979	968	1461	1453
29-Nov-23	1507	1470	1327	1650	1692	1285	1651	1326	994	995	1498	1479
30-Nov-23	1524	1450	1336	1638	1628	1346	1688	1286	989	992	1504	1470

SKEMA 3: PADA TIAP KELOMPOK KOLOM HASIL ANALISA SKEMA 2 (X1, Y1, X2, Y2 DST), MASING-MASING NILAI (+ DAN -) DICARI SELISIHNYA DAN DITAMBAH DENGAN ANGKA FAKTORNYA.

HASIL ANALISA SKEMA 3

Tanggal	X_0	X_{1+}	Y_{1+}	X_{2+}	Y_{2+}	X_{4+}	Y_{4+}
	+	2000	2000	2000	2000	500	500
02-Nov-23	3019	2103	1797	2123	2421	484	509
03-Nov-23	3076	2114	1818	2018	2344	491	502
04-Nov-23	3085	2139	1857	1953	2263	488	491
05-Nov-23	3102,2	2130,2	1813,8	1849,8	2137,8	509,2	518,2
06-Nov-23	3035	2101	1895	1937	2053	510	495
07-Nov-23	3104	2084	1898	1982	1954	496	496
08-Nov-23	3051	2041	1877	2035	1879	495	499
09-Nov-23	2981	2009	1863	2121	1815	496	479
10-Nov-23	3000	1988	1834	2202	1794	503	480
11-Nov-23	3000	1964	1812	2312	1812	515	476
12-Nov-23	3012	1988	1788	2400	1888	509	492
13-Nov-23	2976	2002	1754	2476	2004	519	496
14-Nov-23	2973	2029	1699	2491	2139	514	517
15-Nov-23	2870	2036	1670	2452	2284	507	526
16-Nov-23	2906	2084	1710	2368	2400	503	518
17-Nov-23	2899	2097	1729	2225	2471	495	521
18-Nov-23	2966	2122	1774	2066	2450	497	510
19-Nov-23	2996	2122	1834	1910	2352	501	490
20-Nov-23	3027	2107	1855	1829	2203	506	489
21-Nov-23	3156	2106	1894	1832	2016	508	480
22-Nov-23	3253	2057	1883	1877	1851	502	487
23-Nov-23	3198	2002	1808	1992	1764	491	482
24-Nov-23	3160	1976	1802	2150	1658	496	468
25-Nov-23	3074	1906	1674	2322	1746	496	486
26-Nov-23	2958	1944	1718	2450	1832	515	492
27-Nov-23	2912	1972	1674	2524	2014	509	510
28-Nov-23	2914	2026	1680	2498	2152	511	508
29-Nov-23	2977	2037	1677	2407	2325	499	519
30-Nov-23	2974	2074	1698	2282	2402	497	534

SKEMA 4: TERDAPAT 15 INDEKS → 0.0, 1.0, 1.2, 1.b, 1.3, 1.c, 2.0, 2.2, 2.b, 2.3, 2.c, 4.2, 4.b, 4.4, 4.d. ANGKA PERTAMA INDEKS MENUNJUKKAN JENIS KOMPONENNYA. MISAL INDEKS 1.b ARTINYA JENIS KOMPONENNYA ADALAH X1 DAN Y1, MISAL INDEKS 4.d ARTINYA JENIS KOMPONENNYA ADALAH X4 DAN Y4. SEDANGKAN ANGKA KEDUA INDEKS MENENTUKAN KOEFISIEN PADA TABEL 2 (PERHATIKAN TULISAN “INDEKS KEDUA” PADA TABEL 2 TERSEBUT). DENGAN DEMIKIAN MISALNYA INDEKS 1.b ADALAH KOMPONEN X1 DAN Y1 DENGAN KOEFISIEN PADA TABEL 2 DI KOLOM KEEMPAT (INDEKS KEDUA ADALAH “b”).

PERKALIAN INDEKS 0.0

Tanggal	Indeks 00						
	X_0	Y_0	Konst	Perkalian			
				$+X_{00}$	$-X_{00}$	$+Y_{00}$	$-Y_{00}$
02-Nov-23	3019		1	3019	0	0	0
03-Nov-23	3076		1	3076	0	0	0
04-Nov-23	3085		1	3085	0	0	0
05-Nov-23	3102,2		1	3102,2	0	0	0
06-Nov-23	3035		1	3035	0	0	0
07-Nov-23	3104		1	3104	0	0	0
08-Nov-23	3051		1	3051	0	0	0
09-Nov-23	2981		1	2981	0	0	0
10-Nov-23	3000		1	3000	0	0	0
11-Nov-23	3000		1	3000	0	0	0
12-Nov-23	3012		1	3012	0	0	0
13-Nov-23	2976		1	2976	0	0	0
14-Nov-23	2973		1	2973	0	0	0
15-Nov-23	2870		1	2870	0	0	0
16-Nov-23	2906		1	2906	0	0	0
17-Nov-23	2899		1	2899	0	0	0
18-Nov-23	2966		1	2966	0	0	0
19-Nov-23	2996		1	2996	0	0	0
20-Nov-23	3027		1	3027	0	0	0
21-Nov-23	3156		1	3156	0	0	0
22-Nov-23	3253		1	3253	0	0	0
23-Nov-23	3198		1	3198	0	0	0
24-Nov-23	3160		1	3160	0	0	0
25-Nov-23	3074		1	3074	0	0	0
26-Nov-23	2958		1	2958	0	0	0
27-Nov-23	2912		1	2912	0	0	0
28-Nov-23	2914		1	2914	0	0	0
29-Nov-23	2977		1	2977	0	0	0
30-Nov-23	2974		1	2974	0	0	0
JUMLAH				**87654,2**	**0**	**0**	**0**

PERKALIAN INDEKS 1.0

Tanggal	Indeks 1.0						
	X_1	Y_1	Konst	Perkalian			
				$+X_{10}$	$-X_{10}$	$+Y_{10}$	$-Y_{10}$
02-Nov-23	2103	1797	1	2103	0	1797	0
03-Nov-23	2114	1818	1	2114	0	1818	0
04-Nov-23	2139	1857	1	2139	0	1857	0
05-Nov-23	2130,2	1813,8	1	2130,2	0	1813,8	0
06-Nov-23	2101	1895	1	2101	0	1895	0
07-Nov-23	2084	1898	1	2084	0	1898	0
08-Nov-23	2041	1877	1	2041	0	1877	0
09-Nov-23	2009	1863	1	2009	0	1863	0
10-Nov-23	1988	1834	1	1988	0	1834	0
11-Nov-23	1964	1812	1	1964	0	1812	0
12-Nov-23	1988	1788	1	1988	0	1788	0
13-Nov-23	2002	1754	1	2002	0	1754	0
14-Nov-23	2029	1699	1	2029	0	1699	0
15-Nov-23	2036	1670	1	2036	0	1670	0
16-Nov-23	2084	1710	1	2084	0	1710	0
17-Nov-23	2097	1729	1	2097	0	1729	0
18-Nov-23	2122	1774	1	2122	0	1774	0
19-Nov-23	2122	1834	1	2122	0	1834	0
20-Nov-23	2107	1855	1	2107	0	1855	0
21-Nov-23	2106	1894	1	2106	0	1894	0
22-Nov-23	2057	1883	1	2057	0	1883	0
23-Nov-23	2002	1808	1	2002	0	1808	0
24-Nov-23	1976	1802	1	1976	0	1802	0
25-Nov-23	1906	1674	1	1906	0	1674	0
26-Nov-23	1944	1718	1	1944	0	1718	0
27-Nov-23	1972	1674	1	1972	0	1674	0
28-Nov-23	2026	1680	1	2026	0	1680	0
29-Nov-23	2037	1677	1	2037	0	1677	0
30-Nov-23	2074	1698	1	2074	0	1698	0
JUMLAH				**59360,2**	**0**	**51785,8**	**0**

PERKALIAN INDEKS 1.2

Tanggal	Indeks 1.2						
	X_1	Y_1	Konst	Perkalian			
				$+X_{12}$	$-X_{12}$	$+X_{12}$	$-X_{12}$
02-Nov-23	2103	1797	1	2103	0	1797	0
03-Nov-23	2114	1818	1	2114	0	1818	0
04-Nov-23	2139	1857	1	2139	0	1857	0
05-Nov-23	2130,2	1813,8	1	2130,2	0	1813,8	0
06-Nov-23	2101	1895	-1	0	2101	0	1895
07-Nov-23	2084	1898	-1	0	2084	0	1898
08-Nov-23	2041	1877	-1	0	2041	0	1877
09-Nov-23	2009	1863	-1	0	2009	0	1863
10-Nov-23	1988	1834	-1	0	1988	0	1834
11-Nov-23	1964	1812	-1	0	1964	0	1812
12-Nov-23	1988	1788	-1	0	1988	0	1788
13-Nov-23	2002	1754	1	2002	0	1754	0
14-Nov-23	2029	1699	1	2029	0	1699	0
15-Nov-23	2036	1670	1	2036	0	1670	0
16-Nov-23	2084	1710	1	2084	0	1710	0
17-Nov-23	2097	1729	1	2097	0	1729	0
18-Nov-23	2122	1774	1	2122	0	1774	0
19-Nov-23	2122	1834	1	2122	0	1834	0
20-Nov-23	2107	1855	-1	0	2107	0	1855
21-Nov-23	2106	1894	-1	0	2106	0	1894
22-Nov-23	2057	1883	-1	0	2057	0	1883
23-Nov-23	2002	1808	-1	0	2002	0	1808
24-Nov-23	1976	1802	-1	0	1976	0	1802
25-Nov-23	1906	1674	-1	0	1906	0	1674
26-Nov-23	1944	1718	-1	0	1944	0	1718
27-Nov-23	1972	1674	1	1972	0	1674	0
28-Nov-23	2026	1680	1	2026	0	1680	0
29-Nov-23	2037	1677	1	2037	0	1677	0
30-Nov-23	2074	1698	1	2074	0	1698	0
JUMLAH				**31087,2**	**28273**	**26184,8**	**25601**

PERKALIAN INDEKS 1.b

Tanggal	Indeks 1.b						
	X_1	Y_1	Konst	Perkalian			
				$+X_{1b}$	$-X_{1b}$	$+Y_{1b}$	$-Y_{1b}$
02-Nov-23	2103	1797	0	0	0	0	0
03-Nov-23	2114	1818	-1	0	2114	0	1818
04-Nov-23	2139	1857	-1	0	2139	0	1857
05-Nov-23	2130,2	1813,8	-1	0	2130,2	0	1813,8
06-Nov-23	2101	1895	-1	0	2101	0	1895
07-Nov-23	2084	1898	-1	0	2084	0	1898
08-Nov-23	2041	1877	-1	0	2041	0	1877
09-Nov-23	2009	1863	0	0	0	0	0
10-Nov-23	1988	1834	1	1988	0	1834	0
11-Nov-23	1964	1812	1	1964	0	1812	0
12-Nov-23	1988	1788	1	1988	0	1788	0
13-Nov-23	2002	1754	1	2002	0	1754	0
14-Nov-23	2029	1699	1	2029	0	1699	0
15-Nov-23	2036	1670	1	2036	0	1670	0
16-Nov-23	2084	1710	0	0	0	0	0
17-Nov-23	2097	1729	-1	0	2097	0	1729
18-Nov-23	2122	1774	-1	0	2122	0	1774
19-Nov-23	2122	1834	-1	0	2122	0	1834
20-Nov-23	2107	1855	-1	0	2107	0	1855
21-Nov-23	2106	1894	-1	0	2106	0	1894
22-Nov-23	2057	1883	-1	0	2057	0	1883
23-Nov-23	2002	1808	0	0	0	0	0
24-Nov-23	1976	1802	1	1976	0	1802	0
25-Nov-23	1906	1674	1	1906	0	1674	0
26-Nov-23	1944	1718	1	1944	0	1718	0
27-Nov-23	1972	1674	1	1972	0	1674	0
28-Nov-23	2026	1680	1	2026	0	1680	0
29-Nov-23	2037	1677	1	2037	0	1677	0
30-Nov-23	2074	1698	0	0	0	0	0
JUMLAH				**23868**	**25220,2**	**20782**	**22127,8**

PERKALIAN INDEKS 1.3

Tanggal	Indeks 1.3						
	X_1	Y_1	Konst	Perkalian			
				$+X_{13}$	$-X_{13}$	$+Y_{13}$	$-Y_{13}$
02-Nov-23	2103	1797	-1	0	2103	0	1797
03-Nov-23	2114	1818	-1	0	2114	0	1818
04-Nov-23	2139	1857	1	2139	0	1857	0
05-Nov-23	2130,2	1813,8	1	2130,2	0	1813,8	0
06-Nov-23	2101	1895	1	2101	0	1895	0
07-Nov-23	2084	1898	1	2084	0	1898	0
08-Nov-23	2041	1877	1	2041	0	1877	0
09-Nov-23	2009	1863	-1	0	2009	0	1863
10-Nov-23	1988	1834	-1	0	1988	0	1834
11-Nov-23	1964	1812	-1	0	1964	0	1812
12-Nov-23	1988	1788	-1	0	1988	0	1788
13-Nov-23	2002	1754	-1	0	2002	0	1754
14-Nov-23	2029	1699	1	2029	0	1699	0
15-Nov-23	2036	1670	1	2036	0	1670	0
16-Nov-23	2084	1710	1	2084	0	1710	0
17-Nov-23	2097	1729	1	2097	0	1729	0
18-Nov-23	2122	1774	1	2122	0	1774	0
19-Nov-23	2122	1834	-1	0	2122	0	1834
20-Nov-23	2107	1855	-1	0	2107	0	1855
21-Nov-23	2106	1894	-1	0	2106	0	1894
22-Nov-23	2057	1883	-1	0	2057	0	1883
23-Nov-23	2002	1808	-1	0	2002	0	1808
24-Nov-23	1976	1802	1	1976	0	1802	0
25-Nov-23	1906	1674	1	1906	0	1674	0
26-Nov-23	1944	1718	1	1944	0	1718	0
27-Nov-23	1972	1674	1	1972	0	1674	0
28-Nov-23	2026	1680	1	2026	0	1680	0
29-Nov-23	2037	1677	-1	0	2037	0	1677
30-Nov-23	2074	1698	-1	0	2074	0	1698
JUMLAH				**30687,2**	**28673**	**26470,8**	**25315**

PERKALIAN INDEKS 1.c

Tanggal	Indeks 1.c						
	X_1	Y_1	Konst	Perkalian			
				$+X_{1c}$	$-X_{1c}$	$+Y_{1c}$	$-Y_{1c}$
02-Nov-23	2103	1797	1	2103	0	1797	0
03-Nov-23	2114	1818	1	2114	0	1818	0
04-Nov-23	2139	1857	1	2139	0	1857	0
05-Nov-23	2130,2	1813,8	1	2130,2	0	1813,8	0
06-Nov-23	2101	1895	1	2101	0	1895	0
07-Nov-23	2084	1898	-1	0	2084	0	1898
08-Nov-23	2041	1877	-1	0	2041	0	1877
09-Nov-23	2009	1863	-1	0	2009	0	1863
10-Nov-23	1988	1834	-1	0	1988	0	1834
11-Nov-23	1964	1812	-1	0	1964	0	1812
12-Nov-23	1988	1788	1	1988	0	1788	0
13-Nov-23	2002	1754	1	2002	0	1754	0
14-Nov-23	2029	1699	1	2029	0	1699	0
15-Nov-23	2036	1670	1	2036	0	1670	0
16-Nov-23	2084	1710	0	0	0	0	0
17-Nov-23	2097	1729	-1	0	2097	0	1729
18-Nov-23	2122	1774	-1	0	2122	0	1774
19-Nov-23	2122	1834	-1	0	2122	0	1834
20-Nov-23	2107	1855	-1	0	2107	0	1855
21-Nov-23	2106	1894	1	2106	0	1894	0
22-Nov-23	2057	1883	1	2057	0	1883	0
23-Nov-23	2002	1808	1	2002	0	1808	0
24-Nov-23	1976	1802	1	1976	0	1802	0
25-Nov-23	1906	1674	1	1906	0	1674	0
26-Nov-23	1944	1718	-1	0	1944	0	1718
27-Nov-23	1972	1674	-1	0	1972	0	1674
28-Nov-23	2026	1680	-1	0	2026	0	1680
29-Nov-23	2037	1677	-1	0	2037	0	1677
30-Nov-23	2074	1698	-1	0	2074	0	1698
JUMLAH				**28689,2**	**28587**	**25152,8**	**24923**

PERKALIAN INDEKS 2.0

Tanggal	Indeks 2.0						
	X_2	Y_2	Konst	Perkalian			
				$+X_{20}$	$-X_{20}$	$+Y_{20}$	$-Y_{20}$
02-Nov-23	2123	2421	1	2123	0	2421	0
03-Nov-23	2018	2344	1	2018	0	2344	0
04-Nov-23	1953	2263	1	1953	0	2263	0
05-Nov-23	1849,8	2137,8	1	1849,8	0	2137,8	0
06-Nov-23	1937	2053	1	1937	0	2053	0
07-Nov-23	1982	1954	1	1982	0	1954	0
08-Nov-23	2035	1879	1	2035	0	1879	0
09-Nov-23	2121	1815	1	2121	0	1815	0
10-Nov-23	2202	1794	1	2202	0	1794	0
11-Nov-23	2312	1812	1	2312	0	1812	0
12-Nov-23	2400	1888	1	2400	0	1888	0
13-Nov-23	2476	2004	1	2476	0	2004	0
14-Nov-23	2491	2139	1	2491	0	2139	0
15-Nov-23	2452	2284	1	2452	0	2284	0
16-Nov-23	2368	2400	1	2368	0	2400	0
17-Nov-23	2225	2471	1	2225	0	2471	0
18-Nov-23	2066	2450	1	2066	0	2450	0
19-Nov-23	1910	2352	1	1910	0	2352	0
20-Nov-23	1829	2203	1	1829	0	2203	0
21-Nov-23	1832	2016	1	1832	0	2016	0
22-Nov-23	1877	1851	1	1877	0	1851	0
23-Nov-23	1992	1764	1	1992	0	1764	0
24-Nov-23	2150	1658	1	2150	0	1658	0
25-Nov-23	2322	1746	1	2322	0	1746	0
26-Nov-23	2450	1832	1	2450	0	1832	0
27-Nov-23	2524	2014	1	2524	0	2014	0
28-Nov-23	2498	2152	1	2498	0	2152	0
29-Nov-23	2407	2325	1	2407	0	2325	0
30-Nov-23	2282	2402	1	2282	0	2402	0
JUMLAH				**63083,8**	**0**	**60423,8**	**0**

PERKALIAN INDEKS 2.2

Tanggal	Indeks 2.2						
	X_2	Y_2	Konst	Perkalian			
				$+X_{22}$	$-X_{22}$	$+Y_{22}$	$-Y_{22}$
02-Nov-23	2123	2421	1	2123	0	2421	0
03-Nov-23	2018	2344	1	2018	0	2344	0
04-Nov-23	1953	2263	1	1953	0	2263	0
05-Nov-23	1849,8	2137,8	1	1849,8	0	2137,8	0
06-Nov-23	1937	2053	-1	0	1937	0	2053
07-Nov-23	1982	1954	-1	0	1982	0	1954
08-Nov-23	2035	1879	-1	0	2035	0	1879
09-Nov-23	2121	1815	-1	0	2121	0	1815
10-Nov-23	2202	1794	-1	0	2202	0	1794
11-Nov-23	2312	1812	-1	0	2312	0	1812
12-Nov-23	2400	1888	-1	0	2400	0	1888
13-Nov-23	2476	2004	1	2476	0	2004	0
14-Nov-23	2491	2139	1	2491	0	2139	0
15-Nov-23	2452	2284	1	2452	0	2284	0
16-Nov-23	2368	2400	1	2368	0	2400	0
17-Nov-23	2225	2471	1	2225	0	2471	0
18-Nov-23	2066	2450	1	2066	0	2450	0
19-Nov-23	1910	2352	1	1910	0	2352	0
20-Nov-23	1829	2203	-1	0	1829	0	2203
21-Nov-23	1832	2016	-1	0	1832	0	2016
22-Nov-23	1877	1851	-1	0	1877	0	1851
23-Nov-23	1992	1764	-1	0	1992	0	1764
24-Nov-23	2150	1658	-1	0	2150	0	1658
25-Nov-23	2322	1746	-1	0	2322	0	1746
26-Nov-23	2450	1832	-1	0	2450	0	1832
27-Nov-23	2524	2014	1	2524	0	2014	0
28-Nov-23	2498	2152	1	2498	0	2152	0
29-Nov-23	2407	2325	1	2407	0	2325	0
30-Nov-23	2282	2402	1	2282	0	2402	0
JUMLAH				**33642,8**	**29441**	**34158,8**	**26265**

PERKALIAN INDEKS 2.b

Tanggal	Indeks 2.b						
	X_2	Y_2	Konst	Perkalian			
				$+X_{2b}$	$-X_{2b}$	$+Y_{2b}$	$-Y_{2b}$
02-Nov-23	2123	2421	0	0	0	0	0
03-Nov-23	2018	2344	-1	0	2018	0	2344
04-Nov-23	1953	2263	-1	0	1953	0	2263
05-Nov-23	1849,8	2137,8	-1	0	1849,8	0	2137,8
06-Nov-23	1937	2053	-1	0	1937	0	2053
07-Nov-23	1982	1954	-1	0	1982	0	1954
08-Nov-23	2035	1879	-1	0	2035	0	1879
09-Nov-23	2121	1815	0	0	0	0	0
10-Nov-23	2202	1794	1	2202	0	1794	0
11-Nov-23	2312	1812	1	2312	0	1812	0
12-Nov-23	2400	1888	1	2400	0	1888	0
13-Nov-23	2476	2004	1	2476	0	2004	0
14-Nov-23	2491	2139	1	2491	0	2139	0
15-Nov-23	2452	2284	1	2452	0	2284	0
16-Nov-23	2368	2400	0	0	0	0	0
17-Nov-23	2225	2471	-1	0	2225	0	2471
18-Nov-23	2066	2450	-1	0	2066	0	2450
19-Nov-23	1910	2352	-1	0	1910	0	2352
20-Nov-23	1829	2203	-1	0	1829	0	2203
21-Nov-23	1832	2016	-1	0	1832	0	2016
22-Nov-23	1877	1851	-1	0	1877	0	1851
23-Nov-23	1992	1764	0	0	0	0	0
24-Nov-23	2150	1658	1	2150	0	1658	0
25-Nov-23	2322	1746	1	2322	0	1746	0
26-Nov-23	2450	1832	1	2450	0	1832	0
27-Nov-23	2524	2014	1	2524	0	2014	0
28-Nov-23	2498	2152	1	2498	0	2152	0
29-Nov-23	2407	2325	1	2407	0	2325	0
30-Nov-23	2282	2402	0	0	0	0	0
JUMLAH				**28684**	**23513,8**	**23648**	**25973,8**

PERKALIAN INDEKS 2.3

Tanggal	Indeks 2.3						
	X_2	Y_2	Konst	Perkalian			
				$+X_{23}$	$-X_{23}$	$+Y_{23}$	$-Y_{23}$
02-Nov-23	2123	2421	-1	0	2123	0	2421
03-Nov-23	2018	2344	-1	0	2018	0	2344
04-Nov-23	1953	2263	1	1953	0	2263	0
05-Nov-23	1849,8	2137,8	1	1849,8	0	2137,8	0
06-Nov-23	1937	2053	1	1937	0	2053	0
07-Nov-23	1982	1954	1	1982	0	1954	0
08-Nov-23	2035	1879	1	2035	0	1879	0
09-Nov-23	2121	1815	-1	0	2121	0	1815
10-Nov-23	2202	1794	-1	0	2202	0	1794
11-Nov-23	2312	1812	-1	0	2312	0	1812
12-Nov-23	2400	1888	-1	0	2400	0	1888
13-Nov-23	2476	2004	-1	0	2476	0	2004
14-Nov-23	2491	2139	1	2491	0	2139	0
15-Nov-23	2452	2284	1	2452	0	2284	0
16-Nov-23	2368	2400	1	2368	0	2400	0
17-Nov-23	2225	2471	1	2225	0	2471	0
18-Nov-23	2066	2450	1	2066	0	2450	0
19-Nov-23	1910	2352	-1	0	1910	0	2352
20-Nov-23	1829	2203	-1	0	1829	0	2203
21-Nov-23	1832	2016	-1	0	1832	0	2016
22-Nov-23	1877	1851	-1	0	1877	0	1851
23-Nov-23	1992	1764	-1	0	1992	0	1764
24-Nov-23	2150	1658	1	2150	0	1658	0
25-Nov-23	2322	1746	1	2322	0	1746	0
26-Nov-23	2450	1832	1	2450	0	1832	0
27-Nov-23	2524	2014	1	2524	0	2014	0
28-Nov-23	2498	2152	1	2498	0	2152	0
29-Nov-23	2407	2325	-1	0	2407	0	2325
30-Nov-23	2282	2402	-1	0	2282	0	2402
JUMLAH				**33302,8**	**29781**	**31432,8**	**28991**

PERKALIAN INDEKS 2.c

Tanggal	Indeks 2.c						
	X_2	Y_2	Konst	Perkalian			
				$+X_{2c}$	$-X_{2c}$	$+Y_{2c}$	$-Y_{2c}$
02-Nov-23	2123	2421	1	2123	0	2421	0
03-Nov-23	2018	2344	1	2018	0	2344	0
04-Nov-23	1953	2263	1	1953	0	2263	0
05-Nov-23	1849,8	2137,8	1	1849,8	0	2137,8	0
06-Nov-23	1937	2053	1	1937	0	2053	0
07-Nov-23	1982	1954	-1	0	1982	0	1954
08-Nov-23	2035	1879	-1	0	2035	0	1879
09-Nov-23	2121	1815	-1	0	2121	0	1815
10-Nov-23	2202	1794	-1	0	2202	0	1794
11-Nov-23	2312	1812	-1	0	2312	0	1812
12-Nov-23	2400	1888	1	2400	0	1888	0
13-Nov-23	2476	2004	1	2476	0	2004	0
14-Nov-23	2491	2139	1	2491	0	2139	0
15-Nov-23	2452	2284	1	2452	0	2284	0
16-Nov-23	2368	2400	0	0	0	0	0
17-Nov-23	2225	2471	-1	0	2225	0	2471
18-Nov-23	2066	2450	-1	0	2066	0	2450
19-Nov-23	1910	2352	-1	0	1910	0	2352
20-Nov-23	1829	2203	-1	0	1829	0	2203
21-Nov-23	1832	2016	1	1832	0	2016	0
22-Nov-23	1877	1851	1	1877	0	1851	0
23-Nov-23	1992	1764	1	1992	0	1764	0
24-Nov-23	2150	1658	1	2150	0	1658	0
25-Nov-23	2322	1746	1	2322	0	1746	0
26-Nov-23	2450	1832	-1	0	2450	0	1832
27-Nov-23	2524	2014	-1	0	2524	0	2014
28-Nov-23	2498	2152	-1	0	2498	0	2152
29-Nov-23	2407	2325	-1	0	2407	0	2325
30-Nov-23	2282	2402	-1	0	2282	0	2402
JUMLAH				**29872,8**	**30843**	**28568,8**	**29455**

PERKALIAN INDEKS 4.2

Tanggal	Indeks 4.2						
	X_4	Y_4	Konst	Perkalian			
				$+X_{42}$	$-X_{42}$	$+Y_{42}$	$-Y_{42}$
02-Nov-23	484	509	1	484	0	509	0
03-May-10	491	502	1	491	0	502	0
04-May-10	488	491	1	488	0	491	0
05-May-10	509,2	518,2	1	509,2	0	518,2	0
06-May-10	510	495	-1	0	510	0	495
07-May-10	496	496	-1	0	496	0	496
08-May-10	495	499	-1	0	495	0	499
09-May-10	496	479	-1	0	496	0	479
10-May-10	503	480	-1	0	503	0	480
11-May-10	515	476	-1	0	515	0	476
12-May-10	509	492	-1	0	509	0	492
13-May-10	519	496	1	519	0	496	0
14-May-10	514	517	1	514	0	517	0
15-May-10	507	526	1	507	0	526	0
16-May-10	503	518	1	503	0	518	0
17-May-10	495	521	1	495	0	521	0
18-May-10	497	510	1	497	0	510	0
19-May-10	501	490	1	501	0	490	0
20-May-10	506	489	-1	0	506	0	489
21-May-10	508	480	-1	0	508	0	480
22-May-10	502	487	-1	0	502	0	487
23-May-10	491	482	-1	0	491	0	482
24-May-10	496	468	-1	0	496	0	468
25-May-10	496	486	-1	0	496	0	486
26-May-10	515	492	-1	0	515	0	492
27-May-10	509	510	1	509	0	510	0
28-May-10	511	508	1	511	0	508	0
29-May-10	499	519	1	499	0	519	0
30-May-10	497	534	1	497	0	534	0
JUMLAH				**7524,2**	**7038**	**7669,2**	**6801**

PERKALIAN INDEKS 4.b

Tanggal	Indeks 4.b						
	X_4	Y_4	Konst	Perkalian			
				$+X_{4b}$	$-X_{4b}$	$+Y_{4b}$	$-Y_{4b}$
02-Nov-23	484	509	0	0	0	0	0
03-Nov-23	491	502	-1	0	491	0	502
04-Nov-23	488	491	-1	0	488	0	491
05-Nov-23	509,2	518,2	-1	0	509,2	0	518,2
06-Nov-23	510	495	-1	0	510	0	495
07-Nov-23	496	496	-1	0	496	0	496
08-Nov-23	495	499	-1	0	495	0	499
09-Nov-23	496	479	0	0	0	0	0
10-Nov-23	503	480	1	503	0	480	0
11-Nov-23	515	476	1	515	0	476	0
12-Nov-23	509	492	1	509	0	492	0
13-Nov-23	519	496	1	519	0	496	0
14-Nov-23	514	517	1	514	0	517	0
15-Nov-23	507	526	1	507	0	526	0
16-Nov-23	503	518	0	0	0	0	0
17-Nov-23	495	521	-1	0	495	0	521
18-Nov-23	497	510	-1	0	497	0	510
19-Nov-23	501	490	-1	0	501	0	490
20-Nov-23	506	489	-1	0	506	0	489
21-Nov-23	508	480	-1	0	508	0	480
22-Nov-23	502	487	-1	0	502	0	487
23-Nov-23	491	482	0	0	0	0	0
24-Nov-23	496	468	1	496	0	468	0
25-Nov-23	496	486	1	496	0	486	0
26-Nov-23	515	492	1	515	0	492	0
27-Nov-23	509	510	1	509	0	510	0
28-Nov-23	511	508	1	511	0	508	0
29-Nov-23	499	519	1	499	0	519	0
30-Nov-23	497	534	0	0	0	0	0
JUMLAH				**6093**	**5998,2**	**5970**	**5978,2**

PERKALIAN INDEKS 4.4

Tanggal	Indeks 4.4						
	X_4	Y_4	Konst	Perkalian			
				$+X_{44}$	$-X_{44}$	$+Y_{44}$	$-Y_{44}$
02-Nov-23	484	509	1	484	0	509	0
03-Nov-23	491	502	1	491	0	502	0
04-Nov-23	488	491	-1	0	488	0	491
05-Nov-23	509,2	518,2	-1	0	509,2	0	518,2
06-Nov-23	510	495	-1	0	510	0	495
07-Nov-23	496	496	1	496	0	496	0
08-Nov-23	495	499	1	495	0	499	0
09-Nov-23	496	479	1	496	0	479	0
10-Nov-23	503	480	1	503	0	480	0
11-Nov-23	515	476	-1	0	515	0	476
12-Nov-23	509	492	-1	0	509	0	492
13-Nov-23	519	496	-1	0	519	0	496
14-Nov-23	514	517	-1	0	514	0	517
15-Nov-23	507	526	1	507	0	526	0
16-Nov-23	503	518	1	503	0	518	0
17-Nov-23	495	521	1	495	0	521	0
18-Nov-23	497	510	-1	0	497	0	510
19-Nov-23	501	490	-1	0	501	0	490
20-Nov-23	506	489	-1	0	506	0	489
21-Nov-23	508	480	-1	0	508	0	480
22-Nov-23	502	487	1	502	0	487	0
23-Nov-23	491	482	1	491	0	482	0
24-Nov-23	496	468	1	496	0	468	0
25-Nov-23	496	486	1	496	0	486	0
26-Nov-23	515	492	-1	0	515	0	492
27-Nov-23	509	510	-1	0	509	0	510
28-Nov-23	511	508	-1	0	511	0	508
29-Nov-23	499	519	1	499	0	519	0
30-Nov-23	497	534	1	497	0	534	0
JUMLAH				**7451**	**7111,2**	**7506**	**6964,2**

PERKALIAN INDEKS 4.d

Tanggal	Indeks 4.d						
	X_4	Y_4	Konst	Perkalian			
				$+X_{4d}$	$-X_{4d}$	$+Y_{4d}$	$-Y_{4d}$
02-Nov-23	484	509	0	0	0	0	0
03-Nov-23	491	502	-1	0	491	0	502
04-Nov-23	488	491	-1	0	488	0	491
05-Nov-23	509,2	518,2	-1	0	509,2	0	518,2
06-Nov-23	510	495	1	510	0	495	0
07-Nov-23	496	496	1	496	0	496	0
08-Nov-23	495	499	1	495	0	499	0
09-Nov-23	496	479	0	0	0	0	0
10-Nov-23	503	480	-1	0	503	0	480
11-Nov-23	515	476	-1	0	515	0	476
12-Nov-23	509	492	-1	0	509	0	492
13-Nov-23	519	496	1	519	0	496	0
14-Nov-23	514	517	1	514	0	517	0
15-Nov-23	507	526	1	507	0	526	0
16-Nov-23	503	518	0	0	0	0	0
17-Nov-23	495	521	-1	0	495	0	521
18-Nov-23	497	510	-1	0	497	0	510
19-Nov-23	501	490	-1	0	501	0	490
20-Nov-23	506	489	1	506	0	489	0
21-Nov-23	508	480	1	508	0	480	0
22-Nov-23	502	487	1	502	0	487	0
23-Nov-23	491	482	0	0	0	0	0
24-Nov-23	496	468	-1	0	496	0	468
25-Nov-23	496	486	-1	0	496	0	486
26-Nov-23	515	492	-1	0	515	0	492
27-Nov-23	509	510	1	509	0	510	0
28-Nov-23	511	508	1	511	0	508	0
29-Nov-23	499	519	1	499	0	519	0
30-Nov-23	497	534	0	0	0	0	0
JUMLAH				**6076**	**6015,2**	**6022**	**5926,2**

HASIL ANALISA SKEMA 4

Indeks	Tanda	X	Y	Ẍ	Ÿ
0.0	+	87654,2	0		
	-	0	0	87654,2	0
1.0	+	59360,2	51785,8		
	-	0	0		
	-29	-58000	-58000	1360,2	-6214,2
1.2	+	31087,2	26184,8		
	-	28273	25601		
	-1	-2000	-2000	814,2	-1416,2
1.b	+	23868	20782		
	-	25220,2	22127,8		
	0	0	0	-1352,2	-1345,8
1.3	+	30687,2	26470,8		
	-	28673	25315		
	-1	-2000	-2000	14,2	-844,2
1.c	+	28689,2	25152,8		
	-	28587	24923		
	0	0	0	102,2	229,8
2.0	+	63083,8	60423,8		
	-	0	0		
	-29	-58000	-58000	5083,8	2423,8
2.2	+	33642,8	34158,8		
	-	29441	26265		
	-1	-2000	-2000	2201,8	5893,8
2.b	+	28684	23648		
	-	23513,8	25973,8		
	0	0	0	5170,2	-2325,8
2.3	+	33302,8	31432,8		
	-	29781	28991		
	-1	-2000	-2000	1521,8	441,8
2.c	+	29872,8	28568,8		
	-	30843	29455		
	0	0	0	-970,2	-886,2
4.2	+	7524,2	7669,2		
	-	7038	6801		
	-1	-500	-500	-13,8	368,2
4.b	+	6093	5970		
	-	5998,2	5978,2		
	0	0	0	94,8	-8,2
4.4	+	7451	7506		
	-	7111,2	6964,2		
	-1	-500	-500	-160,2	41,8
4.d	+	6076	6022		
	-	6015,2	5926,2		
	0	0	0	60,8	95,8

SKEMA 5: SKEMA 5 MELIBATKAN TABEL KOEFISIEN PADA TABEL 3. APLIKASINYA DAPAT DILIHAT PADA HASIL BERIKUT INI.

HASIL ANALISA SKEMA 5

	Analisa	Hasil	Hasil Perkalian Dengan Koefisien Untuk Komponen Pasut							
			S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4
Skema 5 (PR cos r)	X_{00}	87654,2	87654,2	0	0	0	0	0	0	0
	X_{10}	1360,2	0	0	0	0	1360,2	-108,82	0	0
	$X_{12} - Y_{1b}$	2160	0	151,2	0	0	-43,2	2160	0	43,2
	$X_{13} - Y_{1c}$	-244	0	0	0	0	0	0	0	0
	X_{20}	5083,8	0	-152,51	5083,8	-152,51	0	0	0	0
	$X_{22} - Y_{2b}$	4527,6	0	4527,6	67,914	172,049	9,0552	-262,6	0	-158,47
	$X_{23} - Y_{2c}$	2408	0	-144,48	0	2408	0	0	0	0
	$X_{42} - Y_{4b}$	-5,6	0	-0,168	0	0	0	0	0	-5,6
	$X_{44} - Y_{4d}$	-256	0	0	0	0	0	0	-256	-20,48
	JUMLAH		**87654,2**	**4381,64**	**5151,71**	**2427,53**	**1326,06**	**1788,58**	**-256**	**-141,35**

SKEMA 6: PADA SKEMA 6 DILAKUKAN SAMA DENGAN SEPERTI SKEMA 5, NAMUN YANG DIGUNAKAN ADALAH TABEL 3 UNTUK SKEMA 6

HASIL ANALISA SKEMA 6

	Analisa	Hasil	Hasil Perkalian Dengan Koefisien							
			S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4
Skema 6 (PR sin r)	Y_{10}	-6214,2	0	0	0	0	0	0	0	0
	$Y_{12} + X_{1b}$	-2768,4	0	-193,79	0	0	-2768,4	221,472	0	0
	$Y_{13} + X_{1c}$	-742	0	0	0	0	14,84	-742	0	-22,26
	Y_{20}	2423,8	0	-72,714	2423,8	-72,714	0	0	0	0
	$Y_{22} + X_{2b}$	11064	0	11064	165,96	354,048	0	-641,71	0	-387,24
	$Y_{23} + X_{2c}$	-528,4	0	31,704	0	-528,4	0	0	0	0
	$Y_{42} + X_{4b}$	463	0	13,89	0	0	0	0	4,63	463
	$Y_{44} + X_{4d}$	102,6	0	0	0	0	0	0	102,6	8,208
	JUMLAH		**0**	**10843,1**	**2589,76**	**-247,07**	**-2753,6**	**-1162,2**	**107,23**	**61,708**

SKEMA 7: SKEMA 7 DILAKUKAN DENGAN MENGIKUTI PERSAMAAN-PERSAMAAN SESUAI DENGAN KOMPONEN YANG ADA DI SKEMA

HASIL ANALISA SKEMA 7

	Analisa	Komponen Pasang Surut									
		S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
Skema 7	PR cos r	87654,2	4381,64	5151,71	2427,53	1326,06	1788,58	-256	-141,35		
	PR sin r	0	10843,1	2589,76	-247,07	-2753,6	-1162,2	107,23	61,708		
	PR	87654,2	11694,9	5766,02	2440,08	3056,23	2133,03	277,55	154,229		
	P	696	559	448	566	439	565	507	535		
	Analisa f										
	Y	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010
	D	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136
	l	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25
	s	16660,4	16660,4	16660,4	16660,4	16660,4	16660,4	16660,4	16660,4	16660,4	16660,4
	h	414,838	414,838	414,838	414,838	414,838	414,838	414,838	414,838	414,838	414,838
	p	4825,44	4825,44	4825,44	4825,44	4825,44	4825,44	4825,44	4825,44	4825,44	4825,44
	N	-1875,6	-1875,6	-1875,6	-1875,6	-1875,6	-1875,6	-1875,6	-1875,6	-1875,6	-1875,6
	f	1	0,99	1	0,99	1,04	1,18	0,98	0,99	1,09	1
	1+W (Skema 8)	**1**	**1**	**0,79966**	**2,1075**	**1,1998**	**1**	**1**	**0,79966**		
	V		-32491	0	-44326	504,838	-32636	-64982	-32491	829,676	-144,84
	m		91	0	124	1	91	181	91	2	1
	m x 360^o		32760	0	44640	360	32760	65160	32760	720	360
	V (Normalized)		268,824	0	313,842	144,838	123,985	177,647	268,824	109,676	215,162
	u		2,07	0	2,07	8,22	-9,68	4,15	2,07	16,49	0
	w (Skema 8)	0	0	14,0116	-11,328	14,7723	0	0	14,0116		
	p		333	345	327	173	160	307	318		
	r	0	68,00	26,69	-5,81	-64,29	-33,02	-22,73	-23,58		
	r (Normalized)	0	68,00	26,69	354,19	295,71	326,98	337,27	336,42		
	$g_{\circ}^{o}$	0,00	671,89	385,70	985,78	636,55	601,29	826,07	939,32	385,70	636,55
	A	**125,94**	**21,11**	**16,10**	**2,06**	**5,57**	**3,19**	**0,56**	**0,36**	**4,35**	**1,84**
	n	0	1	1	1	0	1	1	2	1	0
	n x 360^o	0	360	360	360	0	360	360	720	360	0
	$g_{\circ}^{o}$ (Normalized)	0	311,893	25,7002	625,776	636,549	241,294	466,065	219,323	25,7002	636,549

SKEMA 8: SKEMA INI MERUPAKAN SKEMA TERAKHIR, MENGGUNAKAN TABEL 4 UNTUK ANALISA SKEMA 8 INI. HASIL-HASIL DARI SKEMA 7 MENJADI INPUT PADA ANALISA SKEMA 8. HASIL SKEMA 8 1+W DIKEMBALIKAN KE TABEL PADA SKEMA 7.

HASIL ANALISA SKEMA 8

w dan (1+W) Untuk S_2, MS_4			**w dan (1+W) Untuk K_1**			**w dan (1+W) Untuk N_2**		
	V untuk K_1	144,838		2V untuk K_1	289,676		3V untuk M_2	537,64705
	u untuk K_1	8,22		u untuk K_1	8,22		2V untuk N_2	627,68
	V + u	153,062		2V + u	297,9		3V - 2V	-90,04
	n			n			n	1
	n x 360^o	0		n x 360^o	0		n x 360^o	360
	V + u (Normalized)	153,062		2V + u (Normalized)	297,9		3V + 2V (Normalized)	269,9629
150	w/f	13,6	290	w/f	15,6	260	w/f	-10,6
160	w/f	11,2	300	w/f	13,8	270	w/f	-10,4
V+u	w/f	12,865	2V+u	w/f	14,178	3V+2V	w/f	-10,401
150	W/f	-0,157	290	W/f	0,157	260	W/f	0,984
160	W/f	-0,245	300	W/f	0,201	270	W/f	1,017
V+u	W/f	-0,184	2V+u	W/f	0,192	3V+2V	W/f	1,017
	f untuk K_2	1,09		f untuk K_1	1,04		f untuk K_2	1,09
	w	14,0116		w	14,7723		w	-11,32765
	W	-0,2003		W	0,1998		W	1,1075011
	1+W	0,79966		1+W	1,1998		1+W	2,1075011

HASIL AKHIR: DIAMBIL DARI SKEMA 7 YANG SUDAH FINAL (SUDAH DILENGKAPI DENGAN SKEMA 8). HASIL AKHIR BERUPA BESARNYA KONSTANTA HARMONIK DAN PERHITUNGAN MSL DSB BERDASARKAN RUMUS YANG ADA DI BAWAH.

Water Level Componen	Tides Components									
	S_0	**M_2**	**S_2**	**N_2**	**K_1**	**O_1**	**M_4**	**MS_4**	**K_2**	**P_1**
A (cm)	70,00	26,11	18,40	3,04	10,61	4,89	0,56	0,36	4,35	1,84
g^o	0	311,893	25,7002	625,776	636,549	241,294	466,065	219,323	25,7002	636,549
MSL	70 cm	0,70 m	Mean Sea Level							
HAT	140 cm	1,40 m	Highest Astronomical Tide							
MHWL	130 cm	1,30 m	Mean High Water Level							
MLWL	9 cm	0,09 m	Mean Low Water Level							
LAT	0 cm	0,00 m	Lowest Astronomical Tide							

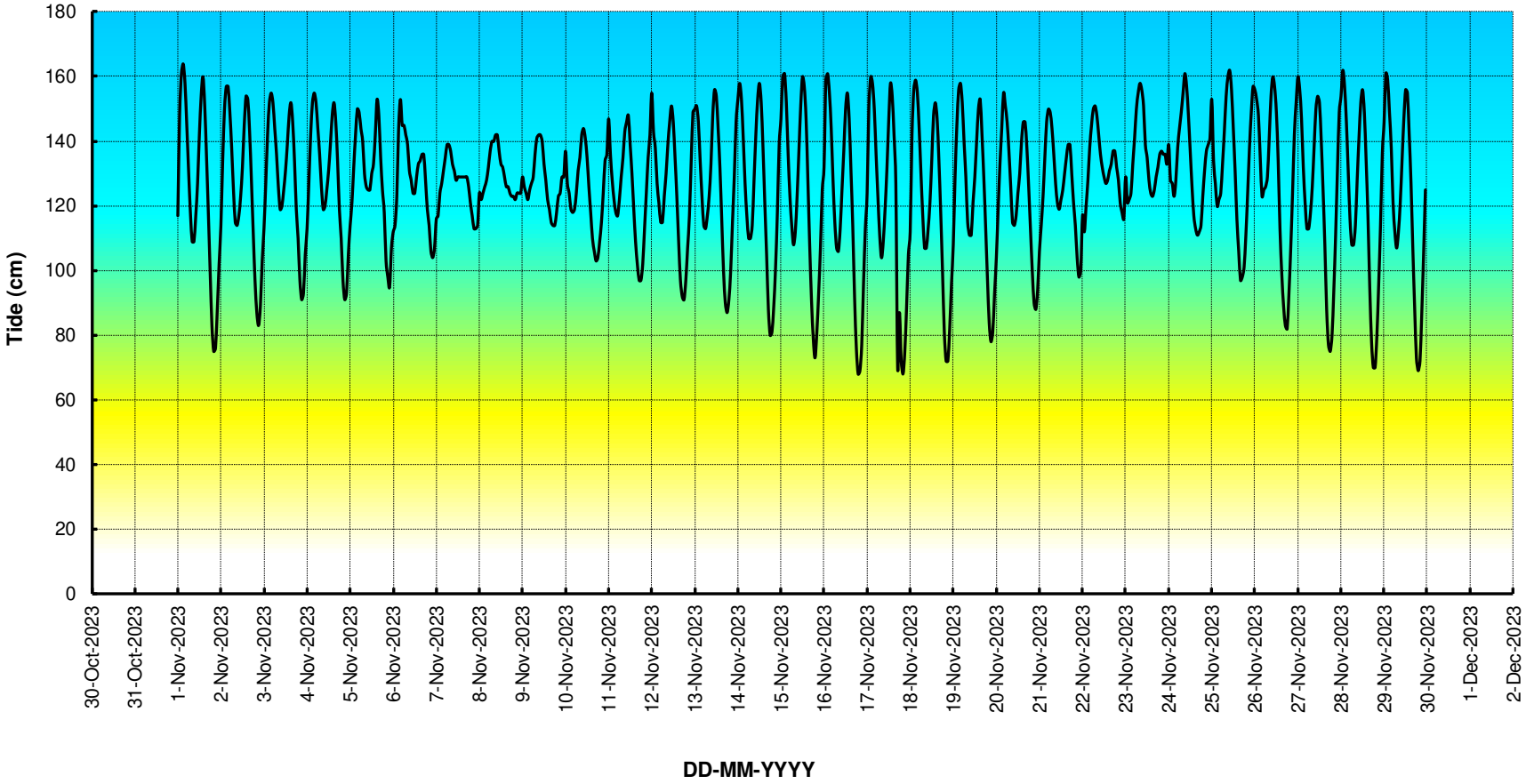
$$MSL = S_o$$

$$HHWL = S_o + M_2 + S_2 + K_1 + O_1$$

$$MHWL = S_o + M_2 + K_1 + O_1$$

$$MLWL = S_o - M_2 - K_1 - O_1$$

$$LLWL = S_o - M_2 - S_2 - O_1$$



Gambar Grafik Analisis Pasang Surut Metode Admiralty 29 Piantan

LAMPIRAN

BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM KELAS I MERAK
Jalan Raya Taktakan No 27, Serang-Banten 42162, Telepon : 0254 200185, Facsimile 0254 222177/ 0254 224325
e-mail: stamet_serang@bmkg.go.id/stamet_serang@yahoo.co.id

Nomor : e.T/ME.01.02/095/KSRB/V/2024 Serang, 31 Mei 2024
Lampiran : 1 (satu) berkas.
Perihal : ***Informasi Tinggi gelombang wilayah Merak***

Yth. Dekan Fakulas Teknik
Universitas Tirtayasa
di
Tempat

Menindaklanjuti Surat dari Universitas Tirtayasa nomor Surat B/011/UN43.3.6/PT.01.4/2024 tanggal 12 Februari 2024 perihal permohonan data perihal permohonan tarif nol rupiah atas nama:

Nama : Rifda Syafida
NRP : 3336210010
Program Studi : Teknik Sipil

Dengan ini kami sampaikan data Tinggi Gelombang tahun 2019 - 2023 untuk Wilayah Merak Banten, Sesuai surat pernyataan yang dibuat oleh mahasiswa tersebut diatas, diharapkan dapat menyerahkan hasil Tugas akhir kepada kami tertanggal **27 desember 2024**

Demikianlah kami sampaikan , harap dipergunakan sebagaimana mestinya

Demikian untuk dipergunakan sebagaimana mestinya, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Kepala Sub Bagian Tata Usaha
Stasiun Meteorologi Maritim Merak

Deny, S.IKom

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM KELAS I MERAK
Jalan Raya Taktakan 27, Serang, Banten 42101, Telepon: 0254 200185, Facsimile: 0254 224325,
e-mail: , stamet.serang@bmkg.go.id stamet_serang@yahoo.co

A. DATA TINGGI GELOMBANG TAHUN 2019 - 2023

GARIS LINTANG :05°58' 018" LS

GARIS BUJUR :105°59' 099" BT

LOKASI : CILEGON

1. DATA TAHUN 2019

Bulan	Katagori	Tinggi Gelombang		Arah Angin (Knot)	Arah Angin dari
		Hsig (m)	Hmax (m)		
Januari	Rata rata	0.14	0.24	36.32	SSW
	Max	0.50	0.84		
Februari	Rata rata	0.09	0.09	19.82	SSW
	Max	0.20	0.33		
Maret	Rata rata	0.09	0.14	33.15	SSW
	Max	0.40	0.67		
April	Rata rata	0.08	0.13	28.06	SSW
	Max	0.33	0.56		
Mei	Rata rata	0.09	0.14	24.29	SSW
	Max	0.50	0.81		
Juni	Rata rata	0.09	0.15	18.57	SW
	Max	0.19	0.31		
Juli	Rata rata	0.10	0.17	25.95	NNE
	Max	0.32	0.53		
Agustus	Rata rata	0.10	0.17	24.18	NNE
	Max	0.20	0.34		
September	Rata rata	0.09	0.15	23.05	NE
	Max	0.24	0.40		
Oktober	Rata rata	0.10	0.16	22.11	SW
	Max	0.24	0.40		
November	Rata rata	0.11	0.18	30.46	N
	Max	0.33	0.55		
Desember	Rata rata	0.11	0.16	28.79	SSW
	Max	0.67	0.98		

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM KELAS I MERAK
Jalan Raya Taktakan 27, Serang, Banten 42101, Telepon: 0254 200185, Facsimile: 0254 224325,
e-mail: , stamet.serang@bmkg.go.id stamet_serang@yahoo.co

2. TAHUN 2020

Bulan	Katagori	Tinggi Gelombang		Arah Angin (Knot)	Arah Angin dari
		Hsig (m)	Hmax (m)		
Januari	Rata rata	0.09	0.14	30.46	SSW
	Max	0.42	0.70		
Februari	Rata rata	0.13	0.22	28.31	ESE
	Max	0.45	0.76		
Maret	Rata rata	0.08	0.13	41.32	SSW
	Max	0.60	1.00		
April	Rata rata	0.07	0.12	31.22	SSW
	Max	0.34	0.57		
Mei	Rata rata	0.09	0.16	26.74	SSW
	Max	0.25	0.42		
Juni	Rata rata	0.10	0.16	25.21	NNE
	Max	0.24	0.41		
Juli	Rata rata	0.14	0.23	28.17	NNE
	Max	0.27	0.45		
Agustus	Rata rata	0.11	0.18	25.60	NNE
	Max	0.26	0.43		
September	Rata rata	0.10	0.16	31.09	NNE
	Max	0.32	0.54		
Oktober	Rata rata	0.10	0.17	31.47	SSW
	Max	0.32	0.53		
November	Rata rata	0.12	0.20	37.23	SSW
	Max	0.49	0.81		
Desember	Rata rata	0.23	0.39	33.82	SSW
	Max	0.64	0.89		

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM KELAS I MERAK
Jalan Raya Taktakan 27, Serang, Banten 42101, Telepon: 0254 200185, Facsimile: 0254 224325,
e-mail: , stamet.serang@bmkg.go.id stamet_serang@yahoo.co

3. TAHUN 2021

Bulan	Katagori	Tinggi Gelombang		Arah Angin (Knot)	Arah Angin dari
		Hsig (m)	Hmax (m)		
Januari	Rata rata	0.22	0.29	13.00	N
	Max	0.64	0.85		
Februari	Rata rata	0.29	0.39	14.00	NNW
	Max	0.81	1.06		
Maret	Rata rata	0.08	0.10	9.00	WSW
	Max	0.28	0.37		
April	Rata rata	0.10	0.10	13.00	WSW
	Max	0.43	0.57		
Mei	Rata rata	0.06	0.08	10.00	E
	Max	0.26	0.26		
Juni	Rata rata	0.06	0.08	10.00	SW
	Max	0.20	0.27		
Juli	Rata rata	0.08	0.10	10.00	E
	Max	0.21	0.27		
Agustus	Rata rata	0.07	0.09	9.00	ESE
	Max	0.16	0.21		
September	Rata rata	0.06	0.08	8.00	ESE
	Max	0.16	0.20		
Oktober	Rata rata	0.07	0.09	12.00	SW
	Max	0.33	0.44		
November	Rata rata	0.13	0.17	16.00	SW
	Max	0.39	0.51		
Desember	Rata rata	0.11	0.14	12.00	WSW
	Max	0.28	0.37		

4. TAHUN 2022

Bulan	Katagori	Tinggi Gelombang		Arah Angin (Knot)	Arah Angin dari
		Hsig (m)	Hmax (m)		
Januari	Rata rata	0.11	0.15	12.00	WSW
	Max	0.35	0.47		
Februari	Rata rata	0.13	0.17	17.00	WSW
	Max	0.37	0.48		
Maret	Rata rata	0.17	0.22	15.00	WSW
	Max	0.41	0.54		
April	Rata rata	0.09	0.12	14.00	SW
	Max	0.27	0.35		
Mei	Rata rata	0.08	0.11	10.00	WSW
	Max	0.23	10.00		
Juni	Rata rata	0.07	0.09	10.00	SW
	Max	0.25	0.32		
Juli	Rata rata	0.07	0.09	12.00	SW
	Max	0.12	0.16		
Agustus	Rata rata	0.06	0.08	7.00	ESE
	Max	0.12	0.16		
September	Rata rata	0.07	0.09	14.00	SW
	Max	0.34	0.44		
Oktober	Rata rata	0.11	0.14	17.00	WSW
	Max	0.49	0.64		
November	Rata rata	0.18	0.24	17.00	WSW
	Max	0.47	0.62		
Desember	Rata rata	0.18	0.24	17.00	W
	Max	0.53	0.69		

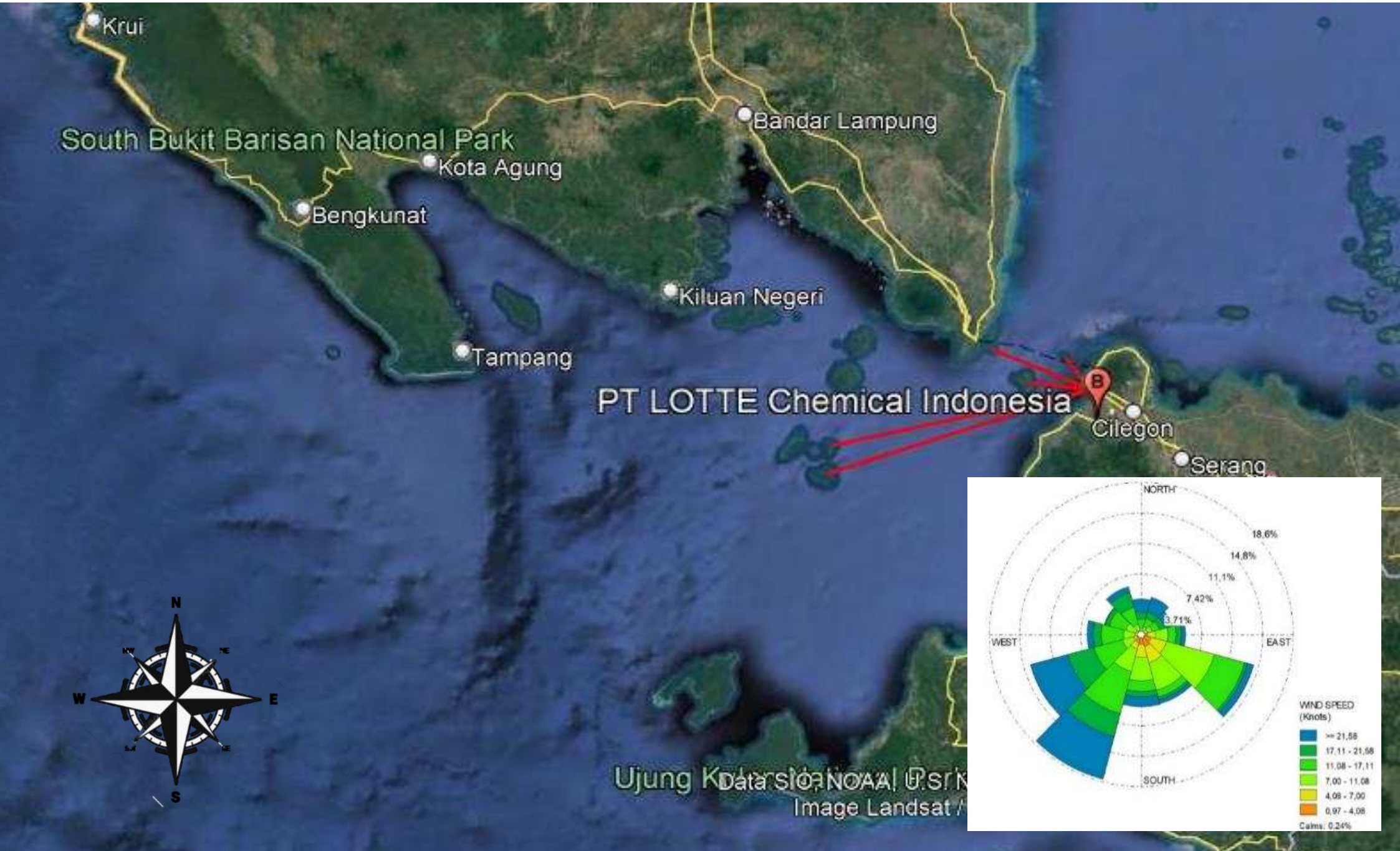
BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM KELAS I MERAK
Jalan Raya Taktakan 27, Serang, Banten 42101, Telepon: 0254 200185, Facsimile: 0254 224325,
e-mail: , stamet.serang@bmkg.go.id stamet_serang@yahoo.co

5. TAHUN 2023

Bulan	Katagori	Tinggi Gelombang		Arah Angin (Knot)	Arah Angin dari
		Hsig (m)	Hmax (m)		
Januari	Rata rata	0.16	0.21	14.00	WSW
	Max	0.38	0.50		
Februari	Rata rata	0.18	0.24	14.00	WSW
	Max	0.48	0.63		
Maret	Rata rata	0.08	0.11	10.00	SW
	Max	0.26	0.34		
April	Rata rata	0.12	0.15	13.00	WSW
	Max	0.27	0.36		
Mei	Rata rata	0.06	0.07	11.00	SW
	Max	0.17	0.22		
Juni	Rata rata	0.04	0.11	6.00	E
	Max	0.07	1.10		
Juli	Rata rata	0.06	0.08	8.00	SE
	Max	0.12	0.16		
Agustus	Rata rata	0.06	0.08	7.00	ESE
	Max	0.13	0.20		
September	Rata rata	0.06	0.08	7.00	ESE
	Max	0.11	0.17		
Oktober	Rata rata	0.06	0.07	6.00	ESE
	Max	0.22	0.34		
November	Rata rata	0.04	0.06	7.00	WSW
	Max	0.14	0.21		
Desember	Rata rata	0.08	0.12	11.00	SW
	Max	0.20	0.30		

Serang, 31 Mei 2024
Pelayanan Jasa
Stasiun Meteorologi Maritim Kelas I Mrak

Dian Herdianingsih, SP


Krui
South Bukit Barisan National Park
Kota Agung
Bengkunat
Bandar Lampung
Kiluan Negeri
Tampang
PT LOTTE Chemical Indonesia
Cilegon
Serang
N
W
E
S
NORTH
EAST
WEST
SOUTH
18.6%
14.8%
11.1%
7.42%
3.71%
WIND SPEED
(Knots)
>= 21,58
17,11 - 21,58
11,08 - 17,11
7,00 - 11,08
4,08 - 7,00
0,97 - 4,08
Calms: 0.24%
Data SIO, NOAA, U.S.
Image Landsat

LAMPIRAN

PT. LOTTE CHEMICAL INDONESIA	REPORT	LOTTE E&C

Project Name :

Line Project

Site Location :

Cilegon, Indonesia

Document Title :

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT

Document No.

LINE-906-CC-4-0101

Client's Contract No. : Later

LEC's Job No. : 15005

A	21-Apr-2022	Issued For Approval	B.H.PARK	Z.C.KIM	S.Y.PARK
Rev	Date	Description	Prepared	Reviewed	Approved

LIST OF REVISION DESCRIPTION

Rev. No.	Rev. Date	Revised Page	Description	Remarks
A	21-Apr-2022	-	Issued For Approval	

TABLE OF CONTENTS

1 INTRODUCTION 4

2 SCOPE OF WORKS.....5

3 FIELD INVESTIGATION.....15

4 DESIGN PARAMETER.....32

APPENDICES

APPENDIX 1. BORING LOCATION PLAN

APPENDIX 2. SOIL PROFILE

APPENDIX 3. BORING LOG.

1 INTRODUCTION

1.1 General

In order to estimate physical & engineering properties of Geotechnical condition of the Project location, 20 number of boring and in-situ / laboratory testing were carried out in Addition to 30 number of boring information done during Feed & Bid stage

Result of :

- Drilling of 16 points(Feed Design), 14 points(Bid Design) and 20 points(Detail Design)
- PMT(Pressure Meter Test) of 6 points(Bid Design) and 6 points(Detail Design)
- UDS(Undisturbed Sample) and SPT(Standard Penetration Test) sampling
- Laboratory testing

1.2 Project Location

The project is located at located on Cilegon, Banten Province, Indonesia.

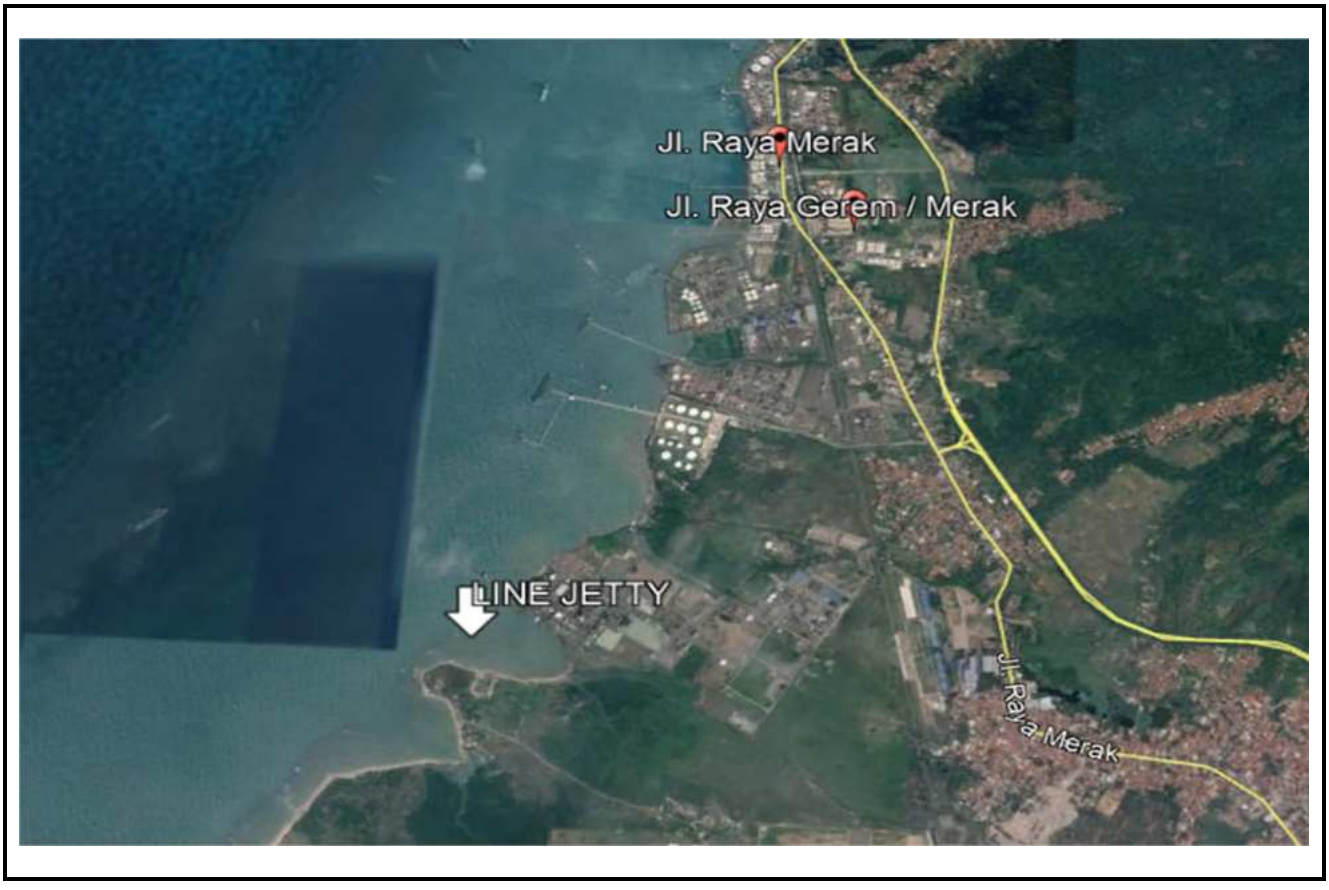


Figure 1-1 Project Location

1.3 Objectives

The general purpose of this investigation is to study the sub surface soil condition beneath the project location and to determine the geotechnical parameters to perform analysis for geotechnical structures and issues beneath the project site.

2 SCOPE OF WORKS

2.1 Scope

Table – 2.1 Geotechnical Investigation Scope

Work item	Unit	Bid Design	Detail Design	Total
1) Field test for new jetty area				
a. Boring	ea	14	20	34
b. Standard Penetration Test (SPT)	ea	229	360	589
d. Pressuremeter Test (PMT)	ea	6	6	12
e. Picking Undisturbed Sample	ea	12	20	32
2) LAB test for New Jetty				
Particle Analysis	ea	25	40	65
Liquid Limit Test	ea	25	40	65
Plastic Limit Test	ea	25	40	65
Water Contest Test	ea	25	40	65
Specific Gravity Test	ea	25	40	65
Uniaxial Compression Test	ea	12	10	22
Triaxial Comporession Test (UU,CU)	ea	12	20	22
Rock Index Properties	ea	8	14	22
Rock Point Load Test	ea	13	10	23
Rock Uniaxial Compression	ea	8	7	15

Consolidation Test	ea	-	10	10

2.2 Performance

2.2.1 Soil Investigation Works

2.2.1.1 Platform Establishment

Platforms are required to house drilling and testing equipment over the water level. The platform must be strong enough to withstand weather and natural elements. The platform is made using bamboo beams of 3-4" diameter and wooden plate as base. The connectors are nail and hemp rope. The platform cover uses wooden plates of 2 cm thick and plywood. The pipes are connected and drilled onland. The material is then transported to the location of the boreholes. Bamboo beams are sunk to act as starter piles around the borehole. The platform is then completed on these starter bamboo beams. After the frame is complete, wooden plate and plywood is put into the platforms and safety railing is added.

The platform will be 6x6 m area to provide enough space for drilling. This platform is only designed to be used for water depth 10m ~ 20m.

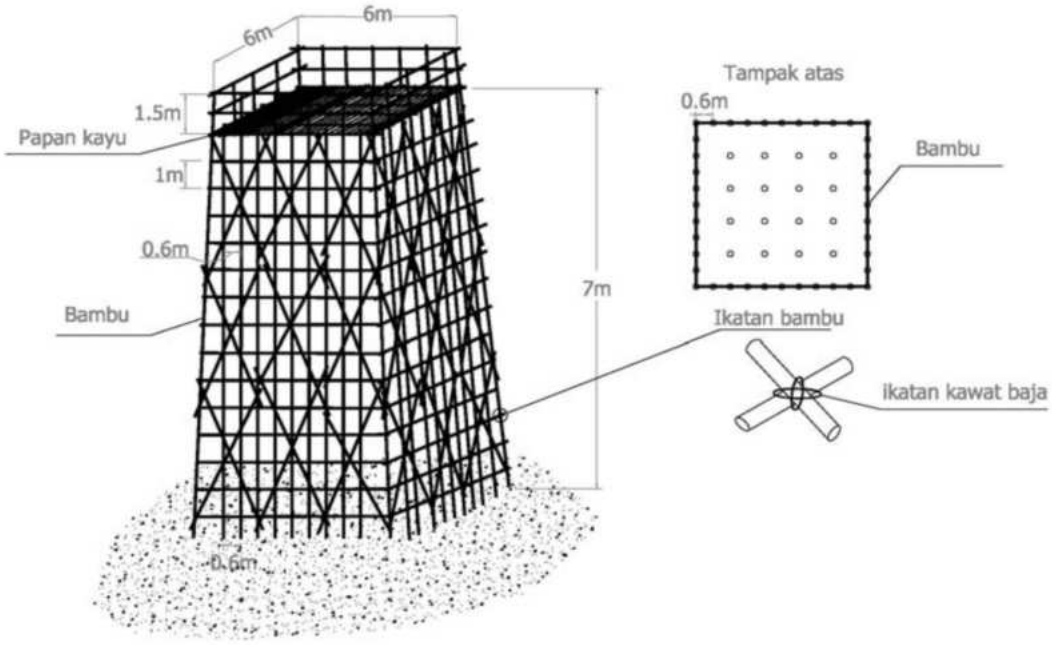


Figure 2-1 Bamboo Platform Design

Before moving the equipment to the platform, the drilling machines are dismantled into managable pieces and then transported by boat to the platform. After reaching the platform the rigs were then reassembled. The hoisting tools are traditional and chain blocks attached to special portals on the platform.

Figure 2-2 Moving Rig to Platform

2.2.1.2 Exploratory Drilling

Access borehole will be sunk for exploratory purpose with insitu tests and undisturbed soil sampling. The borehole diameter will be sufficiently large to allow the insertion of insitu test apparatus and undisturbed soil sampler with minimum diameter of 75 mm (NX Size).The drilling will be carried out by continuous coring. The boring will use pressurized water to loosen the soil for boring. Lithology will be logged by a competent Geotechnical engineer for the description of soil type, consistency or compactness, plasticity, colour, degree of cementation if any, and other features that are important for foundation design.
Borehole will be stable from collapsing. When the borehole reach soil layer with high collapsing potential, casing pipe will be provided to protect the borehole wall. In any case, the casing pipe should not be deeper than the borehole and will be at 0.5m above the bottom of the borehole (except during rock coring)

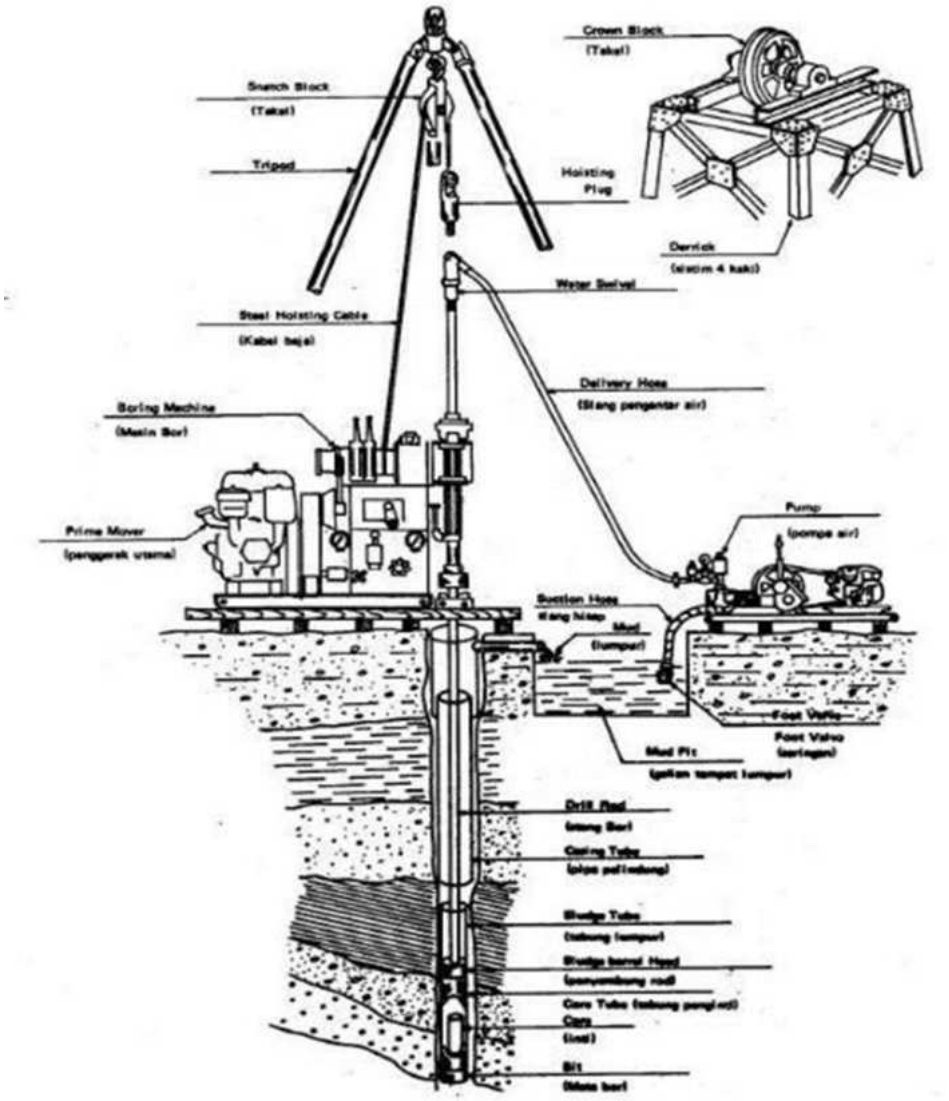


Figure 2-3 Geotechnical Drilling With Rotary Drilling Rig

2.2.1.3 Standard Penetration Test (SPT)

Standards used : ASTM D 1586-97

Equipment used : free fall manual hammer

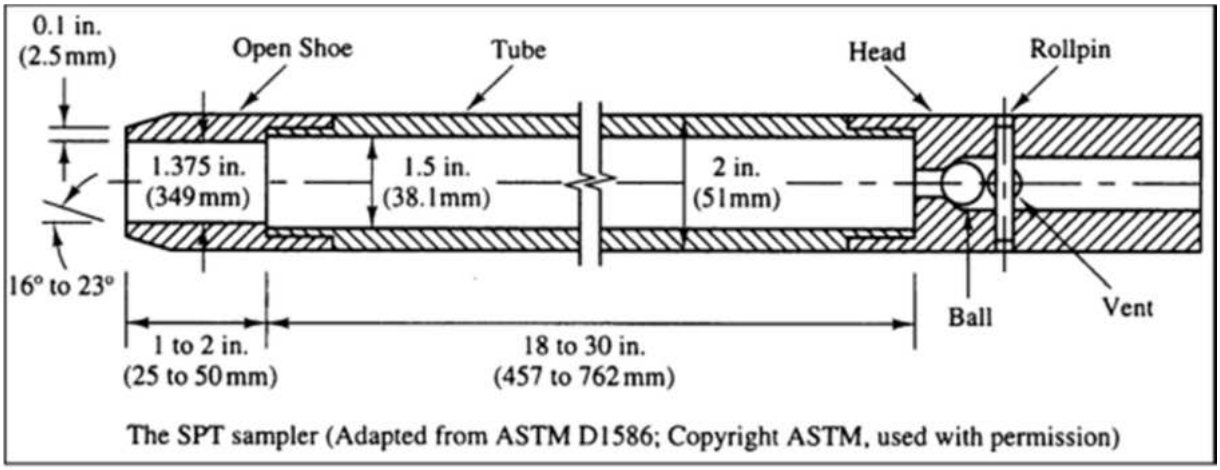


Figure 2-4 ASTM SPT Sampler

Standard penetration tests have been done following ASTM D 1586-97.

Test was carried out in each boring hole to obtain a measured of soil resistance to penetration of the sampler. The purpose of performing this test is to determine relative density of coarse grain soil or the consistency of fine grain, which reflect the soil supporting capacity. In the test process, a split barrel sampler is lowered into the bottom of bore hole by drilled rods. The sampler then drives 45 cm into a soil by 140 lbs free falling hammers over a height of 30 in. The automatic drop hammer device is used to maintain free falling and constant height. For the test result, the first 15 cm penetration is not taken in the analysis and considered to be a seating drive. Hence the number of blows to achieve this 15 cm penetration is not including in the N SPT value. The total cumulative numbers of blow count required to drive the sampler to the last 30 cm penetration is recorded as the N value. Soil samples taken from SPT are stored in plastic bag for identification.

The hammer used for SPT testing and sampling is the automatic trip hammer with N70 energy ratio.

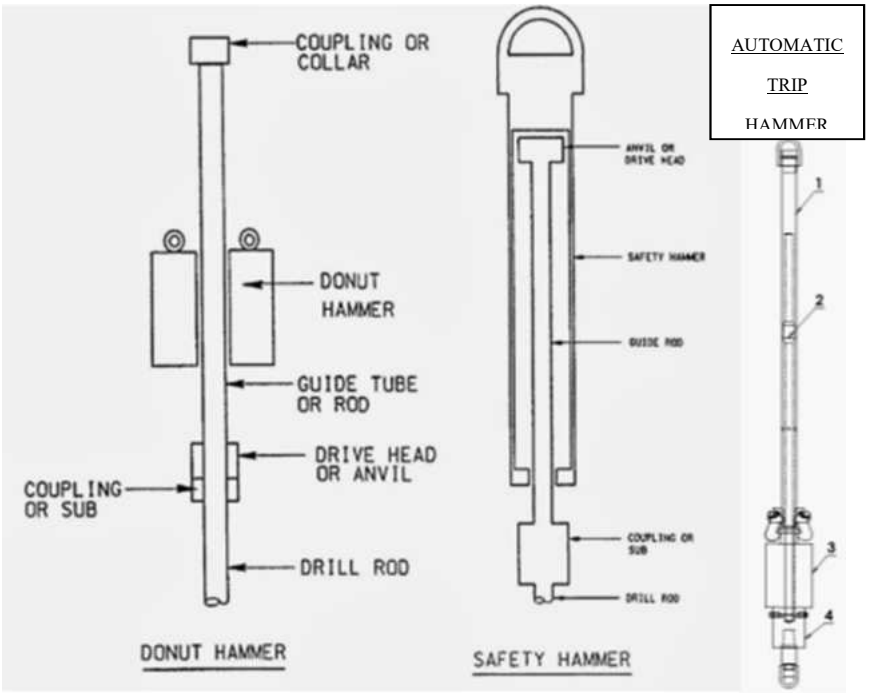


Figure 2-5 SPT Hammer Types

2.2.1.4 Undisturbed Sampling

Standards used : ASTM D 1587-97.
Sampling interval : according to request
Equipment used : thin wall sampler

In order to obtain undisturbed samples, a clean bore hole has been drilled to the desired sampling depth. A set of sampler consist of a stainless steel tube attached to the sampler head lowered to the bottom of the bore hole. The sampler is then pushed into the soil without rotation. After penetrating into the soil for approximately 95 % of samples length, the thin wall tube is withdrawn from the borehole. Both end of the tube are then sealed with paraffinwax immediately after the tube is separated from the sampler head. Samples are then brought to the laboratory for testing.

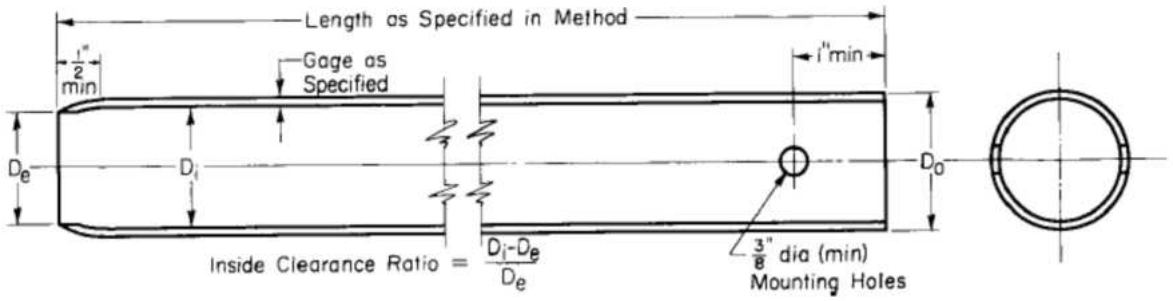


Figure 2-6 UDS Sampler Size

Outside diameter (Do) = 2”/50.8 mm
Tube Length = 0.5 m

2.2.1.5 Pressuremeter Testing

The test is commonly termed as Pressuremeter Test/PMT /Lateral Loading Test/LLT/ Elastmeter. The difference between LLT/Elastmeter is only the capacity of the pressure. LLT is used for soft soil and Elastmeter is used for sand or stiff soil.
The test is done on a borhole slightly larger than the cylindirc rubber ballon. The pressure is gradually increased as the rubber cylinder compresses the surrounding soil. The water pressure, soil deformation and rubber creep is measured and is corrected by groundwater effects and rubber strength. The test is stopped if maximum pressure has been obtained or the pressure recorded is steady (indicating that the soil has yielded). The pressuremeter used will be of Menard production. The test will be performed in accordance to ASTM D4719.
The pressuremeter consists of two main elements : a radially expandable cylindrical probe which is placed inside a borehole at the desired test elevation and a monitoring unit which remains on the ground surface. The probe is made up of three independent cells and consequently exerts at the central cell level a strictly uniform pressure against the borehole walls. The pressure is increased in equal increments of time and pressure and the resulting borehole expansions recorded.

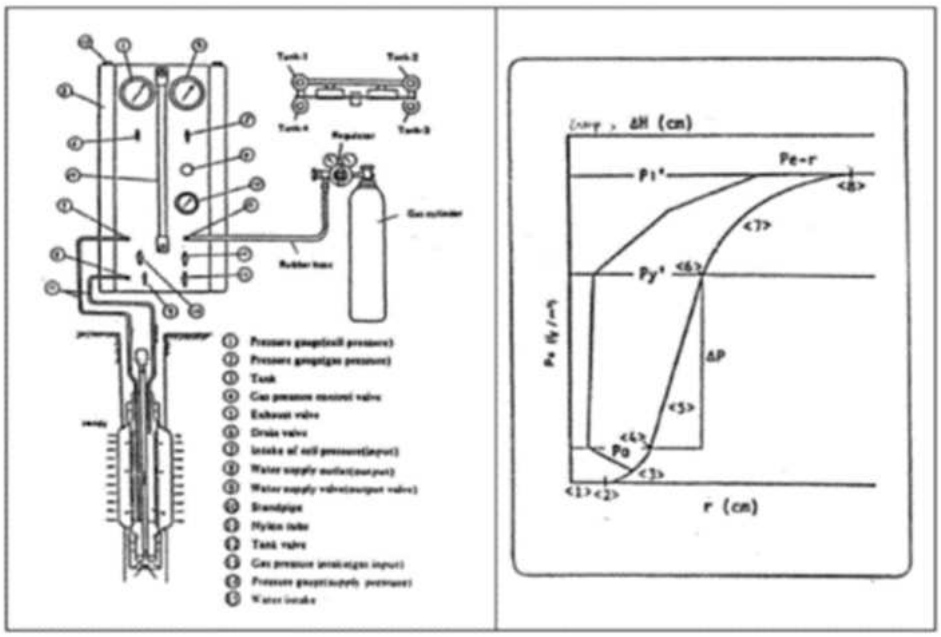


Figure 2-7 Pressuremeter Testing Schematics

2.2.2 Laboratory Works

The laboratory soil test will be carried out on selected undisturbed sampling following the ASTM standard, as below:

2.2.2.1 Unit weight ASTM D2937

Unit weight is measured by driving a hollow cylinder ring into the undisturbed sample. The volume of the ring is known, therefore by weighing the hollow cylinder ring, the unit weight of the soil may be determined. Standard used is ASTM D2937

2.2.2.2 Natural moisture content ASTM D2216

Natural moisture content is determined by drying soil sample in an oven for minimun 12 hours and by reduction of weight we can determine the natural moisture content. Standard used is ASTM D2216

2.2.2.3 Atterberg limits ASTM D4318

Atterberg limits that are determined are:

1. Liquid limit using the Casagrande Method
2. Plastic limit using the Hand Rolling Method

By knowing the liquid limit and plastic limit we can determine the Index Properties of the soil. Standard used is ASTM D4318

2.2.2.4 Grain size analysis (sieve + hydrometer) ASTM D422

Grain Size analysis uses the wet sieving method where all of the appropriate soil samples are soaked into a hydrometer that will calculate the coefficients for grain size <200 sieve no. After that the soil is dried and sieved with the following sieve sizes: Standard used is ASTM D422

No.	Opening mm	No.	Opening mm	No.	Opening mm
3"	101.600	3/8"	9.525	100	0.149
2"	75.000	4	4.760	200	0.074
1 1/2"	38.100	8	2.380		
1"	25.400	20	0.840		
3/4"	19.050	40	0.420		
1/2"	12.700	80	0.177		

2.2.2.5 Specific gravity ASTM D854

Specific gravity of soil is determined with the water pycnometer method. By replacing the the water with soil, we can determine the specific gravity of soil. Standard used is ASTM D854.

2.2.2.6 Unconfined Compression Test ASTM D2166

Unconfined compression uses the same triaxial machine but without the confining pressure. This test is only applicable to cohesive soil. Undrained shear strength may directly be found using this test.

The specimen used is:

Specimen Diameter	cm	3.800
Specimen Height	cm	7.600
Specimen Area	cm^2	11.341

2.2.2.7 One Dimensional Consolidation test ASTM D2435

The odometer test or one dimensional consolidation test is done to determine consolidation parameters such as preconsolidation pressure, coefficient of volumetric change and coefficient of consolidation. The test is done by compressing a sample with sepcific weights with daily increments. The time and change in sample size is measured daily and plotted. After 7 days, the weights are remove incrementally and the sample rebound is measured. The results are plotted and calculated to find consolidation coefficients. Standard used is ASTM D2435

Sample Size used is:

Sample Height	2.000 cm
Sample Diameter	5.000 cm
Sample Area (A)	19.635 cm^2

2.2.2.8 Triaxial Compression Tests (UU) ASTM D2850

UU Triaxial Compression is a compression tests which the soil sample is subjected to a confining pressure. Confining pressure is generated by pressurized water. The sample is then stressed by using constant strain. This test method covers determination of the strength and stress-strain relationships of a cylindrical specimen of either undisturbed or remoulded cohesive soil. No drainage is allowed for the sample. The results give stress-strain relationship in total stress, which is not corrected for pore water pressure. The tests is done three times using the same soil or remoulded soil to find the undrained shear strength. Standard used is ASTM D2850

Specimen Diameter	cm	3.800
Specimen Height	cm	7.600
Specimen Area	cm^2	11.341

Figure 2-8 Triaxial Machine

3 FIELD INVESTIGATION

3.1 Boring

Drilling was done using continuous coring method. The following table shows the coordinates and elevation of points. Elevation is taken from staking out topographic survey.

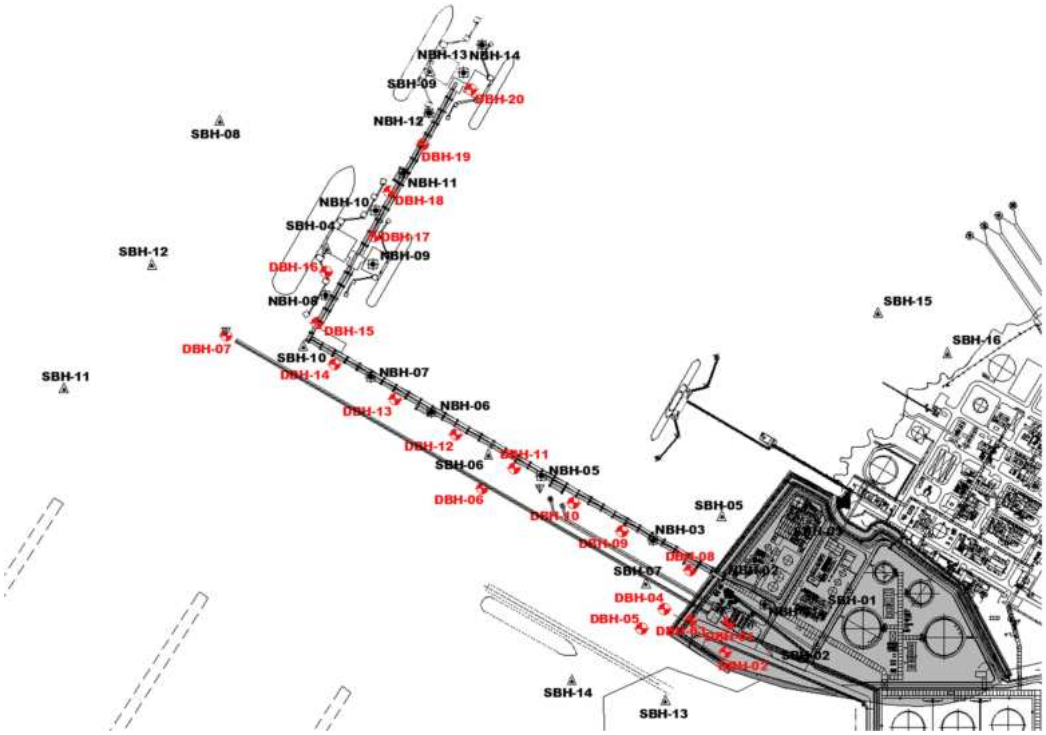


Figure 3-1 Boring location

Table – 3.1 Borehole Coordinates and Elevation

Boring No.		Easting (X)	Northing (Y)	Elevation	Depth
Detail Design	DBH-01	609,574	9,338,891	+6.0	30
	DBH-02	609,569	9,338,842	+3.0	30
	DBH-03	609,511	9,338,896	+3.1	40
	DBH-04	609,465	9,338,916	-2.5	30
	DBH-05	609,426	9,338,883	-3.0	30
	DBH-06	609,154	9,339,122	-15.0	30
	DBH-07	608,717	9,339,383	-14.3	30
	DBH-08	609,510	9,338,983	-4.0	30
	DBH-09	609,393	9,339,049	-10.3	33
	DBH-10	609,310	9,339,097	-12.5	30
	DBH-11	609,209	9,339,156	-15.0	30

Boring No.		Easting (X)	Northing (Y)	Elevation	Depth
Detail Design	DBH-12	609,109	9,339,214	-15.0	30
	DBH-13	609,006	9,339,274	-14.5	30
	DBH-14	608,903	9,339,334	-14.2	30
	DBH-15	608,873	9,339,405	-14.3	30
	DBH-16	608,888	9,339,492	-13.7	30
	DBH-17	608,970	9,339,552	-13.5	30
	DBH-18	608,996	9,339,628	-13.3	30
	DBH-19	609,053	9,339,709	-13.3	30
	DBH-20	609,135	9,339,803	-12.5	30
Bid Design	NBH-01	609,636	9338923	-0.25	25
	NBH-02	609,612	9338997	-3.25	25
	NBH-03	609,446	9339036	-8.75	25
	NBH-05	609,278	9339135	-14.25	30
	NBH-06	609,066	9339262	-15.00	25
	NBH-07	608,965	9339316	-14.00	25
	NBH-08	608,887	9339451	-14.00	25
	NBH-09	609,002	9339502	-13.50	30
	NBH-10	608,972	9339571	-13.50	30
	NBH-11	609,026	9339644	-13.50	30
	NBH-12	609,063	9339762	-13.00	30
	NBH-13	609,122	9339831	-12.50	30
	NBH-14	609,149	9339871	-12.50	30
Feed Design	SBH-01	609,780	9,338,952	-1.50	16
	SBH-02	609,724	9,338,856	-0.25	15
	SBH-03	609,747	9,339,074	-1.75	15
	SBH-04	608,889	9,339,531	-13.5	15
	SBH-05	609,563	9,339,075	-5.75	15
	SBH-06	609,165	9,339,180	-15.0	15
	SBH-07	609,433	9,338,960	-7.0	15
	SBH-08	608,706	9,339,749	-13.5	15
	SBH-09	609,065	9,339,834	-13.0	15
	SBH-10	608,849	9,339,365	-14.5	15
	SBH-11	608,441	9,339,292	-15.0	15

Boring No.		Easting (X)	Northing (Y)	Elevation	Depth
Feed Design	SBH-12	608,591	9,339,504	-14.0	15
	SBH-13	609,467	9,338,760	-	18
	SBH-14	609,307	9,338,795	-	15
	SBH-15	609,829	9,339,421	-	15
	SBH-16	609,497	9,339,353	-	16.45

3.2 Pressuremeter Testing

Pressuremeter testing were performed at 6 points on selected boreholes. The results are interpreted and summarized here:

Table – 3.2 Pressuremeter Coordinates

No.	Borehole	Easting (X)	Northing (Y)
Detail Design	DBH-03	609,510	9,338,896
	DBH-04	609,465	9,338,916
	DBH-08	609,509	9,338,982
	DBH-11	609,208	9,339,156
	DBH-14	608,902	9,339,334
	DBH-19	609,053	9,339,709
Bid Design	NBH-05	609,278	9,339,262
	NBH-07	608,965	9,339,316
	NBH-08	608,887	9,339,451
	NBH-10	608,972	9,339,571
	NBH-12	609,063	9,339,762
	NBH-13	609,122	9,339,831

Table – 3.3 Pressuremeter Test Results

No.	PMT	Depth	Nspt	Limit Pressure	Menard Modulus	Shear Modulus
				Pl	Em	Gm
	Borehole			kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
Detail Design	DBH-03	11.0	7	1.96	11.85	4.56
	DBH-04	9.5	20	6.33	162.9	65.2
	DBH-08	7.0	7	1.90	48.9	19.6
	DBH-11	3.0	2	1.72	10.37	3.99
	DBH-14	5.0	2	1.58	40.7	16.3
	DBH-19	7.5	2	2.03	52.1	20.9
Bid Design	NBH-05	3.0	1	4.9	19.13	7.36
	NBH-07	4.5	2	4.5	14.42	5.55
	NBH-08	6.5	16	12.5	99.05	38.10
	NBH-10	3.0	1	4.0	17.60	6.77
	NBH-12	5.0	7	4.75	23.6	9.08
	NBH-13	3.0	5	4.3	19.95	7.67

3.3 Subsurface Soil Stratigraphy

3.4.1 Specific Boreholes

1) Detail Design

Table – 3.4 Soil Type at DBH-1

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 -10.55	SAND	Very loose, loose brown	1-9
2	10.55-14.0	GRAVEL	Very dense brown	77-100
3	14.0-18.0	CORAL, SAND	Very loose, grey	2-6
4	18.0-26	SAND	Very dense grey, brown	39-88
5	25.0 - 30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, brown	>100

Table – 3.5 Soil Type at DBH-2

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0-6.0	SAND	Loose brown, Very loose, grey	1-8
2	6.0-15.0	SILT	Very soft, Grey sandy	1-5
3	15.0-19.55	SAND	Very dense	52-70
4	19.55-30	WEATHERED ROCK	Very dense, light brown	>100

Table – 3.6 Soil Type at DBH-3

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0-9.8	SAND	Very loose, loose brown, grey	1-8
2	9.8-15.0	SAND	Loose grey, Medium dense, grey	5-26
3	15.0-16..45	GRAVEL	Very dense	28-67
4	16.45-23.0	SAND	Very dense, light brown	73-86
5	23.0-30.0	WEATHERED ROCK	Very dense	>100

Table – 3.7 Soil Type at DBH-4

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.00-2.55	SANDY SILT	Soft grey sandy	1-4
2	2.55-7.45	CORAL	Very loose, grey	1-2
3	7.45-12.5	SAND	Very dense, grey	53-100
4	12.5-30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, brown	>100

Table – 3.8 Soil Type at DBH-5

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	1.0-6.0	CORAL	Very loose, grey	2
2	6.0-9.5	GRAVEL	Loose Medium dense, grey	8-13
3	9.5-13.45	SAND	Dense to very dense, brown	45-90
4	13.45-30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, brown	>100

Table – 3.9 Soil Type at DBH-6

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 -3.5	CLAY	Very soft, dark grey, moist	1-2
2	3.5-7.0	SILT	Soft, dark grey, moist	12-19
3	7.0-13.0	SAND	Vety dense, light brown	25-60
4	23.8 - 25.0	WEATHERED ROCK	Vety dense, light brown	>100

Table – 3.10 Soil Type at DBH-7

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0-5.0	CLAY	Very soft, dark grey, wet	1-4
2	5.0-13.5	SAND	grey, low plasticity, moist	32-74
3	4.5 - 23.8	WEATHERED ROCK	very dense, brown to dark grey	>100

Table – 3.11 Soil Type at DBH-8

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 -5.15	SILT	Very soft, grey	1-2
2	5.15-10.0	CLAY	Medium stiff, yellowish grey	7-9
3	10.0-12.0	SILT	Stiff, yellowish grey	9
4	12.0-30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, brownish grey	>100

Table – 3.12 Soil Type at DBH-9

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0-6.2	SILT	Very soft, grey	1
2	6.2-9.0	CLAY	Medium stiff, grey	6-13
3	9.0-30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, grey	>100

Table – 3.13 Soil Type at DBH-10

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 -1.45	SILT	Very soft, grey	1
2	1.45-5.0	SAND	Medium dense, brownish grey	15-43
3	5.0 – 30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, brown	>100

Table – 3.14 Soil Type at DBH-11

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 -3.75	CLAY	Very soft , dark grey, moist	1-2
2	3.75 – 30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, non plastic, light brown	>100

Table – 3.15 Soil Type at DBH-12

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 6.0	CLAY	Very soft, medium plasticity, moist	1-2
2	6.0 – 10.5	SILT	soft, high plasticity, moist	20-69
3	10.5 - 14.0	SAND	Very dense, dark brown	78-85
4	14.0 – 30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, brown, strong cemented	>100

Table – 3.16 Soil Type at DBH-13

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 – 4.5	CLAY	Very soft, low plasticity, wet	1-2
2	4.5 – 10.0	SILT	Soft to very stifft, low plasticity, mosit	3-22
3	10.0 – 13.8	SAND	Very dense	55-59
4	13.8 – 30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, brown, strong cemented	>100

Table – 3.17 Soil Type at DBH-14

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 3.5	CLAY	Very soft, dark grey, low plasticity, moist	1
2	3.5 – 6.5	SILT	grey, very soft, low plasticity, moist	2
3	6.5 – 9.2	SAND	Grey, stiff, low plasticity, moist	65-92
4	9.2 – 30.0	WEATHERED ROCK	very dense, dark grey	>100

Table – 3.18 Soil Type at DBH-15

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 – 5.5	SILT	Very stiff, non plastic, moist	1-2
2	5.5 – 11.5	SAND	Very dense, brown	18-69
3	11.5 – 30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, brown, strong cemented	>100

Table – 3.19 Soil Type at DBH-16

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 – 5.5	CLAY	Soft to very stiff, low plasticity, moist	3-18
2	5.5 – 10.0	SAND	Very dense, brown	49-85
3	10.0 - 13.0	SILT	Soft to very stiff, low plasticity, moist	25-29
4	13.0 – 30.0	WEATHERED ROCK	brown, very dense, strong cemented, dry	>100

Table – 3.20 Soil Type at DBH-17

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 – 2.0	CLAY	Soft to very stiff, low plasticity, moist	1
2	2.0 - 5.5	SILT	Soft to very stiff, low plasticity, moist	3-23
3	5.5 – 13.0	SAND	Very dense, dark grey,	34-85
4	13.0 - 30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, moist	>100

Table – 3.21 Soil Type at DBH-18

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 – 2.0	CLAY	Very soft, medium to low plasticity, moist	1
2	2.0 – 9.0	SILT	grey, soft to very soft, low plasticity, moist	15-38
3	4.5 - 23.8	WEATHERED ROCK	Very dense, dark grey, moist	>100

Table – 3.22 Soil Type at DBH-19

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 – 3.5	CLAY	Very soft, medium plasticity,moist	1
2	3.5 – 12.0	SILT	Very stiff to hard, low plasticity, moist	2-25
3	12.0 – 20.0	SAND	Very dense, grey	64-94
4	20.0 - 30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, dark grey, moist	>100

Table – 3.23 Soil Type at DBH-20

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 – 3.0	CLAY	Very soft, medium plasticity, moist	1
2	3.0 – 5.0	SILT	very stiff, high plasticity, moist	2-10
3	5.0 – 30.0	WEATHERED ROCK	Very dense, brown, moist	>100

2) Bid Design

Table – 3.24 Soil Type at NBH-01

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 2.0	CORAL	very loose, dry	1
2	2.0 - 5.0	Clayey SILT with CORAL	dark green, very soft, wet	1
3	5.0 - 11.0	SILT with CORAL	dark grey, very soft to soft, moist	1-4
4	11.0 - 19.6	Silty SAND	dark grey to dark brown, dense, low to non plastic, moist to dry	44->50
5	19.6 - 25.0	WEATHERED ROCK	light grey to dark grey, very dense, strong cemented, dry	>50

Table – 3.25 Soil Type at NBH-02

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 9.0	CLAY with a few GRAVEL	grey, very soft to firm, medium plasticity, moist	1-6
2	9.0 - 12.0	Silty CLAY	dark grey, stiff, high plasticity, moist	14-16
3	12.0 - 14.0	SANDSTONE	dark brown, subrounded, moderate, very dense, dry	>50
4	14.0 - 25.0	WEATHERED ROCK	Dark brown to dark grey, rounded, strong cementation, very dense, dry	>50

Table – 3.26 Soil Type at NBH-03

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 3.5	CLAY, CORAL REEF	dark grey, very soft, low plasticity, wet	1
2	3.5 - 11.0	SILT, CORAL REEF	dark grey and white, stiff to very stiff, medium plasticity, moist	8-16
3	11.0 - 12.0	Sandy CLAY	dark grey, stiff, medium plasticity, moist	-
4	12.0 - 25.0	WEATHERED ROCK	grey to dark grey, very dense, moderate to strong cemented, dry	>50

Table – 3.27 Soil Type at NBH-05

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 3.0	CLAY	dark grey, very soft, medium plasticity, moist	1
2	3.0 - 4.0	SILT	grey, very stiff, high plasticity, moist	30
3	4.0 - 25.5	WEATHERED ROCK	light brown, very dense, non plastic, moist	>50
4	25.5 - 29.0	SAND	light brown, very dense, non plastic, dry	>50
5	29.0 - 30.0	Sandy CLAY	dark grey, hard, low plasticity, moist	>50

Table – 3.28 Soil Type at NBH-06

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 3.5	Sandy CLAY	grey to dark grey, very soft, medium to high plasticity, moist	1
2	3.5 - 5.5	SILT	grey to dark grey, soft, high plasticity, moist	1
3	5.5 - 11.0	SILT	grey to dark grey, very stiff to hard, high plasticity, moist	18-33
4	11.0 - 13.0	SANDSTONE	dark brown, subrounded, moderate cemented, very dense, dry	>50
5	13.0 - 25.0	WEATHERED ROCK	dark grey to grey, rounded, strong cemented, very dense, dry	>50

Table – 3.29 Soil Type at NBH-07

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 7.0	CLAY, CORAL REEFS to Silty CLAY	grey to dark grey, very soft to very stiff, low plasticity, wet to dry	1-23
2	7.0 - 13.0	SILT	grey, hard, low plasticity, moist	48->50
3	13.0 - 25.0	WEATHERED ROCK	dark grey to dark brown, very dense, strong cemented, dry	>50

Table – 3.30 Soil Type at NBH-08

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 6.8	Sandy SILT	grey, firm to very stiff, non plastic, moist	6-23
2	6.8 - 8.0	Sandy CLAY	grey, stiff, low plasticity, moist	14
3	8.0 - 10.0	SILT	grey, stiff, low plasticity, moist	25
4	10.0 - 25.0	WEATHERED ROCK	brown to dark grey, very dense, dry	>50

Table – 3.31 Soil Type at NBH-09

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 2.5	Sandy CLAY	dark grey, very soft, medium to low plasticity, moist	1
2	2.5 - 5.0	Sandy SILT	grey, very stiff, medium plasticity, moist	23-26
3	5.0 - 9.0	SAND	dark grey, dense to very dense, non plastic, dry	46->50
4	9.0 - 12.0	SANDSTONE	dark grey, moderate cemented, very dense, dry	>50
5	12.0 - 30.0	WEATHERED ROCK	dark brown, strong cemented, very dense, dry	>50

Table – 3.32 Soil Type at NBH-10

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 5.0	Sandy CLAY	dark grey, very soft, medium to low plasticity, moist	1-6
2	5.0 - 9.0	Sandy SILT	dark grey, hard, low plasticity, moist	34-46
3	9.0 - 30.0	WEATHERED ROCK	brown, strong cemented, very dense, moist	>50

Table – 3.33 Soil Type at NBH-11

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 4.0	Sandy CLAY	grey, very soft to soft, low plasticity, moist	2-3
2	4.0 - 5.0	Sandy SILT	grey, very stiff to hard, low plasticity, moist	30
3	5.0 - 9.0	WEATHERED ROCK	dark grey, very dense, strong cemented, moist	>50

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
4	9.0 - 12.0	SILT	grey, hard, low plasticity, moist	45->54
5	12.0 - 30.0	WEATHERED ROCK	dark grey, very dense, strong cemented, moist	>50

Table – 3.34 Soil Type at NBH-12

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 3.0	CLAY	dark grey, very soft, medium plasticity, moist	1
2	3.0 - 7.0	Sandy CLAY	dark grey, firm to stiff, medium to low plasticity, moist	4-10
3	7.0 - 15.0	Sandy SILT	grey to brown, stiff to very hard, low plasticity, moist	34->50
4	15.0 - 16.0	SANDSTONE	light brown, rounded, strong cemented, very dense, dry	>50
5	16.0 - 22.2	SAND	brown, rounded, weak cemented, very dense, dry	>50
6	22.2 - 30.0	WEATHERED ROCK	dark brown to brown, rounded, strong cemented, very dense, dry	>50

Table – 3.35 Soil Type at NBH-13

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 3.5	CLAY	dark grey, very soft, medium plasticity	1-5
2	3.5 - 6.5	SILT	dark brown, very stiff, high plasticity	21-31
3	6.5 - 30.0	WEATHERED ROCK	brown-dark grey, very dense, strong cemented, moist	>50

Table – 3.36 Soil Type at NBH-14

Layer No	Depth	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 3.0	CLAY	dark grey, very soft, medium plasticity	1
2	3.0 - 4.5	SILT	grey, very soft, high plasticity, moist	2
3	4.5 - 23.8	WEATHERED ROCK	light brown, very dense, dry	>50
4	23.8 - 25.0	SAND	brown, very dense, non plastic, moist	>50
5	25.0 - 30.0	WEATHERED ROCK	dark brown, very dense, dry	>50

3.4 Laboratory Testing

3.5.1 Soil Test

UDS(Undisturbed Sample), and DS (Disturbed Sample) were taken for testing at Jakarta lab.. The following table shows the tests done on the samples.

There are 2 samples that are tested, undisturbed (UDS) and triple core sample (DS). DS samples were taken from triple core sampling in stiff soil or cemented soil. They are taken to be tested as the soil is already stiff therefore not able to be penetrated using thin wall sampler (UDS). The triple core samples can still be tested for index, engineering and strength properties.

1) Detail Design (to be updated)

Table – 3.37 Laboratory Test Results

Boring No.	Depth	Sample Type	USCS SOIL CLASS	Specific Gravity	Liquid & Plastic Limit			Grain size Analsis				
					WL (%)	WP (%)	IP (%)	GRAVEL (%)	SAND (%)	SILT (%)	CLAY (%)	#200 sieve
DBH-1	4.0~4.3	SPT	GP	2.74	NP	NP	NP	61.8	33.69	4.32	0.18	4.50
DBH-1	8.5~8.8	SPT	SP-SM	2.67	NP	NP	NP	0.00	93.40	6.54	0.06	6.60
DBH-1	16.0~16.3	SPT	SC	2.74	34.13	21.62	12.51	42.16	44.99	10.86	2.00	12.86
DBH-2	3.7~4.0	SPT	SP-SM	2.67	NP	NP	NP	0.00	89.34	10.42	0.24	10.66
DBH-2	8.0~8.3	SPT	SC	2.68	40.37	24.14	16.23	23.56	42.81	25.27	8.35	33.62
DBH-2	17.0~17.3	SPT	SM	2.45	NP	NP	NP	0.00	54.30	41.58	4.12	45.70
DBH-2	25.0~25.3	SPT	SM	2.45	NP	NP	NP	0.00	58.88	39.26	1.86	41.12
DBH-3	2.0~2.3	SPT	SM	2.69	NP	NP	NP	0.00	75.10	22.43	2.47	24.90
DBH-3	6.0~6.3	SPT	SP-SM	2.65	NP	NP	NP	24.86	65.33	9.28	0.34	9.62
DBH-3	21.0~21.3	SPT	SM	2.42	NP	NP	NP	12.23	58.21	28.21	1.35	29.55
DBH-3	36.7~37.0	SPT	SM	2.47	NP	NP	NP	23.18	44.40	30.20	2.23	32.42

2) Bid Design

Table – 3.38 Laboratory Test Results

Boring No.	Depth	Sample Type	USCS SOIL CLASS	Specific Gravity	Liquid & Plastic Limit			Grain size Analsis				
					WL (%)	WP (%)	IP (%)	GRAVEL (%)	SAND (%)	SILT (%)	CLAY (%)	#200 sieve
NBH-1	1.50~1.95	SPT	CL	2.766	30.49	18.74	11.76	10.61	58.43	5.10	25.86	30.96
NBH-2	7.5~7.95	SPT	CL	2.695	48.59	24.93	23.67	0.00	25.74	26.34	47.92	74.26
NBH-3	10.5~10.9	SPT	CL	2.513	34.69	11.56	23.14	0.00	47.74	21.78	30.48	52.26
NBH-5	1.50~1.95	SPT	CH	2.611	65.29	20.21	45.08	0.00	8.19	25.28	66.53	91.81
NBH-6	1.50~1.95	SPT	CL	2.676	45.19	22.93	22.26	2.31	54.70	8.33	34.66	42.99
NBH-7	3.00~3.45	SPT	CL	2.725	40.79	21.37	19.42	5.04	58.26	5.18	31.52	36.70
NBH-8	7.50~7.95	SPT	CH	2.647	80.19	33.11	47.10	0.00	35.42	16.77	47.81	64.58
NBH-9	1.50~1.95	SPT	CH	2.613	57.49	29.02	28.48	0.00	15.47	14.71	69.82	84.53
NBH-10	3.00~3.45	SPT	CL	2.692	37.09	19.58	17.51	0.00	76.27	3.16	20.57	23.73
NBH-11	1.50~1.95	SPT	CL	2.674	27.19	19.28	7.91	0.00	76.27	3.16	20.57	23.73
NBH-12	1.50~1.95	SPT	CL	2.698	43.49	23.79	19.71	0.69	50.91	10.15	38.26	48.41
NBH-13	3.00~3.45	SPT	CH	2.612	57.59	29.28	28.13	0.00	17.49	24.36	58.15	82.51
NBH-14	1.50~1.95	SPT	CL	2.653	49.39	27.41	21.99	0.00	47.41	8.21	44.38	52.59

Table – 3.39 Laboratory Test Results

Boring No.	Depth	Sample Type	USCS SOIL CLASS	Specific Gravity	Water Content Wn(%)	Bulk Densit Yn (gr/cm3)	Dry Densit Yd (gr/cm3)	Void Ratio	Liquid & Plastic Limit			Grain size Analsis				
									WL (%)	WP (%)	IP (%)	GRAVEL (%)	SAND (%)	SILT (%)	CLAY (%)	#200 sieve
NBH-1	1.50~1.95	UDS	ML	2.661	44.457	1.813	1.255	1.125	46.40	28.78	17.62	13.19	48.83	8.83	29.12	37.98
NBH-2	3.50~4.50	UDS	CL	2.709	46.280	1.771	1.211	1.239	37.69	19.73	17.96	4.0	41.45	18.24	36.31	54.56
NBH-3	3.50~4.50	UDS	CH	2.677	52.598	1.707	1.119	1.389	73.09	32.75	40.34	0.66	27.16	23.11	49.06	72.18
NBH-5	2.00~3.00	UDS	CH	2.539	96.456	1.682	0.856	1.974	69.79	22.34	47.45	0.00	7.33	26.91	65.75	92.67
NBH-6	3.50~4.50	UDS	CL	2.666	87.411	1.652	0.882	2.019	47.49	25.61	21.88	0.41	28.14	16.85	54.60	71.45
NBH-7	3.50~4.50	UDS	CL	2.685	39.120	1.953	1.404	0.917	37.79	21.62	16.17	0.00	80.87	8.33	10.79	19.13
NBH-9	0.50~1.50	UDS	CH	2.603	66.743	1.584	0.950	1.741	58.29	28.12	30.17	0.00	15.81	37.21	46.98	84.19
NBH-10	2.00~3.00	UDS	CH	2.561	137.06	1.585	0.669	2.823	58.59	29.31	29.29	0.00	43.03	6.63	50.34	56.97
NBH-11	2.00~3.00	UDS	CH	2.605	110.95	1.660	0.787	2.307	56.99	17.08	39.91	0.00	20.04	33.77	46.19	79.96
NBH-12	2.00~3.00	UDS	CL	2.653	39.102	1.801	1.295	1.052	35.19	11.17	24.02	0.74	69.27	10.62	19.36	29.99
NBH-13	2.00~3.00	UDS	CH	2.613	110.08	1.530	0.728	2.579	67.49	28.61	38.88	0.00	21.11	18.58	60.31	78.89
NBH-14	2.00~3.00	UDS	CL	2.656	45.059	1.530	1.055	1.518	36.19	19.87	16.32	4.69	55.75	7.03	32.52	39.56

Table – 3.40 Laboratory Test Results

Boring No.	Depth	Sample Type	USCS SOIL CLASS	Triaxial UU		Unconfined Compression		
				Friction Angle	Undrained Shear Strength (kg/cm2)	Unconfined Compression Strength (undistrubed, kg/cm2)	Unconfined Compression Strength (remolded, kg/cm2)	Sensitivity
NBH-1	1.50~1.95	UDS	ML	2.12	0.152	0.007	0.004	1.995
NBH-2	3.50~4.50	UDS	CL	2.18	0.055	0.036	0.018	1.979
NBH-3	3.50~4.50	UDS	CH	4.59	0.168	0.370	0.203	1.818
NBH-5	2.00~3.00	UDS	CH	1.72	0.032	0.194	0.172	1.128
NBH-6	3.50~4.50	UDS	CL	0.46	0.040	0.018	0.007	2.487
NBH-7	3.50~4.50	UDS	CL	2.98	0.250	0.340	0.197	1.726
NBH-9	0.50~1.50	UDS	CH	0.86	0.135	0.322	0.175	1.837
NBH-10	2.00~3.00	UDS	CH	0.86	0.020	0.290	0.175	1.655
NBH-11	2.00~3.00	UDS	CH	1.20	0.035	0.194	0.137	1.413
NBH-12	2.00~3.00	UDS	CL	3.04	0.067	0.194	0.137	1.413
NBH-13	2.00~3.00	UDS	CH	0.52	0.040	0.290	0.172	1.685
NBH-14	2.00~3.00	UDS	CL	1.38	0.045	0.287	0.172	1.669

3.5.2 Rock Test

1) Bid Design

Table – 3.41 Laboratory Test Results

Boring No.	Depth	Natual Water Content (%)	Absor Tion (%)	Porosity (%)	Void Ration	Compression Strength (kg/cm2)	Sigma Compression (kg/cm2)
NBH-1	24.54 ~ 25.0	5.370	7.850	18.220	0.15	30.50	18.74
NBH-2	24.0 ~ 24.12	8.530	11.390	28.370	0.22	48.60	24.93
NBH-3	24.26 ~24.82	12.300	14.970	38.360	0.28	31.80	39.66
NBH-6	24.05 ~24.23	9.620	13.940	29.900	0.230	23.92	26.83
NBH-7	24.48 ~24.65	10.120	17.810	41.120	0.290	42.65	39.67
NBH-8	24.05 ~24.40	8.830	13.430	26.950	0.210	41.20	50.9
NBH-11	23.51 ~23.91	9.340	15.060	30.300	0.230	77.53	83.92
NBH-12	25.55 ~25.91	7.560	17.180	34.720	0.260	61.050	72.620

4 DESIGN PARAMETER

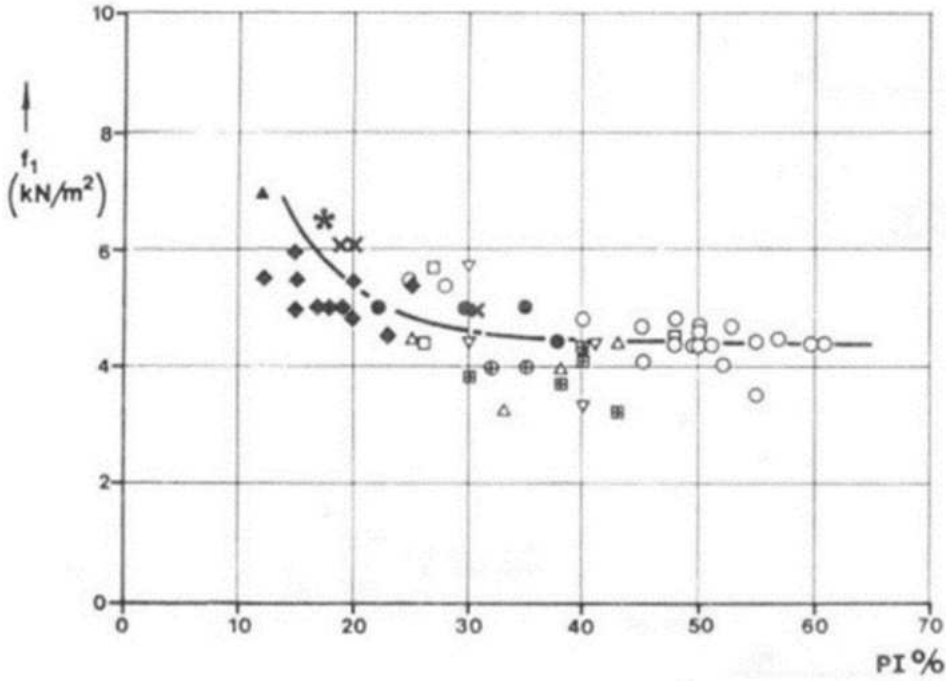
4.1 Corelation Used for Design Parameter

This section recommends the parameter to be used for design. The input data is borehole log, field tests, lab tests and judgement.

The parameters will be recommended by each borehole and a general one which is a summary of the individual boreholes. These parameters were derived from experience and judgment of the geotech engineer assigned to this project and a list of equation and correlation used is shown below. Fristly we check lab tests results and compare the values

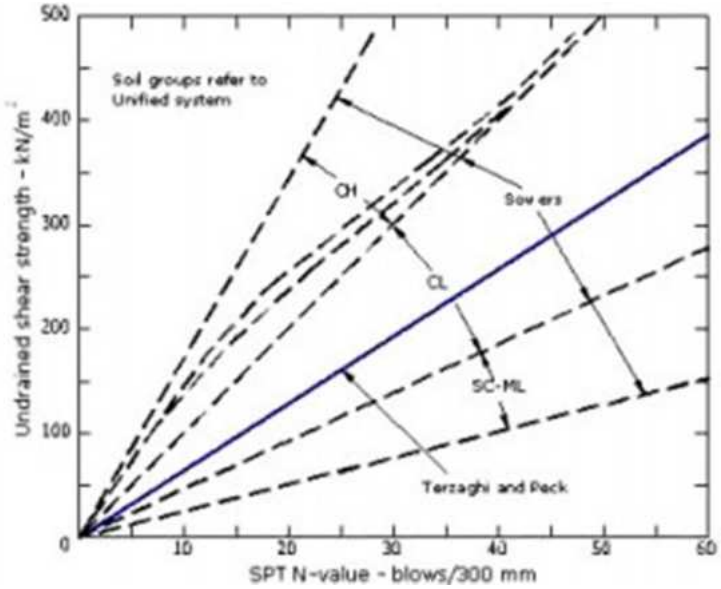
4.1.1 SPT to Su Correlation,

a. For soft clay below NSPT <10 we used corelation by (Stroud & Butler, 1974)



Where f1 = Su/N, generally soft soil in Indonesia has above 20% Plasticity Index, therefore we used the number Su = 4.5 x N value. In our experience this number is adequate.

b. For stiff clay over NSPT >10 we use the Sowers (1979) recommendation



We used the average value of Su = 8 x N value and by our experience the number is adequate.

4.1.2 For rock shear strength (cu) we use the Cole and Stroud (1977) recommendation. We also check the results of unconfined compression and point load tests.

Shear Strength kN/m²	Approx. N Value	Strength / Consistency	Grade	Breakability	Penetration	Strength
40000		Strong	A	Difficult to break against solid object with hammer		Can not be scratched with knife
20000						
10000	600	Moderately Strong	B	Broken against solid object with hammer		Can just be scratched with knife
8000						
6000						
4000	400		C	Broken in hand by hitting with hammer		Scratched with knife. Can just be scratched with thumb-nail
		Moderately Weak				
2000	200		D	Broken by leaning on sample with hammer	No penetration with knife	Scratched with thumb-nail
		Weak				
1000			E	Broken by hand	Penetration to about 2 mm with knife	
800	100					
600	80	Hard or Very Weak	F	Easily Broken by hand	Penetration to about 5 mm with knife	
400	60					
		Very Stiff			Penetrated by thumb-nail and to about 1.5 mm with knife	
200	40					
		Stiff			Indented by thumb	
100	20					
80						
60		Firm			Penetrated by thumb with effort	
	10					
40	8	Soft			Easily Penetrated by thumb	
	6					
20	4					
10	2	Very Soft				

4.1.3 SPT to Ø Correlation

For Ø calculations we use the formula from Bowles (Foundation Analysis and Design), taken from Shioi and Fukui (1982) which is: $\phi = \sqrt{18N} + 15$

And properties of sandy soil and weathered rock are recommended by Roy E. Hunt(Geotechnical Engineering Investigation Manual) and Tomlinson(Pile Design and Construction Practice)

a. Roy E. Hunt recommendation:

Material	Compactness	D_R (%)	N[a]	γdry (g/cm³)[b]	γdry (pcf)[b]	Void ratio e	Strength[c] ϕ
GW:well-graded gravels, gravel-sand mixtures	Dense	75	90	2.21	138	0.22	40
	Medium dense	50	55	2.08	130	0.28	36
	Loose	25	<28	1.97	123	0.36	32
GP: poorly graded gravels, gravel-sand mixtures	Dense	75	70	2.04	127	0.33	38
	Medium dense	50	50	1.92	120	0.39	35
	Loose	25	<20	1.83	114	0.47	32
SW: well-graded sands, gravelly sands	Dense	75	65	1.89	118	0.43	37
	Medium dense	50	35	1.79	112	0.49	34
	Loose	25	<15	1.70	106	0.57	30
SP: poorly graded sands, gravelly sands	Dense	75	50	1.76	110	0.52	36
	Medium dense	50	30	1.67	104	0.60	33
	Loose	25	<10	1.59	99	0.65	29
SM: silty sands	Dense	75	45	1.65	103	0.62	35
	Medium dense	50	25	1.55	97	0.74	32
	Loose	25	<8	1.49	93	0.80	29
ML: inorganic silts, very fine sands	Dense	75	35	1.49	93	0.80	33
	Medium dense	50	20	1.41	88	0.90	31
	Loose	25	<4	1.35	84	1.0	27

[a] N is blows pet loot of penetration in the SPT. Adjustments for gradation are after Burmister (1962). See Table 2.23 for general relationships of D_R vs. N.
[b] Density given is for $G_s = 2.65$ (quartz grains).
[c] Friction angle ϕ depends on mineral type, normal stress, and grain angularity as well as D_R and gradation (see Figure 2.93).

b. Tomlinson recommendation:

	Density when drained above groundwater level γ (Mg/m³)	*Density when submerged below groundwater level γ_{sat} (Mg/m³)*	*Angle of shearing resistance ϕ (degrees)*
Loose gravel with low sand content	1.6–1.9	0.9	28–30
Medium dense gravel with low sand content	1.8–2.0	1.0	30–36
Dense to very dense gravel with low sand content	1.9–2.1	1.1	36–45
Loose well-graded sandy gravel	1.8–2.0	1.0	28–30
Medium-dense well-graded sandy gravel	1.9–2.1	1.1	30–36
Dense well-graded sandy gravel	2.0–2.2	1.2	36–45
Loose clayey sandy gravel	1.8–2.0	1.0	28–30
Medium-dense clayey sandy gravel	1.9–2.1	1.1	30–35
Dense to very dense clayey sandy gravel	2.1–2.2	1.2	35–40
Loose coarse to fine sand	1.7–2.0	1.0	28–30
Medium-dense coarse to fine sand	2.0–2.1	1.1	30–35
Dense to very dense coarse to fine sand	2.1–2.2	1.2	35–40
Loose fine and silty sand	1.5–1.7	0.7	28–30
Medium-dense fine and silty sand	1.7–1.9	0.9	30–35
Dense to very dense fine and silty sand	1.9–2.1	1.1	35–40

4.1.4 For unit weight of soil if unknown, we will use the following method of determination:

a. Use the same unit weight as other lab tested soil layer with similar consistency (SPT value)

b. Use Bowles,1997 recommendation:

Description		Very loose	Loose	Medium	Dense	Very dense
Relative density D_r		0	0.15	0.35	0.65	0.85
SPT N'_{70}:	fine	1–2	3–6	7–15	16–30	?
	medium	2–3	4–7	8–20	21–40	> 40
	coarse	3–6	5–9	10–25	26–45	> 45
ϕ:	fine	26–28	28–30	30–34	33–38	
	medium	27–28	30–32	32–36	36–42	< 50
	coarse	28–30	30–34	33–40	40–50	
γ_{wet}, kN/m^3		11–16*	14–18	17–20	17–22	20–23

4.1.5 Modulus of Elasticity from SPT, CPT, Su, (Bowles, 97)

a. $E_s = 7000\sqrt{N}$; N in blows, E_s in kPa for sands

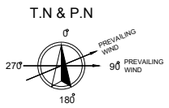
b. $E_s = 100S_u$; S_u in kg/cm2, E_s in kg/cm2 for clays

4.2 Result of Design Parameter(to be updated)

Table – 4.1 Result of Design Parameter

Layer No.	UCSC	Unit Weight (kN/m^3)	Friction Angle (deg)	Cohesion (kPa)	Remark
1	CL, ML	17.0	-	9.0	-
1a	CL, ML	19.0	-	37.5	-
1b	CL, ML	19.0	-	71.9	-
1c	CL, ML	19.0	-	109.4	-
1d	CL, ML	19.0	-	156.3	-
1e	CL, ML	19.0	-	250.0	-
2	SP	17.0	25.0	-	-
2a	SP	18.0	31.0	-	-
2b	SP	18.0	36.0	-	-
2c	SP	18.0	39.0	-	-
3	Coral	18.0	33.0	-	-
4a, 4b	SP Tuff Breccia	20.0	39.0	30.0	-

APPENDIX 1. BORING LOCATION PLAN



BORING HOLE COORDINATES.(FEED DESIGN)

MARK NO.	E	N
SBH-01	609,779.620	9,338,951.746
SBH-02	609,724.250	9,338,856.206
SBH-03	609,746.600	9,339,073.566
SBH-04	608,889.040	9,339,531.296
SBH-05	609,562.880	9,339,074.796
SBH-06	609,164.750	9,339,179.706
SBH-07	609,433.380	9,338,960.106
SBH-08	608,706.260	9,339,748.736
SBH-09	609,065.350	9,339,834.226
SBH-10	608,848.890	9,339,364.696
SBH-11	608,440.500	9,339,292.126
SBH-12	608,590.840	9,339,503.706
SBH-13	609,466.660	9,338,759.836
SBH-14	609,307.080	9,338,794.786
SBH-15	609,829.470	9,339,421.276
SBH-16	609,947.690	9,339,352.746

BORING HOLE COORDINATES.(BID DESIGN)

MARK NO.	E	N
NBH-01	609,635.928	9,338,923.196
NBH-02	609,619.517	9,339,000.217
NBH-03	609,445.527	9,339,033.412
NBH-05	609,255.126	9,339,143.628
NBH-06	609,067.910	9,339,252.001
NBH-07	608,964.055	9,339,312.119
NBH-08	608,887.206	9,339,451.562
NBH-09	608,967.815	9,339,504.266
NBH-10	608,972.060	9,339,571.942
NBH-11	609,019.525	9,339,659.867
NBH-12	609,063.703	9,339,762.732
NBH-13	609,122.227	9,339,831.508
NBH-14	609,153.624	9,339,878.836

BORING HOLE COORDINATES.(DETAIL DESIGN)

MARK NO.	E	N
DBH-01	609,574.4	9,338,890.8
DBH-02	609,568.8	9,338,842.2
DBH-03	609,510.7	9,338,896.4
DBH-04	609,465.0	9,338,916.4
DBH-05	609,426.3	9,338,882.6
DBH-06	609,154.2	9,339,122.0
DBH-07	608,717.1	9,339,382.7
DBH-08	609,509.6	9,338,982.5
DBH-09	609,392.6	9,339,049.2
DBH-10	609,310.1	9,339,097.2
DBH-11	609,208.6	9,339,156.1
DBH-12	609,109.0	9,339,214.0
DBH-13	609,005.8	9,339,273.9
DBH-14	608,902.5	9,339,334.0
DBH-15	608,872.6	9,339,404.7
DBH-16	608,888.3	9,339,491.7
DBH-17	608,970.2	9,339,552.2
DBH-18	608,996.0	9,339,628.3
DBH-19	609,053.0	9,339,709.1
DBH-20	609,135.1	9,339,802.8

***NOTES**

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS UNLESS NOTED OTHERWISE.
2. CDL 4.0m = EL 1.3m = PL 0.0m

REFERENCE DRAWING

DRAWING NO.	TITLE

REV	DATE	DESCRIPTION	DWN	DGN	CHK	APP
A	21.APL'22	ISSUED FOR APPROVAL	C.H.K	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P

THIS DWG IS PROPERTY OF CLIENT THE INFORMATION CONTAINED HERE ON MAY NOT BE USED OR COPIED IN ANY MANNER WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE OWNER.

PROJECT: **LINE PROJECT**

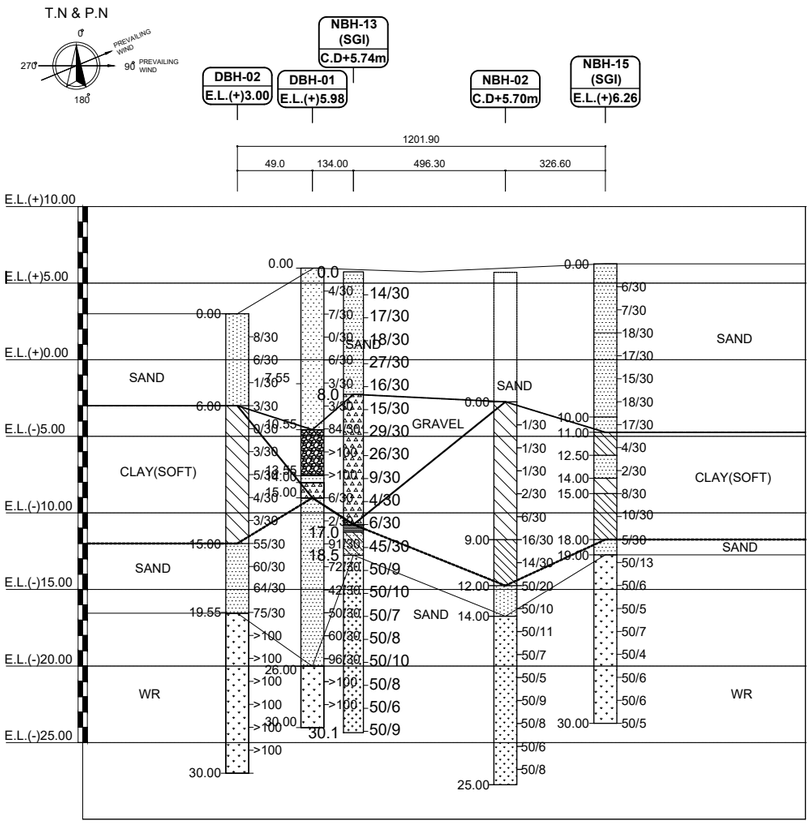
OWNER: PT. LOTTE CHEMICAL INDONESIA

CONTRACTOR: LOTTE E&C

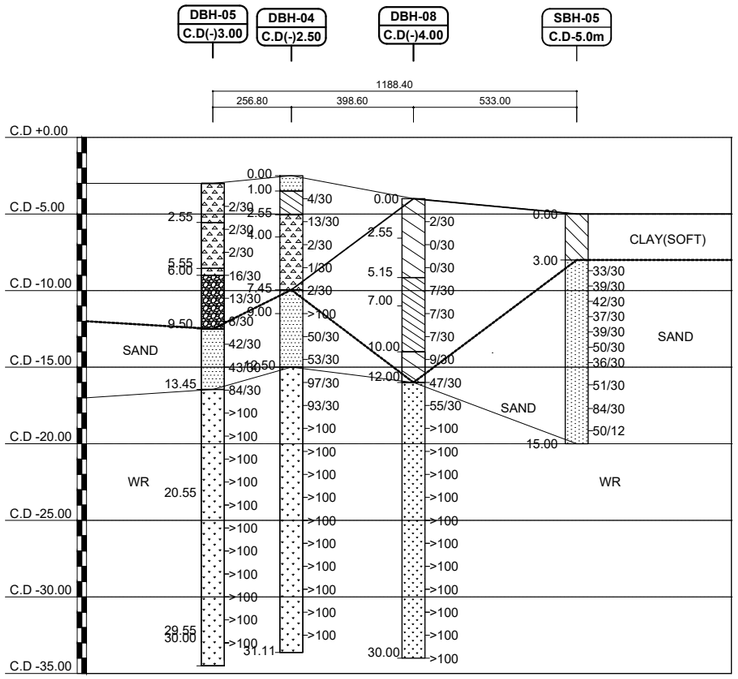
TITLE: BORING LOCATION PLAN

SCALE	JOB NO.	CWA NO.	DWG. NO.	REV. NO.
1/3,500	15005	7RJ1	LINE-906-CG-1-0903	A

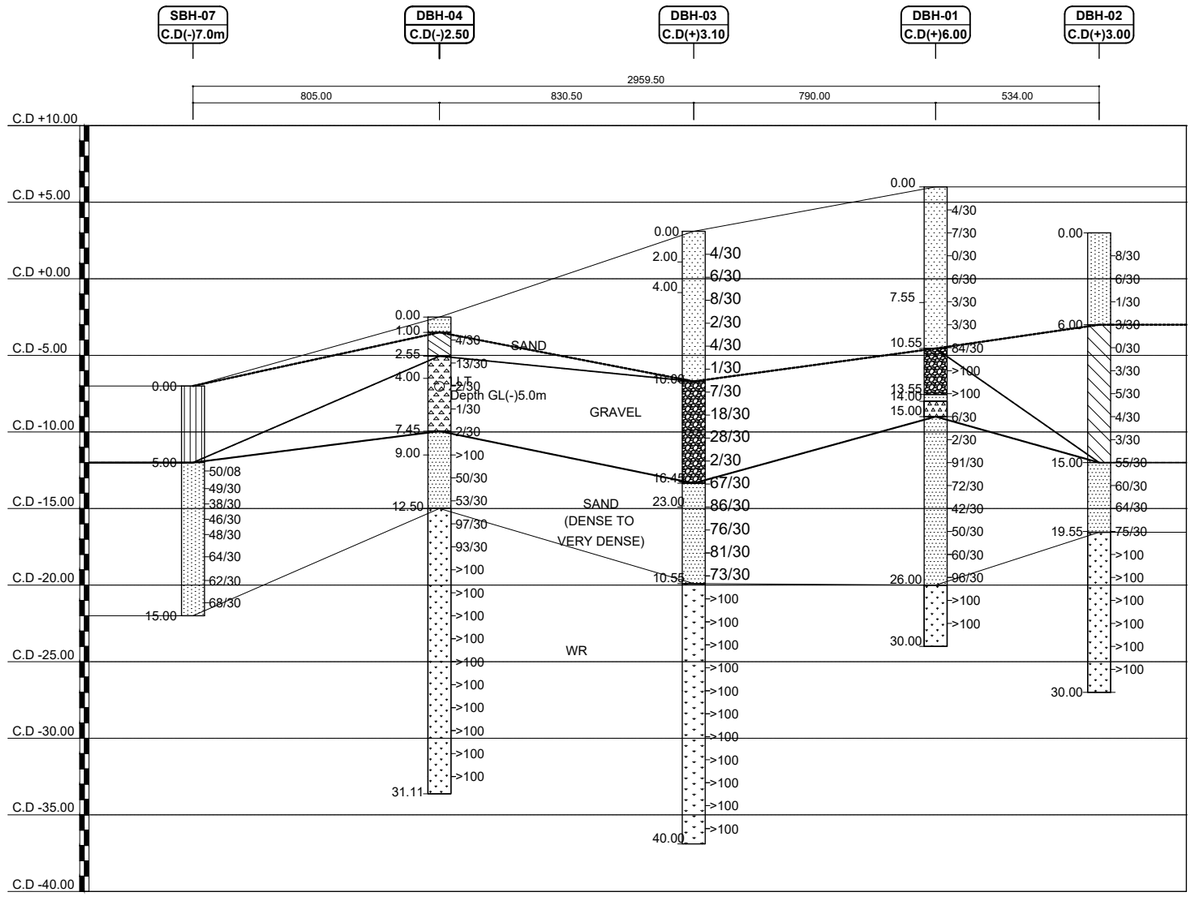
APPENDIX 2. SOIL PROFILE



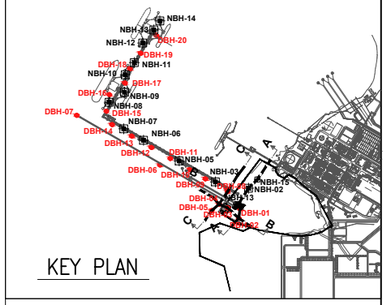
A SECTION
A / G-004
SCALE H=1:10
SCALE V=1:1



C SECTION
C / G-004
SCALE H=1:10
SCALE V=1:1



B SECTION
B / G-004
SCALE H=1:10
SCALE V=1:1



***NOTES**

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS UNLESS NOTED OTHERWISE.
2. CDL 4.0m = EL 1.3m = PL 0.0m

LEGEND

- : CLAY & SILT (Very Soft to Soft)
- : CLAY & SILT (Firm to Hard)
- : SAND
- : CORAL
- : WEATHERED ROCK

REFERENCE DRAWING

DRAWING NO.	TITLE

REV	DATE	DESCRIPTION	DWN	DGN	CHK	APP
A	21.APL'22	ISSUED FOR APPROVAL	C.H.K	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P

THIS DWG IS PROPERTY OF CLIENT THE INFORMATION CONTAINED HERE ON MAY NOT BE USED OR COPIED IN ANY MANNER WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE OWNER.

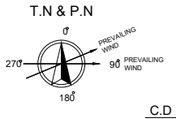
PROJECT
LINE PROJECT

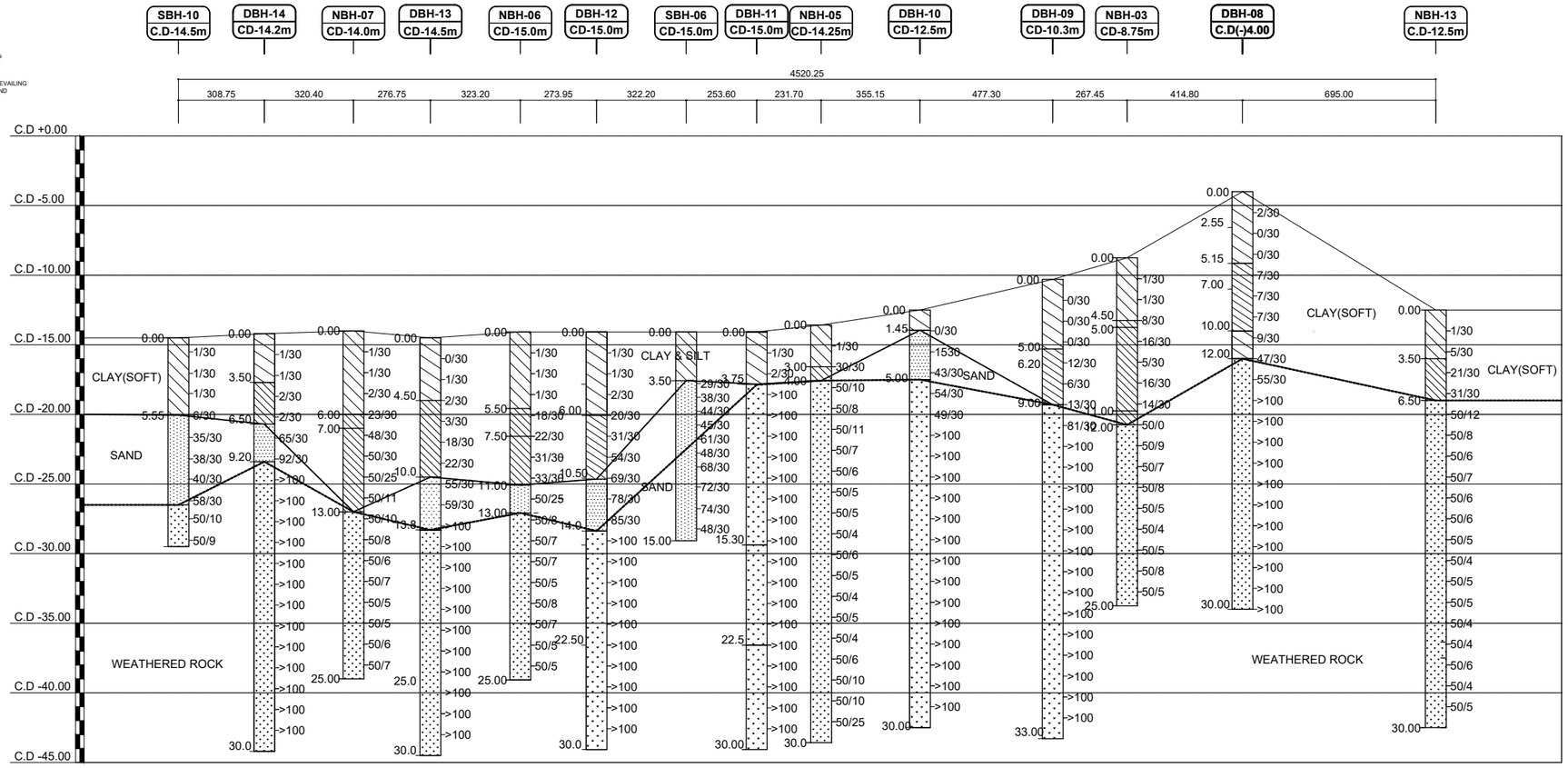
OWNER
PT. LOTTE CHEMICAL INDONESIA

CONTRACTOR
LOTTE E&C

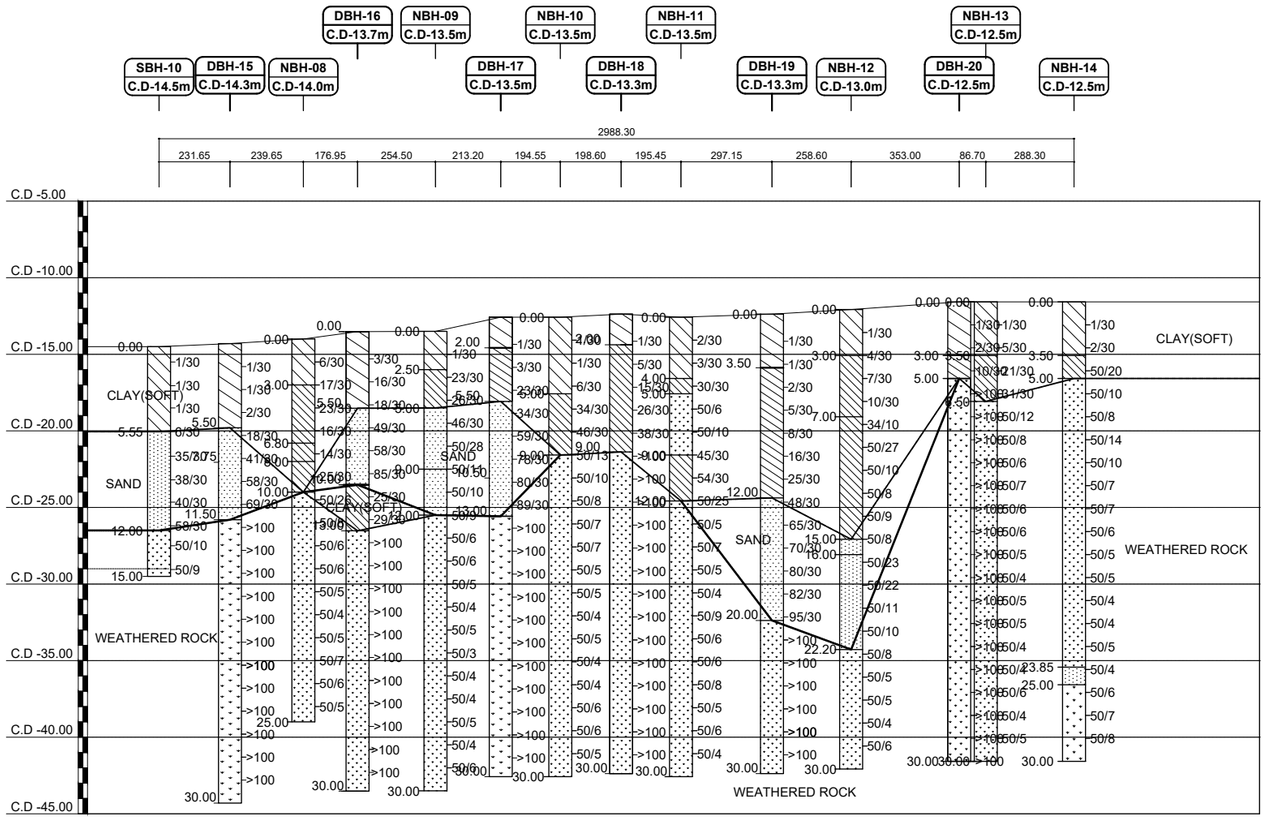
TITLE
SOIL PROFILE(1)

SCALE	JOB NO.	CWA NO.	DWG. NO.	REV. NO.
H=1/20 V=1/200	15005	7RJ1	LINE-906-CG-1-0904	A

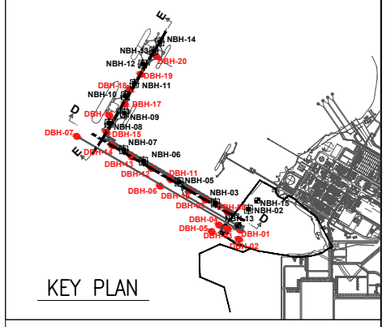




D SECTION
G-004
SCALE H=1:10
SCALE V=1:1



E SECTION
G-004
SCALE H=1:10
SCALE V=1:1



***NOTES**

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS UNLESS NOTED OTHERWISE.
2. CDL 4.0m = EL 1.3m = PL 0.0m

LEGEND

- : CLAY & SILT (Very Soft to Soft)
- : CLAY & SILT (Firm to Hard)
- : SAND
- : CORAL
- : WEATHERED ROCK

REFERENCE DRAWING

DRAWING NO.	TITLE

REV	DATE	DESCRIPTION	DWN	DGN	CHK	APP
A	21.APL'22	ISSUED FOR APPROVAL	C.H.K	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P

THIS DWG IS PROPERTY OF CLIENT THE INFORMATION CONTAINED HERE ON MAY NOT BE USED OR COPIED IN ANY MANNER WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE OWNER.

PROJECT
LINE PROJECT

OWNER
PT. LOTTE CHEMICAL INDONESIA

CONTRACTOR
LOTTE E&C

TITLE
OVERALL PLOT PLAN

SCALE	JOB NO.	CWA NO.	DWG. NO.	REV. NO.
H=1/20 V=1/200	15005	7RJ1	LINE-906-CG-1-0904	A

APPENDIX 3. BORING LOG

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 24-12-2021
DRILLING DATE COMPLETED: 28-12-2021
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 65.50
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-01

NORTHING: 9338890.8m
EASTING: 609574.4m
ELEVATION: 6.0m
GWL: -4.40m dated 29-12-2021

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1						Very loose to loose brown coarse SAND with boulder and gravel					
2							5	4	3		
3							9	7	4		
4											
5	5.00						0	0	6		
6						Very loose to loose brown silty SAND, found few gravel at 05.00 - 06.00 m	6	6	7.5		
7											
8	7.55						3	3	8.5		
9						Very loose brown coarse SAND with gravel, found few gravel at 10.00 - 10.55 m	3	3	9.1		
10											
11	10.55						77	84	10.6		
12	12.00					Very dense brown to brownish white GRAVEL with sand and boulder	100	100	12.6		
13	13.00					Very dense brownish white SAND with gravel and boulder					
14	13.55 14.00					BOULDER Very dense white SAND with boulder	98	100	15.1		
15	15.00					CORAL	6	6	16.6		
16						Very loose to loose grey coarse SAND with silt and gravel, found shell fragments at 17.00 - 18.00 m					
17							2	2	18.1		
18	18.00						84	91	17.1		
19	19.00					Very dense grey silty SAND with gravel					
20						Dense to very dense brown to greyish brown silty SAND	66	72	21.1		
21							39	42	22.6		
22											
23							46	50	24.1		
24							55	60	25.6		
25											
26	26.00						88	96	27.1		
27						Very dense brown SAND with silt, found few gravel at 29.00 - 30.00 m	100	100	29.6		
28											
29							100	100	30.1		
30	30.00					Hole Terminated at 30.00 m					

Grain Size Analysis: PL — WC — LL; 40 80 120 160; Bulk Density kN/m³; 8 12 16 20

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

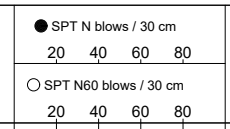
PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 24-12-2021
DRILLING DATE COMPLETED: 30-12-2021
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

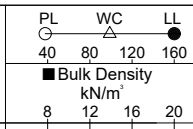
ETR (%): 64.30
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: Deny Yusuf

BORING LOG: DBH-02

NORTHING: 9338842.1m
EASTING: 609568.8m
ELEVATION: 3.0m
GWL: -1.30m dated 20-12-2021

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1						Loose brown SAND with gravel and boulder					
2							10	8	3		
	2.50										
3	3.00					BOULDER					
						Very loose brownish grey to grey coarse SAND with gravel and boulder	8	6	17.1		
4											
5							2	1	17.1		
6	6.00						3	3	17.1		
7						Very soft to soft grey sandy SILT with gravel, found a layer of grey medium stiff sandy silt with gravel at 10.55 - 11.00 m and silty sand with gravel at 06.45 - 07.55 m					
8							0	0	17.1		
9							3	3	17.1		
10											
11							5	5	17.1		
12							4	4	17.1		
13											
14							3	3	15		
15	15.00										
						Very dense grey silty SAND	52	55	16.5		
16											
17							60	59	18.5		
18							60	64	19.5		
19											
	19.55						70	75	21		
20						Very dense light brown to brown silty SAND, found few gravel at 23.00 - 24.00 m and coarse silty sand at 26.00 - 27.00 m					
21							100	100	22.5		
22											
23							100	100	24		
24							100	100	25		
25											
26							100	100	27		
27							100	100	28.5		
	27.70										
28						Very dense greyish brown silty SAND					
29							100	100	29.5		
30	30.00					Hole Terminated at 30.00 m	100	100	30.5		





- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 31-12-2021
DRILLING DATE COMPLETED: 07-01-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 65.50
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosady

BORING LOG: DBH-03

NORTHING: 9338896.6m
EASTING: 609510.6m
ELEVATION: 3.1m
GWL: -2.45m dated 07-01-2022

Depth(m)	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
2.00	Loose brown light brown SAND with silt	6	4	2.1		
4.00	Loose light brown to brownish light grey silty SAND	7	6	4.1		
9.80	Very loose to loose grey silty SAND with gravel, found shell fragments at 6.00-7.00 m, few boulder at 7.45-8.55m	9	8	5.6		
		2	2	7.31		
		4	4	8.1		
		1	1	10.1		
10.00	BOULDER	7	7	11.1		
10.45	Loose grey GRAVEL with sand					
	Medium dense white to whitish grey BOULDER with sand	17	18	13.1		
		26	28	17		
14.45		5	2	15.1		
15.00	Very loose grey GRAVEL with sand					
	Very dense grey silty GRAVEL with sand	62	67	17.6		
16.45						
	Very dense grey silty SAND	79	86	19.1		
18.00						
	Very dense light brown brown silty SAND, found sandstone at 18.00-19.00 m, few gravel at 27.00-28.00 m	70	76	20.6		
		75	81	22.1		
		67	73	23.6		
		100	100	25.6		
		100	100	26.6		
		100	100	28.1		
		100	100	29.1		
30.00		100	100	30.6		

Grain Size Analysis: PL, WC, LL (40 80 120 160); Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 31-12-2021
DRILLING DATE COMPLETED: 07-01-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 65.50
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosady

BORING LOG: DBH-03

NORTHING: 9338896.6m
EASTING: 609510.6m
ELEVATION: 3.1m
GWL: -2.45m dated 07-01-2022

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80) / SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C	PL WC LL (40 80 120 160) / Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)
31						LooseVery dense ligh grey silty SAND, few gravel at 30.00-31.00 m		100	100	32.1			
	31.45												
32						Very dense light grey to grey silty SAND with boulder							
33								100	100	33.6			
34								100	100	35.1			
35	35.00												
36						SANDSTONE, grey		100	100	36.6			
37								100	100	38.1			
38													
39								100	100	40.1			
40	40.00												
41						Hole Terminated at 40.00 m							
42													
43													
44													
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 28-01-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 31-01-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 65.50
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-04

NORTHING: 9338916.4m
EASTING: 609465.0m
ELEVATION: -2.50m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1	1.00					Grey Silty SAND					
2						Soft grey sandy SILT with coral fragments	4	4	9.6		
3	2.55					Medium dense grey with CORAL with sand	12	13	11.1		
4	4.00					Very loose grey CORAL with sand	2	2	12.6		
5											
6							1	1	13.6		
7							2	2	14.6		
8	7.45					Very dense grey silty SAND with gravel					
9	9.00						100	100	16.1		
10						Dense to very dense brownish grey to grey silty SAND	46	50	17.6		
11											
12							49	53	19.1		
13	12.50					Very dense brown to light brown silty SAND; found sandstone at 25.00~26.00m	89	97	20.6		
14											
15							86	93	22.1		
16							100	100	23.1		
17											
18							100	100	24.6		
19							100	100	26.6		
20											
21							100	100	28.1		
22							100	100	29.6		
23											
24							100	100	30.6		
25											
26	26.00						100	100	32.1		
27						Grey SANDSTONE	100	100	34.1		
28											
29							100	100	35.1		
30	29.55						100	100	37.1		

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

Grain Size Analysis G/SA/S/C
PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 28-01-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 31-01-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 65.50
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-04

NORTHING: 9338916.4m
EASTING: 609465.0m
ELEVATION: -2.50m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80) / SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C	PL WC LL (40 80 120 160) / Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)
31	31.11					Very dense greyish brown to brown silty SAND with sandstone (continued)	● 100	100	38.6				
32						Hole Terminated at 31.11m							
33													
34													
35													
36													
37													
38													
39													
40													
41													
42													
43													
44													
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 29-01-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 02-02-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 64.30
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: Deny Yusuf

BORING LOG: DBH-05

NORTHING: 9338882.6m
EASTING: 609426.3m
ELEVATION: -3.0m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1						Very loose brownish grey sandy CORAL with silt	2	2	7.5		
2	2.55					Very loose grey silt CORAL with sand	2	2	9		
3							2	2	11.5		
4											
5	5.55						16	17	13.5		
6	6.00					Medium dense grey silty CORAL with sand					
7						Loose to medium dense grey GRAVEL with sand and silt	13	13	14.5		
8											
9							8	8	16		
10	9.50					Dense to very dense brownish grey to brown silty SAND	42	45	17.5		
11											
12							43	46	19		
13							84	90	20.5		
14	13.45					Very dense brownish grey to grey silty SAND with gravel					
15							100	100	22		
16							100	100	23.5		
17											
18							100	100	25		
19							100	100	26.5		
20											
21	20.55					Very dense greyish brown to brown silty SAND	100	100	27.5		
22							100	100	29.5		
23											
24							100	100	30.5		
25											
26							100	100	32		
27											
28							100	100	33.5		
29											
30	29.55						100	100	35		
	30.00					Very dense grey silty SAND with	100	100	36.5		

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

Grain Size Analysis G/SA/S/C
PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 29-01-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 02-02-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 64.30
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: Deny Yusuf

BORING LOG: DBH-05

NORTHING: 9338882.6m
EASTING: 609426.3m
ELEVATION: -3.0m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80) / SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C	PL WC LL (40 80 120 160) / Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)
31						sandstone Grey SANDSTONE	● 100	100	100	38.5			
	31.50					Hole Terminated at 31.50m							
32													
33													
34													
35													
36													
37													
38													
39													
40													
41													
42													
43													
44													
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 28-01-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 29-03-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-06

NORTHING: 9339122.0m
EASTING: 609154.2m
ELEVATION: -15.0m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1						CLAY, homogeneous, dark grey, very soft, medium plasticity, moist	1	1	9.6		
2							2	1	11.1		
3											
4	3.50					SILT, homogeneous, grey to dark grey, soft, high plasticity, moist	12	10	12.6		
5											
6							19	15	13.6		
7	7.00					SAND, homogeneous, light brown, very dense, non plastic	25	24	14.6		
8											
9							34	30	16.1		
10							58	55	17.6		
11											
12							62	60	19.1		
13	13.00					Weathered ROCK, homogeneous, light brown, very dense, non plastic, moist	100	97	20.6		
14											
15							100	98	22.1		
16							100	100	23.1		
17											
18							100	100	24.6		
19							100	100	26.6		
20											
21							100	100	28.1		
22							100	100	29.6		
23											
24							100	100	30.6		
25							100	100	32.1		
26											
27							100	100	34.1		
28							100	100	35.1		
29											
30							100	100	37.1		

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

Grain Size Analysis G/SA/S/C
PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 31-03-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 02-04-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-07

NORTHING: 9339382.7m
EASTING: 608717.1m
ELEVATION: -14.30m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
						CLAY, CORAL REEFS, homogeneous, dark grey, very soft, low plasticity, wet	1	1			
							2	1			
							4	3			
	5.00					SAND, homogeneous, grey, stiff, low plasticity, moist	32	31			
							50	48			
							62	60			
							70	70			
							74	71			
	13.50						100	98			
						WEATHERED ROCK, homogeneous, brown to dark grey, very dense	100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
							100	100			
	30.00										

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

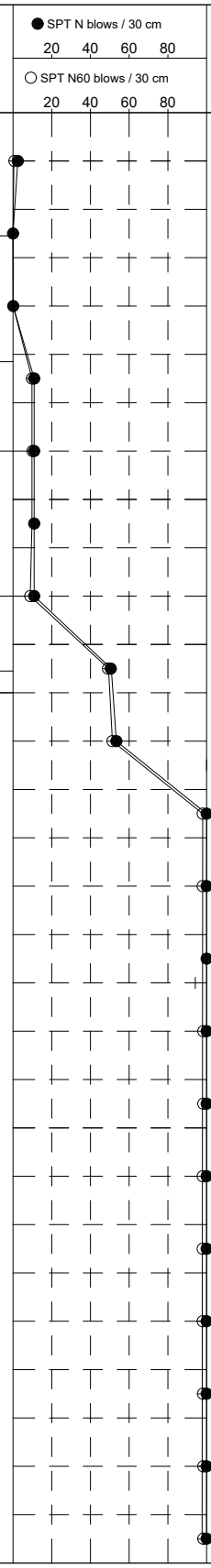
PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 02-02-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 05-02-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

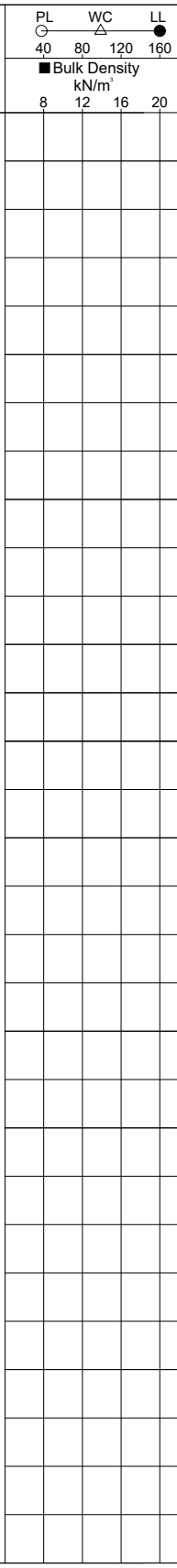
ETR (%): 57.60
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: Dedi S

BORING LOG: DBH-08

NORTHING: 9338982.5m
EASTING: 609509.6m
ELEVATION: -4.0m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1						Very soft grey sandy SILT with gravel	2	1	12.1		
2	2.55										
3						Very soft grey sandy SILT	0	0	13.6		
4							0	0	15.1		
5	5.15										
6						Medium stiff browbnish grey sandy CLAY	7	6	16.6		
7	7.00						7	6	18.1		
8						Medium stiff yellowish grey CLAY					
9							7	6	19.6		
10	10.00										
11						Stiff yellowish grey sandy SILT	9	8	21.1		
	11.55										
12	12.00					Hard yellowish grey sandy SILT	47	45	22.6		
13						Very dense brownish grey to grey silty SAND	55	52	24.1		
14											
15							100	96	25.6		
16							100	96	27.1		
17											
18							100	96	28.6		
19							100	96	30.1		
20											
21							100	96	31.6		
22							100	96	33.1		
23											
24							100	96	34.6		
25							100	96	36.1		
26											
27							100	96	37.6		
28							100	96	39.1		
29											
30	30.00					Hole Terminated at 30.00 m	100	96	40.6		





- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 10-03-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 13-03-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 57.60
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: Dedi S

BORING LOG: DBH-09

NORTHING: 9339049.2m
EASTING: 609392.6m
ELEVATION: -10.3m
GWL: m dated

Depth(m)	Description	Legend	Type & No.	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)
0	Very soft grey sandy SILT						
3.00–3.30			DS	0	0	14.6	
				0	0	16.1	
5.00				0	0	17.6	
5.00–5.30	Stiff grey sandy SILT with gravel		DS	12	11	18.1	
6.20	Medium stiff to stiff grey to yellowish grey sandy CLAY			6	5	19.1	
7.55–8.55			UDS	13	12	20.6	
9.00	Very dense grey silty SAND						
9.00–9.30			DS	81	77	22.1	
				100	96	23.6	
				100	96	25.1	
				100	96	28.1	
				100	96	29.6	
17.00–17.30			DS	100	96	30.1	
				100	96	31.6	
				100	96	33.1	
				100	96	34.6	
				100	96	36.1	
24.00–24.30			DS	100	96	37.6	
				100	96	38.1	
				100	96	39.6	
30.00				100	96	41.1	

Grain Size Analysis G/SA/S/C

PL WC LL
40 80 120 160
Bulk Density kN/m³
8 12 16 20

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 10-03-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 14-03-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 57.60
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: Dedi S

BORING LOG: DBH-09

NORTHING: 9339049.2m
EASTING: 609392.6m
ELEVATION: -10.3m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80) / SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C	PL WC LL (40 80 120 160) / Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)
31					DS 30.30	Very dense grey silty SAND with gravel		100	96	42.6			
32													
33	33.00							100	96	44.1			
34						Hole Terminated at 33.00m							
35													
36													
37													
38													
39													
40													
41													
42													
43													
44													
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 15-03-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 18-03-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: Aceng B

BORING LOG: DBH-10

NORTHING: 9339097.2m
EASTING: 609310.1m
ELEVATION: -12.5m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1				0.00 / 0.30	DS	Very soft grey SILT	0	0	17.1		
	1.45					Medium dense to dense brownish grey silty SAND					
2							15	15	18.6		
3				3.00 / 3.30	DS						
4							43	43	20.1		
5	5.00					Dense to very dense brown to greyish brown silty SAND					
6				6.00 / 6.30	DS		54	54	21.6		
7							49	49	22.1		
8											
9							100	100	24.6		
10							100	100	26.1		
11											
12							100	100	27.6		
13							100	100	29.1		
14				14.00 / 14.30	DS						
15							100	100	30.6		
16							100	100	32.1		
17											
18							100	100	33.6		
19							100	100	35.1		
20											
21				21.00 / 21.30	DS		100	100	36.6		
22							100	100	38.1		
23											
24							100	100	39.6		
25							100	100	41.1		
26											
27				27.00 / 27.30	DS		100	100	42.6		
28							100	100	44.1		
29											
30	30.00					Hole Terminated at 30.00m	82	82	45.6		

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

Grain Size Analysis G/SA/S/C
PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 31-03-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 05-04-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-11

NORTHING: 9339156.1m
EASTING: 609208.6m
ELEVATION: -15.0m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1						CLAY, homogeneous, dark grey, very soft, medium plasticity, moist	1	1	16.5		
2											
3							2	1	18		
4	3.75					Weathered ROCK, homogeneous, light brown, very dense, non plastic, moist	100	100	19.5		
5											
6							100	100	21		
7							100	100	22.5		
8											
9							100	100	24		
10							100	100	25.5		
11											
12							100	100	27		
13							100	100	28.5		
14											
15							100	100	30		
16	15.30					Weathered ROCK, homogeneous, light brown, very dense, non plastic, moist	100	100	31.5		
17											
18							100	100	33		
19							100	100	34.5		
20											
21							100	100	36		
22							100	100	37.5		
23	22.5										
24							100	100	39		
25							100	100	40.5		
26											
27							100	100	42		
28							100	100	43.5		
29											
30	30.00						100	100	45		

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

Grain Size Analysis G/SA/S/C
PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 03-04-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 05-04-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-12

NORTHING: 9339214.0m
EASTING: 609109.0m
ELEVATION: -15.0m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1						Silty CLAY, homogeneous, grey, very soft, medium plasticity, moist	1	1	16.5		
2											
3							1	1	18		
4							2	1	19.5		
5											
6	6.00						20	18	21		
7						SILT, homogeneous, grey to dark grey, soft, high plasticity, moist	31	30	22.5		
8											
9							54	53	24		
10											
	10.50						69	65	25.5		
11						SANDSTONE (medium fine SAND), homogeneous, dark brown, subrounded, moderate cemented, very dense					
12							78	74	27		
13											
14	14.0						85	80	28.5		
15						WEATHERED ROCK, homogeneous, brown, very dense, strong cemented, dry	100	100	30		
16							100	100	31.5		
17											
18							100	100	33		
19							100	100	34.5		
20											
21							100	100	36		
22							100	100	37.5		
23											
24							100	100	39		
25							100	100	40.5		
26											
27							100	100	42		
28							100	100	43.5		
29											
30	30.00						100	100	45		

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

Grain Size Analysis G/SA/S/C
PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 04-04-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 08-04-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-13

NORTHING: 9339273.9m
EASTING: 609005.8m
ELEVATION: -14.5m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1						CLAY, CORAL REEFS, homogeneous, dark grey, very soft, low plasticity, wet	0	0	16		
2											
3							1	0	17.5		
4	4.50						2	1	19		
5						SILT, homogeneous, grey, soft to very stiff, low plasticity, moist					
6							3	2	20.5		
7							18	15	22		
8											
9							22	20	23.5		
10	10.0						55	50	25		
11						Very dense greyish brown silty SAND					
12							59	58	26.5		
13	13.8						100	100	28		
14						WEATHERED ROCK, homogeneous, brown, very dense, strong cemented					
15							100	100	29.5		
16							100	100	31		
17											
18							100	100	32.5		
19							100	100	34		
20											
21							100	100	35.5		
22							100	100	37		
23											
24							100	100	38.5		
25	25.0						100	100	40		
26						WEATHERED ROCK, homogeneous, dark grey to dark brown, very dense, strong, cemented					
27							100	100	41.5		
28							100	100	43		
29											
30	30.00						100	100	44.5		

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

Grain Size Analysis G/SA/S/C
PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 04-04-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 07-04-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-14

NORTHING: 9339334.0m
EASTING: 608902.5m
ELEVATION: -14.2m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
						CLAY, CORAL REEFS, homogeneous, dark grey, very soft, low plasticity, wet	1	1	15.7		
							1	1	17.2		
	3.50					SILT, homogeneous, grey, soft to very stiff, low plasticity, moist	2	2	18.7		
							2	1	20.2		
	6.50					SAND, homogeneous, grey, stiff, low plasticity, moist	65	60	21.7		
	9.20					WEATHERED ROCK, very dense, homogeneous, dark grey to dark brown	92	90	23.2		
							100	98	24.7		
							100	100	26.2		
							100	100	27.7		
							100	100	29.2		
							100	100	30.7		
							100	100	32.2		
							100	100	33.7		
							100	100	35.2		
							100	100	36.7		
							100	100	38.2		
							100	100	39.7		
							100	100	41.2		
							100	100	42.7		
	30.00										

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

Grain Size Analysis G/SA/S/C
PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 30-03-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 31-03-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-15

NORTHING: 9339404.7m
EASTING: 608872.6m
ELEVATION: -14.3m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1						Sandy SILT, homogeneous, grey, firm to very stiff, non plastic, moist					
2							1	1	15.8		
3							1	1	17.3		
4											
5							2	2	18.8		
6	5.50					Very dense greyish brown silty SAND	18	15	20.3		
7											
8	7.75						41	40	21.8		
9							58	55	23.3		
10											
11							69	65	24.8		
12	11.50					WEATHERED ROCK, homogeneous, brown, dense, strong cemented	100	99	26.3		
13											
14							100	100	27.8		
15							100	100	29.3		
16											
17							100	100	30.8		
18							100	100	32.3		
19											
20							100	100	33.8		
21							100	100	35.3		
22											
23							100	100	36.8		
24							100	100	38.3		
25											
26							100	100	39.3		
27							100	100	41.3		
28											
29							100	100	42.8		
30	30.00										

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

Grain Size Analysis G/SA/S/C
PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 04-04-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 06-04-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-16

NORTHING: 9339491.7m
EASTING: 608888.3m
ELEVATION: -13.7m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1						Silty CLAY, homogeneous, grey, soft to very stiff, low plasticity, moist					
2							3	3	15.2		
3							16	15	16.7		
4											
5							18	16	18.2		
	5.50										
6						Very dense greyish brown silty SAND	49	45	19.7		
7											
8							58	55	21.2		
9											
10	10.00						85	84	22.7		
						SILT, homogeneous, grey, soft to very stiff, low plasticity, moist					
11							25	22	24.2		
12							29	25	25.7		
13	13.00										
14						WEATHERED ROCK, homogeneous, brown, very dense, strong cemented, dry	100	100	27.2		
15							100	100	28.7		
16											
17							100	100	30.2		
18							100	100	31.7		
19											
20							100	100	33.2		
21							100	100	34.7		
22											
23							100	100	36.2		
24							100	100	37.7		
25											
26							100	100	39.2		
27							100	100	40.7		
28											
29							100	100	42.2		
30	30.00										

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

Grain Size Analysis G/SA/S/C
PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

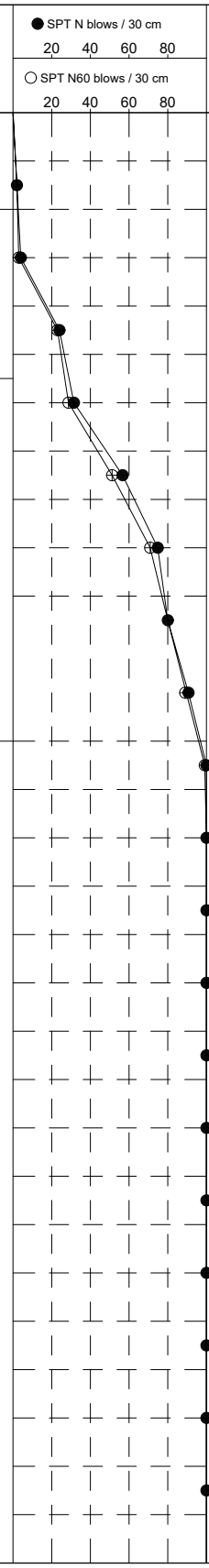
PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 06-04-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 09-04-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

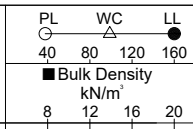
ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-17

NORTHING: 9339552.2m
EASTING: 608970.2m
ELEVATION: -13.5m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1						Silty CLAY, homogeneous, grey, soft to very stiff, low plasticity, moist					
2	2.00						1	1	15.0		
3						SILT, homogeneous, grey, soft to very stiff, low plasticity, moist	3	2	16.5		
4											
5							23	22	18.0		
	5.50										
6						homogeneous, dark grey, moderate cemented, very dense silty SAND	34	30	19.5		
7											
8							59	55	21.0		
9							78	76	22.5		
10											
11							80	80	24		
12							89	85	25.5		
13	13.00										
14						WEATHERED ROCK, homogeneous, brown, very dense, strong cemented, moist	100	95	27.0		
15							100	100	28.5		
16											
17							100	100	30.0		
18							100	100	31.5		
19											
20							100	100	33.0		
21							100	100	34.5		
22											
23							100	100	36.0		
24							100	100	37.5		
25											
26							100	100	39.0		
27							100	100	40.5		
28											
29							100	100	42.0		
30	30.00										





- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 30-03-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 01-04-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-18

NORTHING: 9339628.3m
EASTING: 608996.01
ELEVATION: -13.30m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
1						Sandy CLAY, homogeneous, dark grey, very soft, medium to low plasticity, moist					
2	2.00						0	0	14.8		
3						SILT, homogeneous, grey, soft to very stiff, low plasticity, moist	1	1	16.3		
4											
5							15	1	17.8		
6							12	9	19.3		
7											
8							38	25	20.8		
9	9.00										
10						Weathered ROCK, homogeneous, dark grey, very dense, strong cemented, moist	100	100	22.3		
11							100	100	23.8		
12							100	100	25.3		
13											
14							100	100	26.8		
15							100	100	28.3		
16											
17							100	100	29.8		
18							100	100	31.3		
19											
20							100	100	32.8		
21							100	100	34.3		
22											
23							100	100	35.8		
24							100	100	37.3		
25											
26							100	100	38.8		
27							100	100	40.3		
28											
29							100	100	41.8		
30	30.00										

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 06-04-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 09-04-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-19

NORTHING: 9339709.1m
EASTING: 609053.0m
ELEVATION: -13.3m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
						CLAY, homogeneous, dark grey, very soft, medium plasticity, moist	1	1	14.8		
							1	1	16.3		
	3.50					Sandy SILT, homogeneous, grey, very stiff to hard, low plasticity, moist	2	1	17.8		
							5	3	19.3		
							8	5	20.8		
							16	15	22.3		
							25	24	23.8		
	12.00					Very dense grey silty SAND with gravel	48	45	25.3		
							65	64	26.8		
							70	70	28.3		
							80	78	29.8		
							82	80	31.3		
							95	94	32.8		
	20.00					Weathered ROCK, homogeneous, dark grey, very dense, strong cemented, moist	100	100	34.3		
							100	100	35.8		
							100	100	37.3		
							100	100	38.8		
							100	100	40.3		
							100	100	41.8		
	30.00										

SPT N blows / 30 cm (20 40 60 80)
SPT N60 blows / 30 cm (20 40 60 80)

Grain Size Analysis G/SA/S/C
PL WC LL (40 80 120 160)
Bulk Density kN/m³ (8 12 16 20)

- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

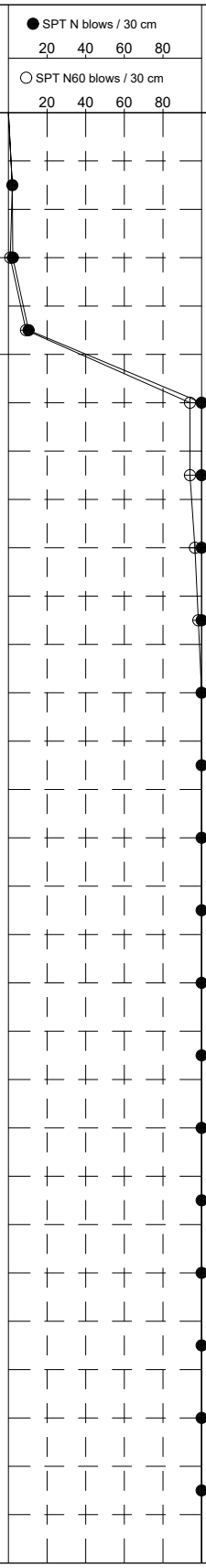
PRJECT: Soil Investigation at LINE Project (PKG#7)
CLIENT: Yedham Engineering
PRJECT NO:
LOCATION: Cilengon
DRILLING DATE STARTED: 31-03-2022
DRILLING DATE COMPLETED: 02-04-2022
LOGGED BY: Antonius Adnan Kusuma
CHECKED BY: Dede Budiman

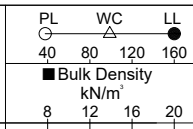
ETR (%): 60.00
SPT TYPE: Automatic Hammer
DRILLING RIG: XY-1B
BOREHOLE DIA: 89mm
DRILLED METHOD: ROTARY
DRILLED BY: A. Rosadi

BORING LOG: DBH-20

NORTHING: 9339802.8m
EASTING: 609135.1m
ELEVATION: -12.5m
GWL: m dated

Scale	Depth(m)	CLASSIFICATION SYMBOL	Graphic Log	Legend	Type & No.	Description	SPT N blows/30 cm	SPT N60 blows/30 cm	Rod Length (m)	Casing Depth (m)	Grain Size Analysis G/SA/S/C
						CLAY, homogeneous, dark grey, very soft, medium plasticity, moist	1	1	14.0		
	3.00					SILT, homogeneous, dark brown, very stiff, high plasticity, moist	2	1	15.5		
	5.00						10	8	17.0		
						Weathered ROCK, homogeneous, brown, very dense, strong cemented, moist	100	94	18.5		
							100	94	20.0		
							100	97	21.5		
							100	98	23.0		
							100	100	24.5		
							100	100	26		
							100	100	27.5		
							100	100	29.0		
							100	100	30.5		
							100	100	32.0		
							100	100	33.5		
							100	100	35.0		
							100	100	36.5		
							100	100	38.0		
							100	100	39.5		
							100	100	41.0		
	30.00										





- Sample
- Pressuremeter Test (PRM)
- Vane Shear Test (VST)
- SPT N Value
- Attempt TW/P/MZ/U
- P - Piston Sample
- TW - Thin Wall Push
- U - Thick Wall Open Drive
- C - Core Run

REMARKS:

DATA QUALITY RATING

LAMPIRAN

1. GENERAL

1.1 ALL DRAWING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS UNLESS NOTED OTHERWISE.

1.2 EASTINGS AND NORTHINGS OF SET OUT COORDINATES ARE GIVEN IN METRES, REFERRED TO UTM WGS 84.

1.3 THE SI METRIC SYSTEM IS USED FOR ALL DOCUMENTS & DRAWINGS EXCEPT FOR SOME UNITS LIKE: °C, BAR, H (HOUR), MIN (MINUTES), KG/H AND M3/H.

1.4 ALL DIMENSIONS SHOULD BE ADJUSTED AND OPTIMISED IN ORDER TO ACCOMMODATE ACTUAL EQUIPMENT DIMENSIONS BY VENDOR.

2. CODES & STANDARDS

THE FOLLOWING LIST OF CODES, STANDARDS AND REFERENCE DOCUMENTS ARE INDICATIVE OF THOSE THAT WILL FORM THE BASIS FOR THE DETAILED DESIGN OF THE OFFSHORE PLANTS.

ACI 318M-14	BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR STRUCTURAL CONCRETE
ACI 350-06	CODE REQUIREMENTS FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING CONCRETE STRUCTURES
ACI 201.2R	GUIDE TO DURABLE CONCRETE
ACI 224R-01	CONTROL OF CRACKING IN CONCRETE STRUCTURES
ACI 224.3R-95	JOINTS IN CONCRETE CONSTRUCTION
ACI301-99	SPECIFICATIONS FOR STRUCTURAL CONCRETE
ACI SP66-04	ACI DETAILING MANUAL
AISC-335-89	SPECIFICATION FOR STRUCTURAL STEEL BUILDINGS, ALLOWABLE STRESS DESIGN AND PLASTIC DESIGN
ASCE 7-10	MINIMUM DESIGN LOADS FOR BUILDINGS AND OTHER STRUCTURES
ASCE61-14	SEISMIC DESIGN OF PIERS AND WHARVES
ASTM A572-15	STANDARD SPECIFICATION FOR HIGH-STRENGTH LOW-ALLOY COLUMBIAN-VANADIUM STRUCTURAL STEEL
AASHTO	STANDARD SPECIFICATIONS FOR HIGHWAY BRIDGES
API RP 2A-WSD	RECOMMENDED PRACTICE FOR PLANNING, DESIGNING, AND CONSTRUCTION FIXED OFFSHORE PLATFORMS - WSD
AWWA-M55	PE PIPE-DESIGN AND INSTALLATION
BS 5328-1:1997	GUIDE TO SPECIFYING CONCRETE
BS 6349-1-1:2013	MARITIME WORKS - GENERAL. CODE OF PRACTICE FOR PLANNING AND DESIGN FOR OPERATIONS
BS 6349-1-2:2016	MARITIME WORKS - GENERAL. CODE OF PRACTICE FOR ASSESSMENT OF ACTIONS
BS 6349-1-4:2013	MARITIME WORKS - GENERAL. CODE OF PRACTICE FOR MATERIALS
BS 6349-2:2010	MARITIME WORKS - DESIGN OF QUAY WALLS, JETTIES, AND DOLPHINS
BS 6349-4:2014	MARITIME WORKS - CODE OF PRACTICE FOR DESIGN OF FENDERING AND MOORING SYSTEMS
BS 6349-5:2016	MARITIME WORKS: CODE OF PRACTICE FOR DREDGING AND LAND RECLAMATION
BS EN 12473:2014	GENERAL PRINCIPLES OF CATHODIC PROTECTION IN SEA WATER
BS EN 12944-5:2007	PAINTS AND VARNISHES-CORROSION PROTECTION OF STEEL STRUCTURES BY PROTECTIVE PAINT SYSTEMS
BS EN ISO 13174:2012	CATHODIC PROTECTION FOR HARBOUR INSTALLATIONS
BS EN 1992-3:2006	DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES, LIQUID RETAINING, AND CONTAINING STRUCTURES
BS EN 1997-1:2004	GEOTECHNICAL DESIGN - PART1:GENERAL RULES
DNV RP B401	CATHODIC PROTECTION DESIGN
DNV RP E305	ON-BOTTOM STABILITY DESIGN OF SUBMARINE PIPELINES, 1988
DNV RP F109	ON-BOTTOM STABILITY DESIGN OF SUBMARINE PIPELINES, 2010
ENV-2	DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES - CONCRETE BRIDGES
FHWA	DESIGN AND CONSTRUCTION OF DRIVEN PILE FOUNDATIONS, 2006
IBC 2012	INTERNATIONAL BUILDING CODE
NAVFAC DM-7	NAVAL FACILITIES ENGINEERING COMMAND DESIGN MANUAL 7, U.S DEPARTMENT OF THE NAVY
NFPA 307:2016	CONSTRUCTION AND FIRE PROTECTION OF MARINE TERMINALS, PIERS, AND WHARVES
SNI 1726:2012	EARTHQUAKE RESISTANCE PLANNING METHOD FOR BUILDING AND NON-BUILDING STRUCTURES
UFC 4-152:2017	UNIFIED FACILITIES CRITERIA, DESIGN: PIERS AND WHARVES
ANSI/HI 9.8-2012	PUMP INTAKE DESIGN
EPA 40 CFR	NATIONAL POLLUTANT DISCHARGE ELIMINATION SYSTEM REGULATIONS ADDRESSING COOLING WATER INTAKE STRUCTURES FOR NEW FACILITIES

3. DESIGN LIFE

- THE PROJECT DESIGN LIFE OF THE DEVELOPMENT IS 30 YEARS.
  FOR ITEMS SUSCEPTIBLE TO NORMAL WEAR AND TEARS SUCH AS ROPES, LADDERS, TIMBERS, AND FENDERS, AND SIMILAR, FOR WHICH A DESIGN LIFE OF 30 YEARS CANNOT REASONABLY BE MET, THE DESIGNS AND CONSTRUCTION SHALL PERMIT EASY REPLACEMENT.

4. MATERIAL

4.1 CONCRETE

THE CONCRETE MATERIAL PROPERTY CONFORM TO ASTM C33 AND ACI 318M-14. NORMAL WEIGHT CONCRETE IS TYPICALLY TAKEN AS 2320 TO 2400 kg/㎥.

- REINFORCED CONCRETE DENSITY= 24 kN/㎥
- SPECIFIED COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE (fck) = 35MPa
- MODULUS OF ELASTICITY (Ec) = 27,806MPa
- POISSON'S RATIO (μ) = 0.2
- COEFFICIENT OF THERMAL EXPANSION (α) = 10E-6/°C
- MAXIMUM AGGREGATE SIZE= 25mm
- MINIMUM SLUMP= 120mm
- AIR CONTENT= 7%

4.2 REINFORCEMENT

DESIGN AND SPECIFICATION OF MATERIALS FOR REINFORCING STEEL CONFORM TO ASTM A615M, GRADE 420, AND ALL REINFORCING STEEL SHALL BE DEFORMED BILLET STEEL BARS.

- MINIMUM YIELD STRENGTH FOR REINFORCEMENT (fy) = 420 MPa
- MINIMUM TENSILE STRENGTH FOR REINFORCEMENT (ft) = 550 MPa
- BAR NOMINAL DIMENSION D10, D13, D16, D19, D22, D25, D29, D32, D36, D40

4.3 STRUCTURAL STEEL

THE CHARACTERISTIC OF STEEL MATERIAL IN DESIGN IS BASICALLY BASED ON THE HOT ROLLED CARBON STEEL EXCEPT AS OTHERWISE INDICATED IN THE REQUIREMENT. THE MINIMUM YIELD STRENGTH OF STRUCTURAL STEEL IS 245MPA. ALL STRUCTURAL STEEL FABRICATION WILL BE IN ACCORDANCE WITH AISC STEELWORK SPECIFICATION.

4.4 STEEL PILE

THE STEEL PILE MATERIAL PROPERTY CONFORMS TO ASTM A-572 GRADE 50 OR EQUIVALENT.

- STEEL PILE DENSITY= 77 kN/㎥
- YIELD STRENGTH OF STEEL PIPE PILE (fy) = 345 MPa
- TENSILE STRENGTH OF STEEL PIPE PILE (ft) = 450 MPa
- POISSON'S RATIO (μ) = 0.3
- MODULUS OF ELASTICITY FOR REINFORCEMENT (Es) = 2.0E+5 MPa
- COEFFICIENT OF THERMAL EXPANSION (α) = 12E-6/°C

4.5 PC PILING

THE PRECAST PRESTRESSED CONCRETE PILE MATERIAL PROPERTY CONFORM TO ACI 543R-12 OR EQUIVALENT.

- TRICALCIUM ALUMINATE (C3A) CONTENTS 5% TO 8%
- RANGE OF AIR-ENTRAINING ADMIXTURE OF CONCRETE 3% TO 7%
- SEVEN (7) WIRE-STRAND CONFORM TO ASTM A416 (GRADE 250 OR GRADE 270)
- WIRE REINFORCEMENT CONFORM TO ASTM A421

5. OCEANOGRAPHIC DATA

5.1 DATUM AND COORDINATE SYSTEM

ALL LEVELS REFER TO CHART DATUM (CD). CHART DATUM CORRESPONDS TO LAT. UNLESS OTHERWISE STATED. THE TIDAL LEVEL IS PRESENTED RELATIVE TO MEAN SEA LEVEL (MSL) AND LAT. THE DIFFERENCE BETWEEN MSL AND LAT IS 0.70m (LAT= -0.70m MSL)

5.2 SEA LEVEL RISE

FROM THE INFORMATION OF THE MET OCEAN STUDY REPORT, THE MAXIMUM ESTIMATE SEA LEVEL RISE RATE IS SELECTED AS 8 mm/YEAR. TOTAL SEA-LEVEL RISE OVER THE DESIGN LIFE OF 30 YEARS IS TAKEN AS 0.24 METERS.

5.3 DESIGN TIDAL WATER LEVEL

THE DESIGN TIDAL WATER LEVEL ELEVATIONS AT THE SITE TO BE USED IN THE DESIGN ARE TABULATED BELOW.

LEVEL	ELEVATION (mCD)
HIGHEST ASTRONOMICAL TIDE (HAT)	+1.40
MEAN HIGHER HIGH WATER (MHHW)	+1.30
MEAN SEA LEVEL (MSL)	+0.70
MEAN LOWER LOW WATER (MLLW)	+0.09
LOWEST ASTRONOMICAL TIDE (LAT)	+0.00

6. WAVES

- THE DESIGN OF OPERATION AND EXTREME WAVES AT THE OFFSHORE AND NEARSHORE SITE ARE AS BELOW.

CONDITION		OPERATION	EXTREME
JETTY & SEAWATER SYSTEM	SIGNIFICANT WAVE HEIGHT (Hs)	0.98 meter	2.8 meter
	SIGNIFICANT WAVE PERIOD (Ts)	16.4 second	8.0 second

7. CURRENT

- THE DESIGN OF OPERATION AND EXTREME CURRENT VELOCITIES AT THE OFFSHORE SITE ARE AS BELOW.

CONDITION	OPERATION	EXTREME
JETTY & SEAWATER SYSTEM	0.50 m/sec	1.20 m/sec

8. WINDS

- THE DESIGN OF OPERATION AND EXTREME WIND SPEEDS AT THE OFFSHORE SITE ARE AS BELOW.

CONDITION	OPERATION	EXTREME
JETTY, SEAWATER SYSTEM & LIGHTER'S WHARF	12.2 m/sec	45.0 m/sec

9. VESSEL DATA

9.1 THE CHARACTERISTICS OF DESIGN VESSEL ARE DETAILED IN THE BELOW TABLE RESPECTIVELY.

NO.	DWT (t)	DISPLACEMENT (m)	LOA (m)	LBP (m)	BEAM (m)	DEPTH (m)	DRAFT (m)
1	120,000	137,520	250.00	239.00	44.00	21.00	15.23
2	80,000	90,305	228.00	219.00	32.30	20.69	14.52
3	50,000	60,553	183.21	174.00	32.20	18.80	13.03
4	10,000	12,185	114.40	106.40	18.20	10.00	7.98
5	8,000	11,347	113.00	105.40	18.20	9.60	7.62
6	5,000	5,774	89.96	85.00	14.60	7.55	6.24
7	3,000	4,070	84.35	78.50	13.00	6.20	5.45
8	1,000	1,788	64.52	61.00	10.30	4.50	4.03

9.2 THE CHARACTERISTIC OF BARGE VESSEL IS DETAILED IN THE BELOW TABLE RESPECTIVELY.

NO.	DWT (t)	DISPLACEMENT (m)	LOA (m)	BEAM (m)	DEPTH (m)	DRAFT (m)
1	19,400	18,800	166.00	40.00	9.50	6.00

10. ABBREVIATIONS

AISC	AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION
AWLC	ACCELERATED LOW WATER CORROSION
API	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
ASTM	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS
BD	BREASTING DOLPHIN, BERTHING DOLPHIN
BS	BRITISH STANDARDS
CD	CHART DATUM
CP	CATHODIC PROTECTION OR CORNER PLATFORM
C.T.C	CENTER TO CENTER
DIR	DIRECTION
DNV	DET NORSKE VERITAS
DWT	DEADWEIGHT TONNAGE
EPC	ENGINEERING, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION
F	FIXED
FEED	FRONT END ENGINEERING DESIGN
HAT	HIGHEST ASTRONOMICAL TIDE
HOR.	HORIZONTAL
IALA	INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES
IBC	INTERNATIONAL BUILDING CODE
IBD	INNER BREASTING DOLPHIN, INNER BERTHING DOLPHIN
IPCC	INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE
ISGOTT	INTERNATIONAL SAFETY GUIDE FOR OIL TANKERS & TERMINALS
JP	JUNCTION PLATFORM
KN	KILO-NEWTON
LAT	LOWEST ASTRONOMICAL TIDE
LINE	LOTTE CHEMICAL INDONESIA NEW ETHYLENE COMPLEX
LOA	LENGTH OVERALL OF A VESSEL
LRFD	LOAD RESISTANCE FACTORED DESIGN
MAX.	MAXIMUM
MBL	MINIMUM BREAKING LOAD
MD	MOORING DOLPHIN
MHWS	MEAN HIGH WATER SPRING TIDES
MIN.	MINIMUM
MLWN	MEAN LOW WATER NEAP TIDES
MLWS	MEAN LOW WATER SPRING TIDES
MSL	MEAN SEA LEVEL
OBD	OUTER BREASTING DOLPHIN, OUTER BERTHING DOLPHIN
OCIMF	OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM
OPP.	OPPOSITE
PC	PRECAST CONCRETE
PGA	PEAK GROUND ACCELERATION
PIANC	PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NAVIGATION CONGRESSES
POVF	POINT OF VIRTUAL FIXITY OF A PILE EMBEDDED IN THE GROUND
QRH	QUICK-RELEASE HOOK
S	SLIDING
SI	SITE INVESTIGATION
S.I.	SYSTEM INTERNATIONAL
SOP	SETTING OUT POINT
TBA	TO BE ANNOUNCED
TBC	TO BE CONFIRMED
THK.	THICKNESS
TYP.	TYPICAL
UDL	UNIFORMLY DISTRIBUTED LOAD
UKC	UNDER KEEL CLEARANCE
UTM	UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR
VERT.	VERTICAL
LP	LOADING PLATFORM
WSD	WORKING STRESS DESIGN

REFERENCE DRAWING

DRAWING NO.	TITLE

REV	DATE	DESCRIPTION	DWN	DGN	CHK	APP
1	19.JUL.'22	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P
0	22.APR.'22	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P
A	15.APR.'22	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P

THIS DWG IS PROPERTY OF CLIENT THE INFORMATION CONTAINED HERE ON MAY NOT BE USED OR COPIED IN ANY MANNER WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE OWNER.

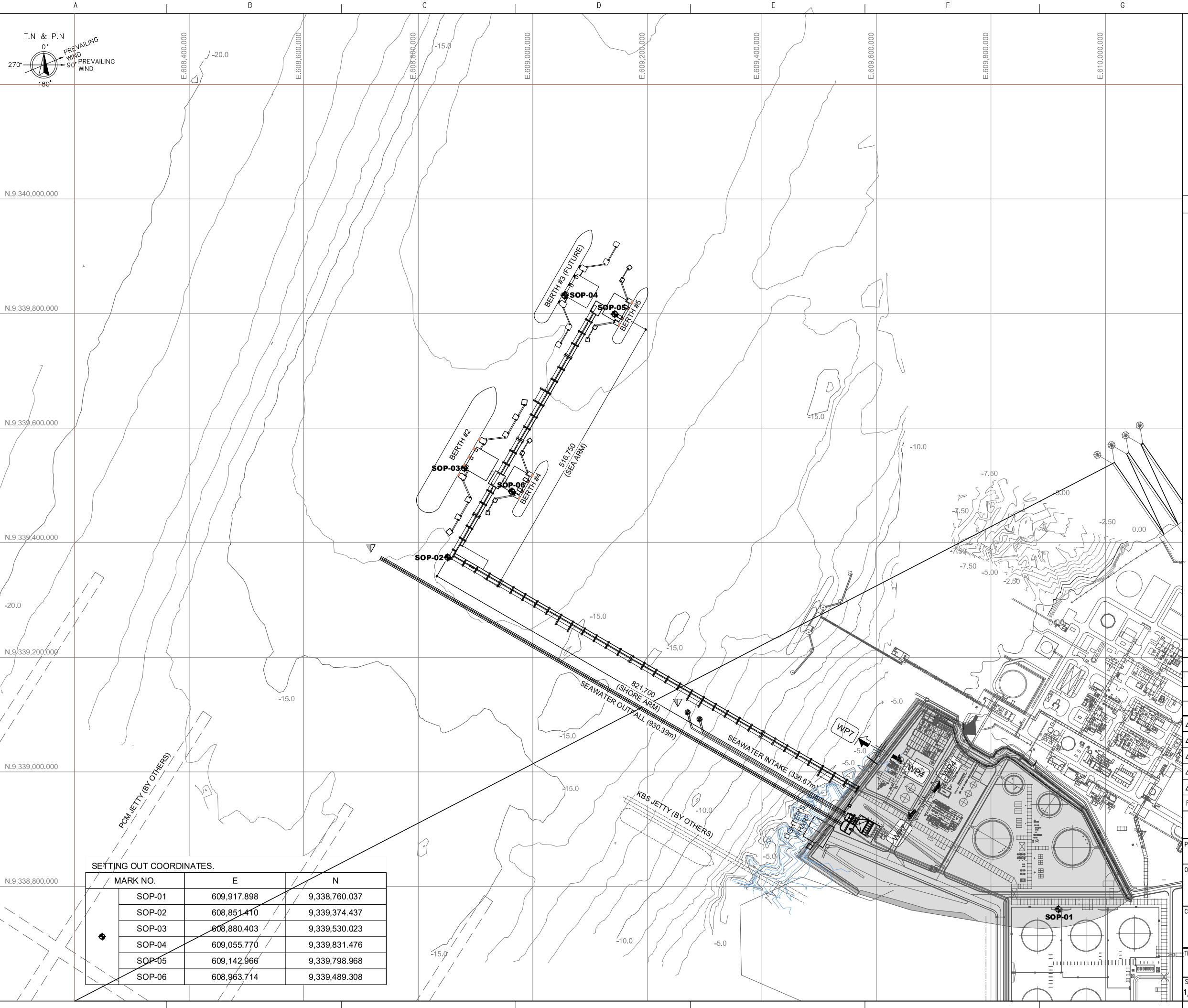
PROJECT
LINE PROJECT (WP5&7)

OWNER
PT LOTTE CHEMICAL INDONESIA

CONTRACTOR
LOTTE E&C

TITLE
GENERAL NOTE FOR JETTY

SCALE	JOB NO.	CWA NO.	DWG. NO.	REV. NO.
NONE	15005	7RJ1	LINE-906-CG-1-0900	1



SETTING OUT COORDINATES.

MARK NO.	E	N
SOP-01	609,917.898	9,338,760.037
SOP-02	608,851.410	9,339,374.437
SOP-03	608,880.403	9,339,530.023
SOP-04	609,055.770	9,339,831.476
SOP-05	609,142.966	9,339,798.968
SOP-06	608,963.714	9,339,489.308

KEY PLAN

***NOTES**

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS UNLESS NOTED OTHERWISE.
2. ALL LEVELS ARE IN METERS AND RELATIVE TO CHART DATUM.
3. CDL 4.0m = EL 1.3m = PL 0.0m
4. BATHYMETRY CONTOUR LINES ARE IN METERS RELATIVE TO CHART DATUM UNLESS NOTED OTHERWISE.
5. THE CORRELATION BETWEEN MEAN SEA LEVEL AND LAT IS 0.7m (LAT=-0.7m MSL)

LEGEND

▽ : NAVIGATION BUOY

REFERENCE DRAWING

DRAWING NO.	TITLE

REV	DATE	DESCRIPTION	DWN	DGN	CHK	APP
1	19.JUL.'22	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P
0	22.APR.'22	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P
A	15.APR.'22	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P

THIS DWG IS PROPERTY OF CLIENT THE INFORMATION CONTAINED HERE ON MAY NOT BE USED OR COPIED IN ANY MANNER WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE OWNER.

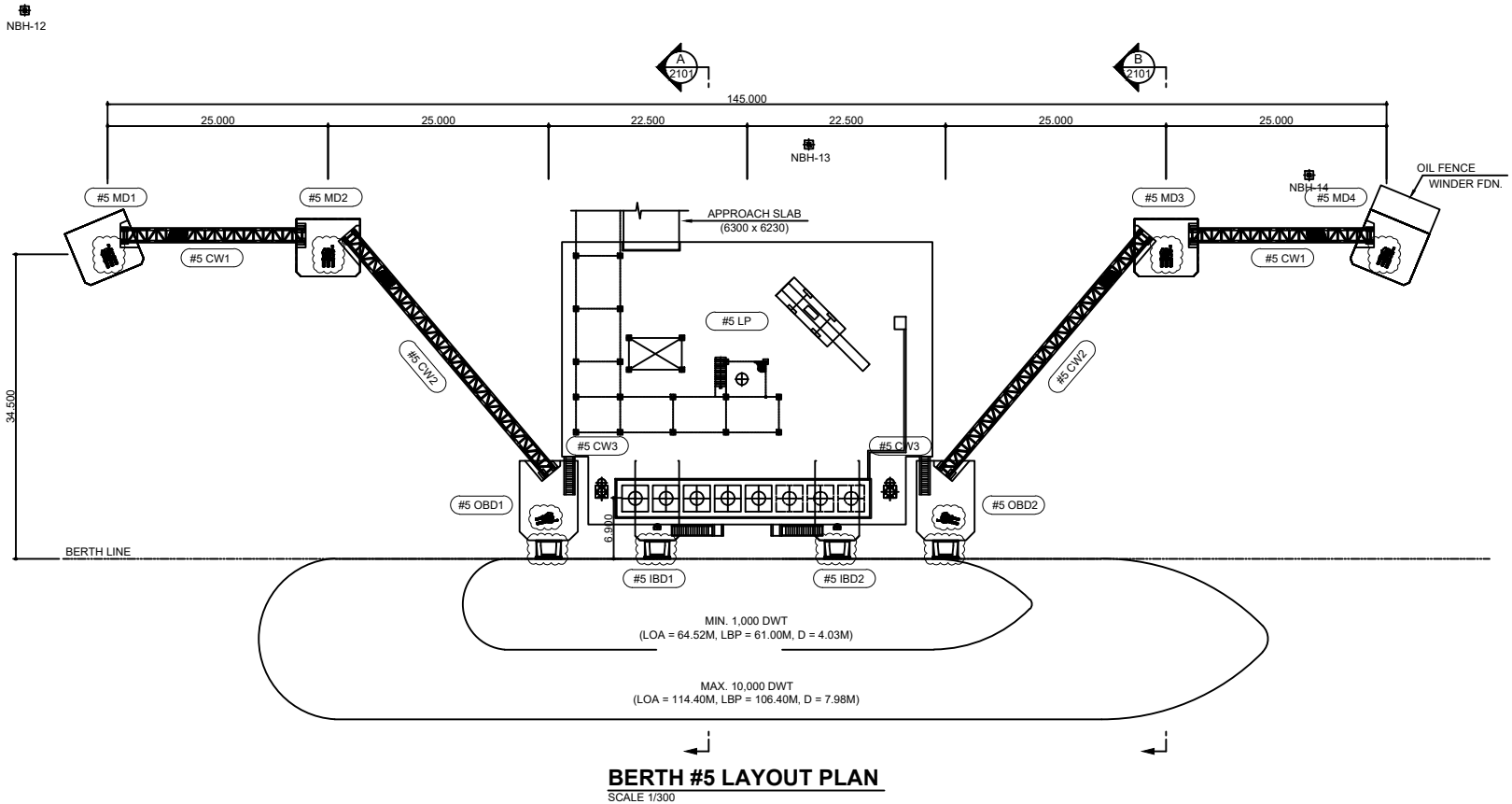
PROJECT
LINE PROJECT (WP5&7)

OWNER
PT LOTTE CHEMICAL INDONESIA

CONTRACTOR
LOTTE E&C

TITLE
OVERALL PLOT PLAN FOR JETTY

SCALE	JOB NO.	CWA NO.	DWG. NO.	REV. NO.
1/3,000	15005	7RJ1	LINE-906-CG-1-0901	1



BERTH #5 LAYOUT PLAN

SCALE 1/300

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

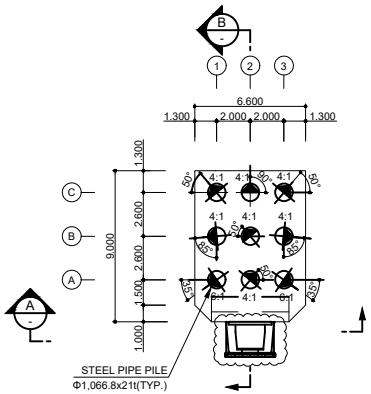
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

GAMBAR	SKALA
B#5 LAYOUT PLAN	1:300

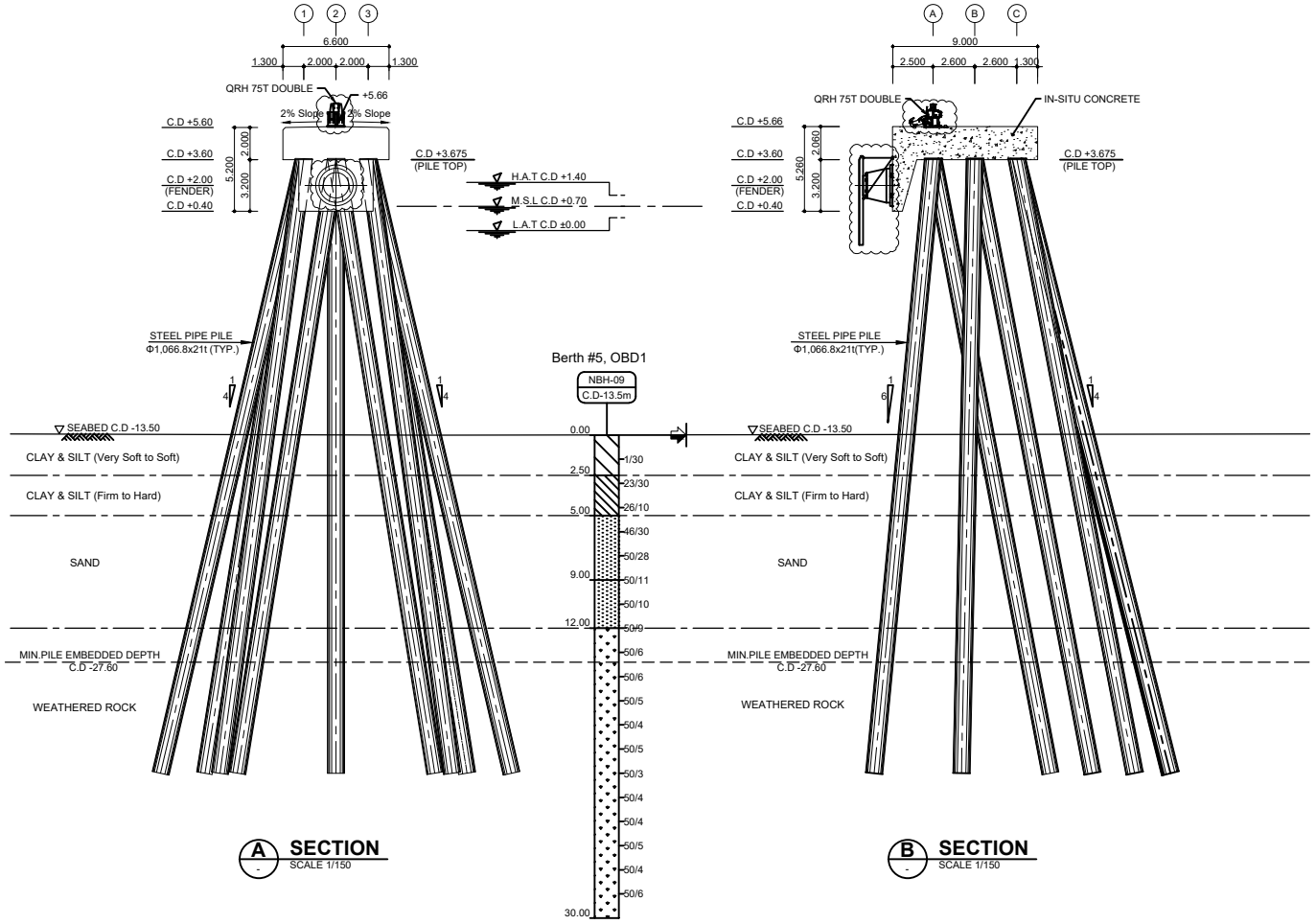
DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		01



PILE ARRANGEMENT (#4 OBD1)

SCALE 1/150



A SECTION
SCALE 1/150

B SECTION
SCALE 1/150

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

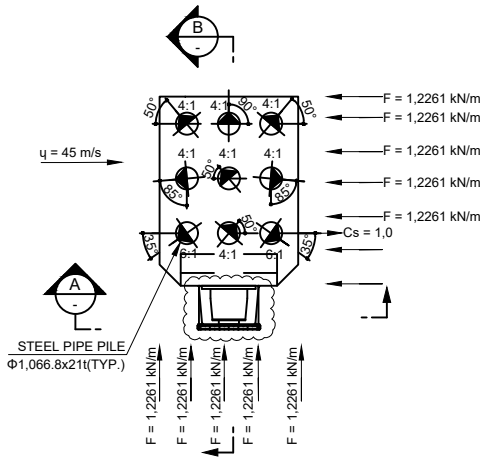
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

GAMBAR	SKALA
B#5 Breasting Dolphin Pile Arrangement	1:150

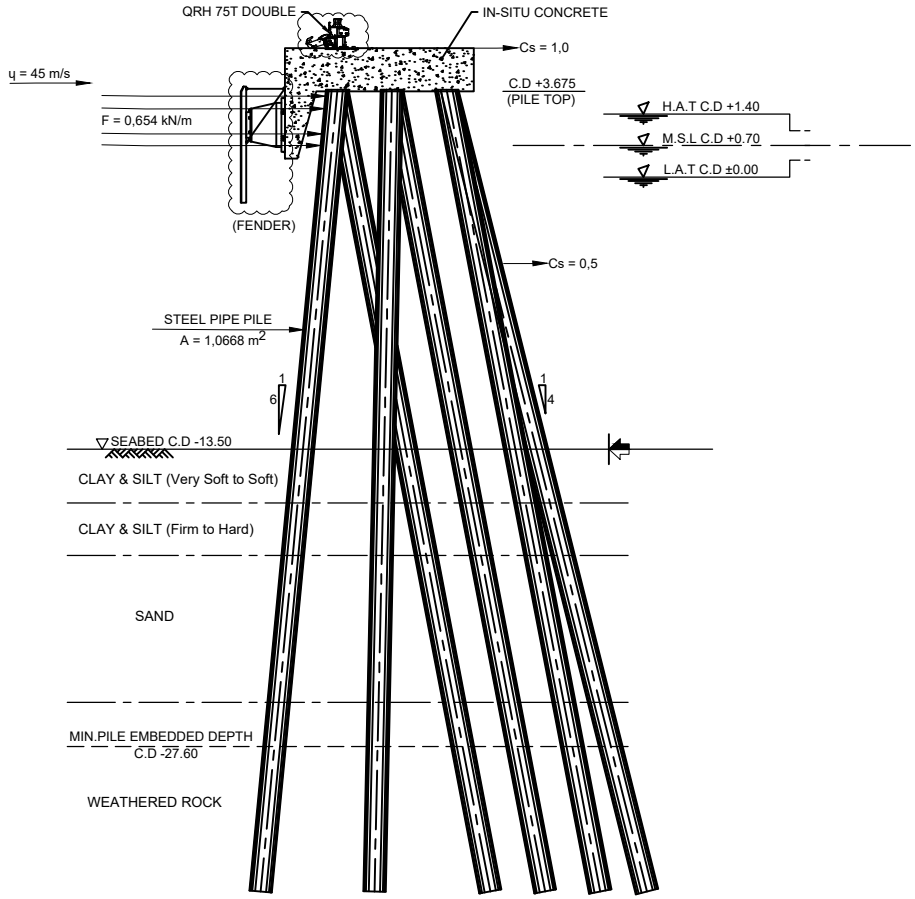
DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		02



TAMPAK ATAS (#5 OBD1)

SCALE 1/150



B TAMPAK SAMPING (#5 OBD)

SCALE 1/150

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

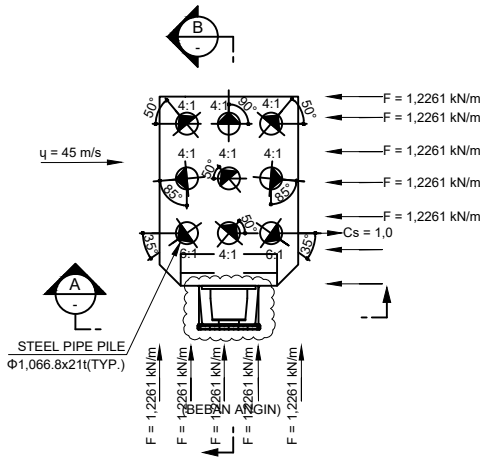
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

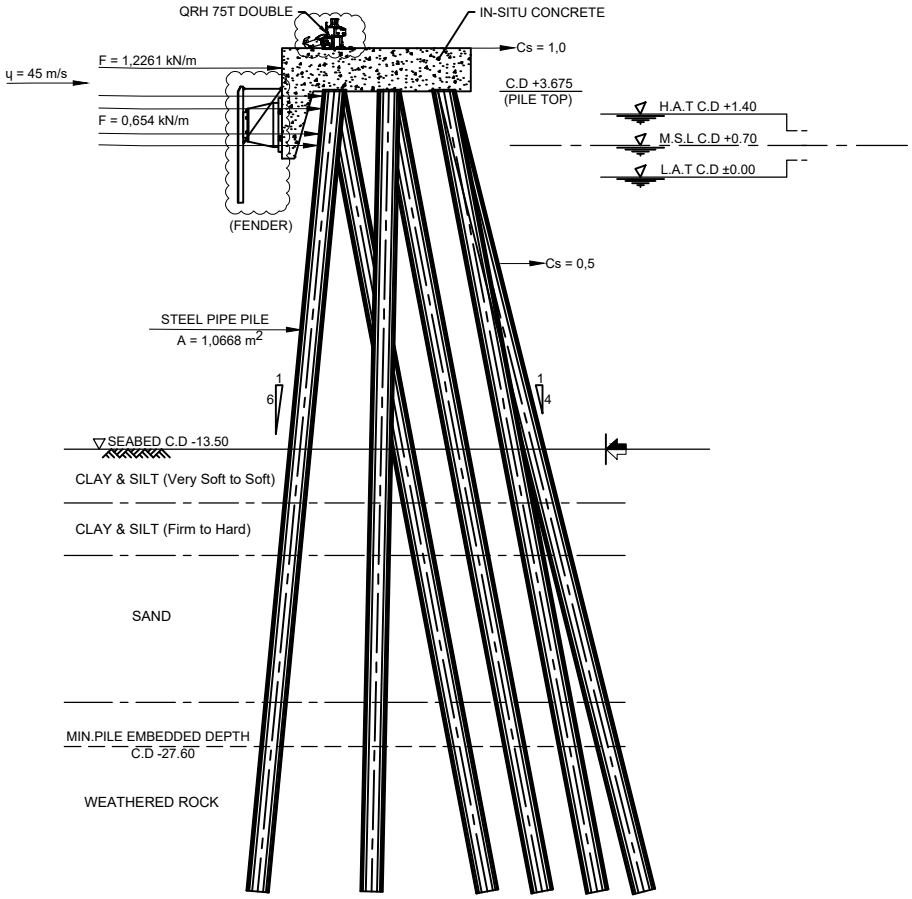
GAMBAR	SKALA
Distribusi Pembebanan Angin pada Struktur Breasting Dolphin	1:150

DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		03



TAMPAK ATAS (#5 OBD1)
SCALE 1/150



B TAMPAK SAMPING (#5 OBD)
SCALE 1/150

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

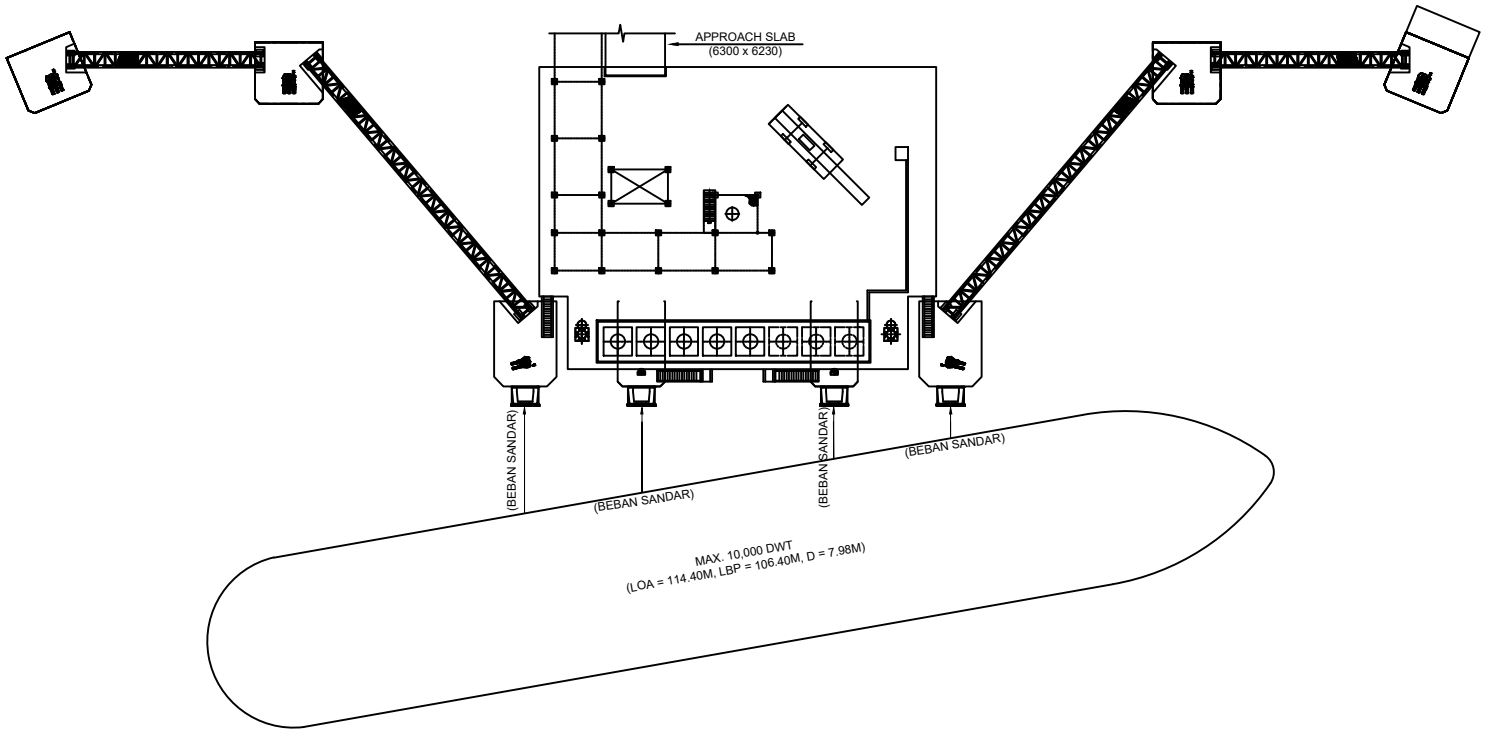
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

GAMBAR	SKALA
Distribusi Pembebanan Angin pada Struktur Breasting Dolphin	1:150

DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		03



BEBAN SANDAR BERTH #5

SCALE 1/300

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

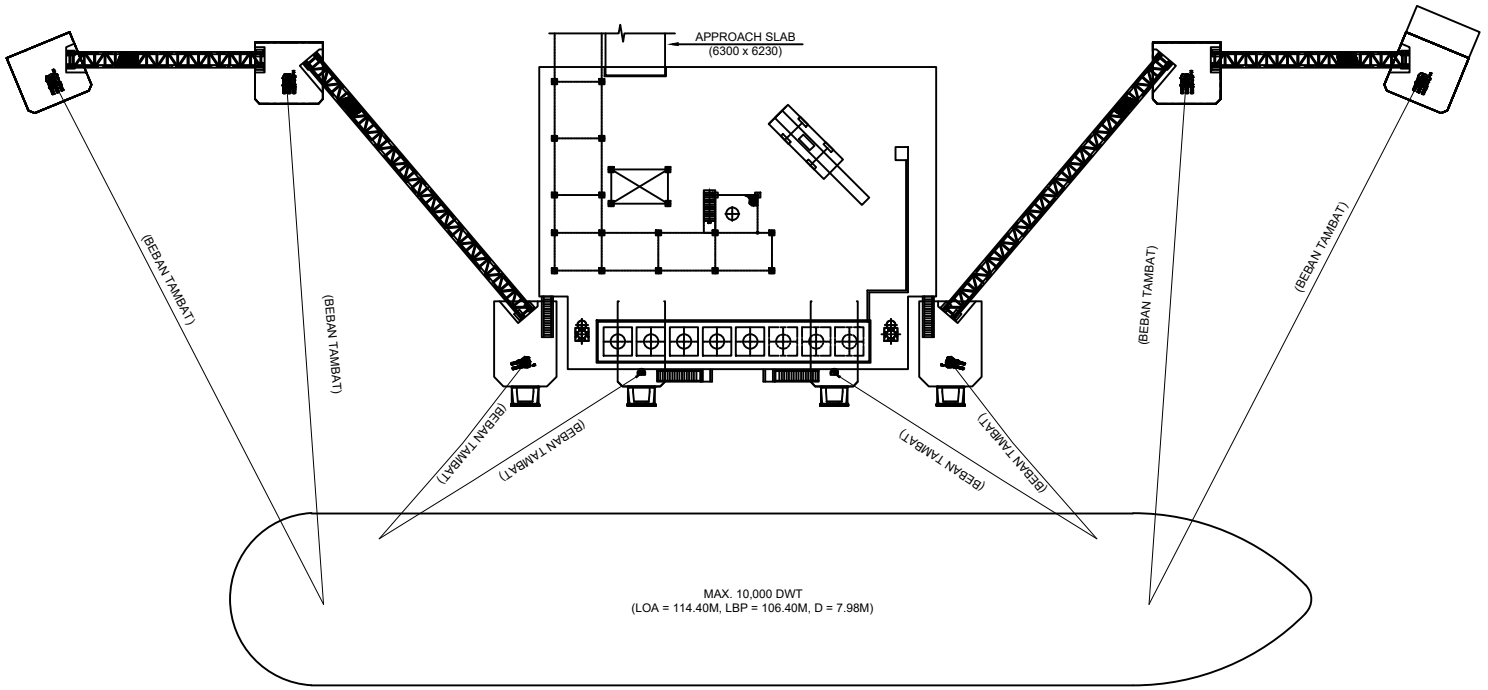
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

GAMBAR	SKALA
Distribusi Beban Sandar pada Stuktur Breasting Dolphin	1:300

DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		05



BEBAN TAMBAT BERTH #5
SCALE 1/300

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

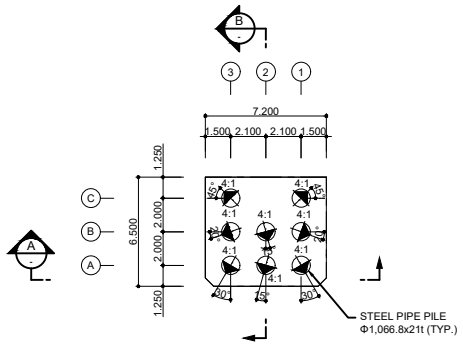
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

GAMBAR	SKALA
Distribusi Beban Tambat pada Stuktur Breasting Dolphin	1:300

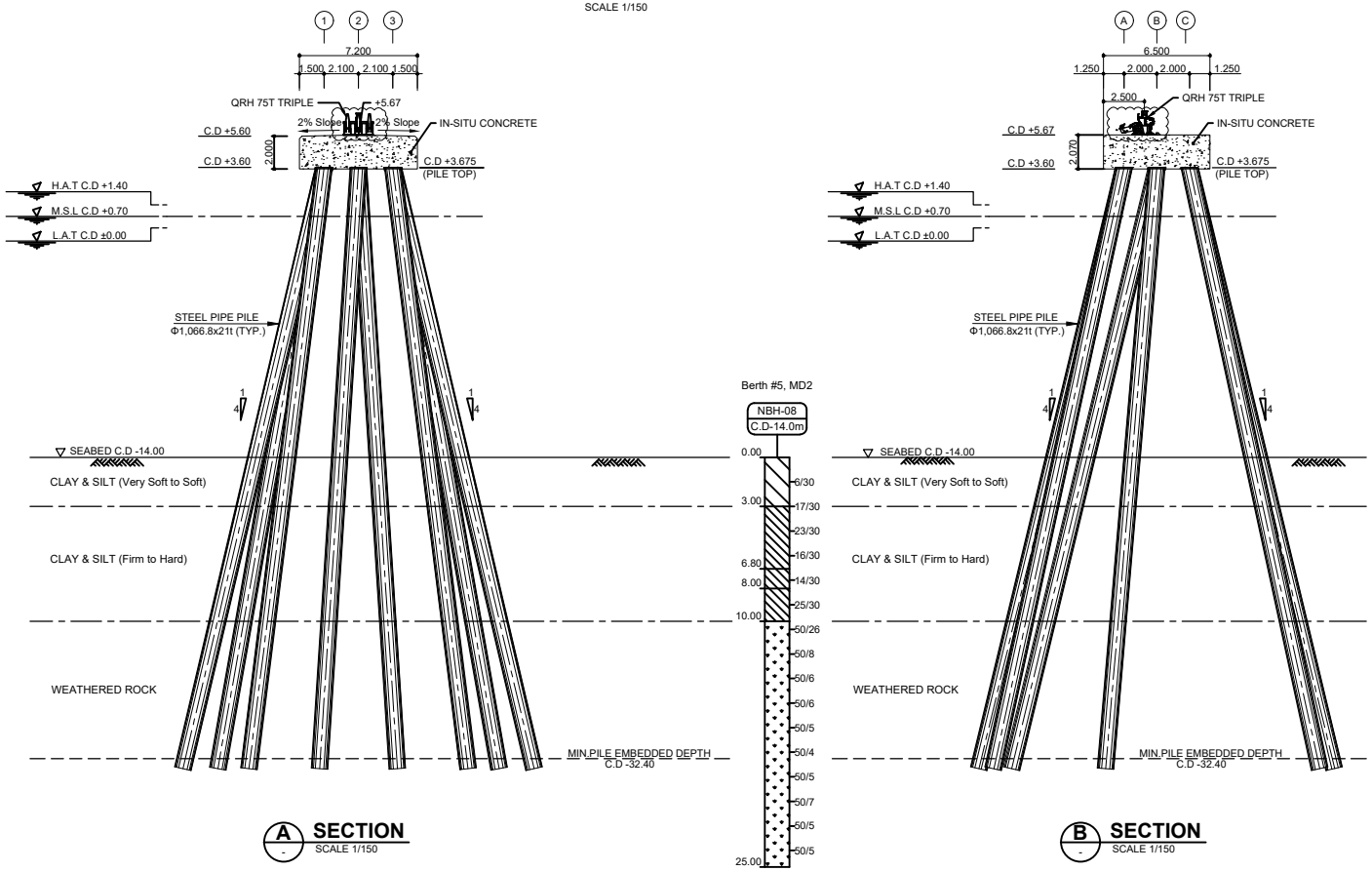
DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		06



PILE ARRANGEMENT (#4 MD2)

SCALE 1/150



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

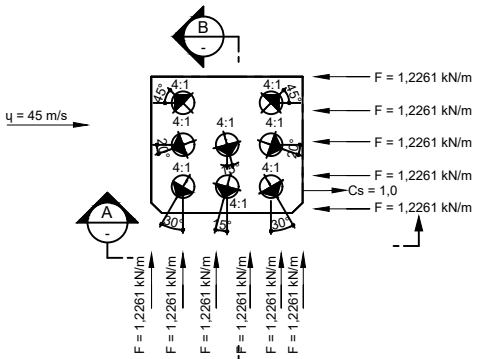
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

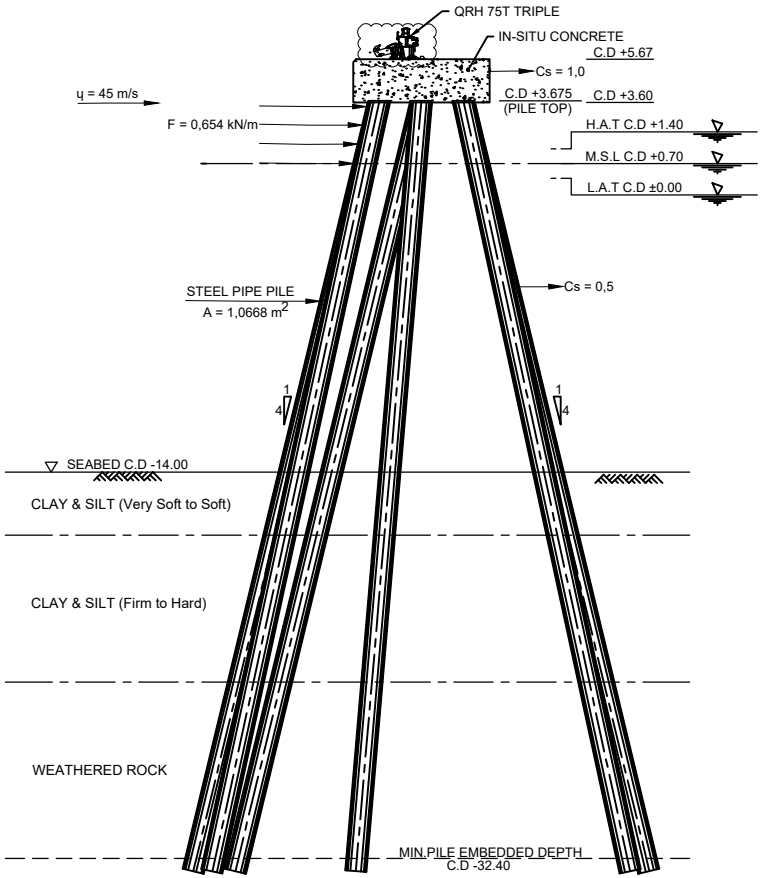
GAMBAR	SKALA
B#5 Mooring Dolphin Pile Arrangement	1:150

DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		07



TAMPAK ATAS (#5 MD2)
SCALE 1/150



B TAMPAK SAMPING (#5 MD)
SCALE 1/150

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

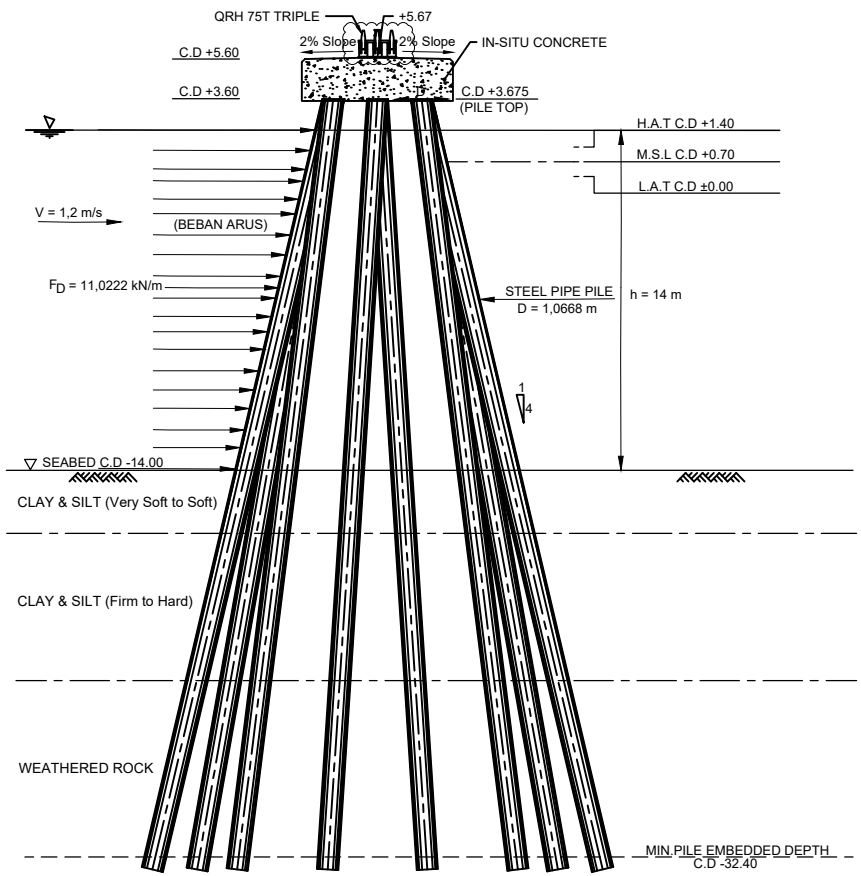
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

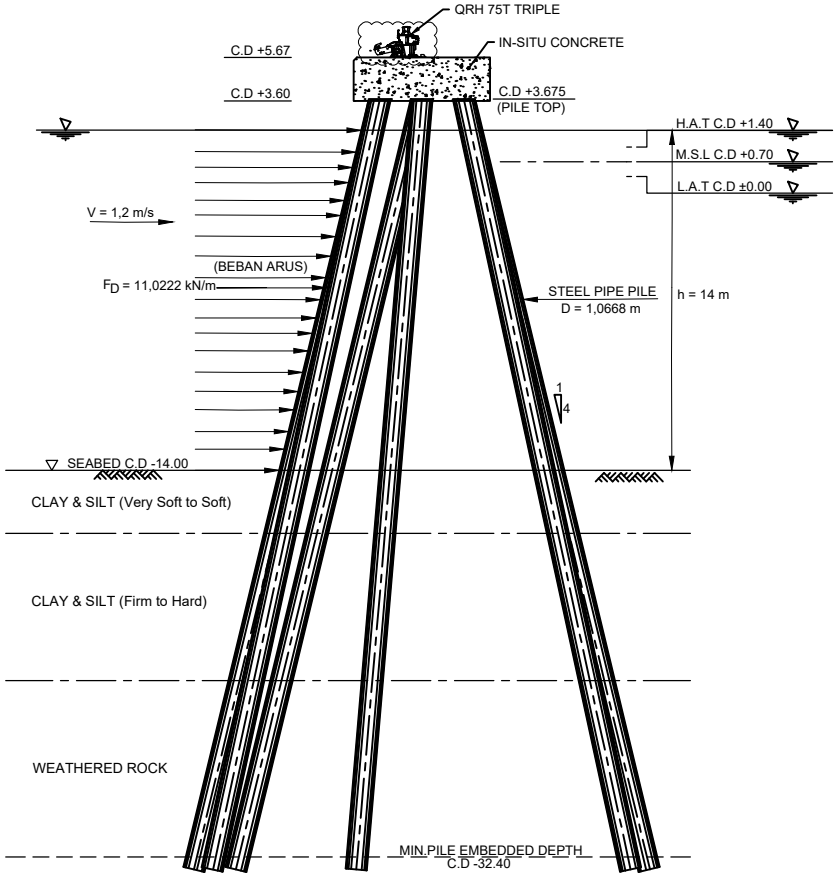
GAMBAR	SKALA
Distribusi Pembebanan Angin pada Struktur Mooring Dolphin	1:150

DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		08



A **TAMPAK DEPAN (#5 MD)**
SCALE 1/150



B **TAMPAK SAMPING (#5 MD)**
SCALE 1/150

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

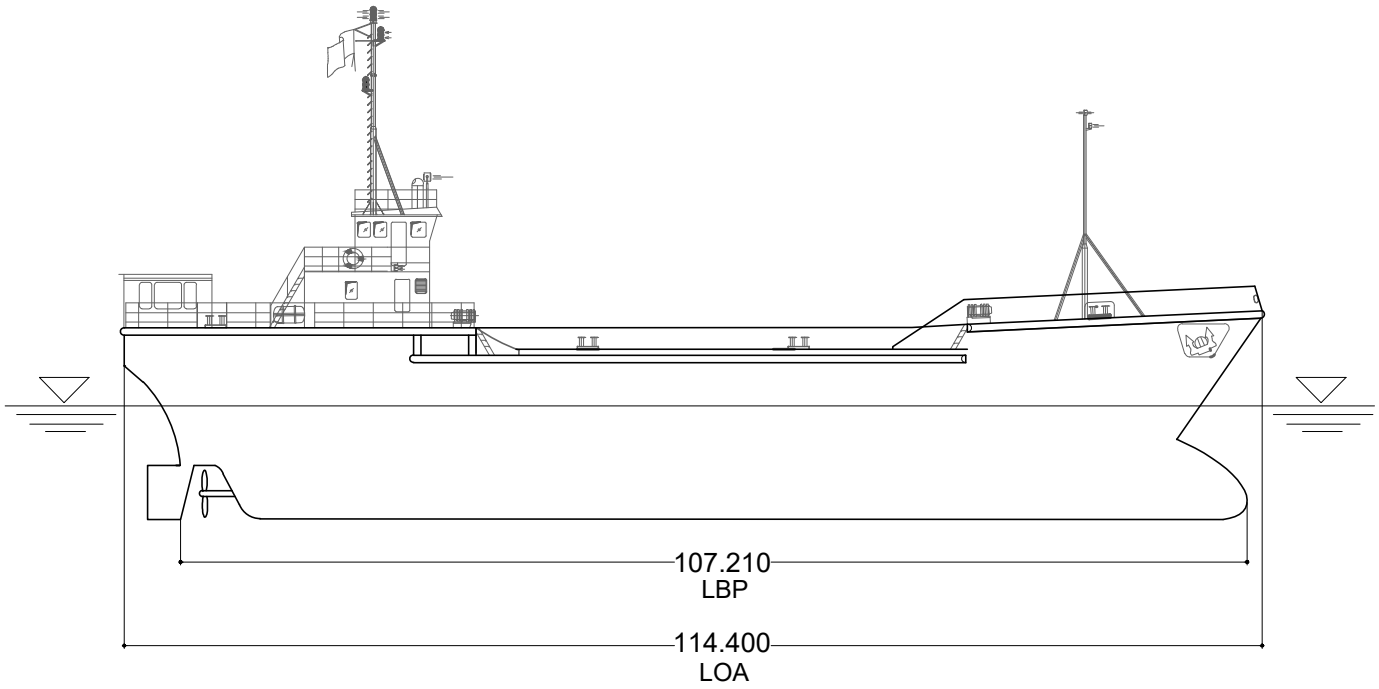
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

GAMBAR	SKALA
Distribusi Pembebanan Arus pada Struktur Mooring Dolphin	1:150

DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		09



TAMPAK SAMPING KAPAL TANKER 10.000 DWT

SCALE 1/100

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

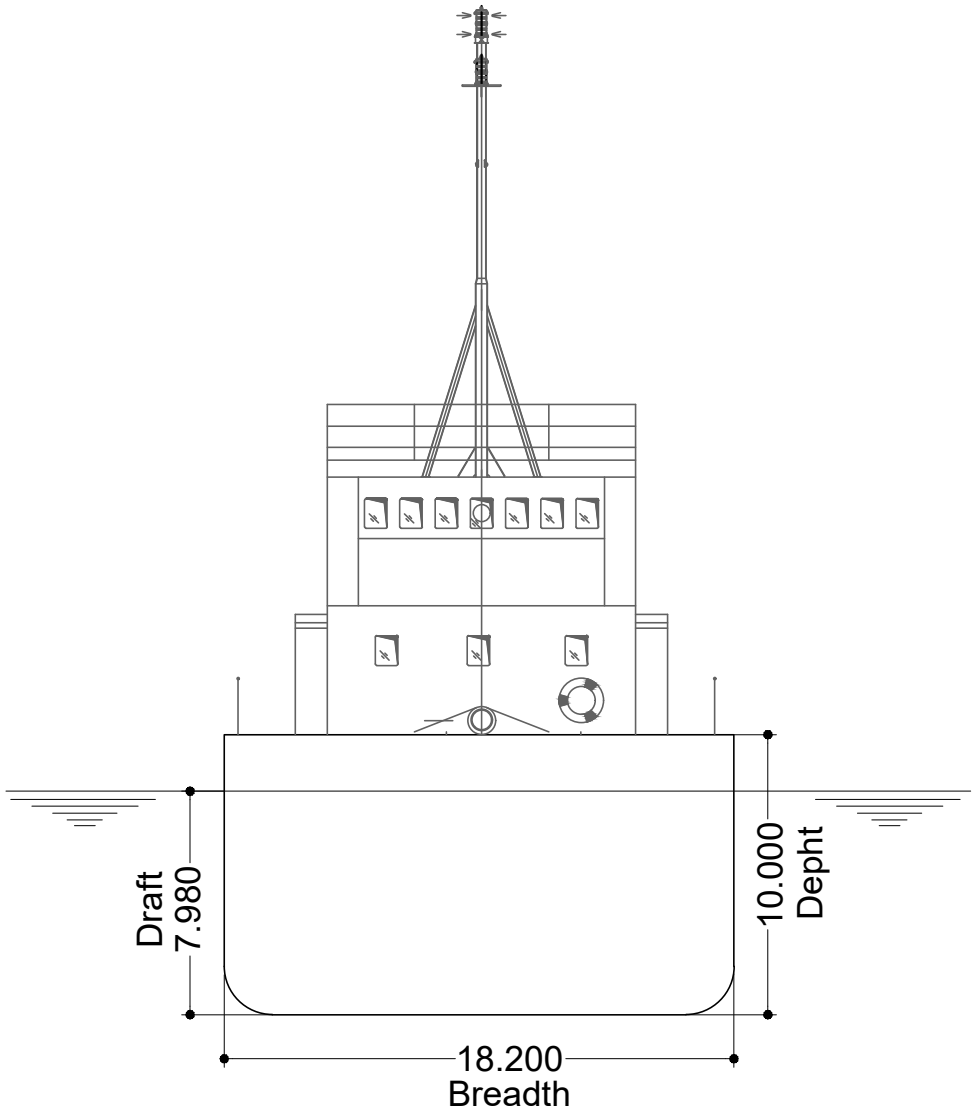
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

GAMBAR	SKALA
TAMPAK SAMPING KAPAL TANKER 10.000 DWT TERENDAM AIR	1:100

DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		10



TAMPAK DEPAN KAPAL TANKER 10.000 DWT

SCALE 1/100

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

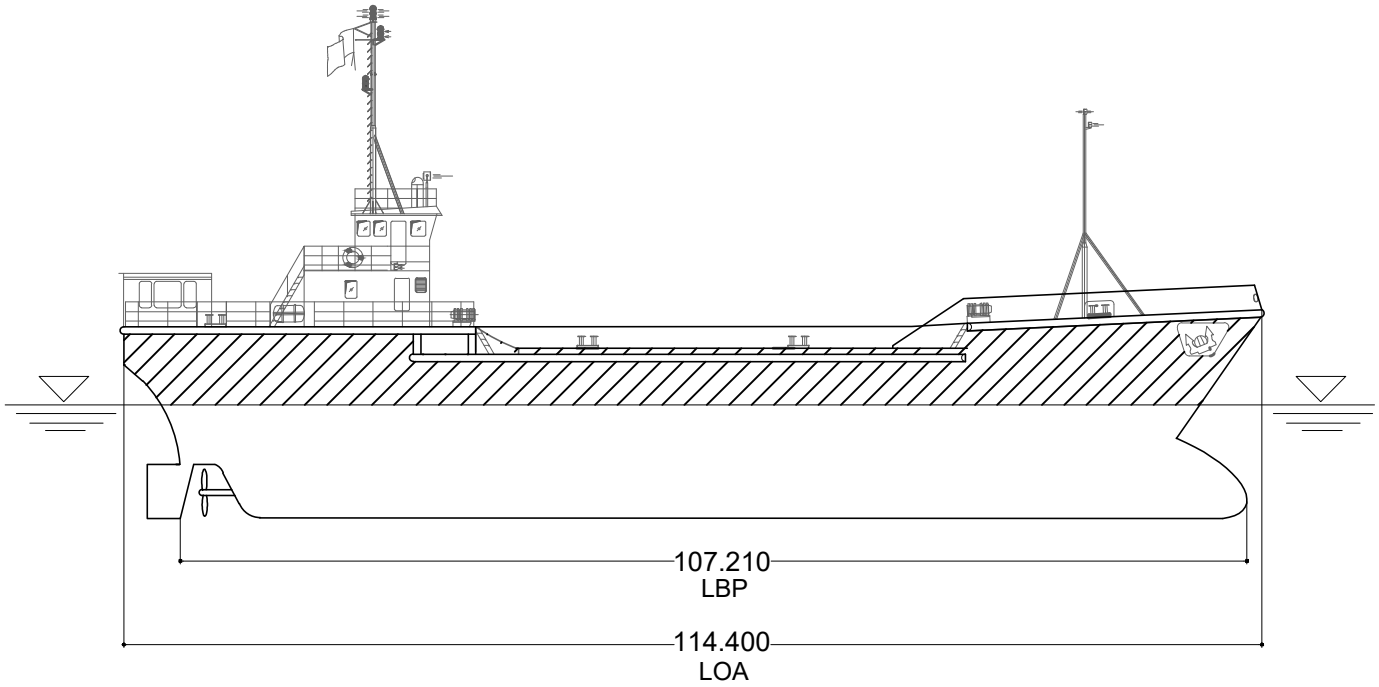
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

GAMBAR	SKALA
Tampak Depan Kapal Tanker 10.000 DWT	1:100

DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		11



TAMPAK SAMPING KAPAL TERKENA ANGIN
SCALE 1/100

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

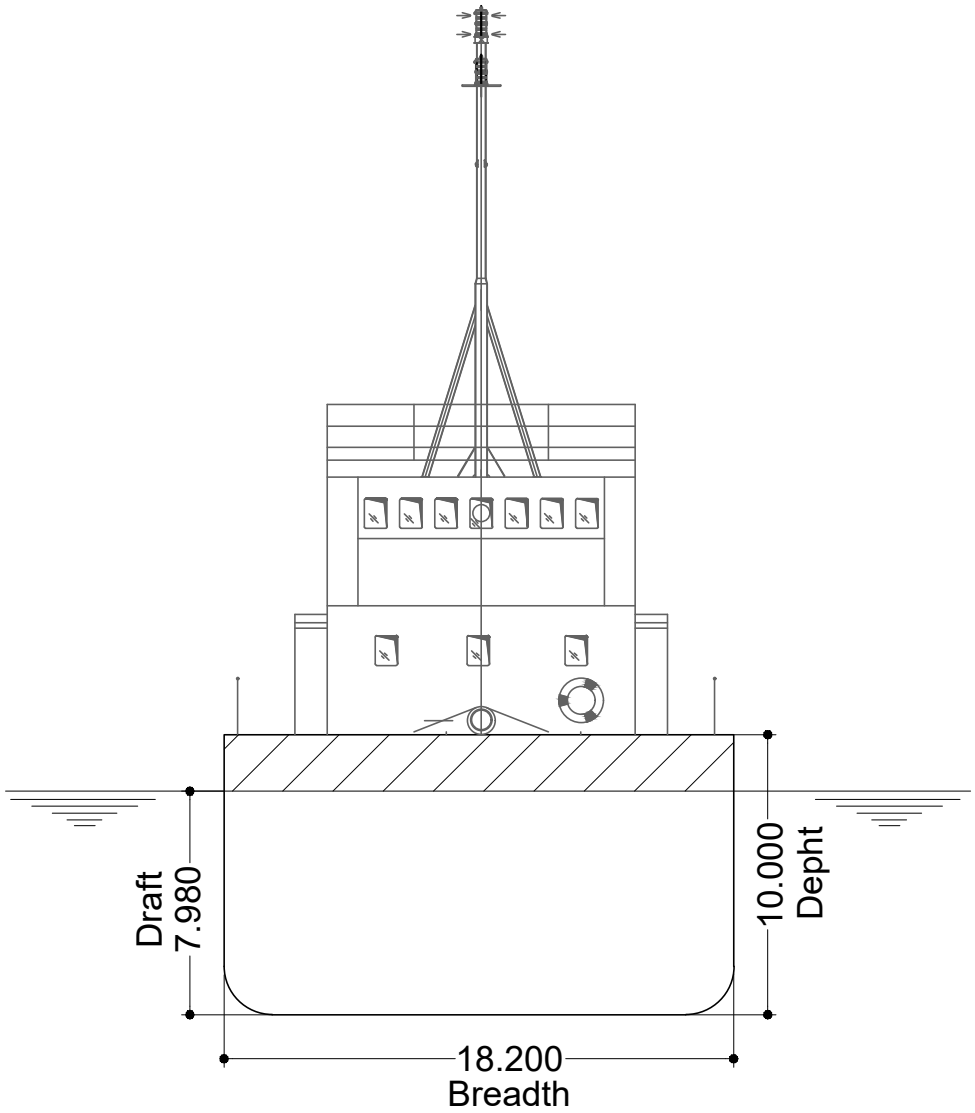
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

GAMBAR	SKALA
TAMPAK SAMPING KAPAL TANKER 10.000 DWT TERENDAM AIR	1:100

DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		12



TAMPAK DEPAN KAPAL TERKENA ANGIN

SCALE 1/100

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

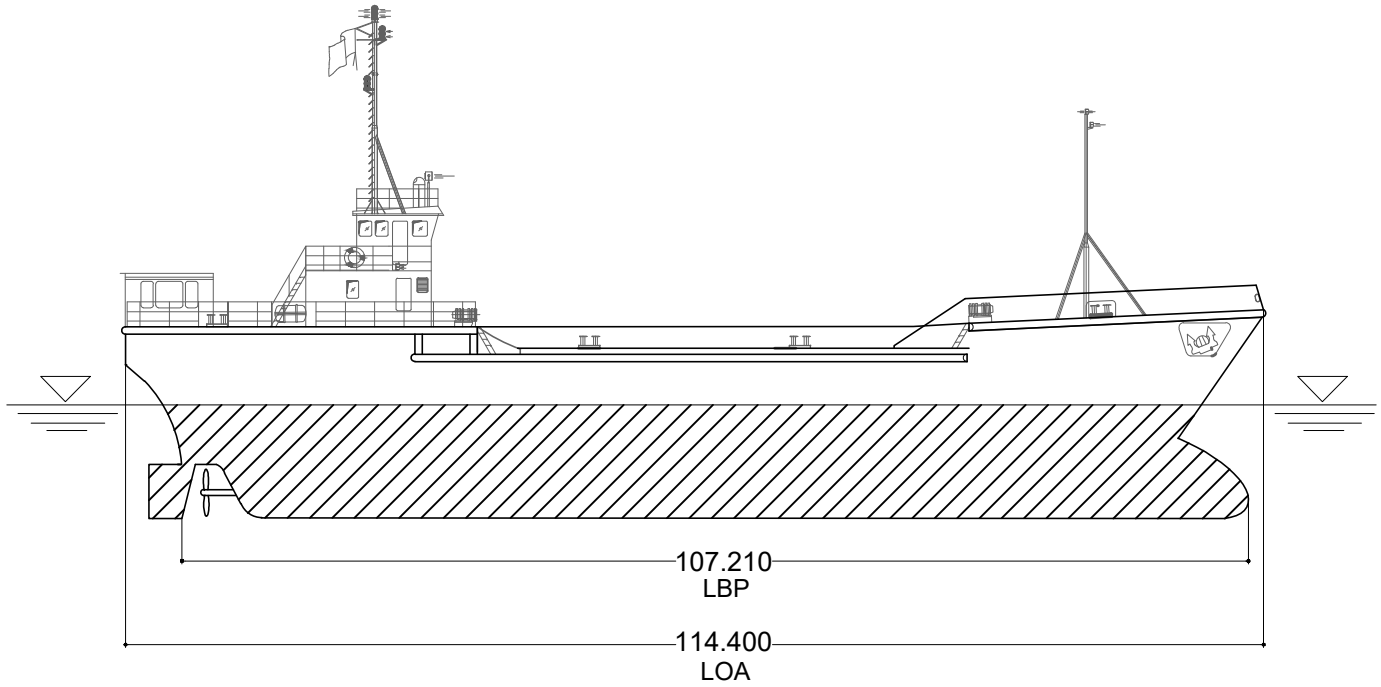
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

GAMBAR	SKALA
Tampak Depan Luas Kapal Tanker 10.000 DWT Terkena Angin	1:100

DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		13



TAMPAK SAMPING KAPAL TERENDAM AIR

SCALE 1/100

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

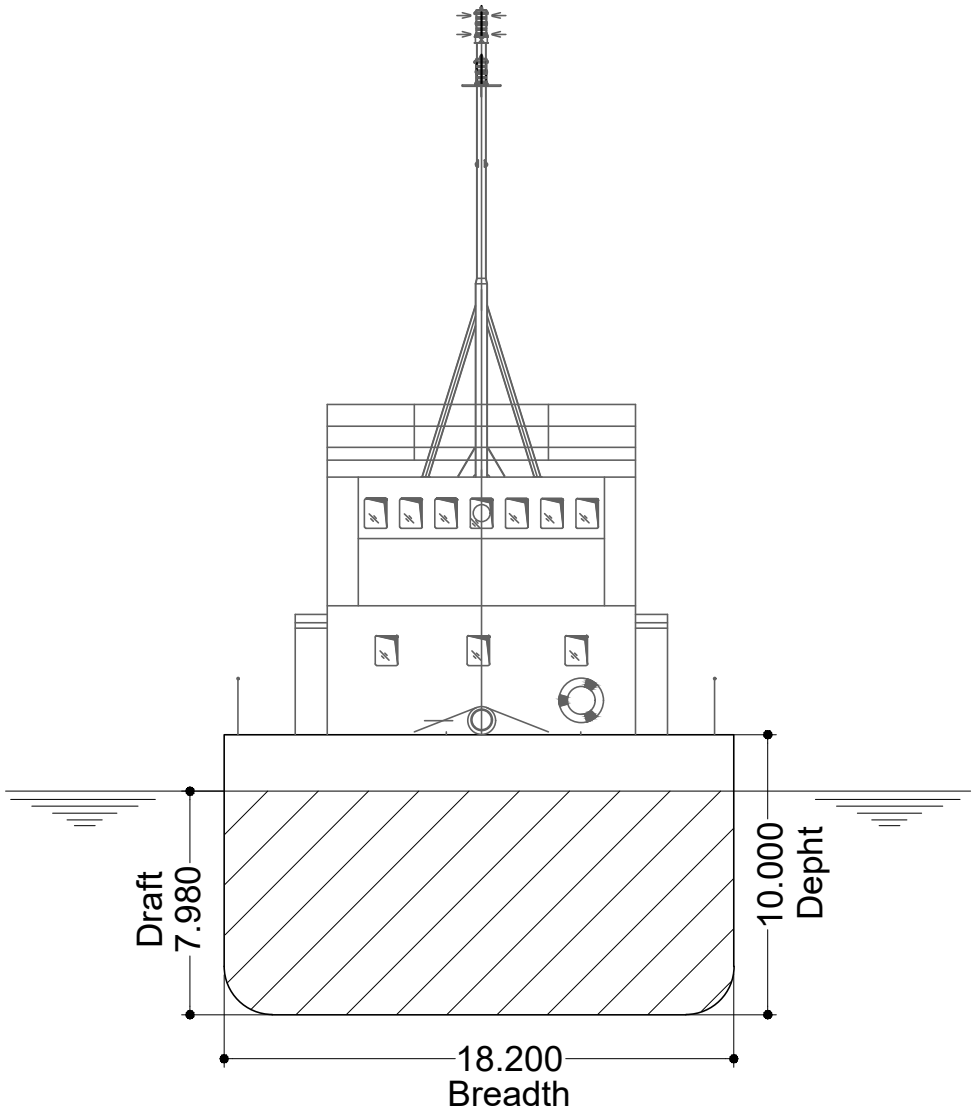
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

GAMBAR	SKALA
TAMPAK SAMPING KAPAL TANKER 10.000 DWT TERENDAM AIR	1:100

DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		14



TAMPAK DEPAN KAPAL TERENDAM AIR

SCALE 1/100

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL 2024/2025

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT

DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PENGUJI 1 : BAMBANG ADHI PRIYAMBODHO S.T., M.T NIP. 197704042009121001	
DOSEN PENGUJI 2 : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M. Eng NIP. 197706182008011005	

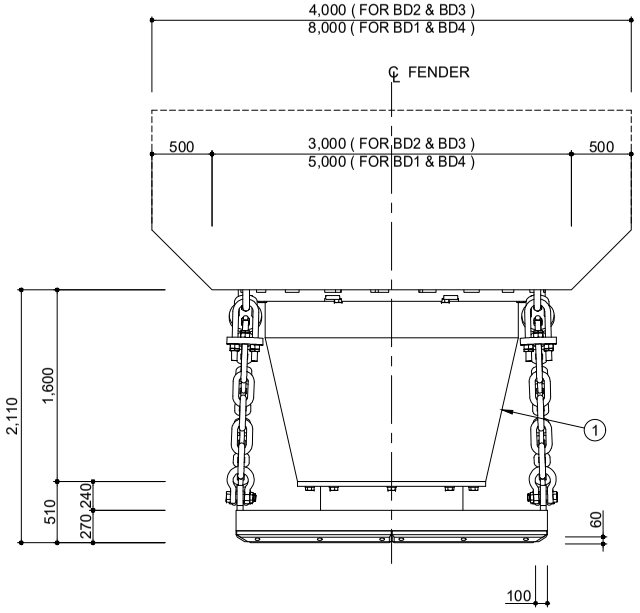
DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING 1 : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T NIP. 197506122008011020	
DOSEN PEMBIMBING 2 : BAEHAKI, S.T., M. Eng NIP. 198705082015041001	

GAMBAR	SKALA
Tampak Depan Luas Kapal Tanker 10.000 DWT Terendam Air	1:100

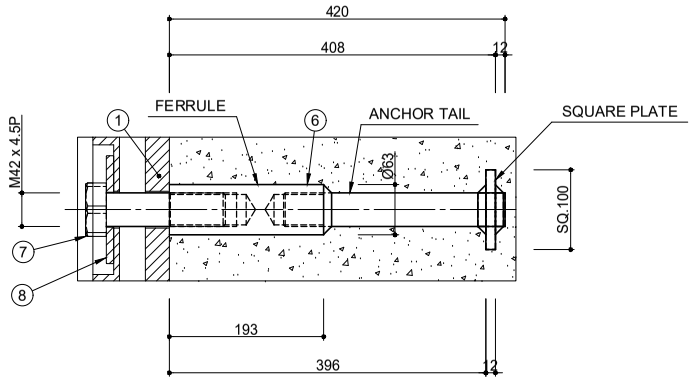
DIGAMBAR	PARAF
RIFDA SYAFRIDA 3336210010	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4		15

LAMPIRAN



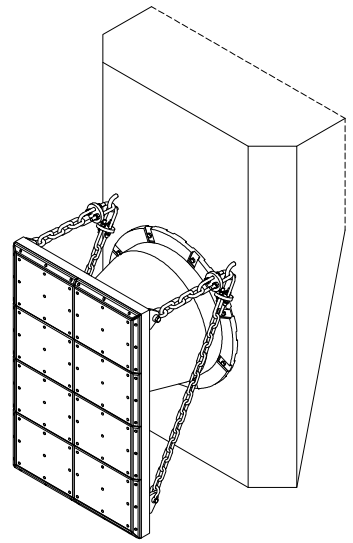
TOP VIEW



1 DETAIL
-

6. NC3 ANCHOR(NON-THROUGH TYPE), M42 x 4.5P
(FOR FENDER TO WHARF FIXING)
MATERIAL : ANCHOR FERRULE :SS316
ANCHOR TAIL : #45 (PAINTED) (PRIMER : 70 MICRON)
SQUARE PLATE : Q235B/EQUIV. (PAINTED) (PRIMER : 70 MICRON)
QTY / SYSTEM : 8 Nos.

Part no.	Description	Size	Qty / system	Material
1	SCN Fender	SCN1600 F0.9	1	Rubber + Steel
2	Frontal frame	4000 x 2600 x 230	1	Q355B / Equiv. (Painted)
3	Facing pad (Colour : Black)	40mm thk.	1	UHMW-PE
4	Tension chain	Ø48 x 4D, Open link	2	Gr. U3, Gr. S, Gr. 8.8, Gr.8, Q355B / Equiv (HDG)
5	Weight chain	Ø32 x 4D, Open link	2	Gr. U3, Gr. S, Gr. 8.8, Gr.8, Q355B / Equiv (HDG)
6	NC3 Anchor (Non-through type)	M42 x 4.5P	8	SS316 + #45 (Painted) + Q235B/Equiv. (Painted)
7	Hex Bolt	M42 x 4.5P (Fully threaded)	8	SS316
8	L washer	Suitable for SCN1600	8	SS316
9	Hex Bolt	M42 x 4.5P (Fully threaded)	8	SS316
10	Round washer for M42	OD 78 x ID 43 x 7 thk.	8	SS316
11	Cast-in 'U' anchor	-	2	SS316

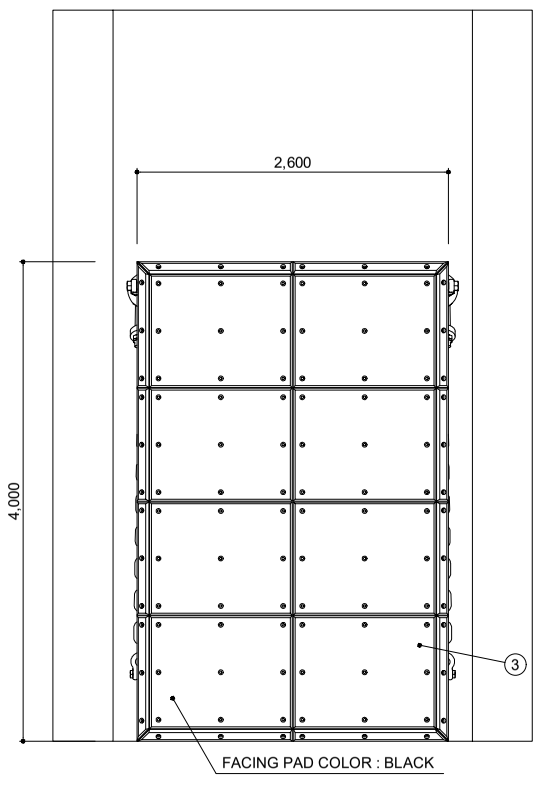


Performance table (CV)	
Fender Type	SCN1600 F0.9
Fender deflection	72 %
Fender energy	1381.5 kNm
Fender reaction	1447.2 kN
Performance tolerance	Energy : -10% Reaction : +10%
Dimensional tolerance	±3 % or ±2mm (whichever is the greater)

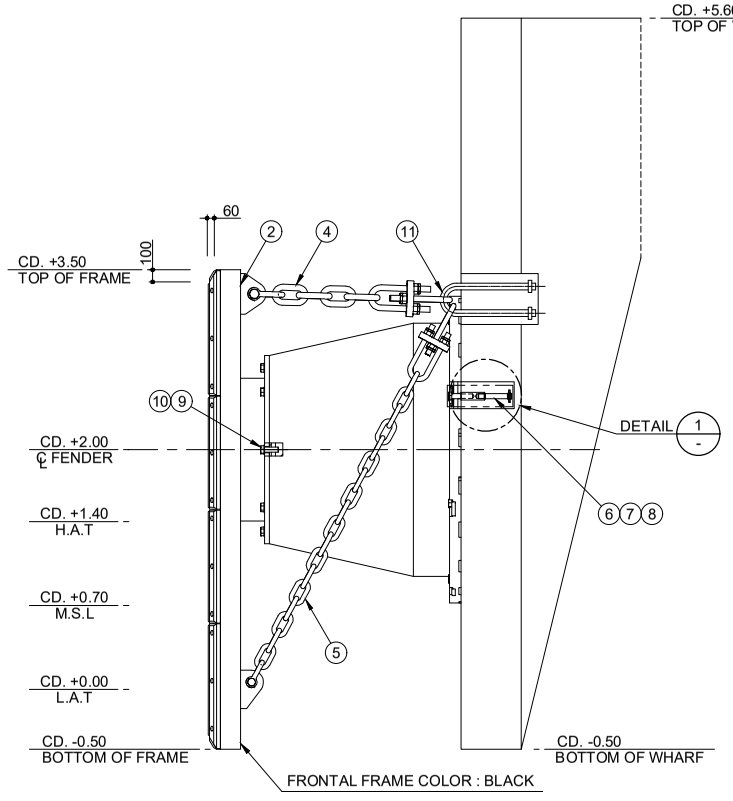
KEY PLAN

***NOTES**

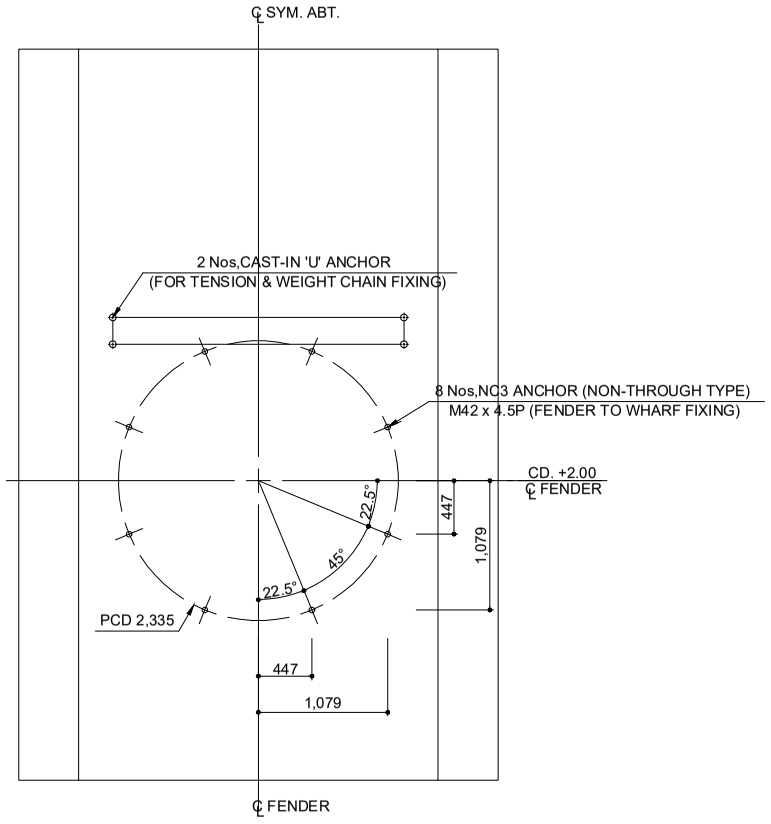
1. THIS DRAWING IS FOR APPROVAL PURPOSE ONLY, DIMENSIONS & DETAILS SHOWN ARE PRELIMINARY AND MAY CHANGE DURING FINAL DESIGN STAGES.
2. ALL DIMENSIONS ARE IN MM OTHERWISE AS SPECIFIED.
3. MINIMUM EDGE DISTANCE FROM NEAREST ANCHOR SHALL BE 1.5 TIMES OF ANCHOR EMBEDMENT DEPTH OR ELSE REINFORCEMENT SHALL BE PROVIDED AS PER ACI 318 RD 5.2.9.
4. ALL HEX BOLTS SHALL BE IN ACCORDING TO DIN933.
5. All round washers shall be in according to DIN125.
6. DIMENSIONAL TOLERANCE FOR ALL STEEL STRUCTURE SHALL BE AS PER EN ISO 13920, CLASS–C.
7. ALL DIMENSIONS ARE INDICATIVE ONLY AND MAY GET CHANGE AT THE TIME OF FINAL DESIGN.
8. THE HULL PRESSURE FOR THE FRONTAL FRAME DESIGN IS CONSIDERD TO BE 200 kPa.
9. THIS DRAWING IS INDICATIVE ONLY DEVELOPMENT OF THIS DRAWING WILL BE UPDATED BY THE SUPPLIER.



FRONT VIEW



SIDE VIEW



ANCHOR LAYOUT DETAIL

REFERENCE DRAWING

DRAWING NO.	TITLE

REV	DATE	DESCRIPTION	DWN	DGN	CHK	APP
0	25.OCT.'22	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P
A	19.JUL.'22	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P

THIS DWG IS PROPERTY OF CLIENT THE INFORMATION CONTAINED HERE ON MAY NOT BE USED OR COPIED IN ANY MANNER WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE OWNER.

PROJECT
LINE PROJECT (WP5&7)

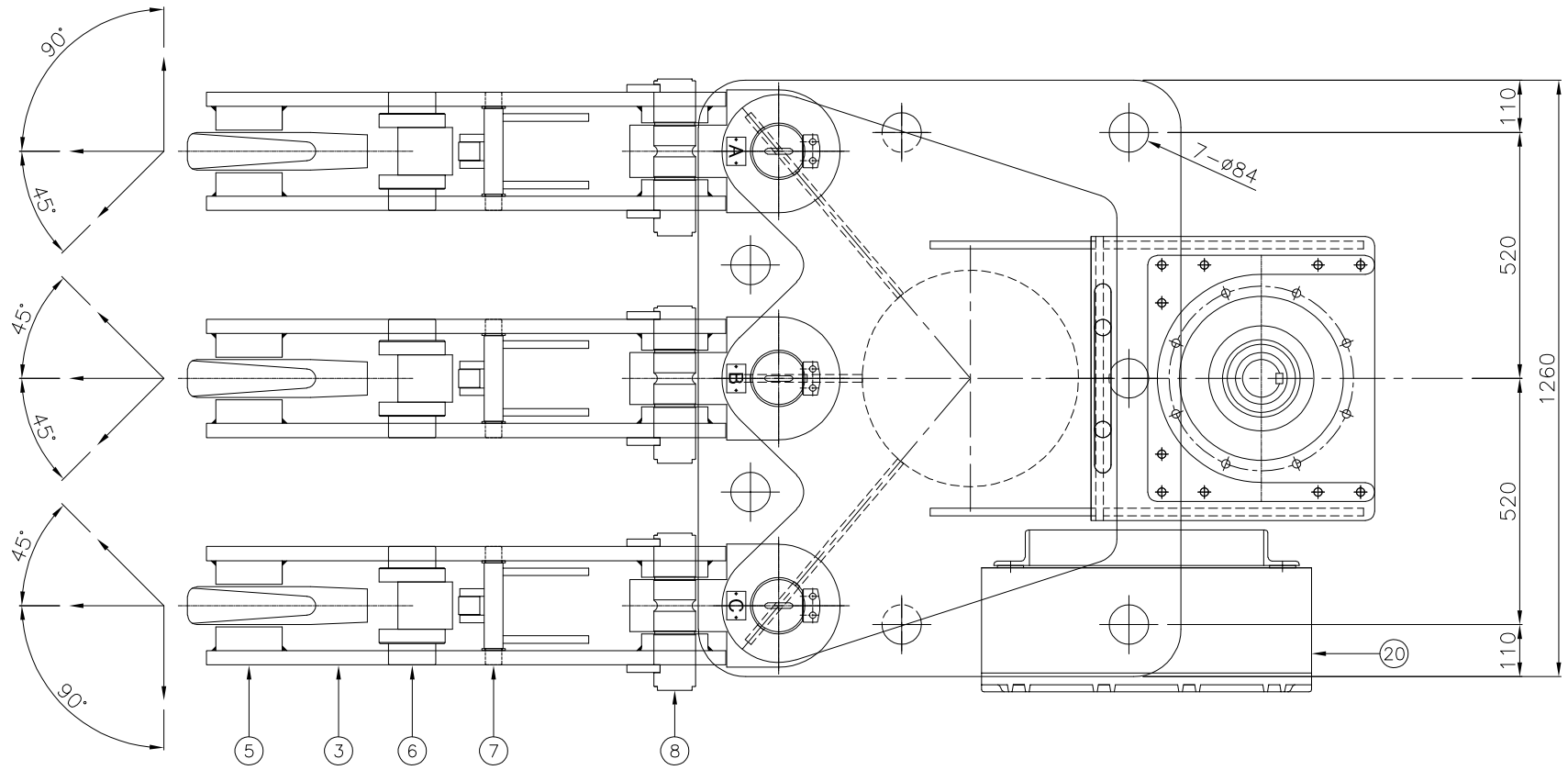
OWNER
PT LOTTE CHEMICAL INDONESIA

CONTRACTOR
LOTTE E&C

TITLE
FENDER DETAILS (SCN 1600 F0.9)

SCALE	JOB NO.	CWA NO.	DWG. NO.	REV. NO.
N.T.S	15005	0000	LINE–906–CG–1–4055	0

FILE NAME



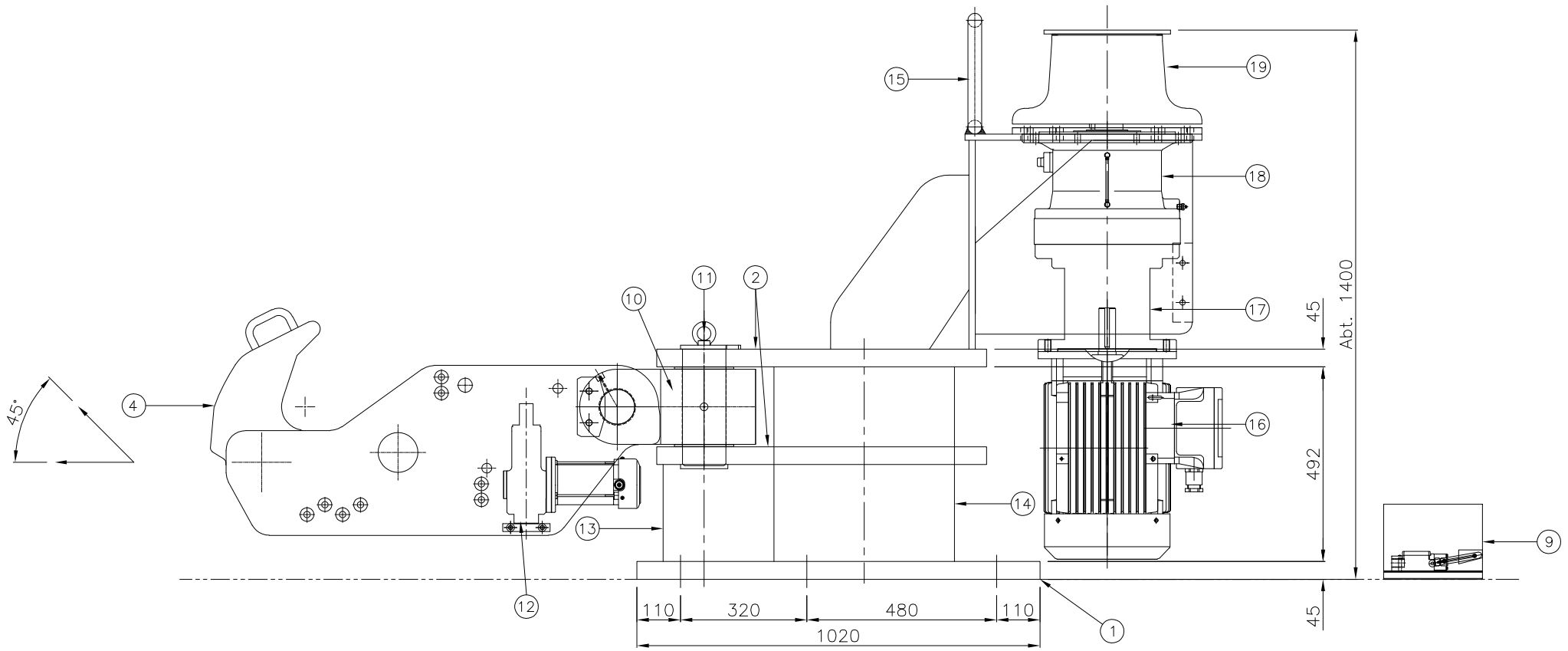
QRH SPECIFICATION	
RELEASE OPERATION TYPE	ELECTRIC RELEASE
LOCKING TYPE	MANUAL RESET
SAFE WORKING LOAD	75TON
PROOF TEST LOAD	112.5TON
QRH BASE PLATE CAPACITY	225TON
EQUIPMENT WEIGHT	3.3TON / 1 QRH

CAPSTAN SPECIFICATION	
CAPSTAN TYPE	VERTICAL DRUM WITH ROPE GUIDE
PULLING RATE LOAD	3TON
PULLING SPEED	20 M/MIN
GEAR TYPE	CYCLO REDUCTION GEAR
OPERATION TYPE	FOOT SWITCH & PANEL SWITCH

NO.	DESCRIPTION	MAT'L	Q'TY	REMARK
1	BASE PLATE	SM490A	1	
2	UPPER & MIDDLE PLATE	SM490A	2	
3	SIDE PLATE	S45C-H	3	
4	HOOK	S45C-H	3	
5	HOOK PIN	SCM440	3	
6	TUMBLER PIN	SC480	3	
7	LOCKER PIN	SCM440	3	
8	LOAD CELL	STS	3	
9	FOOT SWITCH	STS304	1	
10	CONNECTOR	SCW550	3	
11	POST PIN	SCM440	3	
12	ACTUATOR WITH MOTOR	CAST STEEL	3	0.18kW
13	STIFFNER	SS400	3	
14	MAIN POST	STPG	1	
15	CAPSTAN SEAT	SS400	1	
16	ELE. MOTOR FOR CAPSTAN	–	1	7.5kW
17	BRAKE	–	1	
18	REDUCER	–	1	1/87
19	DRUM	CAST STEEL	1	ø300
20	LOCAL CONTROL PANEL	–	1	

(FOR ONE QRH)

NOTE :
1. Q'TY : 4 SETS (FOR BERTH #5)



FOR INFORMATION

REV.	DATE	DESCRIPTION	PRPD	CHKD	APPVD
0	15. DEC. 22	FOR INFORMATION	H.S.KIM	M.C.KIM	S.Y.PARK

DRAWING	H.S.KIM	CHECKED	M.C.KIM	APPROVED	S.Y.PARK

DRAWING TITLE	GENERAL ARRANGEMENT DWG OF 75TON 3HOOKS ELECTRIC RELEASE TYPE QRH	MARK NO. QRH

PROJECT NAME	STANDARD DWG PROJECT				
PROJECT NO.	-	SCALE	1 / 10 (A2)	DATE	2022. 12. 15
DRAWING NO.	QRH-E-075T-0300	SHEET NO.	1 of 1	REV. NO	0

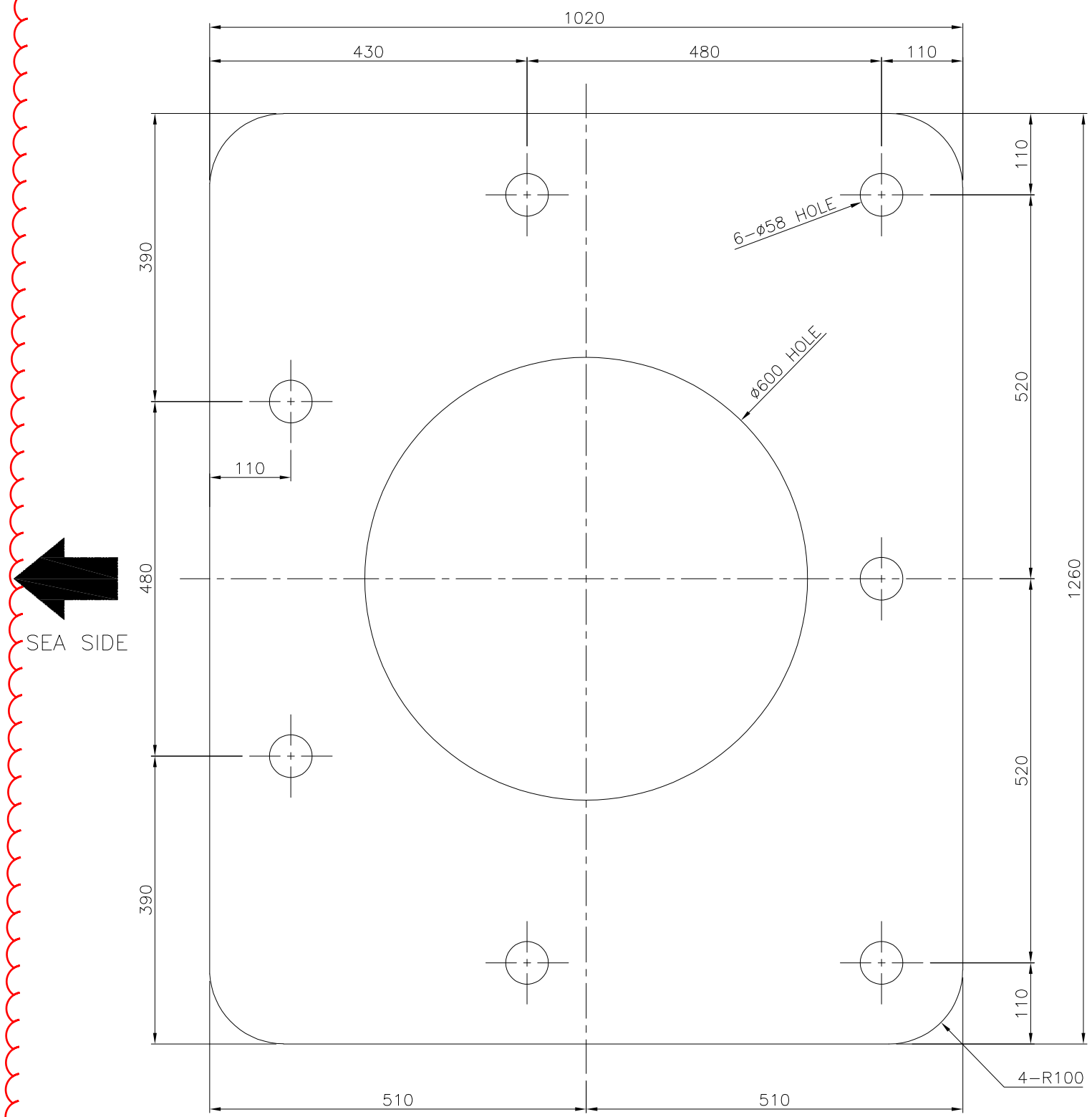
SAMGONG CO.,LTD.

FILE NAME

NO.	DESCRIPTION	MAT'L	Q'TY	REMARK
1	TEMPLATE	SS275	1	4.5T
2	ANCHOR BOLT & NUT	S45C-H	7	M56, 695L

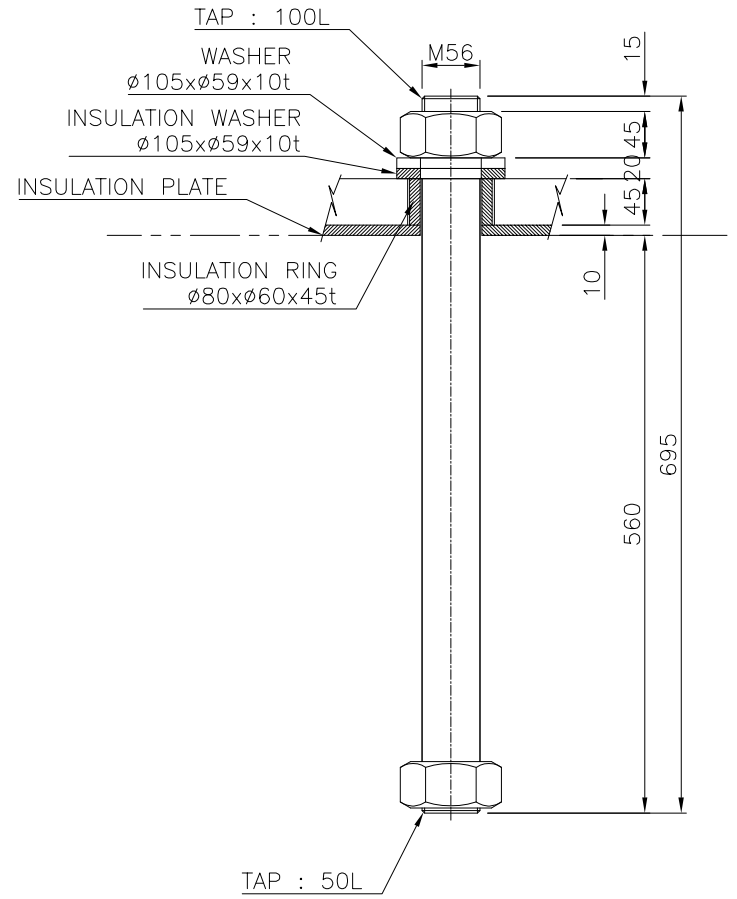
DETAIL OF TEMPLATE (1)

4.5t



DETAIL OF ANCHOR BOLT (2)

ANCHOR BOLT MAT'L : S45C-H
INSULATION MAT'L : POLYETHYLENE



NOTE :
1. Q'TY : 4 SETS (FOR BERTH #5)

FOR INFORMATION

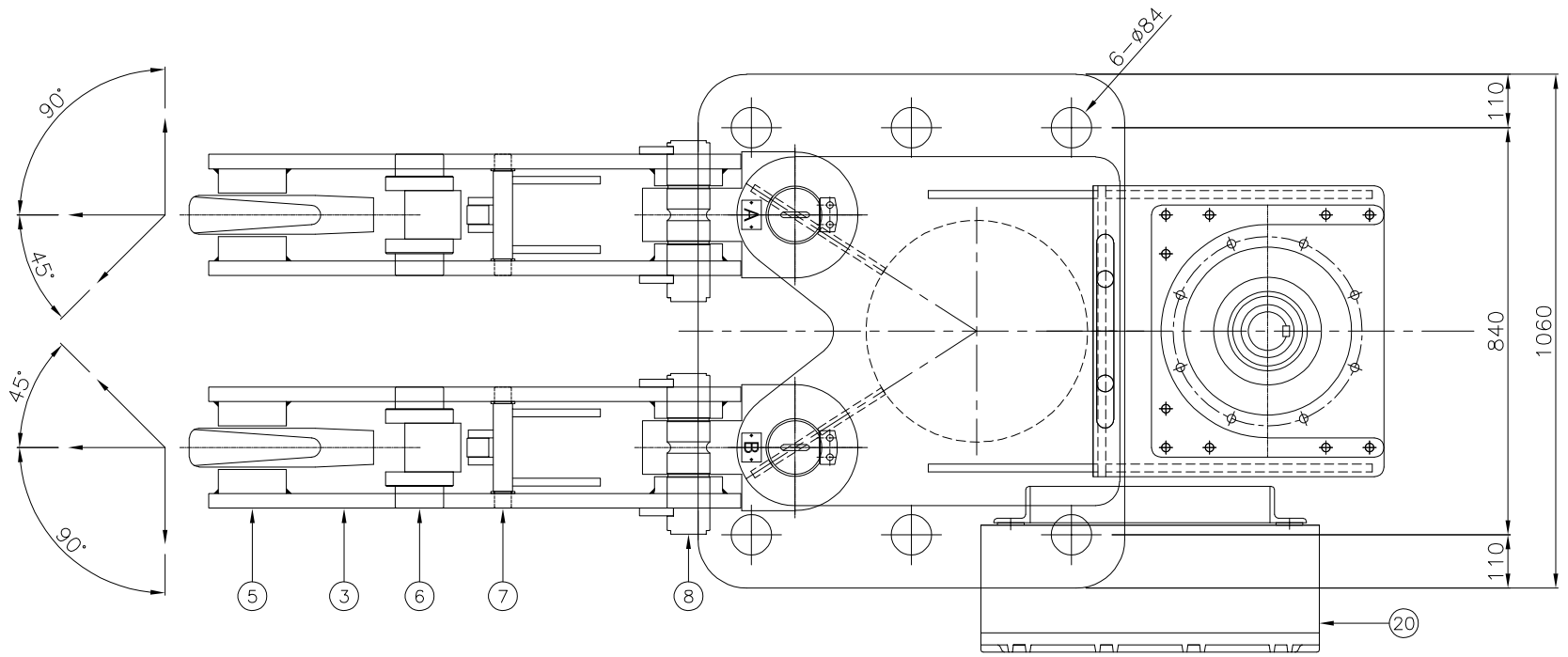
REV.	DATE	DESCRIPTION	PRPD	CHKD	APPVD
0	15. DEC. 22	FOR INFORMATION	H.S.KIM	M.C.KIM	S.Y.PARK

DRAWING	H.S.KIM	CHECKED	M.C.KIM	APPROVED	S.Y.PARK

DRAWING TITLE	DETAIL OF ANCHOR BOLT & TEMPLATE 75TON 3HOOKS ELECTRIC RELEASE TYPE QRH	MARK NO. QRH
PROJECT NAME	STANDARD DWG PROJECT	
PROJECT NO. - / SCALE 1 / 5 (A2) / DATE 2022. 12. 15		
DRAWING NO. QRH-E075T-0301 / SHEET NO. 1 of 1 / REV. NO 0		

SAMGONG CO.,LTD.

FILE NAME



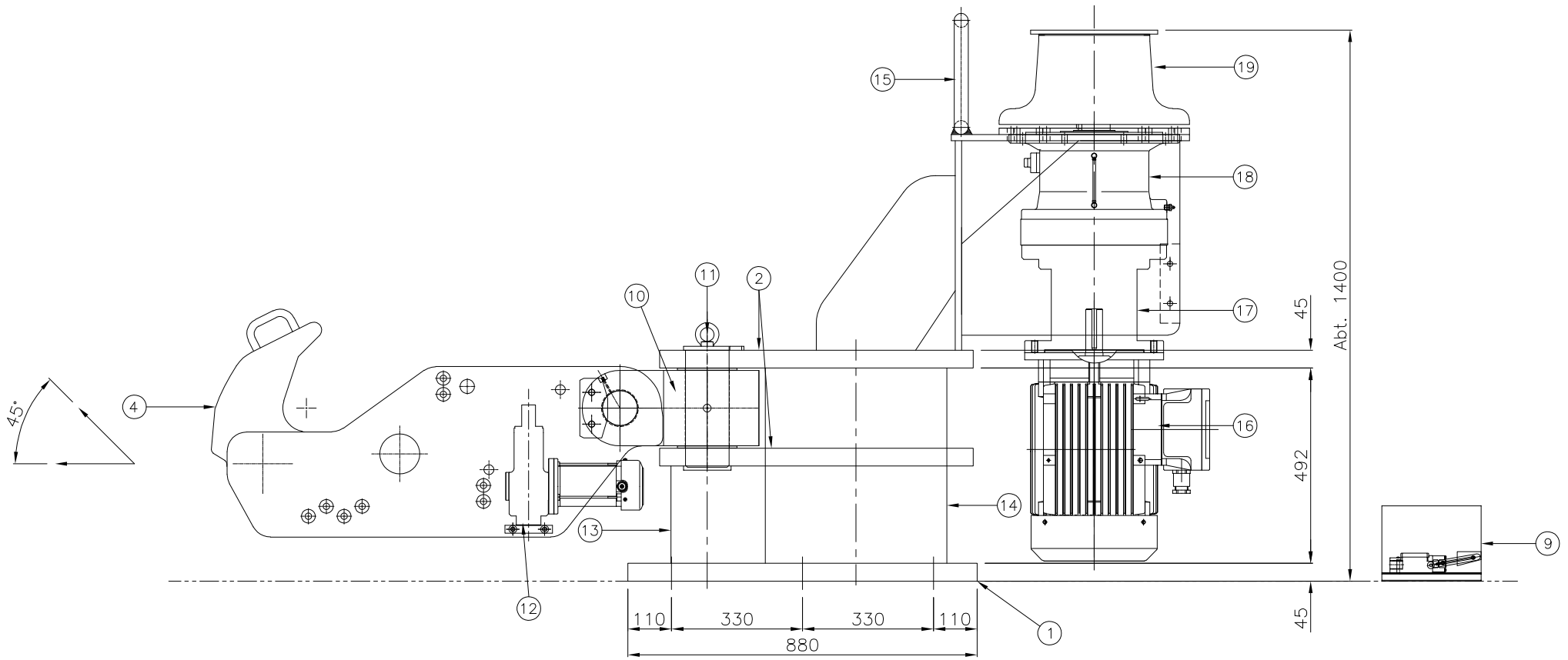
QRH SPECIFICATION	
RELEASE OPERATION TYPE	ELECTRIC RELEASE
LOCKING TYPE	MANUAL RESET
SAFE WORKING LOAD	75TON
PROOF TEST LOAD	112.5TON
QRH BASE PLATE CAPACITY	150TON
EQUIPMENT WEIGHT	2.4TON / 1 QRH

CAPSTAN SPECIFICATION	
CAPSTAN TYPE	VERTICAL DRUM WITH ROPE GUIDE
PULLING RATE LOAD	3TON
PULLING SPEED	20 M/MIN
GEAR TYPE	CYCLO REDUCTION GEAR
OPERATION TYPE	FOOT SWITCH & PANEL SWITCH

NO.	DESCRIPTION	MAT'L	Q'TY	REMARK
1	BASE PLATE	SM490A	1	
2	UPPER & MIDDLE PLATE	SM490A	2	
3	SIDE PLATE	S45C-H	2	
4	HOOK	S45C-H	2	
5	HOOK PIN	SCM440	2	
6	TUMBLER PIN	SC480	2	
7	LOCKER PIN	SCM440	2	
8	LOAD CELL	STS	2	
9	FOOT SWITCH	STS304	1	
10	CONNECTOR	SCW550	2	
11	POST PIN	SCM440	2	
12	ACTUATOR WITH MOTOR	CAST STEEL	2	0.18kW
13	STIFFNER	SS400	2	
14	MAIN POST	STPG	1	
15	CAPSTAN SEAT	SS400	1	
16	ELE. MOTOR FOR CAPSTAN	–	1	7.5kW
17	BRAKE	–	1	
18	REDUCER	–	1	1/87
19	DRUM	CAST STEEL	1	ø300
20	LOCAL CONTROL PANEL	–	1	

(FOR ONE QRH)

NOTE :
1. Q'TY : 2 SETS (FOR BERTH #5)



FOR INFORMATION

REV.	DATE	DESCRIPTION	PRPD	CHKD	APPVD
0	15. DEC. 22	FOR INFORMATION	H.S.KIM	M.C.KIM	S.Y.PARK

DRAWING	H.S.KIM	CHECKED	M.C.KIM	APPROVED	S.Y.PARK
DRAWING TITLE	GENERAL ARRANGEMENT DWG OF 75TON 2HOOKS ELECTRIC RELEASE TYPE QRH			MARK NO.	QRH
PROJECT NAME	STANDARD DWG PROJECT				
PROJECT NO.	-	SCALE	1 / 10 (A2)	DATE	2022. 12. 15
DRAWING NO.	QRH-E-075T-0200	SHEET NO.	1 of 1	REV. NO	0

SAMGONG CO.,LTD.

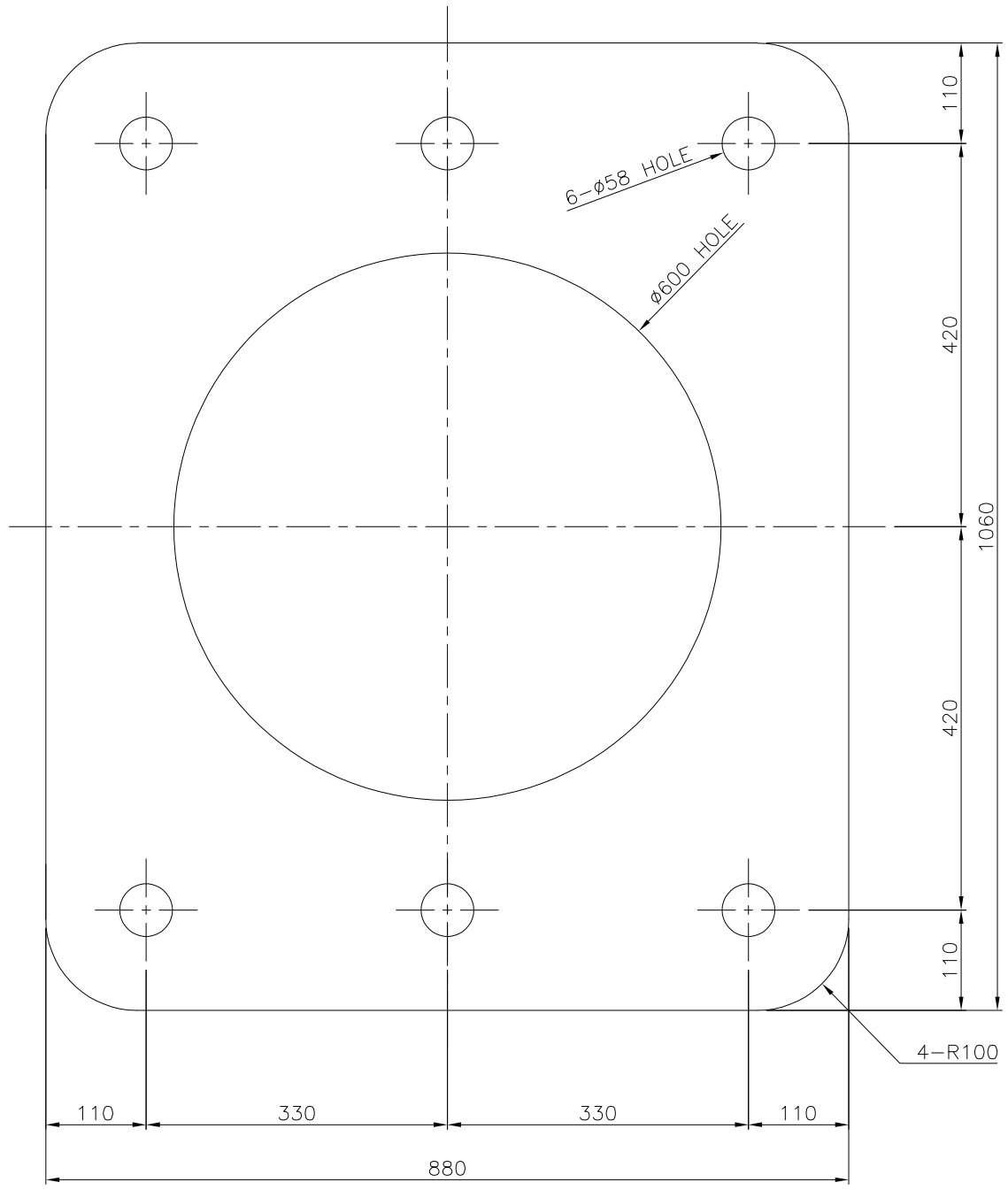
FILE NAME

NO.	DESCRIPTION	MAT'L	Q'TY	REMARK
1	TEMPLATE	SS275	1	4.5T
2	ANCHOR BOLT & NUT	S45C-H	6	M56, 695L

NOTE :
1. Q'TY : 2 SETS (FOR BERTH #5)

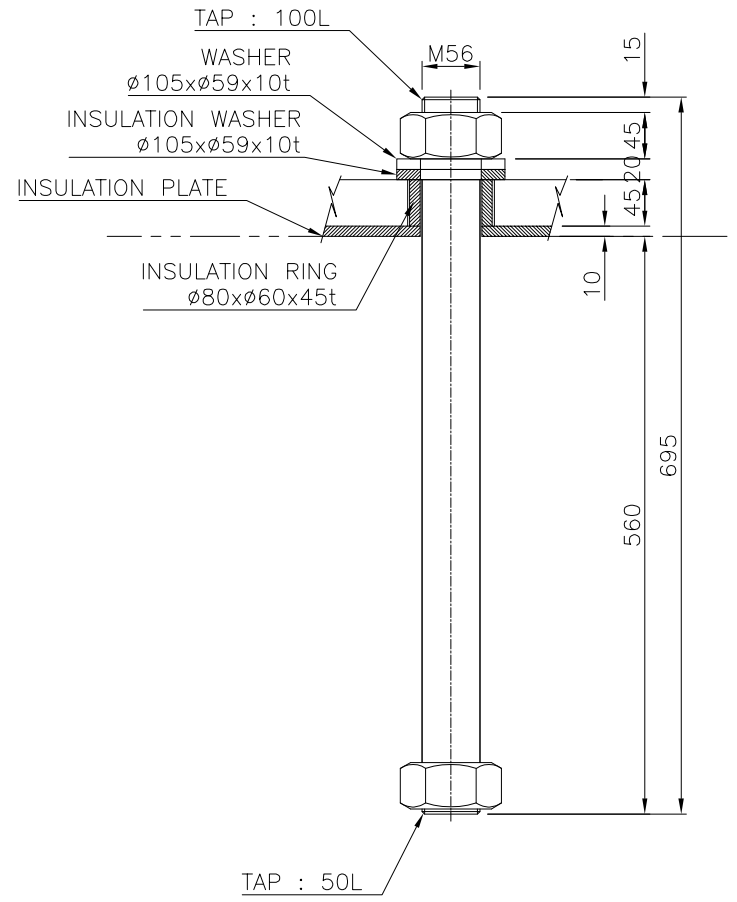
DETAIL OF TEMPLATE (1)

4.5t



DETAIL OF ANCHOR BOLT (2)

ANCHOR BOLT MAT'L : S45C-H
INSULATION MAT'L : POLYETHYLENE



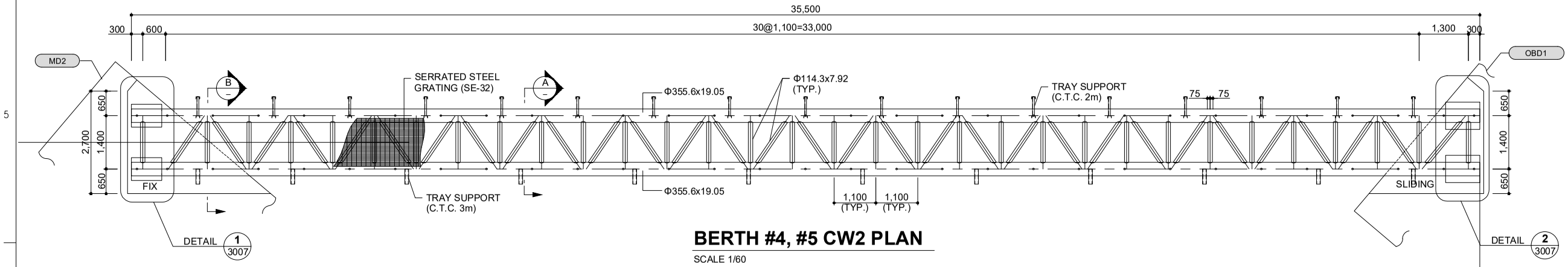
FOR INFORMATION

REV.	DATE	DESCRIPTION	PRPD	CHKD	APPVD
0	15. DEC. 22	FOR INFORMATION	H.S.KIM	M.C.KIM	S.Y.PARK

DRAWING	H.S.KIM	CHECKED	M.C.KIM	APPROVED	S.Y.PARK

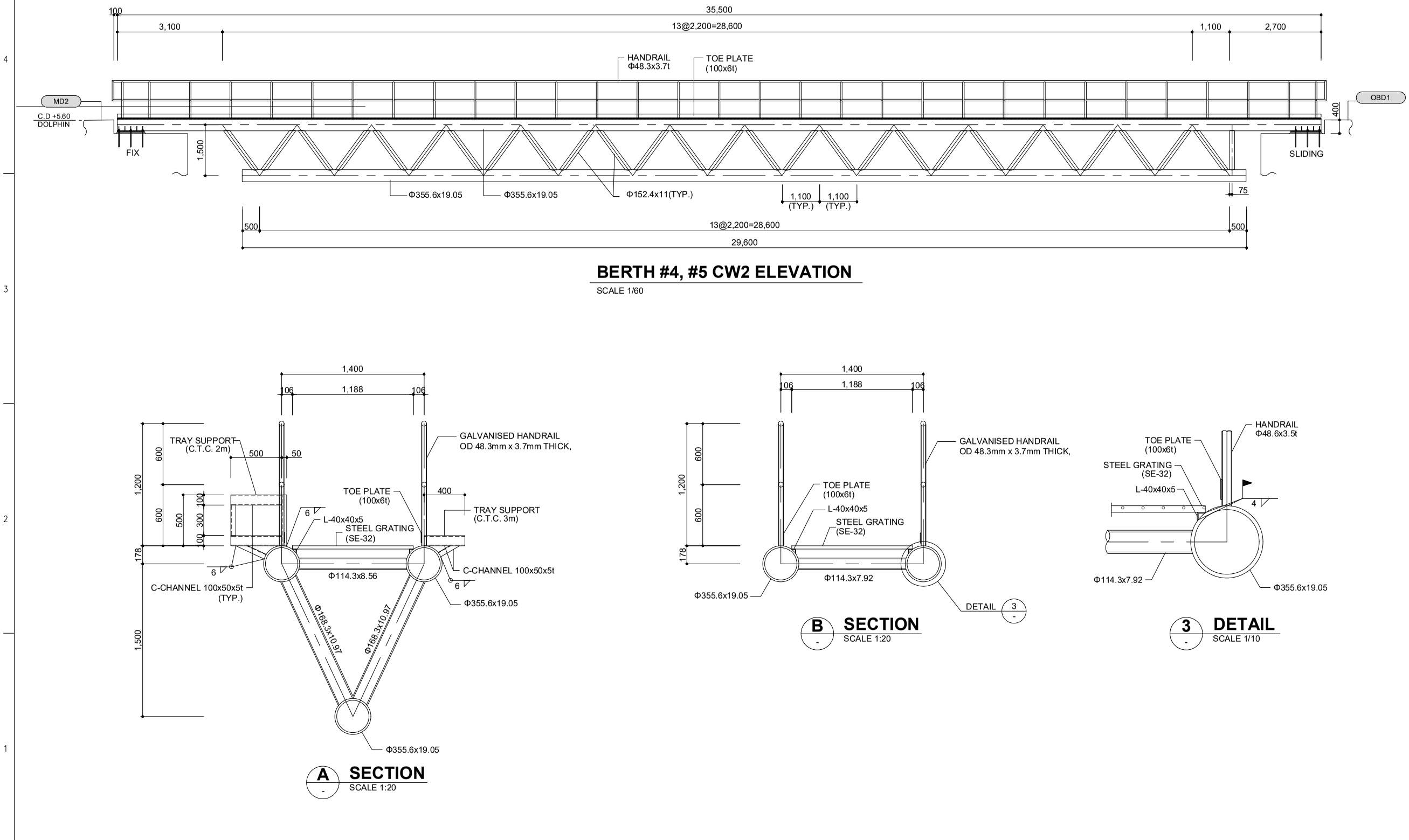
DRAWING TITLE	DETAIL OF ANCHOR BOLT & TEMPLATE 75TON 2HOOKS ELECTRIC RELEASE TYPE QRH			MARK NO.	QRH
PROJECT NAME	STANDARD DWG PROJECT				
PROJECT NO.	-	SCALE	1 / 5 (A2)	DATE	2022. 12. 15
DRAWING NO.	QRH-E075T-0201	SHEET NO.	1 of 1	REV. NO	0

SAMGONG CO.,LTD.



BERTH #4, #5 CW2 PLAN

SCALE 1/60



BERTH #4, #5 CW2 ELEVATION

SCALE 1/60

A SECTION

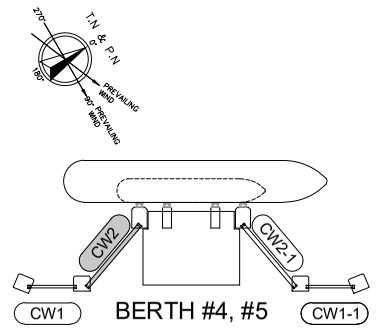
SCALE 1:20

B SECTION

SCALE 1:20

3 DETAIL

SCALE 1/10



BERTH #4, #5

KEY PLAN

*NOTES

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS UNLESS NOTED OTHERWISE.
2. ALL LEVELS ARE IN METERS AND RELATIVE TO CHART DATUM.
3. STEEL MEMBERS SHALL BE HOP DIP GALVANISED AND PAINTED
4. INSTALLATION LOCATION OF CATWALK SUPPORT CAN BE REVISED ACCORDING TO FABRICATION CONDITION OF CATWALK.
5. ALL STEEL WORK TO BE A53 GRADE B OR EQUIVALENT.
6. STRUCTURAL STEEL WORK FABRICATION SHALL BE ACCORDING TO AISC 207-16.
7. UNLESS OTHERWISE NOTES WELDED JOINTS ARE FULL STRENGTH TYPE.
8. PAINTING AND COATING OF STEEL MEMBERS SHOULD BE APPLIED ACCORDING TO CLIENT REQUIREMENTS.

REFERENCE DRAWING

DRAWING NO.	TITLE
LINE-906-CG-1-1000	NEW BERTH #2 GENERAL LAYOUT PLAN & PROFILE

REV	DATE	DESCRIPTION	DWN	DGN	CHK	APP
2	30.OCT.'23	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.C	B.H.P	S.G.K	K.H.P
1	30.SEP.'22	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P
0	29.JUL.'22	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P
A	30.JUN.'22	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.C	B.H.P	Z.C.K	S.Y.P

THIS DWG IS PROPERTY OF CLIENT THE INFORMATION CONTAINED HERE ON MAY NOT BE USED OR COPIED IN ANY MANNER WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE OWNER.

PROJECT
LINE PROJECT (WP5&7)

OWNER
PT LOTTE CHEMICAL INDONESIA

CONTRACTOR
LOTTE E&C

TITLE
NEW BERTH #4, #5 CW2 PLAN & ELEVATION

SCALE	JOB NO.	CWA NO.	DWG. NO.	REV. NO.
AS SHOWN	15005	7AJ2	LINE-906-CG-1-3004	2

LAMPIRAN

TUTORIAL ANALISIS STRUKTUR *BREASTING DOLPHIN* DAN *MOORING DOLPHIN* MENGGUNAKAN SAP2000

Disusun oleh:

RIFDA SYAFRIDA

3336210010

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

BANTEN

TAHUN 2025

Analasisis Struktur *Breasting Dolphin*

Ketentuan analisis permodelan struktur *breasting dolphin* adalah sebagai berikut :

a. Spesifikasi

Permodelan struktur *breasting dolphin* dengan spesifikasi baja dan material beton dalam satuan ukuran milimeter dengan ketentuan seperti berikut :

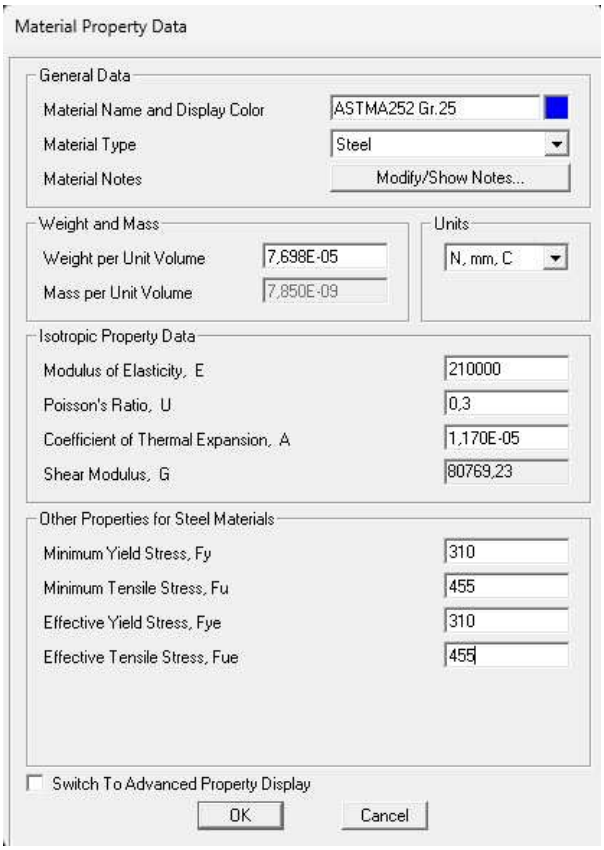
1) Mutu bahan : Baja BJ50

Langkah dalam mendefiniskan material adalah sebagai berikut :

a) Klik menu *Define* > *Materials* > *add new material*

b) Beri nama material "ASTM A-252 Gr.25"

c) Isikan data – data sesuai gambar berikut :



Gambar 1 *Define Material* Baja *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

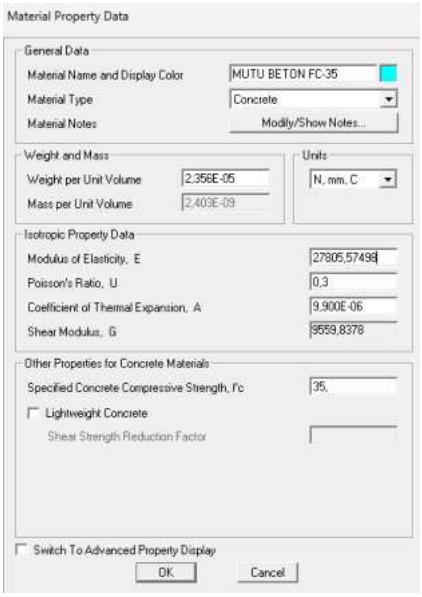
2) Mutu beton : Fc' 35 MPa

Langkah dalam mendefiniskan material adalah sebagai berikut :

a) Klik menu *Define* > *Materials* > *add new material*

b) Beri nama material "Mutu Beton Fc-35"

c) Isikan data – data sesuai gambar berikut :



Gambar 2 *Define Material* Beton *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

3) Profil Baja : PIPE

Langkah dalam mendefinisikan profil baja adalah sebagai berikut :

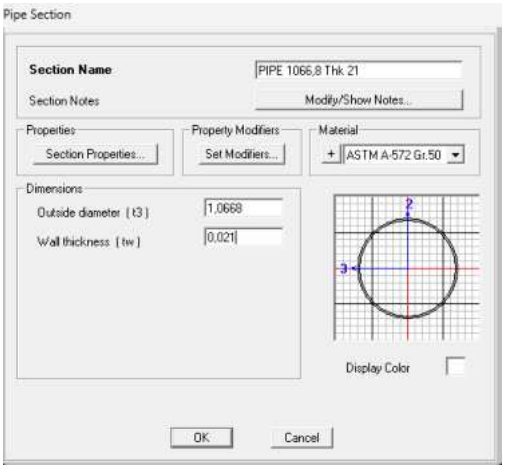
a) Klik menu *Define* > *Section Properties* > *Frame Sections*

b) Klik *Add New Property*

c) Pada kotak dialog selanjutnya, pilih jenis profil *Pipe*

d) Isi *section name* menjadi "PIPE 1066,8 Thk 21"

e) Isi data *dimension* seperti gambar berikut :



Gambar 3 *Pipe* Baja *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

4) Tebal Balok : 2 m

Berikut merupakan langkah dalam mendefinisikan balok :

a) Klik *Define* > *Sections Properties* > *Area Sections*

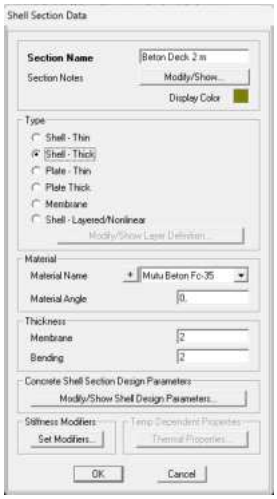
b) Klik *Add New Sections*

c) Beri nama penampang pada *Section Name* menjadi “Beton Deck 2 m”

d) Pilih *type* “*Shell - thick*”

e) Pilih material yang sesuai pada pilihan material: “Mutu Beton Fc-35”

f) Isi data *Thickness* seperti gambar berikut :

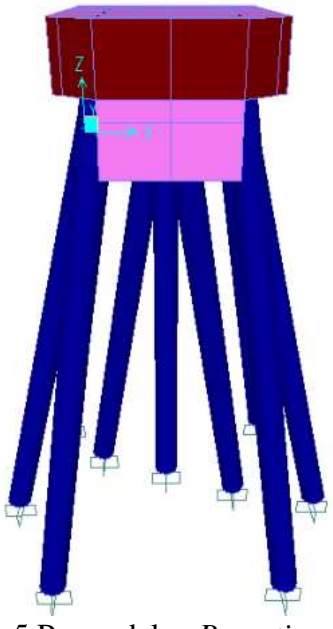


Gambar 4 *Slab Property Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

b. Gambar Permodelan

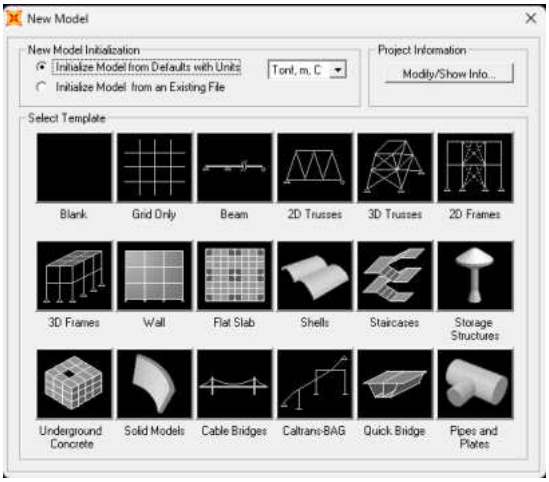
Berikut merupakan gambar langkah permodelan dari *case* yang akan dibuat :



Gambar 5 Permodelan *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

1) Membuat file baru :
   a) Klik menu *File* > *New Model…*
   b) Klik pilihan *Initialize Model from Defaults with Units*, pilih satuan Ton, m, C
   c) Klik tombol *Blank*

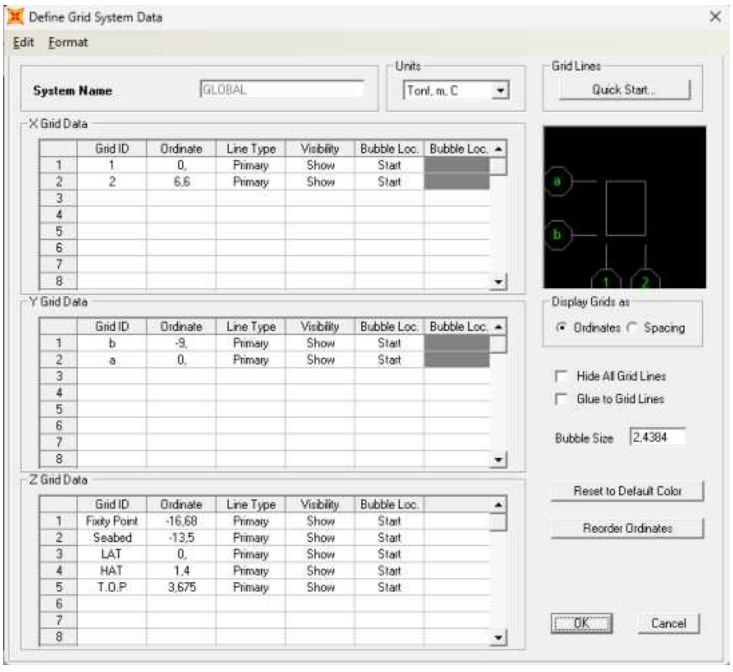


Gambar 6 *New Model Quick Template Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

2) Mengatur dimensi permodelan sesuai ketentuan

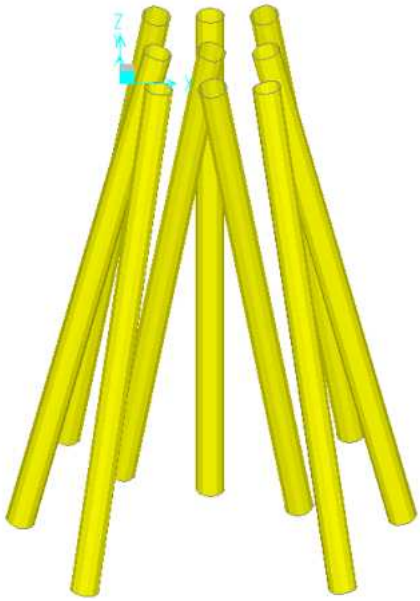
   Atur dimensi sesuai ketentuan dengan klik kanan pada *mouse* lalu pilih edit / *modify grid*



Gambar 7 Dimensi Permodelan *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

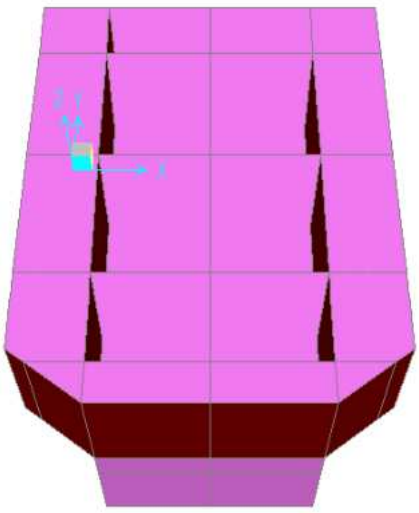
3) Menggambar model struktur
   a) Klik menu *Draw* > *draw Frame* / *cable* / *tendon*
   b) Pada kotak dialog, pilih penampang profil “PIPE 1066,8 Thk 21” kemudian gambar *frame* struktur



Gambar 8 Model Struktur *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

4) Menggambar elemen balok
   a) Klik *Draw* > *Draw Poly Area*
   b) Pada kotak dialog *properties of object*, pilih *section* “Beton Deck 2 m”
   c) Pilih pada elemen yang akan didefinisikan sebagai balok



Gambar 9 *Define Area Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

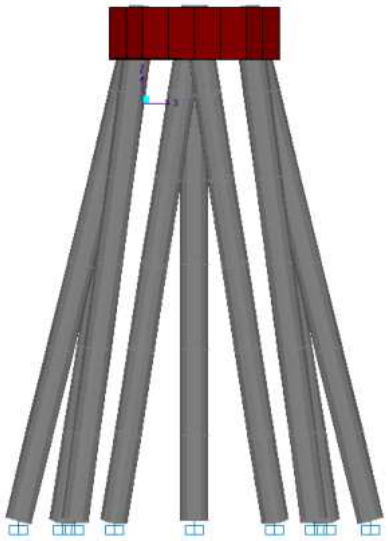
5) Mengganti tumpuan struktur

a) Klik semua tumpuan atau *block* keseluruhan

b) Klik menu *Assign* > *Joint* > *Restrains* pilih tumpuan jepit

Gambar 10 Input Tumpuan Struktur *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

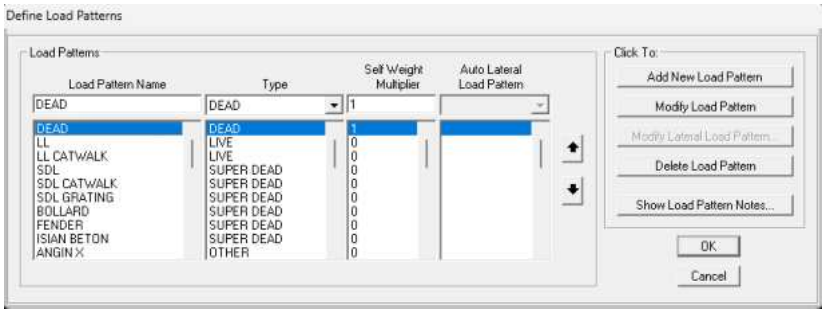


Gambar 11 Permodelan dengan Tumpuan *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c. Pembebanan

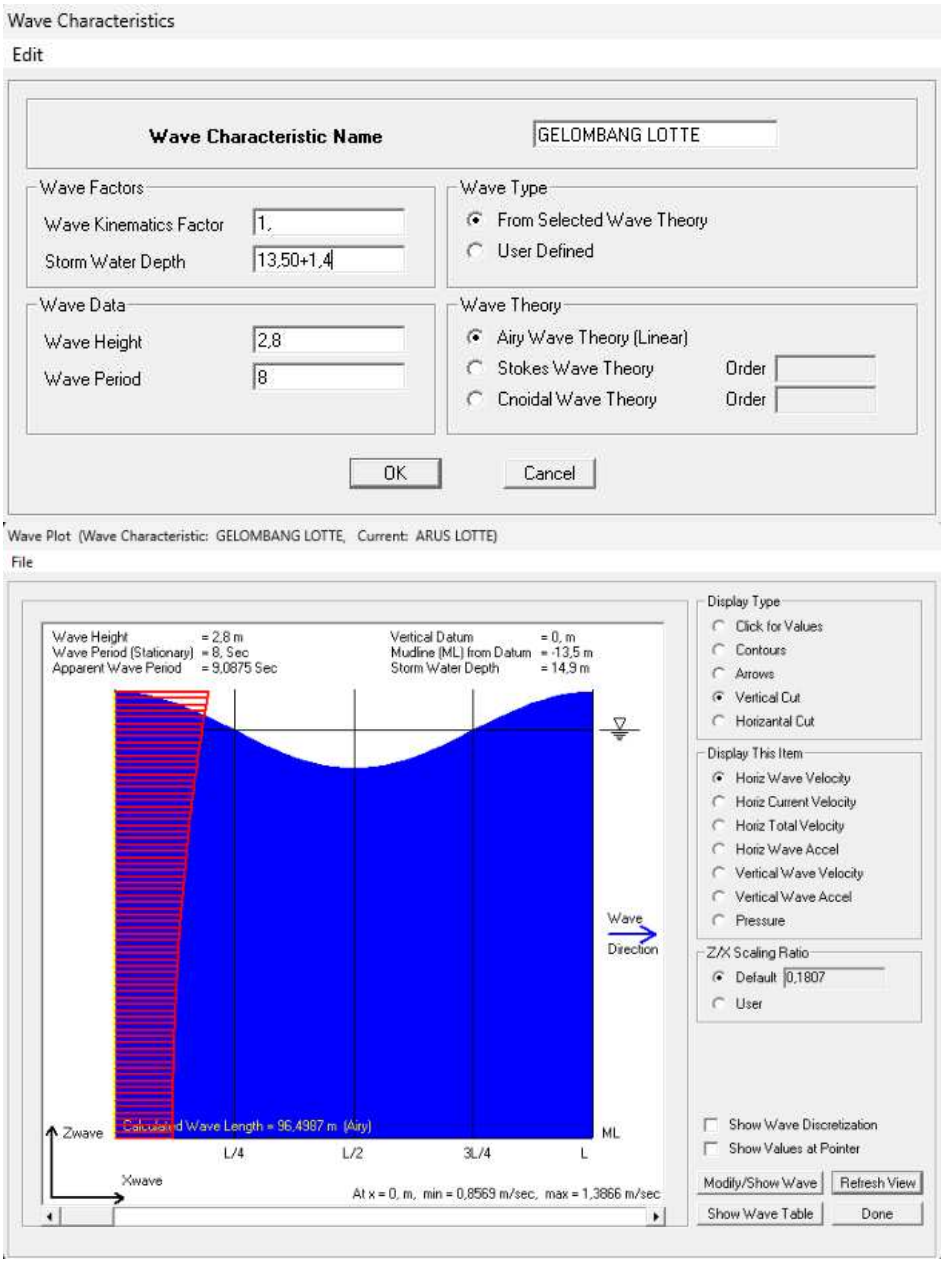
1) Mendefinisikan tipe pembebanan dengan klik *Define* > *Load Patterns*…



Gambar 12 *Define Load Patterns Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

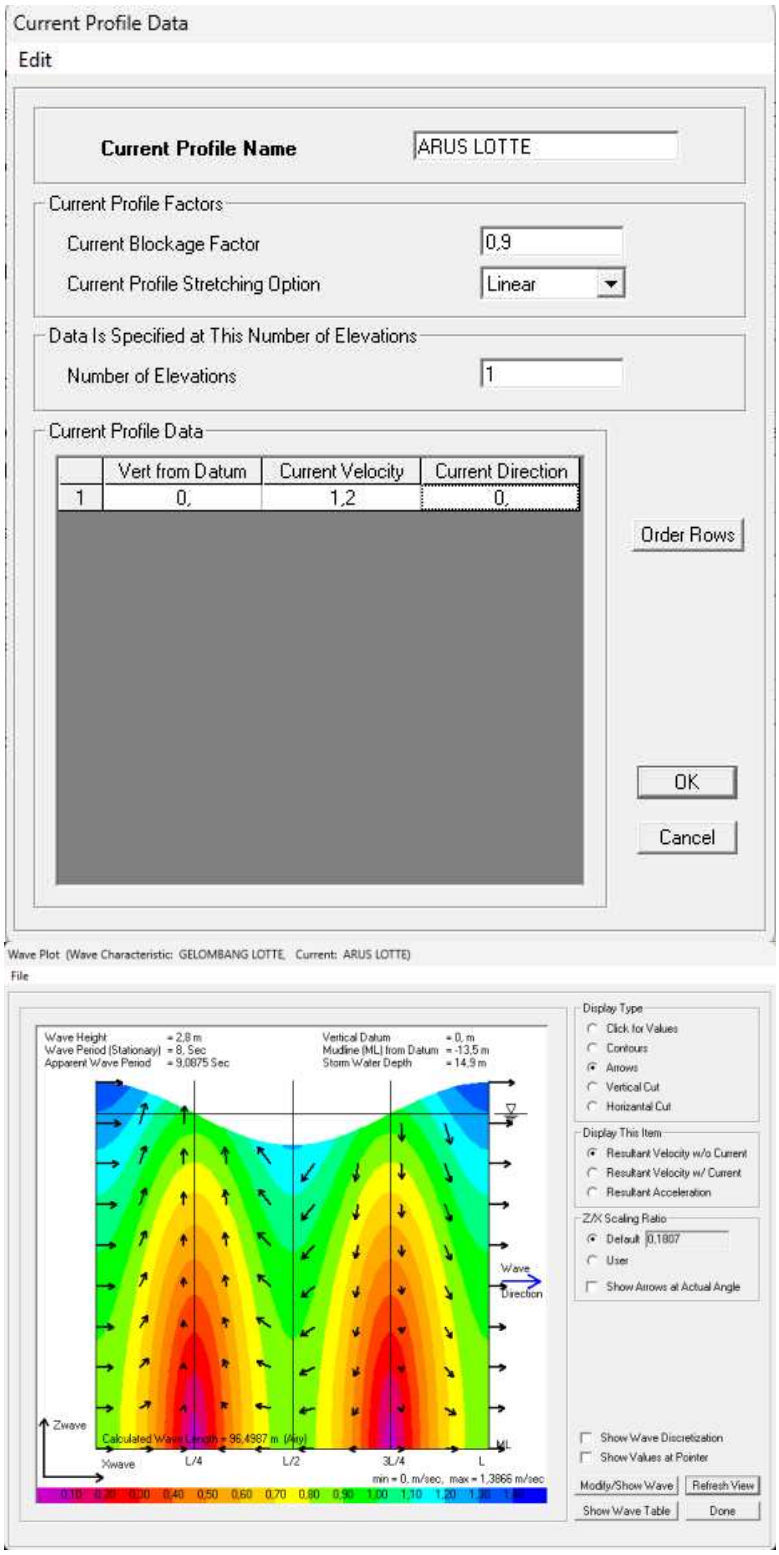
2) Menambahkan karakteristik arus dan gelombang dengan cara sebagai berikut :
   a) Klik menu *Define* > *Load Cases*
   b) Pilih *Load Pattern Name* 'Gelombang X/Y'
   c) Kemudian pilih API WSD2000 pada *Auto Lateral Load Pattern*, klik *Modify Lateral Load Pattern*
   d) Selanjutnya pada *Wave Characteristics* klik *Add* dan isi data gelombang seperti gambar berikut :



Gambar 13 *Wave Characteristics Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

e) Selanjutnya pada *Current Profile* klik *Add* dan isi data arus seperti gambar berikut :

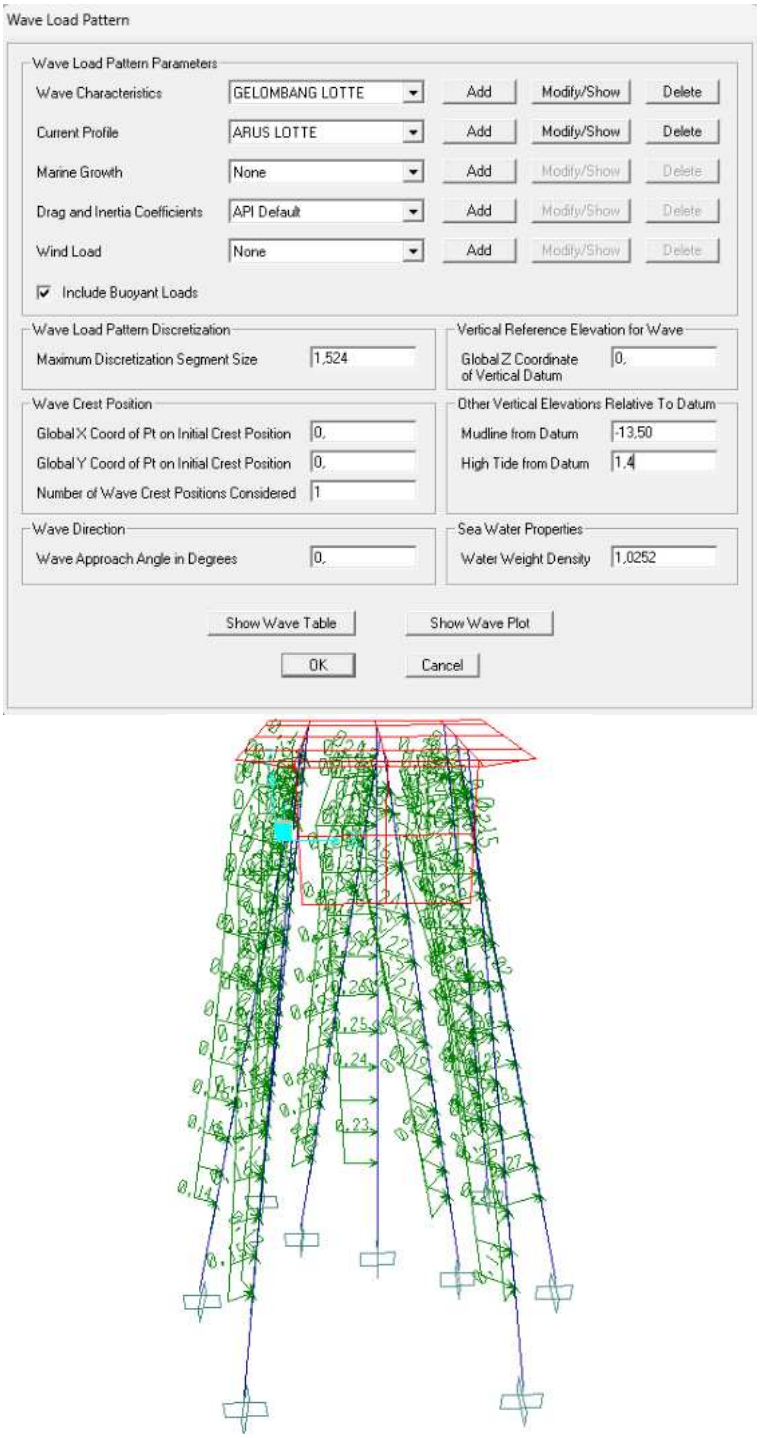


Gambar 14 *Current Profile* Data *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

f) Ubah *Wave Characteristics* menjadi “GELOMBANG LOTTE” dan ubah *Current Profile* menjadi “ARUS LOTTE”

g) Pada kolom *Other Vertical Elevations Relative To Datum* mengisi *Mudline from Datum* dengan elevasi *Seabed* sebesar -13,50 m dan *High Tide From Datum* dengan elevasi HAT sebesar 1,4 m



Gambar 15 *Wave Load Pattern Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

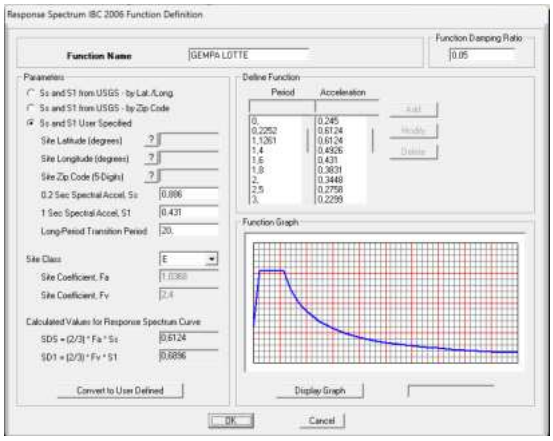
3) Menambahkan Pembebanan Gempa

a) Menginput nilai *response spectrum* dengan cara klik menu *Define* > *Function* > *Respons Spectrum*

b) Pilih IBC 2006 pada *Choose Function Type to Add*

c) Klik *Add New Function*

d) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 16 *Properties Response Spectrum Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

e) Selanjutnya menambahkan fungsi *Response Spectrum* dengan merubah tipe beban menjadi Respons Spektrum yang sebelumnya sudah diinput

(1) Klik menu *Define* > *Load Cases*

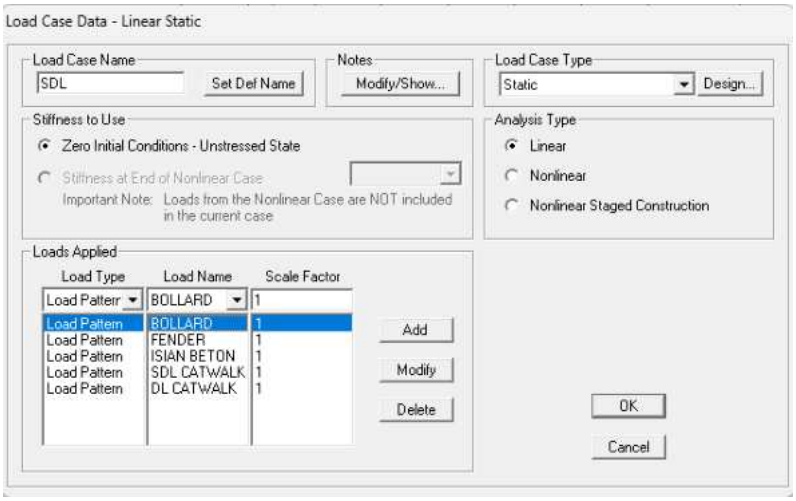
(2) Kemudian pada *Load Case Type* ubah menjadi "*Response Spectrum*" klik *Modify/Show Case*

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :

Gambar 17 *Load Case* Data *Response Spectrum Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

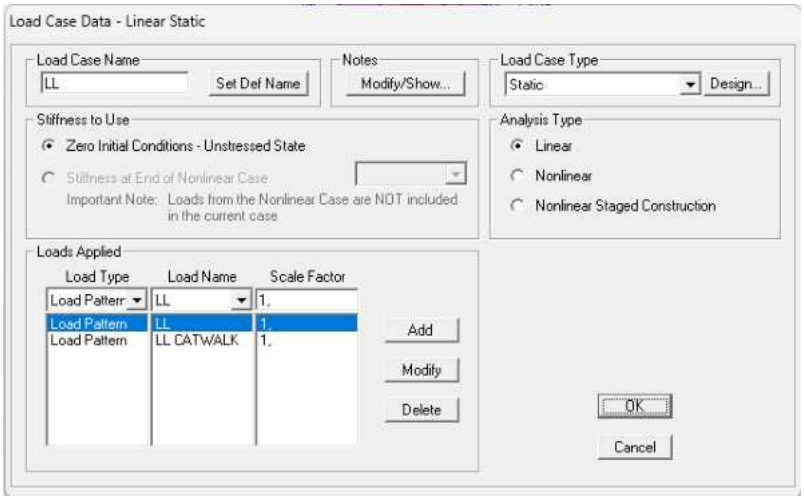
4) Menambahkan beban mati tambahan
   a) Klik menu *Define* > *Load Cases*
   b) Kemudian pada *Load Case Type* ubah menjadi "*Response Spectrum*" klik *Modify/Show Case*
   c) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 18 *Load Case* Data SDL *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

5) Menambahkan beban hidup tambahan
   a) Klik menu *Define* > *Load Cases*
   b) Kemudian pada *Load Case Type* ubah menjadi "*Response Spectrum*" klik *Modify/Show Case*
   c) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 19 *Load Case* Data LL *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

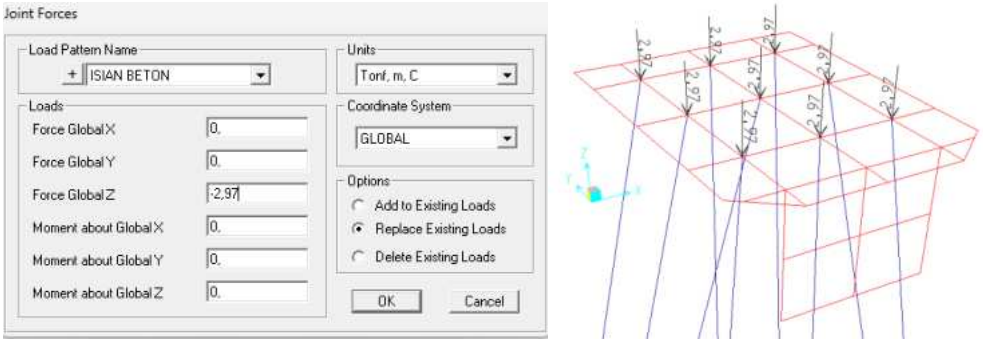
6) Mengaplikasikan pembebanan pada struktur:

a) Beban Isian Beton pada *Steel Pile*

(1) Klik semua joint bagian atas *Steel Pile*

(2) *Assign* > *Frame Loads* > *Distributed*….

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 20 Beban Isian Beton pada *Steel Pile Breasting Dolphin*

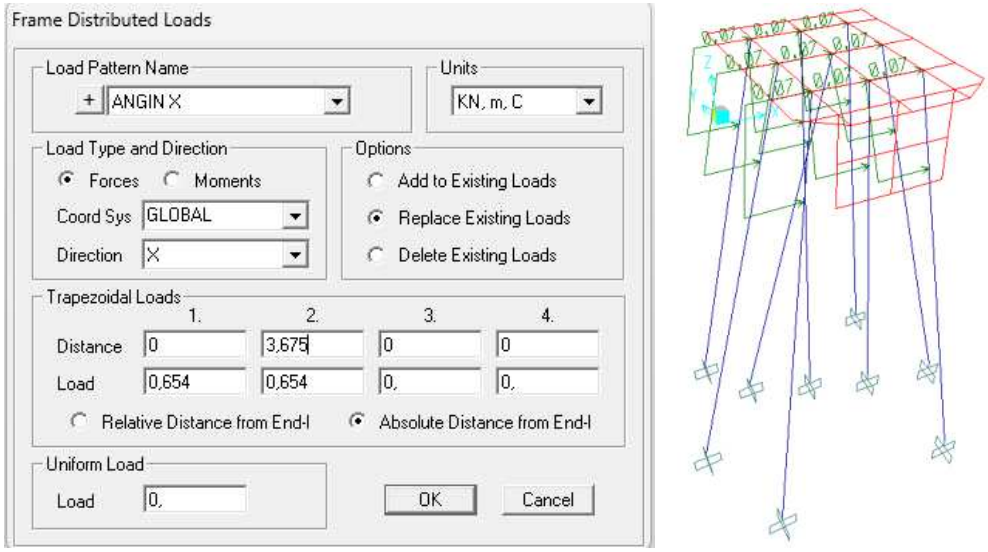
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

b) Beban Angin arah x dan y pada *Steel Pile*

(1) Klik semua *Steel Pile*

(2) *Assign* > *Frame Loads* > *Distributed*….

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :

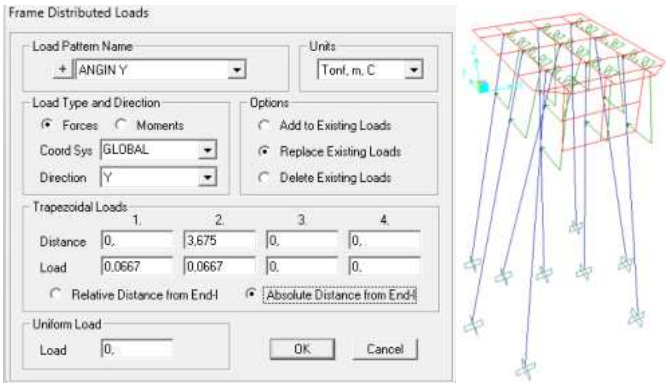


Gambar 21 Beban Angin Arah x pada *Steel Pile Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(4) Kemudian untuk pembebanan angin arah y dengan mengulangi langkah 1-2

(5) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 22 Beban Angin Arah y pada *Steel Pile Breasting Dolphin*

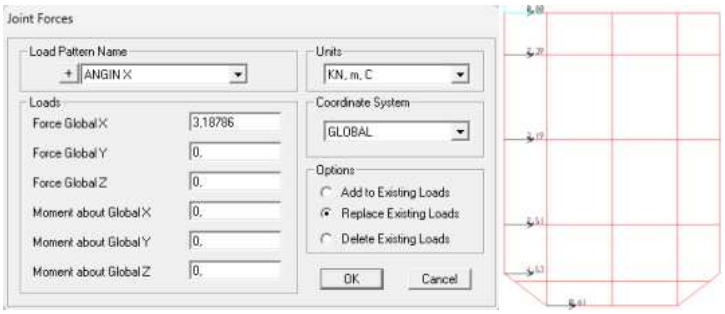
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c) Beban Angin arah x dan y pada Balok

(1) Untuk pembebanan angin arah x, klik bagian *joint* sebelah kanan / kiri pada balok

(2) *Assign* > *Joint Loads* > *Forces*

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :

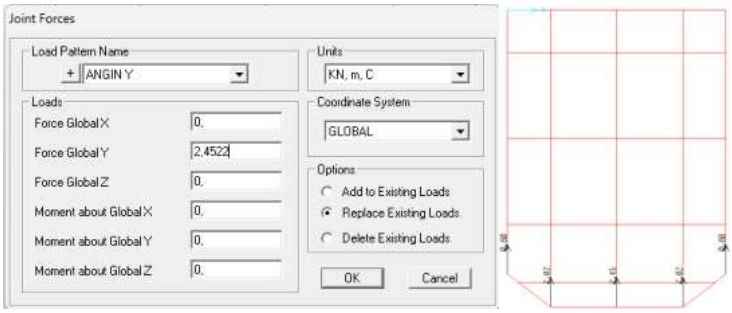


Gambar 23 Beban Angin Arah x pada Balok *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(4) Kemudian untuk pembebanan angin arah y pada balok, klik bagian depan *joint* dan mengulangi langkah 2

(5) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 24 Beban Angin Arah y pada Balok *Breasting Dolphin*

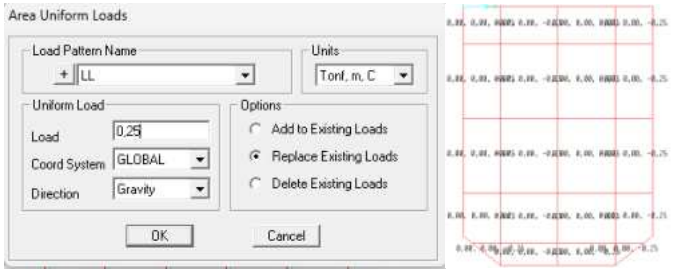
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

d) Beban Hidup

(1) Klik semua balok

(2) *Assign* > *Area Loads* > *Uniform (Shell)*

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 25 Beban Hidup *Breasting Dolphin*

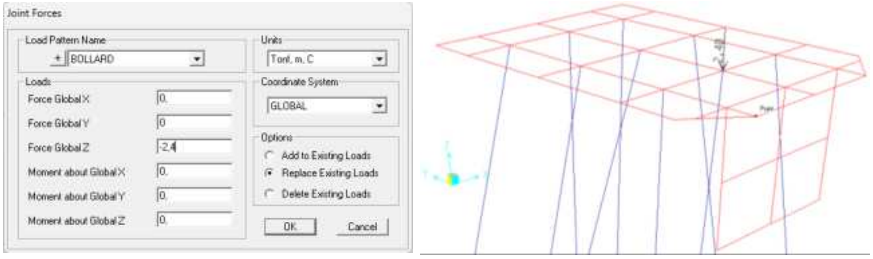
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

e) Beban *Bollard*

(1) Klik salah satu bagian *joint*

(2) *Assign* > *Joint Loads* > *Forces*

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 26 Beban *Bollard Breasting Dolphin*

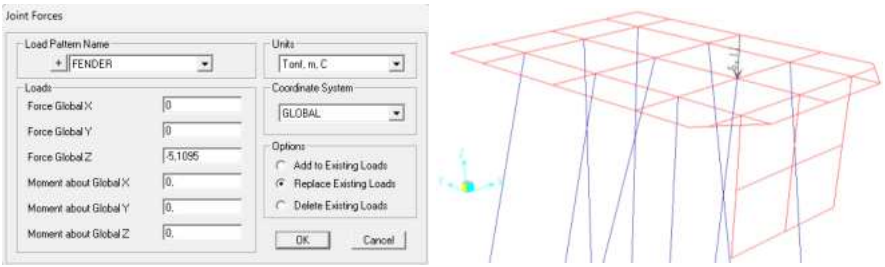
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

f) Beban *Fender*

(1) Klik salah satu bagian *joint*

(2) *Assign* > *Joint Loads* > *Forces*

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 27 Beban *Fender Breasting Dolphin*

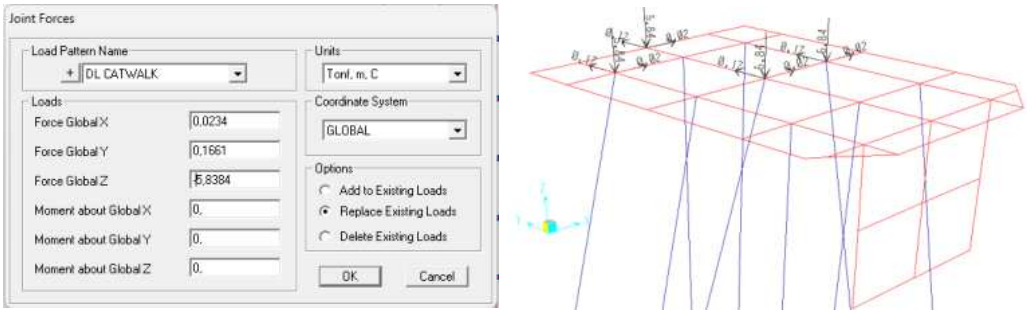
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

g) Beban *Catwalk*

(1) Klik salah 4 bagian *joint*

(2) *Assign* > *Joint Loads* > *Forces*

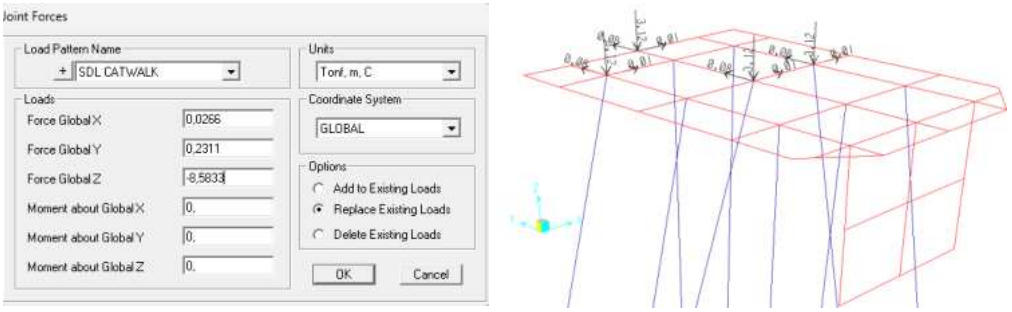
(3) Isikan data beban mati sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 28 Beban Mati *Catwalk Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

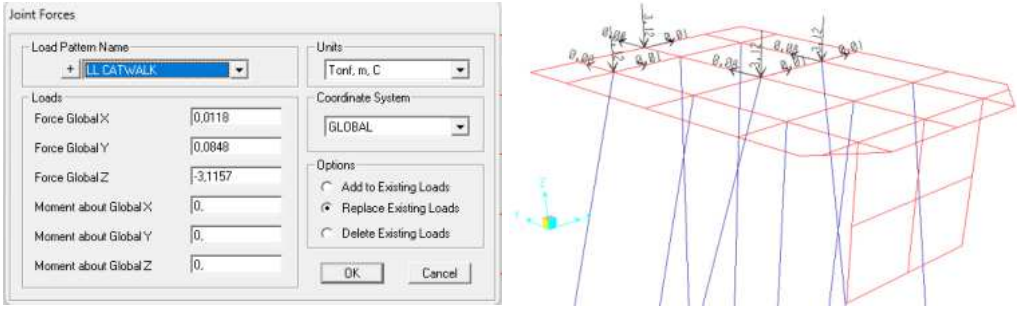
(4) Ulangi langkah 1-2 untuk beban mati tambahan dengan ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 29 Beban Mati Tambahan *Catwalk Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(5) Kemudian, ulangi langkah 1-2 untuk beban hidup dengan ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 30 Beban Hidup *Catwalk Breasting Dolphin*

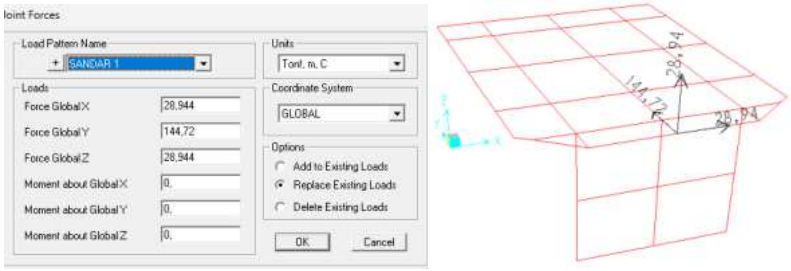
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

h) Beban Sandar

(1) Klik salah 1 bagian depan *joint*

(2) *Assign* > *Joint Loads* > *Forces*

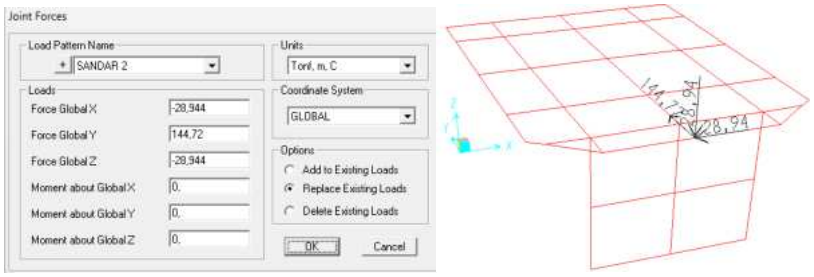
(3) Isikan data beban sandar 1 sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 31 Beban Sandar 1 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(6) Ulangi langkah 1-2 untuk beban sandar 2 dengan ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 32 Beban Sandar 2 *Breasting Dolphin*

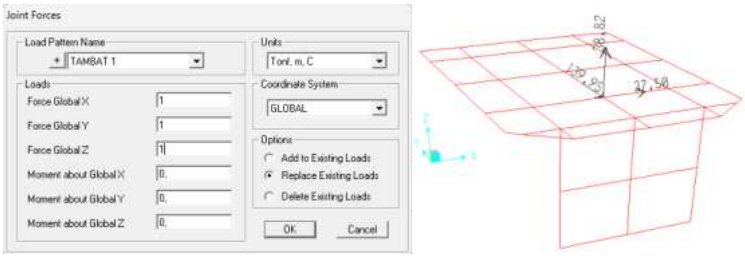
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

i) Beban Tambat

(1) Klik salah 1 bagian *joint*

(2) *Assign* > *Joint Loads* > *Forces*

(3) Isikan data beban tambat 1 sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 33 Beban Tambat 1 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(4) Klik kembali salah satu bagian *joint*, kemudian pilih menu edit > *Interactive Database Editing…*

(5) Beri tanda silang pada *Joint Assigments* > *Joint Load Assigments* > *Table : Joint Loads - Force*

(6) Pada kolom *Load Patterns* (*Model Def*), klik *Select Load Patterns* kemudian pilih Tambat 1 dan OK

(7) Kemudian *import* tabel dari program dengan memilih *To Exel*

(8) Salin tabel yang ada dilembar kerja sebelumnya ke tabel lembar kerja yang telah di *import* dari program

(9) Selanjutnya kembali ke program dengan memilih *From Exel* > *Apply To Model* > *Done*

7) Mendefinisikan kombinasi pembebanan

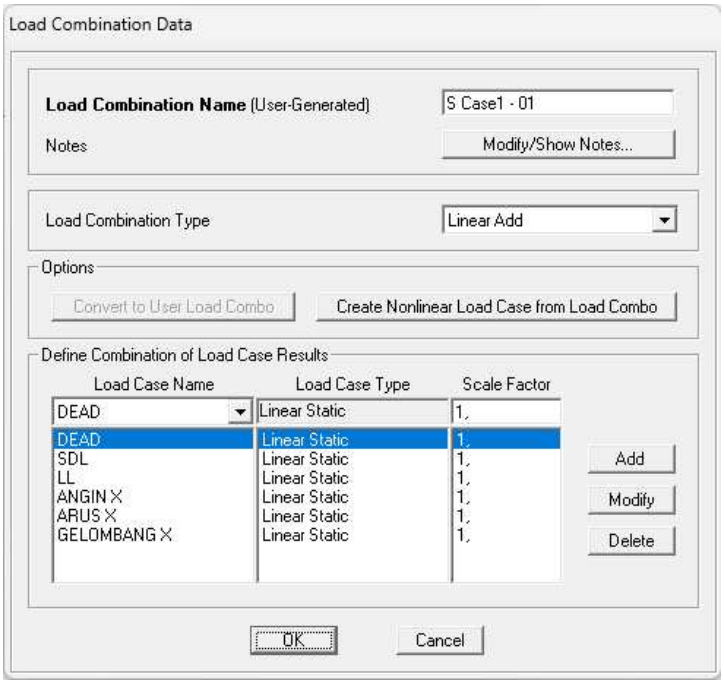
a) *Difine* > *Load Combination...*

b) Klik tombol *Add New Combo...*

Berikut merupakan kombinasi pembebanan *service* dan ultimit yang diberikan pada permodelan ini :

Kombinasi pembebanan *service* :

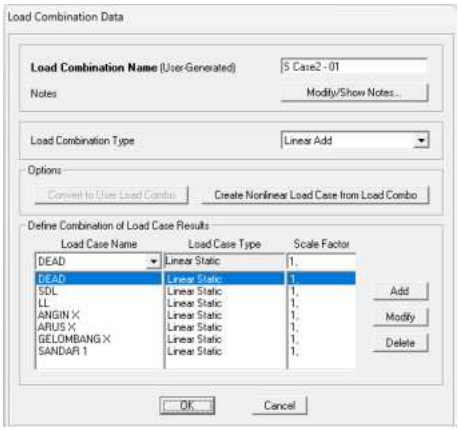
a) D + SDL + LL + Env



Gambar 34 S *Case*1 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

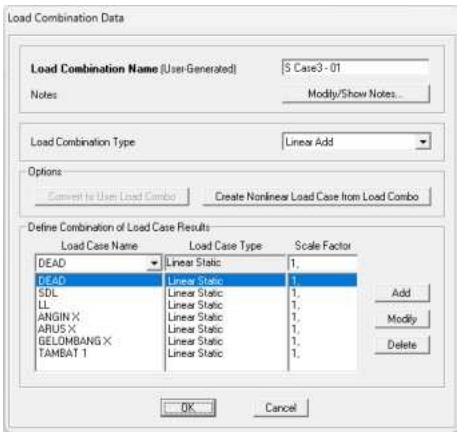
b) D + SDL + LL + Env + B



Gambar 35 S *Case*2 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

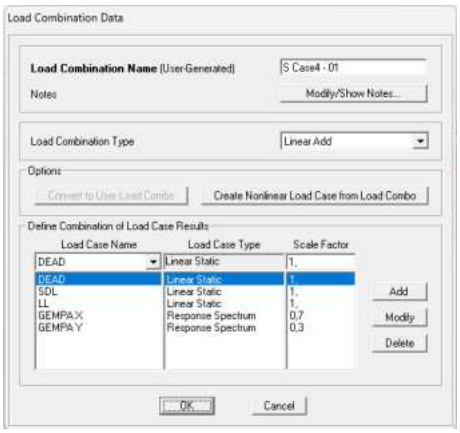
c) D + SDL + LL + Env + M



Gambar 35 S *Case*3 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

d) D + SDL + LL + E

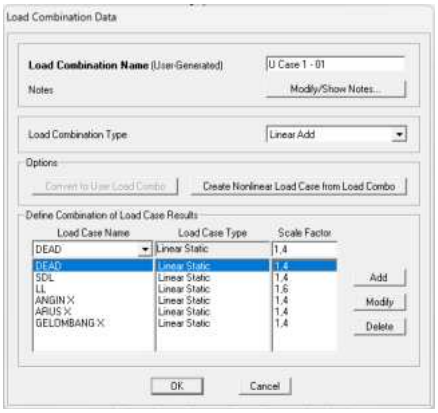


Gambar 36 S *Case*4 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Kombinasi pembebanan ultimit :

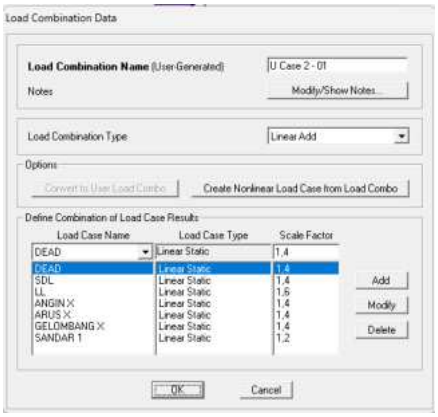
a) 1,4D + 1,4SDL + 1,6LL + 1,4Env



Gambar 37 U *Case*1 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

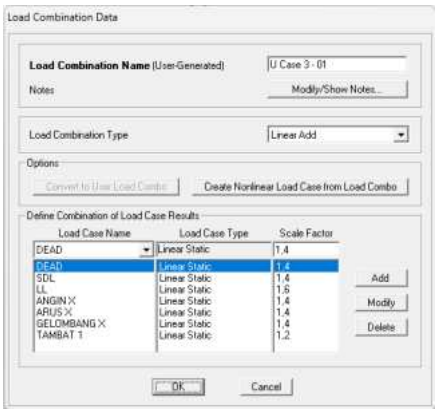
b) 1,4D + 1,4SDL + 1,6LL + 1,4Env + 1,2B



Gambar 38 U *Case*2 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

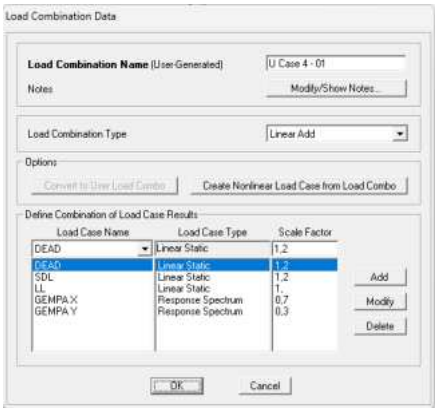
c) 1,4D + 1,4SDL + 1,6LL + 1,4Env + 1,2M



Gambar 39 U *Case*3 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

d) 1,2D + 1,2SDL + LL + E



Gambar 40 U *Case*4 *Breasting Dolphin*

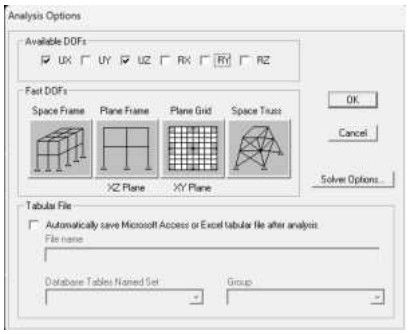
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

d. Analisis dan output

1) Tipe Analisis

Tipe analisis struktur yang digunakan adalah *Space Truss*

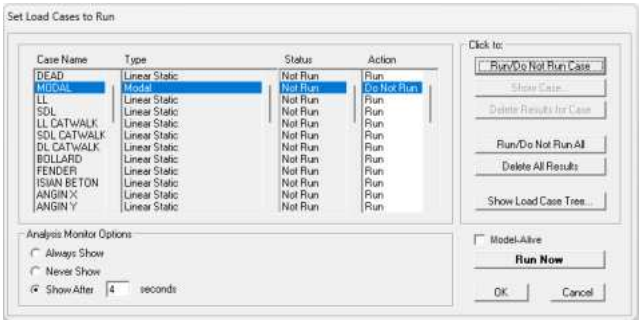
Define > *Set Analysis* lalu pilih *Space Truss* lalu OK



Gambar 41 Tipe Analisis *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Selanjutnya, klik *Analiyze* > *Set Analysis To Run*, lalu pada *Modal* pilih *Run/Do Not Run Case*. Lalu klik *Run Now*



Gambar 42 *Run Analysis Breasting Dolphin*

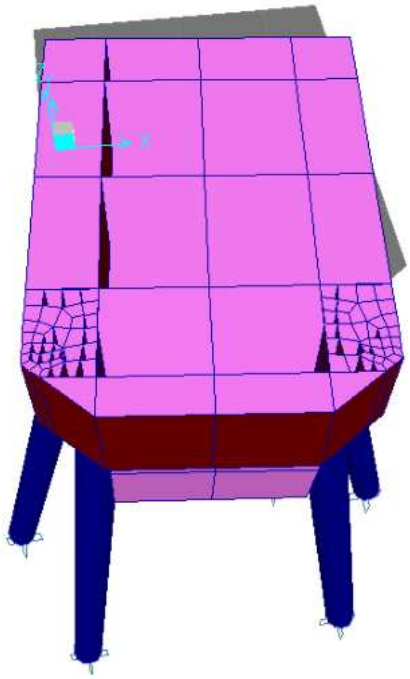
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

2) Output

Berikut terlampir hasil output – output dari proses desain dan analisis model struktur *breasting dolphin* :

a) Deformasi Struktur

Deformasi struktur merupakan bentuk perubahan struktur yang terjadi akibat adanya gaya dari luar maupun dari dalam.



Gambar 43 *Deformed Shape Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 1 Defleksi *Breasting Dolphin*

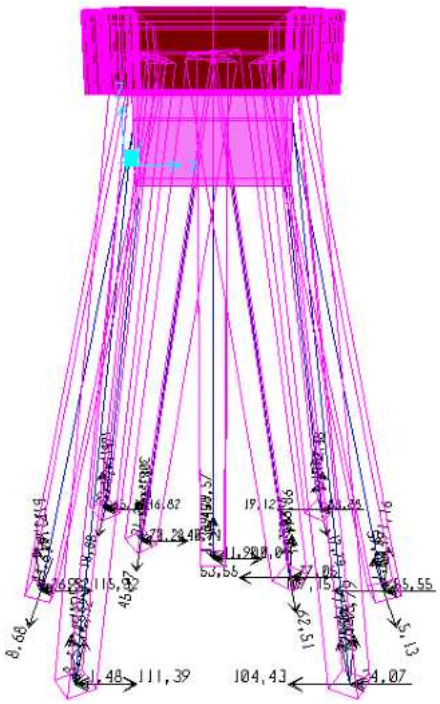
Kombinasi Beban	**Case Type Text**	**U1 cm**	**U2 cm**	**U3 cm**
Comb 1 - DL + LL + Env	Max	0,0031	-0,0013	-0,0005
	Min	0,0001	-0,0031	-0,0015
Comb 2 - DL + LL + Env + *Berthing*	Max	0,0061	0,0184	0,0015
	Min	-0,0076	0,0094	-0,0015
Comb 3 - DL + LL + Env + *Mooring*	Max	0,0182	-0,0069	0,0009
	Min	0,0001	-0,0212	-0,0041
Comb 4 - Gempa	Max	0,0082	0,0076	0,0004
	Min	-0,0092	-0,0124	-0,0023

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Pengecekan defleksi pada dermaga biasanya tidak lebih dari 0,6 cm dan defleksi maksimum yang didapat sebesar 0,0182 cm. Maka, defleksi struktur *breasting dolphin* dikatakan memenuhi syarat.

b) Reaksi Perletakan

Tumpuan adalah tempat bersandarnya suatu konstruksi & tempat bekerjanya reaksi. Untuk menampilkan reaksi tumpuan yaitu dengan cara klik *Display* > Show *Force/Stresses* > *Joint*…



Gambar 44 Reaksi Perletakan *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 2 Joint Reaksi *Breasting Dolphin*

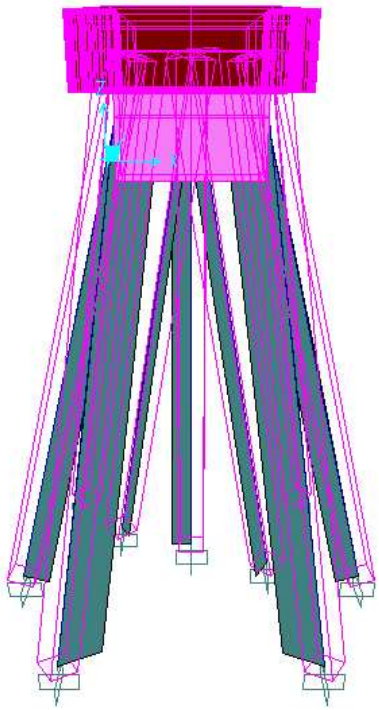
Kombinasi Beban	**Case Type Text**	**F1 Tonf**	**F2 Tonf**	**F3 Tonf**	**M1 Tonf-m**	**M2 Tonf-m**	**M3 Tonf-m**
Comb 1 - DL + LL + Env	Max	11,7233	9,2309	98,2959	1,3652	-0,2782	3,5361
	Min	-20,2201	-10,3357	7,5418	-10,5283	-21,6257	-3,7716
Comb 2 - DL + LL + Env + *Berthing*	Max	30,0186	-2,2653	229,0294	65,9792	28,6442	23,3249
	Min	-39,7791	-46,6540	-66,8904	17,2800	-32,9870	-13,6197
Comb 3 - DL + LL + Env + *Mooring*	Max	27,3584	42,4835	220,7187	-9,5887	0,6338	10,6417
	Min	-47,9747	-8,0946	-188,3067	-70,0277	-78,0218	-34,9923
Comb 4 - DL + LL + Gempa	Max	29,7223	18,6843	172,9514	29,7162	37,8674	16,4229
	Min	-28,4678	-29,5739	-66,2294	-39,9873	-33,9104	-15,6185

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berdasarkan analisis struktur *breasting dolphin* didapat daya dukung aksial (Pu) pada kondisi tekan sebesar 229,0294 ton dan kondisi tarik sebesar -188,3067 ton. Sedangkan, daya dukung lateral (Hu) tiang pancang Ø1066.8x21t pada kondisi tekan sebesar 42,4835 ton.

c) Gaya dan Diagram Reaksi Perletakan

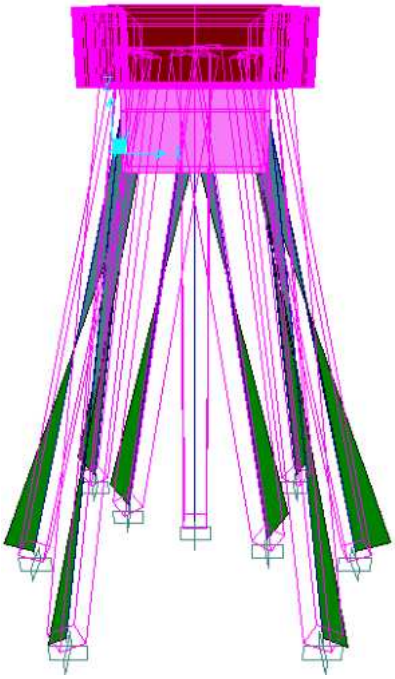
(1) *Axial Force*



Gambar 45 *Axial Force Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

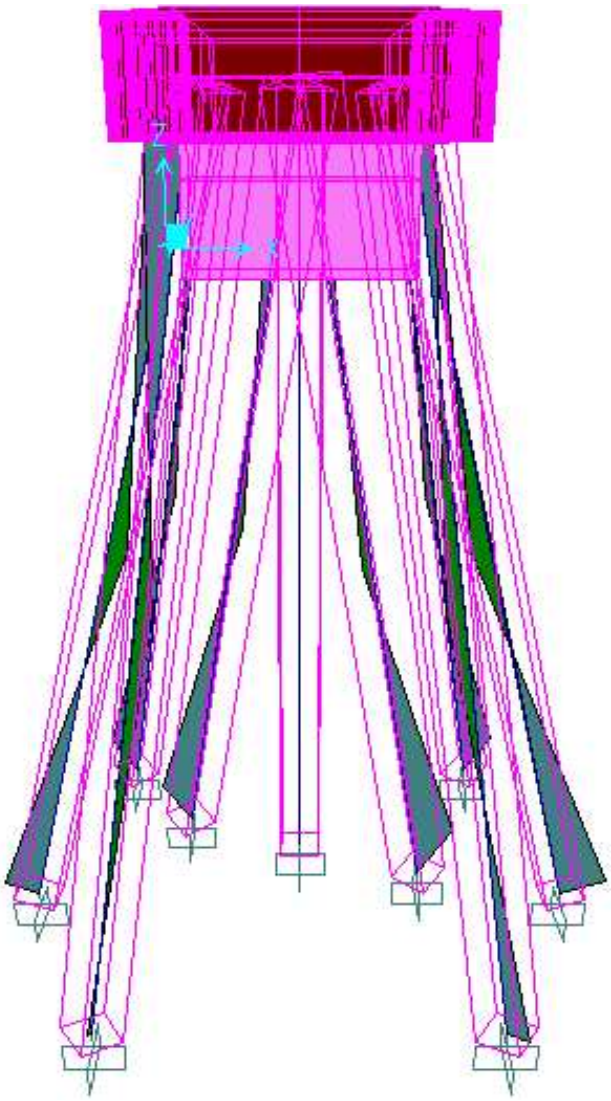
(2) *Shear* 2-2



Gambar 46 *Shear* 2-2 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(3) *Moment* 3-3



Gambar 47 *Moment* 3-3 *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

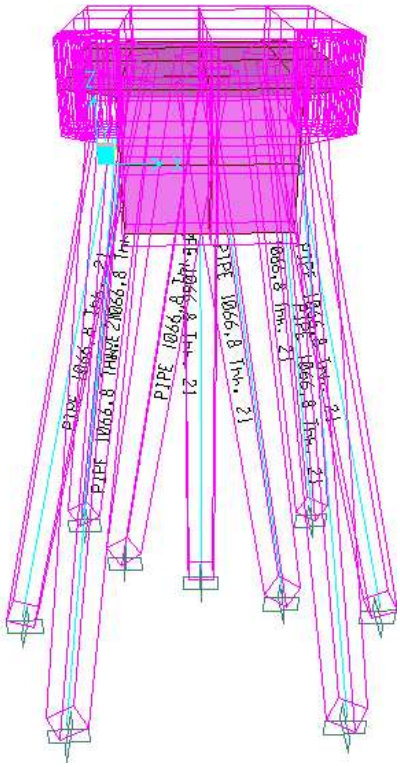
Tabel 3 Gaya Dalam *Breasting Dolphin*

Kombinasi Beban	**Case Type**	**P**	**V2**	**V3**	**T**	**M2**	**M3**
	Text	**Tonf**	**Tonf**	**Tonf**	**Tonf-m**	**Tonf-m**	**Tonf-m**
Comb 1 - DL + LL + Env	Max	0,6571	3,6723	1,6668	-1,0778	20,1120	19,2428
	Min	-99,2129	-2,8900	-2,7119	-1,6254	-12,3769	-21,2013
Comb 2 - DL + LL + Env + *Berthing*	Max	77,9135	5,9157	5,6313	4,3481	65,0287	46,9278
	Min	-237,0608	-5,9691	-7,8409	-15,1564	-81,5134	-50,2344
Comb 3 - DL + LL + Env + *Mooring*	Max	203,9006	8,6741	10,6399	18,4507	106,1142	73,7796
	Min	-223,7219	-8,0491	-7,5307	1,4380	-95,1508	-80,9980
Comb 4 - Gempa	Max	80,3875	4,3934	4,0606	12,4265	45,6235	29,7699
	Min	-175,5969	-3,9604	-3,9117	-14,5686	-44,6811	-36,8047

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(4) Keamanan Struktur

Dilakukan keamanan struktur dengan klik *Design* > *Concrete Frame Design* > *Start/Design Check*..



Gambar 48 Keamanan Struktur *Breasting Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 4 Rasio *Breasting Dolphin*

Kombinasi Beban	**Ratio** Unitless	**Syarat Batas** Unitless	**Keterangan** Text
Comb 1 - DL + LL + Env	0,1445	1,00	AMAN
Comb 2 - DL + LL + Env + *Berthing*	0,3428	1,00	AMAN
Comb 3 - DL + LL + Env + *Mooring*	0,4245	1,00	AMAN
Comb 4 - Gempa	0,2092	1,00	AMAN

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Kekuatan struktur tiang dilihat dari tiang pancang yang menopang. Apabila rasio (PMM) tiang pancang lebih dari 1,00 maka tiang pancang tersebut mengalami *overstressed* atau melebihi kapasitas kekuatannya. Berdasarkan analisis struktur *breasting dolphin* rasio terbesar didapat pada kondisi kombinasi pembebanan 3 yaitu sebesar 0,4245 dan syarat batas sebesar 1. Maka, kapasitas struktur *breasting dolphin* yang direncanakan mampu menahan beban-beban yang bekerja.

Analasisis Struktur *Mooring Dolphin*

Ketentuan analisis permodelan struktur *mooring dolphin* adalah sebagai berikut :

a. Spesifikasi

Permodelan struktur *breasting dolphin* dengan spesifikasi baja dan material beton dalam satuan ukuran milimeter dengan ketentuan seperti berikut :

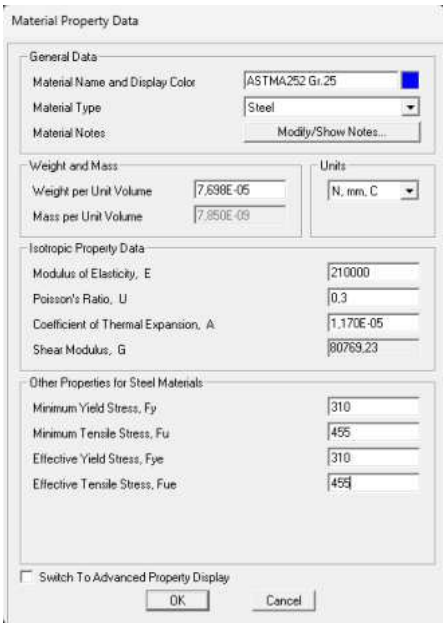
1) Mutu bahan : Baja BJ50

Langkah dalam mendefiniskan material adalah sebagai berikut :

(a) Klik menu *Define* > *Materials* > *add new material*

(b) Beri nama material "ASTM A252 Gr.3"

(c) Isikan data – data sesuai gambar berikut :



Gambar 49 *Define Material* Baja *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

2) Mutu beton : Fc' 35 MPa

Langkah dalam mendefiniskan material adalah sebagai berikut :

a) Klik menu *Define* > *Materials* > *add new material*

b) Beri nama material "Mutu Beton Fc-35"

c) Isikan data – data sesuai gambar berikut :

Gambar 50 *Define Material* Beton *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

3) Profil Baja : PIPE

Langkah dalam mendefinisikan profil baja adalah sebagai berikut :

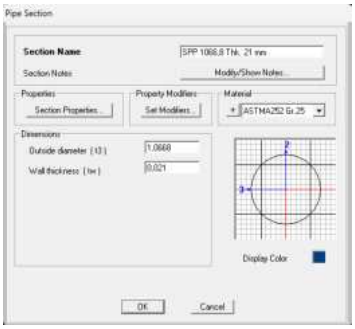
a) Klik menu *Define* > *Section Properties* > *Frame Sections*

b) Klik *Add New Property*

c) Pada kotak dialog selanjutnya, pilih jenis profil *Pipe*

d) Isi *section name* menjadi "PIPE 1066,8 Thk 21"

e) Isi data *dimension* seperti gambar berikut :



Gambar 51 *Pipe* Baja *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

4) Tebal Balok : 2 m

Berikut merupakan langkah dalam mendefinisikan balok :

a) Klik *Define* > *Sections Properties* > *Area Sections*

b) Klik *Add New Sections*

c) Beri nama penampang pada *Section Name* menjadi “Beton Deck 2 m”

d) Pilih *type* “*Shell - thick*”

e) Pilih material yang sesuai pada pilihan material: “Mutu Beton Fc-35”

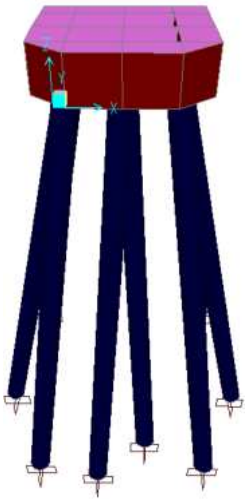
f) Isi data *Thickness* seperti gambar berikut :

Gambar 52 *Slab Property Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

b. Gambar Permodelan

Berikut merupakan gambar langkah permodelan dari *case* yang akan dibuat :



Gambar 53 Permodelan *Mooring Dolphin*

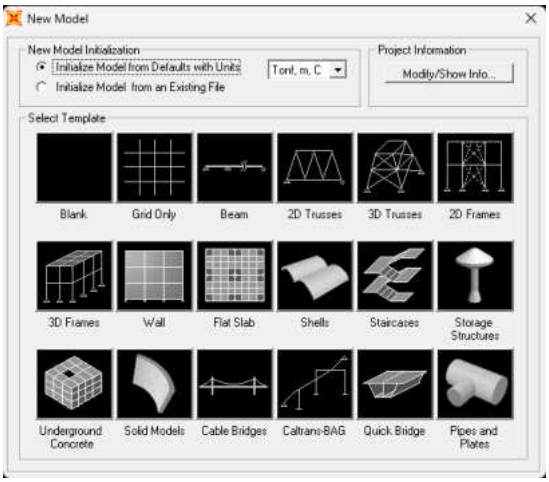
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

1) Membuat file baru :

a) Klik menu *File* > *New Model*…

b) Klik pilihan *Initialize Model from Defaults with Units*, pilih satuan Ton, m, C

c) Klik tombol *Blank*

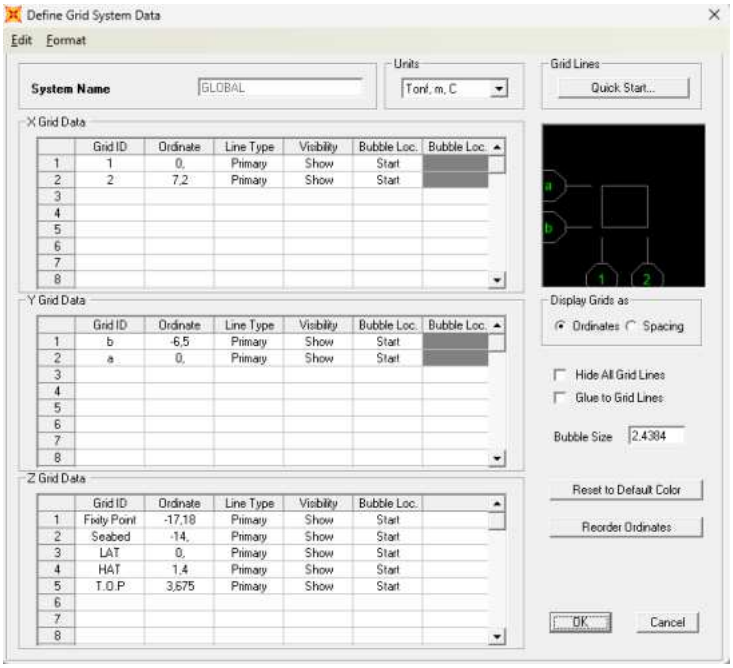


Gambar 54 *New Model Quick Template Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

2) Mengatur dimensi permodelan sesuai ketentuan

Atur dimensi sesuai ketentuan dengan klik kanan pada *mouse* lalu pilih edit / *modify grid*



Gambar 55 Dimensi Permodelan *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

3) Menggambar model struktur

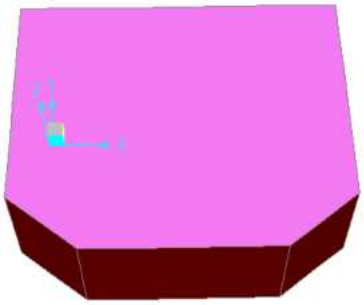
a) Klik menu *Draw* > *draw Frame* / *cable* / *tendon*

b) Pada kotak dialog, pilih penampang profil “PIPE 1066,8 Thk 21” kemudian gambar *frame* struktur

Gambar 56 Model Struktur *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

4) Menggambar elemen balok
   a) Klik *Draw* > *Draw Poly Area*
   b) Pada kotak dialog *properties of object*, pilih *section* “Beton Deck 2 m”
   c) Pilih pada elemen yang akan didefinisikan sebagai balok



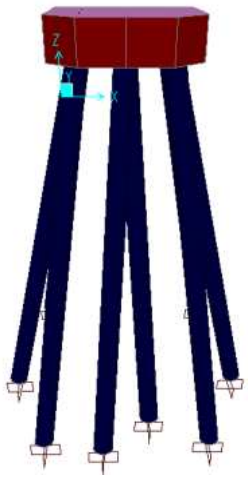
Gambar 57 *Define Area Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

5) Megganti tumpuan struktur
   a) Klik semua tumpuan atau *block* keseluruhan
   b) Klik menu *Assign* > *Joint* > *Restrains* pilih tumpuan jepit

Gambar 58 Input Tumpuan Struktur *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

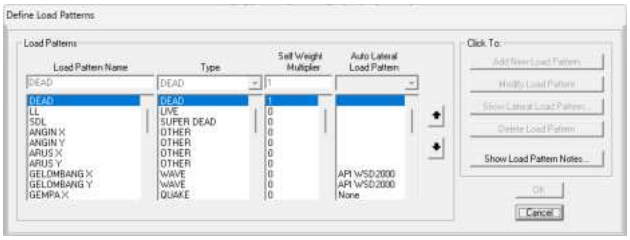


Gambar 59 Permodelan dengan Tumpuan *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c. Pembebanan

1) Mendefinisikan tipe pembebanan dengan klik *Define* > *Load Patterns*…



Gambar 60 *Define Load Patterns Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

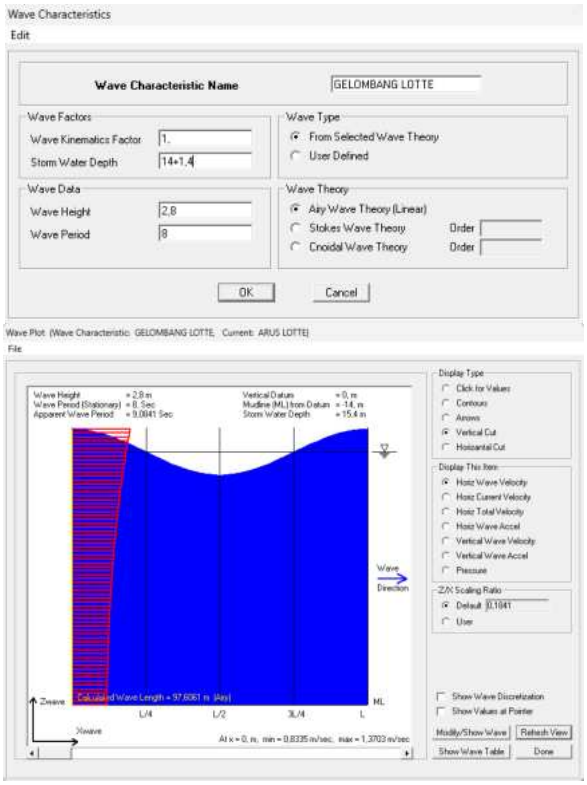
2) Menambahkan karakteristik arus dan gelombang dengan cara sebagai berikut :

a) Klik menu *Define* > *Load Cases*

b) Pilih *Load Pattern Name* ‘Gelombang X/Y’

c) Kemudian pilih API WSD2000 pada *Auto Lateral Load Pattern*, klik *Modify Lateral Load Pattern*

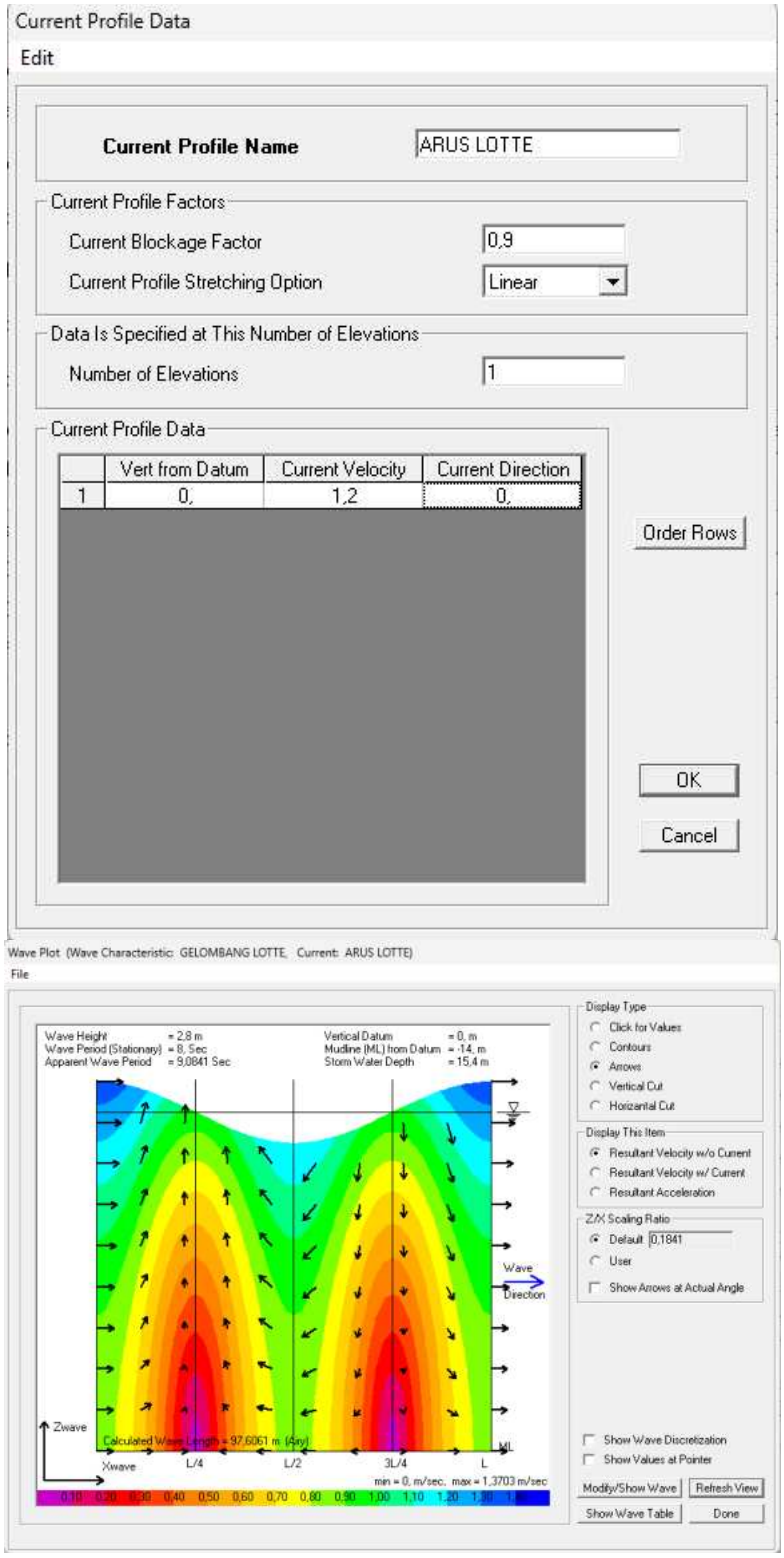
d) Selanjutnya pada *Wave Characteristics* klik *Add* dan isi data gelombang seperti gambar berikut :



Gambar 61 *Wave Characteristics Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

e) Selanjutnya pada *Current Profile* klik *Add* dan isi data arus seperti gambar berikut :

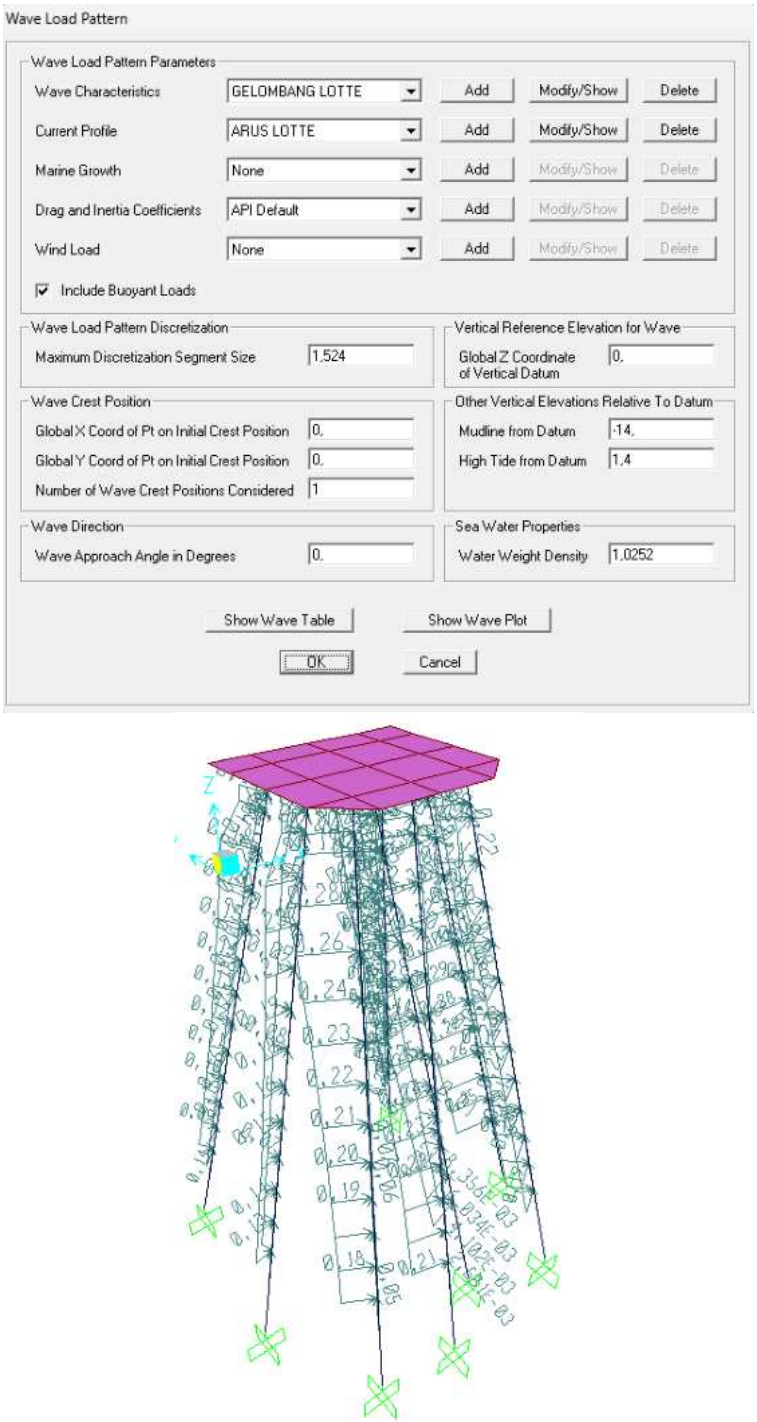


Gambar 62 *Current Profile* Data *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

f) Ubah *Wave Characteristics* menjadi "GELOMBANG LOTTE" dan ubah *Current Profile* menjadi "ARUS LOTTE"

g) Pada kolom *Other Vertical Elevations Relative To Datum* mengisi *Mudline from Datum* dengan elevasi *Seabed* sebesar -14,00 m dan *High Tide From Datum* dengan elevasi HAT sebesar 1,4 m



Gambar 63 *Wave Load Pattern Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

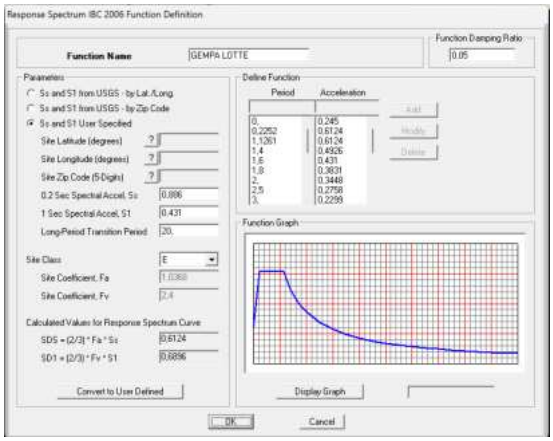
3) Menambahkan Pembebanan Gempa

a) Menginput nilai *response spectrum* dengan cara klik menu *Define* > *Function* > *Respons Spectrum*

b) Pilih IBC 2006 pada *Choose Function Type to Add*

c) Klik *Add New Function*

d) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 64 *Properties Response Spectrum Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

e) Selanjutnya menambahkan fungsi *Response Spectrum* dengan merubah tipe beban menjadi Respons Spektrum yang sebelumnya sudah diinput

(1) Klik menu *Define* > *Load Cases*

(2) Kemudian pada *Load Case Type* ubah menjadi "*Response Spectrum*" klik *Modify/Show Case*

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :

Gambar 65 *Load Case* Data *Response Spectrum Mooring Dolphin*

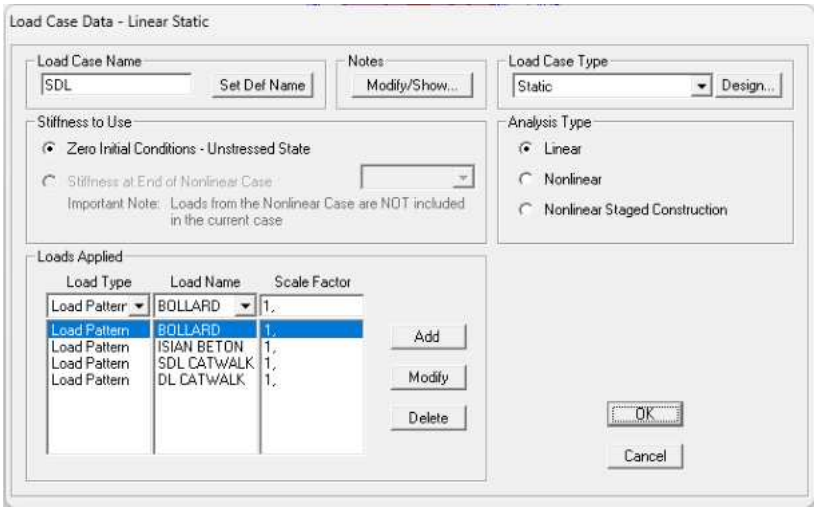
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

4) Menambahkan beban mati tambahan

a) Klik menu *Define* > *Load Cases*

b) Kemudian pada *Load Case Type* ubah menjadi "*Response Spectrum*" klik *Modify/Show Case*

c) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 66 *Load Case* Data SDL *Mooring Dolphin*

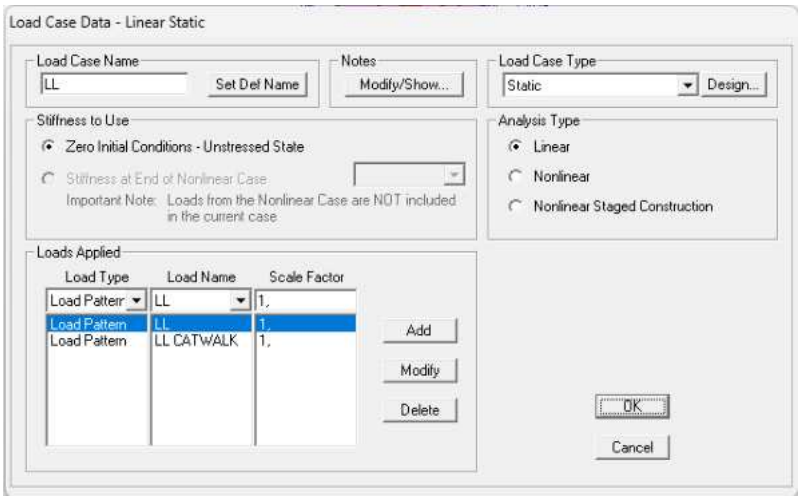
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

5) Menambahkan beban hidup tambahan

a) Klik menu *Define* > *Load Cases*

b) Kemudian pada *Load Case Type* ubah menjadi "*Response Spectrum*" klik *Modify/Show Case*

c) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 67 *Load Case* Data LL *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

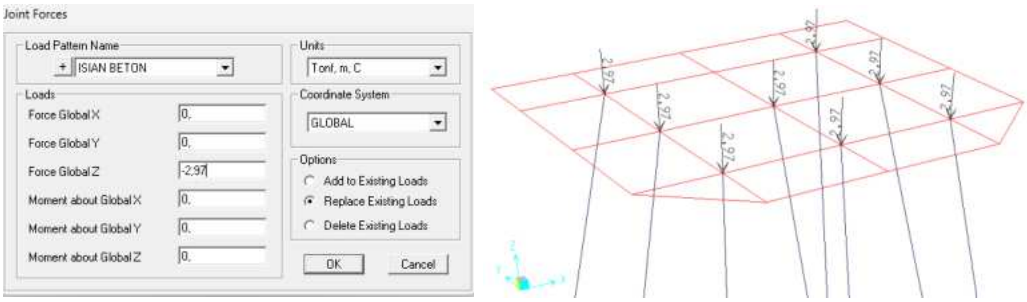
6) Mengaplikasikan pembebanan pada struktur:

a) Beban Isian Beton pada *Steel Pile*

(1) Klik semua joint bagian atas *Steel Pile*

(2) *Assign* > *Frame Loads* > *Distributed*….

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 68 Beban Isian Beton pada *Steel Pile Mooring Dolphin*

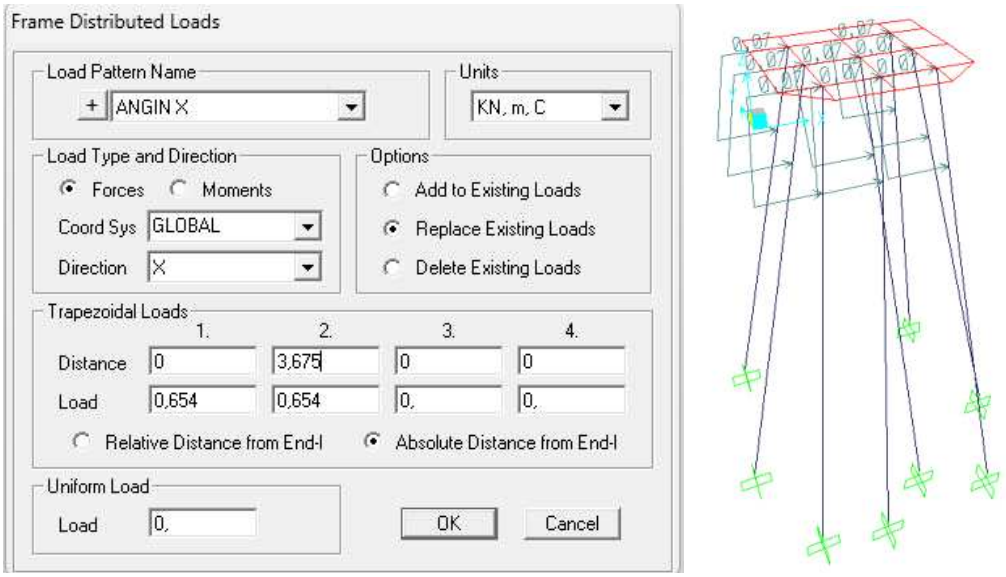
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

b) Beban Angin arah x dan y pada *Steel Pile*

(1) Klik semua *Steel Pile*

(2) *Assign* > *Frame Loads* > *Distributed*….

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :

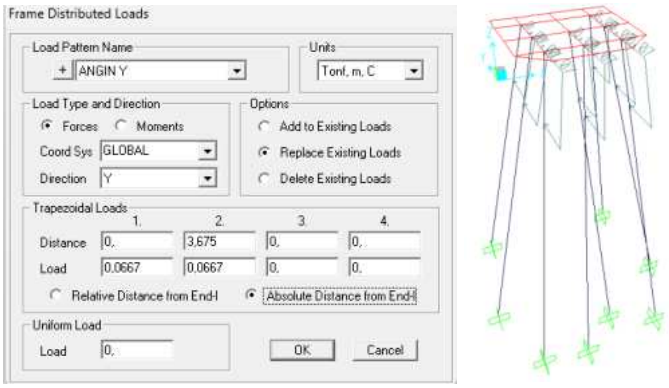


Gambar 69 Beban Angin Arah x *Steel Pile Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(4) Kemudian untuk pembebanan angin arah y dengan mengulangi langkah 1-2

(5) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 70 Beban Angin Arah y *Steel Pile Mooring Dolphin*

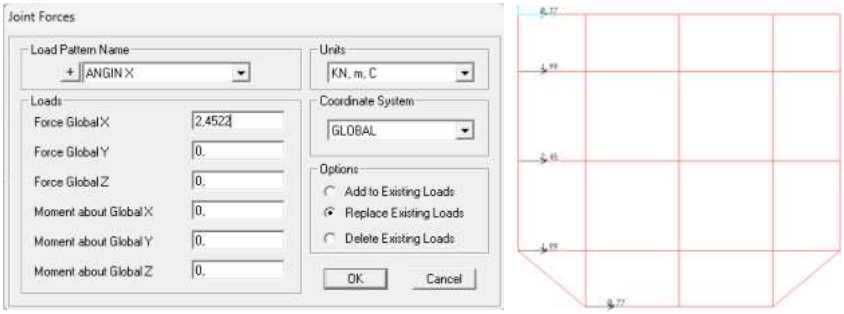
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c) Beban Angin arah x dan y pada Balok

(1) Untuk pembebanan angin arah x, klik bagian *joint* sebelah kanan / kiri pada balok

(2) *Assign* > *Joint Loads* > *Forces*

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :

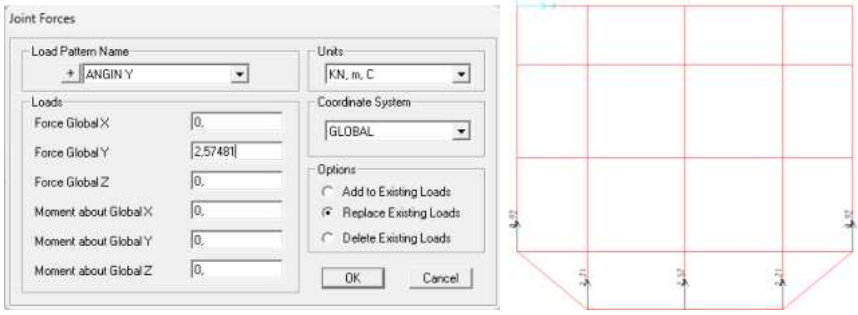


Gambar 71 Beban Angin arah x pada Balok *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(4) Kemudian untuk pembebanan angin arah y pada balok, klik bagian depan *joint* dan mengulangi langkah 2

(5) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 72 Beban Angin arah y pada Balok *Mooring Dolphin*

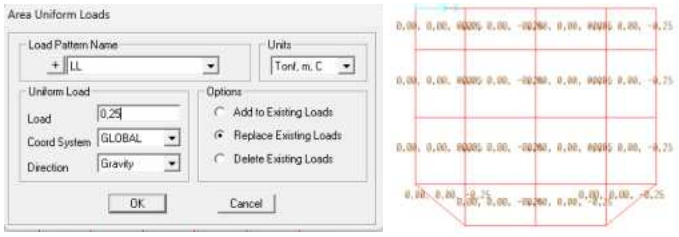
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

d) Beban Hidup

(1) Klik semua balok

(2) *Assign* > *Area Loads* > *Uniform (Shell)*

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 73 Beban Hidup *Mooring Dolphin*

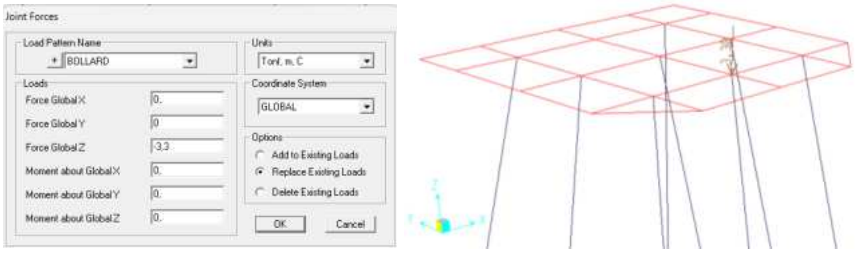
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

e) Beban *Bollard*

(1) Klik salah satu bagian *joint*

(2) *Assign* > *Joint Loads* > *Forces*

(3) Isikan data sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 74 Beban *Bollard Mooring Dolphin*

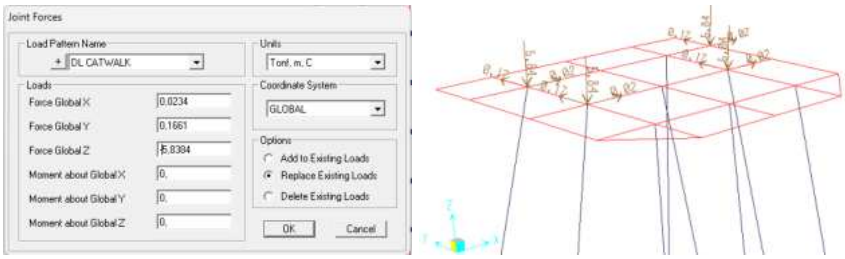
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

f) Beban *Catwalk*

(1) Klik salah 4 bagian *joint*

(2) *Assign* > *Joint Loads* > *Forces*

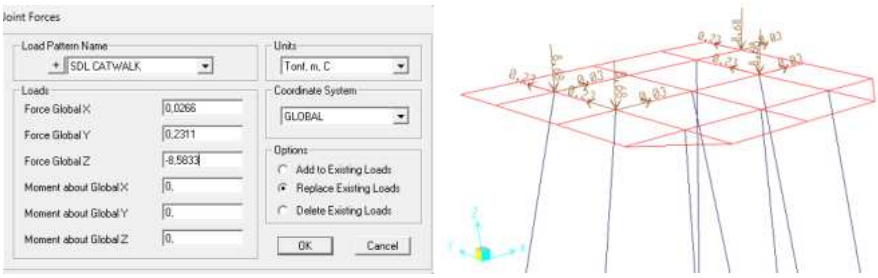
(3) Isikan data beban mati sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 75 Beban Mati *Catwalk Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

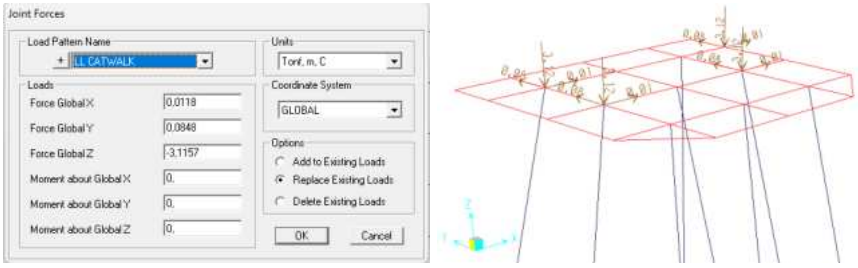
(4) Ulangi langkah 1-2 untuk beban mati tambahan dengan ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 76 Beban Mati Tambahan *Catwalk Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(5) Kemudian, ulangi langkah 1-2 untuk beban hidup dengan ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 77 Beban Hidup *Catwalk Mooring Dolphin*

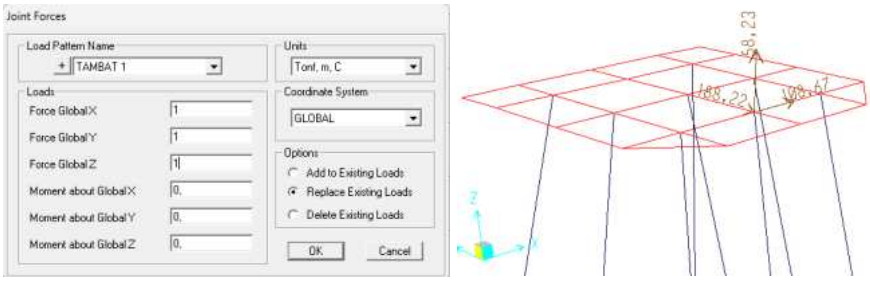
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

g) Beban Tambat

(1) Klik salah 1 bagian *joint*

(2) *Assign* > *Joint Loads* > *Forces*

(3) Isikan data beban tambat 1 sesuai ketentuan yang diberikan seperti gambar berikut :



Gambar 78 Beban Tambat 1 *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(4) Klik kembali salah satu bagian *joint*, kemudian pilih menu edit > *Interactive Database Editing*…

(5) Beri tanda silang pada *Joint Assigments* > *Joint Load Assigments* > *Table : Joint Loads - Force*

(6) Pada kolom *Load Patterns* (*Model Def*), klik *Select Load Patterns* kemudian pilih Tambat 1 dan OK

(7) Kemudian *import* tabel dari program dengan memilih *To Exel*

(8) Salin tabel yang ada dilembar kerja sebelumnya ke tabel lembar kerja yang telah di *import* dari program

(9) Selanjutnya kembali ke program dengan memilih *From Exel* > *Apply To Model* > *Done*

7) Mendefinisikan kombinasi pembebanan

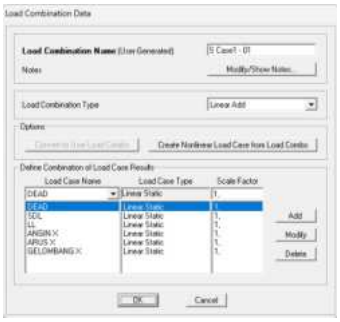
a) *Difine* > *Load Combination...*

b) Klik tombol *Add New Combo...*

Berikut merupakan kombinasi pembebanan service dan ultimit yang diberikan pada permodelan ini :

Kombinasi pembebanan service

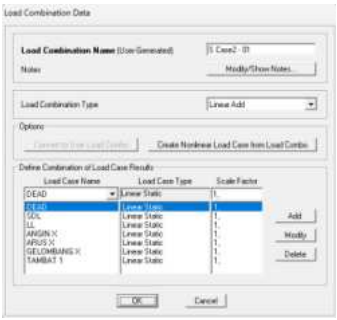
a) D + SDL + LL + Env



Gambar 79 S *Case*1 *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

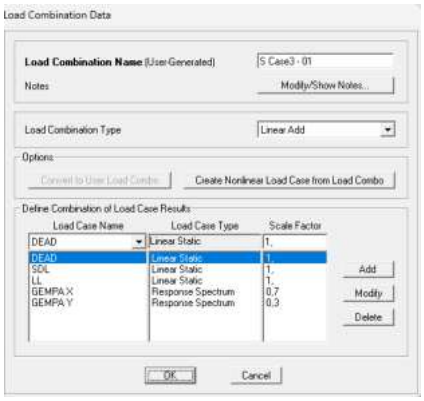
b) D + SDL + LL + Env + M



Gambar 80 S *Case*1 *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c) D + SDL + LL + E

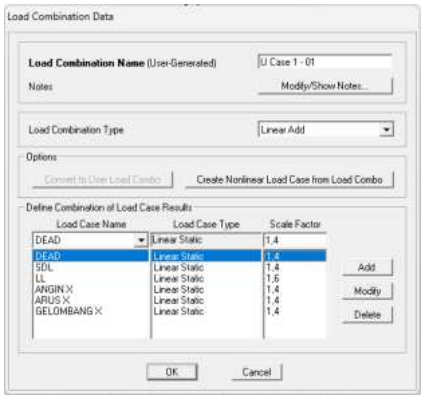


Gambar 81 S *Case*1 *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Kombinasi pembebanan ultimit

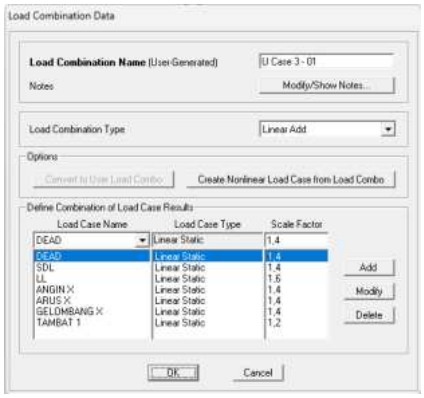
a) 1,4D + 1,4SDL + 1,6LL + 1,4Env



Gambar 82 U *Case*1 *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

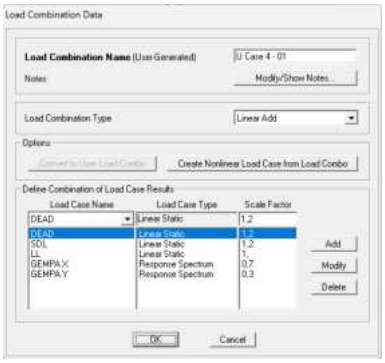
b) 1,4D + 1,4SDL + 1,6LL + 1,4Env + 1,2M



Gambar 83 U *Case*2 *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c) 1,2D + 1,2SDL + LL + E



Gambar 84 U *Case*3 *Mooring Dolphin*

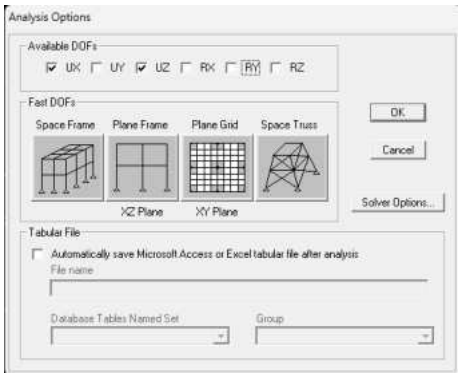
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

d. Analisis dan output

1) Tipe Analisis

Tipe analisis struktur yang digunakan adalah *Space Truss*

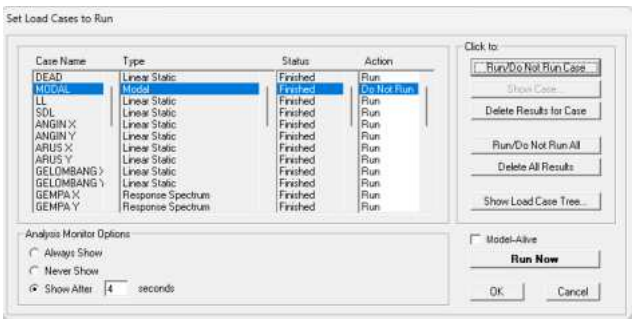
Define > *Set Analysis* lalu pilih *Space Truss* lalu OK



Gambar 85 Tipe Analisis *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Selanjutnya, klik *Analiyze* > *Set Analysis To Run*, lalu pada *Modal* pilih *Run/Do Not Run Case*. Lalu klik *Run Now*



Gambar 86 *Run Analysis Mooring Dolphin*

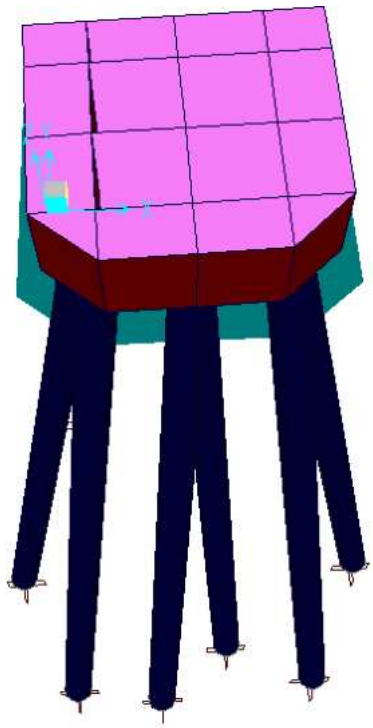
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

2) Output

Berikut terlampir hasil output – output dari proses desain dan analisis model struktur *mooring dolphin* :

a) Deformasi Struktur

Deformasi struktur merupakan bentuk perubahan struktur yang terjadi akibat adanya gaya dari luar maupun dari dalam.



Gambar 87 *Deformed Shape Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5 Defleksi *Mooring Dolphin*

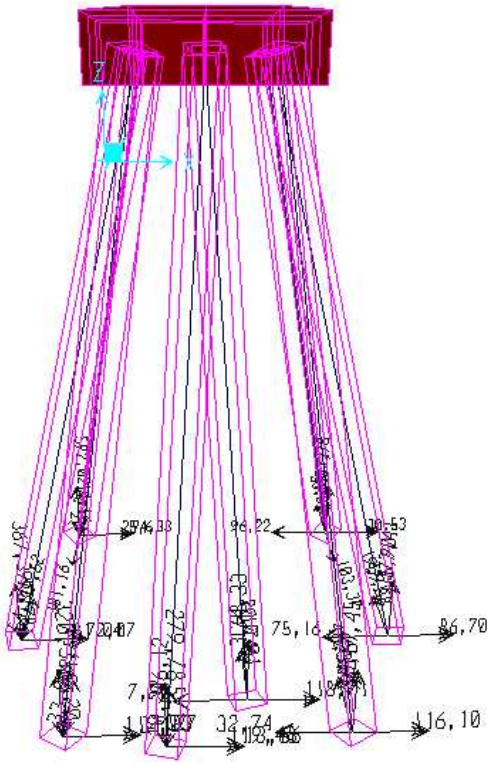
Kombinasi Beban	**Case Type Text**	**U1 cm**	**U2 cm**	**U3 cm**
Comb 1 - DL + LL + Env	Max	0,0038	0,0038	-0,0002
	Min	0,0010	0,0027	-0,0017
Comb 2 - DL + LL + Env + *Mooring*	Max	0,0293	-0,0069	0,0052
	Min	-0,0010	-0,0236	-0,0043
Comb 3 - Gempa	Max	0,0090	0,0098	0,0008
	Min	-0,0095	-0,0044	-0,0030

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Pengecekan defleksi pada dermaga biasanya tidak lebih dari 0,6 cm dan defleksi maksimum yang didapat sebesar 0,0293 cm. Maka, defleksi struktur *mooring dolphin* dikatakan memenuhi syarat.

b) Reaksi Perletakan

Tumpuan adalah tempat bersandarnya suatu konstruksi & tempat bekerjanya reaksi. Untuk menampilkan reaksi tumpuan yaitu dengan cara klik *Display* > *Force/Stress Diagram* > *Support/Spring Reaction*…



Gambar 88 Reaksi Perletakan *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 6 Joint Reaksi *Mooring Dolphin*

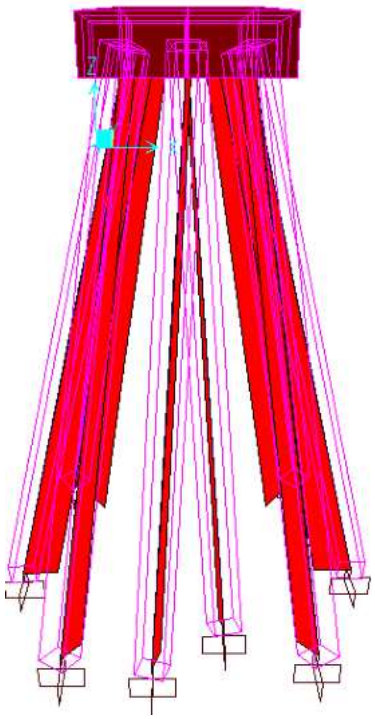
Kombinasi Beban	Case Type Text	F1 Tonf	F2 Tonf	F3 Tonf	M1 Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m
Comb 1 - DL + LL + Env	Max	13,2012	7,3523	91,2070	16,4172	-2,2925	5,7413
	Min	-17,8597	-17,0207	17,3545	4,6122	-24,6547	-5,6905
Comb 2 - DL + LL + Env + *Mooring*	Max	18,0556	77,9389	294,3652	-11,8457	6,4805	21,9123
	Min	-55,2666	-6,8030	-141,2883	-89,5841	-113,8216	-36,0228
Comb 3 - Gempa	Max	26,5922	23,0789	142,1139	38,4358	38,7447	10,7736
	Min	-26,1647	-27,5342	-46,2510	-21,2886	-36,0176	-10,8878

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berdasarkan analisis struktur *mooring dolphin* didapat daya dukung aksial (Pu) pada kondisi tekan sebesar 294,3652 ton dan kondisi tarik sebesar -141,2883 ton. Sedangkan, daya dukung lateral (Hu) tiang pancang Ø1066.8x21t sebesar 77,9389 ton.

c) Gaya dan Diagram Reaksi Perletakan

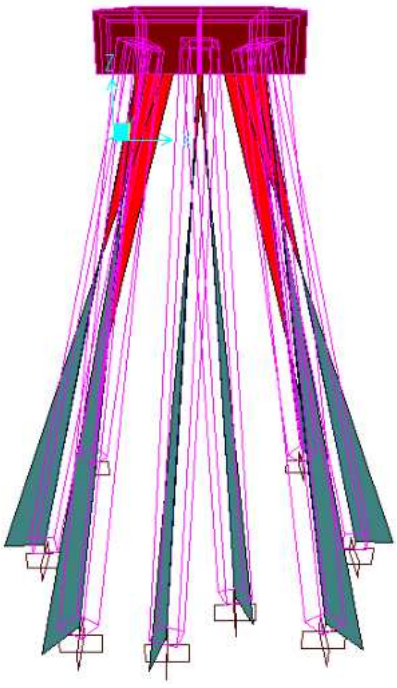
(1) *Axial Force*



Gambar 89 *Axial Force Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

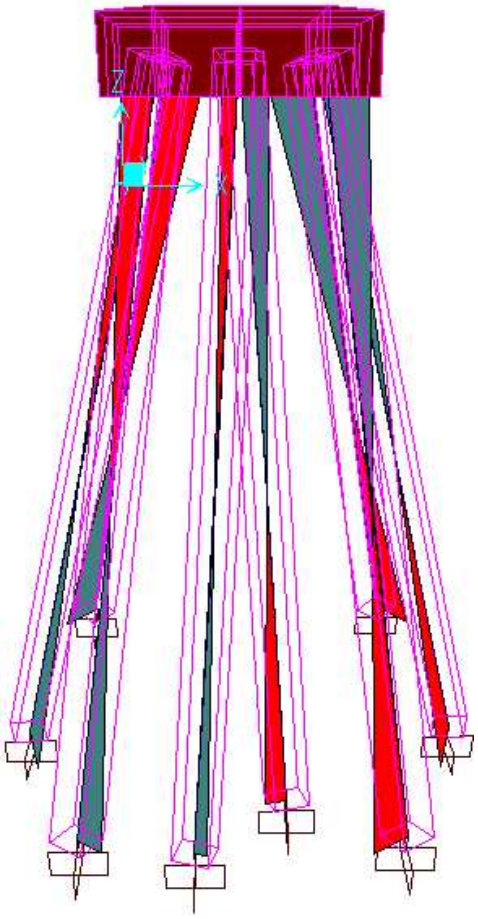
(2) *Shear* 2-2



Gambar 90 *Shear* 2-2 *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(3) *Moment* 3-3



Gambar 91 *Moment* 3-3 *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

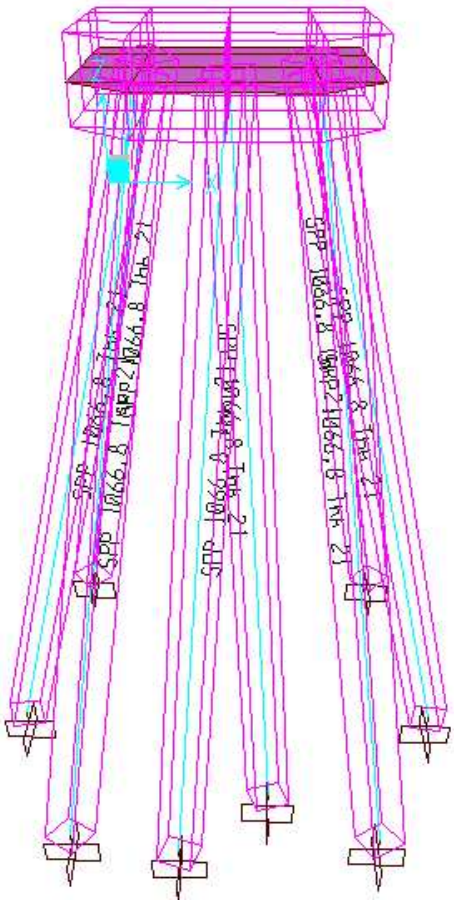
Tabel 7 Gaya Dalam *Mooring Dolphin*

Kombinasi Beban	**Case Type Text**	**P Tonf**	**V2 Tonf**	**V3 Tonf**	**T Tonf-m**	**M2 Tonf-m**	**M3 Tonf-m**
Comb 1 - DL + LL + Env	Max	-9,5968	4,1782	3,2407	0,8139	20,2023	17,1698
	Min	-94,1841	-2,3914	-2,6497	-0,0865	-23,3624	-26,3936
Comb 2 - DL + LL + Env + *Mooring*	Max	156,2719	12,1280	14,6314	21,3076	153,8213	111,7071
	Min	-305,2969	-10,3054	-9,1133	-1,8461	-130,1757	-110,9492
Comb 3 - Gempa	Max	60,1630	5,0850	3,7252	4,8909	45,2299	39,3142
	Min	-146,8792	-5,0648	-4,1071	-3,9461	-49,9853	-49,5522

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

(4) Keamanan Struktur

Dilakukan keamanan struktur dengan klik *Design* > *Concrete Frame Design* > *Start/Design Check*..



Gambar 92 Keamanan Struktur *Mooring Dolphin*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 8 Rasio *Mooring Dolphin*

Kombinasi Beban	**Ratio** Unitless	**Syarat Batas** Unitless	**Keterangan** Text
Comb 1 - DL + LL + Env	0,1407	1,00	AMAN
Comb 2 - DL + LL + Env + *Mooring*	0,6181	1,00	AMAN
Comb 3 - Gempa	0,2019	1,00	AMAN

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Kekuatan struktur tiang dilihat dari tiang pancang yang menopang. Apabila rasio (PMM) tiang pancang lebih dari 1,00 maka tiang pancang tersebut mengalami *overstressed* atau melebihi kapasitas kekuatannya. Berdasarkan analisis struktur *mooring dolphin* rasio terbesar didapat pada kondisi kombinasi pembebanan 2 yaitu sebesar 0,6181 dan syarat batas sebesar 1. Maka, kapasitas struktur *mooring dolphin* yang direncanakan mampu menahan beban-beban yang bekerja.

LAMPIRAN

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING TA

Nama : Rifda Syafrida
NIM : 3336210010
Program Studi : Teknik Sipil
Semester : Ganjil/~~Genap~~ *) Tahun Akademik 2024/2025
KBK : Sumber Daya Air
Judul Tugas Akhir : Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

No	Uraian	Nama Dosen	Paraf Dosen
1.	Pembimbing 1	1. Dr. Subekti, S.T., M.T.	1.
2.	Pembimbing 2	2. Baehaki, S.T., M. Eng	2.

Cilegon,17 Mei 2024
Ketua KBK

Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.
NIP. 198909142019031008

*) coret yang tidak perlu

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM PERSETUJUAN TANGGAL SIDANG

Nama : Rifda Syafrida

NIM : 3336210010

Jurusan : Teknik Sipil

Rencana Sidang : **Seminar Proposal/ ~~Seminar Hasil/ Sidang Akhir~~ *)**

Waktu Sidang :

Hari/ Tanggal : Jumat, 27 September 2024

Jam : 10.00 WIB

No	Nama Dosen	Pembimbing	Penguji	Tanda Tangan
1	Dr. Subekti, S.T., M.T.	I		**Tanggal:** 18/9/2024 **Paraf:**
2	Baehaki, S.T., M. Eng	II		**Tanggal:** 19/9/2024 **Paraf:**
3	Bambang Adhi Priyambodho, S.T., M.T.		I	**Tanggal:** 19/9/2024 **Paraf:**
4	Zulmahdi Darwis, S.T., M. Eng		II	**Tanggal:** 19/9/2024 **Paraf:**

Cilegon, 18 September 2024
Koordinator TA

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP. 198601312019032009

*) coret yang tidak perlu

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-01

SURAT PERMOHONAN SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Nama Mahasiswa	: Rifda Syafrida
Nomor Mahasiswa	: 3336210010
Alamat Mahasiswa	: Jl. TB Buang Link. Cikuasa RT 01 RW 01 No. 05 Kelurahan Gerem, Kecamatan Gerogol, Kota Cilegon, Banten ID 42438
Dosen Pembimbing	: 1. Dr. Subekti, S.T., M.T. 2. Baehaki, S.T., M. Eng

dengan prestasi studi 3,63 sampai dengan tanggal: 19 September 2024 seperti terlampir. Dengan ini saya mengajukan permohonan untuk dapat menyelenggarakan seminar proposal skripsi.

Cilegon, 19 September 2024

Rifda Syafrida

PEMERIKSAAN (oleh Koord. Skripsi)

No	Perihal	Catatan
1.	Hasil studi kumulatif (≥ 116 sks dam IPK ≥ 2,00)	....141..... SKS & IPK ..3,63..
2.	Nilai D maksimal 10% dari total SKS mata kuliah	.....0..... %
3.	Kerja Praktek	
4.	Mengontrak mata kuliah Skripsi dalam KRS berjalan	
5.	Melakukan pendaftaran pada SISTA (TA-01)	
6.	Draf proposal telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 4 eksemplar masing-masing untuk pembimbing dan penguji	
7.	Naskah seminar telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 10-15 eksemplar untuk peserta sidang	
8.	Berita Acara Seminar Proposal (Smp-02)	
9.	Lembar saran & masukan (Smp-03)	
10.	Daftar hadir dosen (Smp-04)	
11.	Daftar hadir peserta seminar (Smp-05)	

Seminar tersebut dapat dilaksanakan, waktu dan tempat seminar harap dikonsultasikan dengan Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji.

Cilegon, 19 September 2024
Koordinator Skripsi,

Siti Asyiah, S.Pd.,M.T.
NIP. 198601312019032009

Dibuat rangkap 2 untuk:
1. Mahasiswa ybs
2. Koord. Skripsi

** Pendaftaran Seminar Proposal Skripsi selambat-lambatnya 2 hari kerja sebelum seminar dilaksanakan.*

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-02

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

JURUSAN TEKNIK SIPIL UNTIRTA

Pada hari ini Jum'at tanggal 27 bulan September tahun 2024, telah dilaksanakan Seminar Proposal Skripsi dari mahasiswa/mahasiswi, yaitu :

Nama	: Rifda Syafrida
NPM	: 3336210010
Judul Skripsi	: Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)
Dosen pembimbing I	: Dr. Subekti, S.T., M.T.
Dosen pembimbing II	: Baehaki, S.T., M. Eng
Dosen Penguji I	: Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.
Dosen Penguji II	: Zulmahdi Darwis, S.T., M. Eng

Dari Seminar Proposal Skripsi ini dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah dinyatakan MEMENUHI PERSYARATAN / ~~TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN~~ untuk melanjutkan Penelitian (Skripsi) *)

Demikian Berita Acara ini dibuat dan selanjutnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 27 September 2024

Dosen Penguji I	Dosen Penguji II
Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.	Zulmahdi Darwis, S.T., M. Eng
NIP. 19770404200912100l	NIP. 197706182008011005

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Dr. Subekti, S.T., M.T.	Baehaki, S.T., M. Eng
NIP. 197506122008011020	NIP. 198705082015041001

Ket : *) coret yang tidak perlu
CC : Arsip

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-03

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jum'at, 27 September 2024 Waktu : 10.00 WIB
Nama Peserta : Rifda Syafrida NPM : 3336210010
Judul Skripsi : Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1		Tata tulis perbaiki kalimat	
2		Teori pembebanan dan rumusnya harus di lengkapi dan teori nya di analisis	

Cilegon, 27 September 2024
Dosen Pembimbing I

Dr. Subekti, S.T., M.T.
NIP. 197506122008011020

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-03

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jum'at, 27 September 2024 Waktu : 10.00 WIB
Nama Peserta : Rifda Syafrida NPM : 3336210010
Judul Skripsi : Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		1. Tambahkan gambar detail struktur (sample/ penelitian) pd Metode Penelitian objek 2. Rincian data primer dan sekunder? 3. Perbaiki flow chart pd bagian "Analisis Design"? 4. Tidak perlu ditampilkan penjelasan menggunakan software SAP 2000 5. Tambahkan teori struktur. 6. Geoteknik/pondasi ↓ persamaan/rumus yg digunakan. 7. Cek SNI Dermaga. → pelabuhan! Dermaga → Struktur gedung bangunan non gedung menyerupai gedung	

8. Dermaga ini apakah dapat diakses oleh masyarakat umum?

Cilegon, 27 September 2024
Dosen Pembimbing II

Baehaki, S.T., M. Eng
NIP. 198705082015041001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-03

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jum'at, 27 September 2024 Waktu : 10.00 WIB

Nama Peserta : Rifda Syafrida NPM : 3336210010

Judul Skripsi : Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		Mohon Jabarkan cara memperoleh data primer dan sekunder, dan penerapan rumus (persamaan) dalam metodologi dan atau software	

Cilegon, 27 September 2024
Dosen Penguji I

Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.
NIP. 197704042009121001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-03

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jum'at, 27 September 2024 Waktu : 10.00 WIB

Nama Peserta : Rifda Syafrida NPM : 3336210010

Judul Skripsi : Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1		Awal kalimat usahakan tidak menggunakan kata depan, kata sambung dan kata pengandaian	
2		Latar belakang → kenapa Penelitian ini dilakukan ???	
3.		Beban gelombang teori / menjadi Beban terpusat..	

Cilegon, 27 September 2024
Dosen Penguji II

Zulmahdi Darwis, S.T., M. Eng
NIP. 197706182008011005

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-04

DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jum'at, 27 September 2024
Waktu : 10.00 WIB
Nama Peserta : Rifda Syafrida
NPM : 3336210010
Judul Skripsi : Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Dr. Subekti, S.T., M.T.	197506122008011020	1.
2.	Baehaki, S.T., M. Eng	198705082015041001	2.
3.	Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.	197704042009121001	3.
4.	Zulmahdi Darwis, S.T., M. Eng	197706182008011005	4.

Cilegon, 27 September 2024
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd.,M.T.
NIP.198601312019032009

Smp-05

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jum'at, 27 September 2024
Waktu : 10.00 WIB
Nama Peserta : Rifda Syafrida
NPM : 3336210010
Judul Skripsi : Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

NO	NAMA	NPM	TANDA-TANGAN	KET.
1.	Mulyanah	3336210003	1. ~~found~~	
2.	Syahdan Raihan	3336210014	2.	
3.	Robby Firman H	3336210099	3.	
4.	Ardiansyah dimas	3336210094	4.	
5.	Shaugi Aiman	3336210029	5.	
6.	M NAUFAL PRATAMA M	3336210089	6.	
7.	Eri Abdullah Muhyi	3336210076	7.	
8.	Hafiz Pranata	3336210028	8.	
9.	Andien Puspita Syahrani	3336210077	9.	
10.			10.	
11.			11.	
12.			12.	
13.			13.	
14.			14.	
15.			15.	

Cilegon, 27 September 2024
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd.,M.T.
NIP.198601312019032009

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-06

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Rifda Syafrida
NPM : 3336210010

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
	02 / 10 / 2024	- Perbaikan kalimat - Penambahan teori pembebanan dan rumus yang digunakan		

Cilegon, 27 September 2024
Dosen Pembimbing

Dr. Subekti, S.T., M.T.
NIP. 197506122008011020

Smp-06

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Rifda Syafrida
NPM : 3336210010

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
	22 / 10 / 2024	- Perbaikan skematik pembebanan - perbaikan gambar detail struktur - penambahan teori struktur dolphin		

Cilegon, 27 September 2024
Dosen Pembimbing

Baehaki, S.T., M. Eng
NIP. 198705082015041001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-06

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Rifda Syafrida
NPM : 3336210010

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
	04 / 10 / 2024	- Perbaikan data sekunder yang digunakan - Penambahan rumus / persamaan dalam metodelogi		

Cilegon, 27 September 2024
Dosen Penguji

Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.
NIP. 197704042009121001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-06

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Rifda Syafrida
NPM : 3336210010

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
1.	Kamis, 03/10/2024	Revisi penghapusan kata depan, kata sambung, & kata penganchor diawal kalimat.		
2.	Kamis, 03/10/2024	Revisi latar belakang		
3.	Kamis, 03/10/2024	Teori pembebanan gelombang		

Cilegon, 21 September 2024
Dosen Penguji

Zulmahdi Darwis, S.T., M. Eng
NIP. 197706182008011005

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-07

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Rifda Syafrida
NIM : 3336210010
Program Studi : Teknik Sipil
Semester : Ganjil
Pembimbing I : Dr. Subekti, S.T., M.T.
Judul Tugas Akhir : ANALISIS STRUKTUR *BREASTING DOLPHIN* DAN *MOORING DOLPHIN* UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	12 Februari 2024	- Pembagian penyusunan proposal - Pengajuan surat untuk data TA	
2.	20 Februari 2024	Pemilihan metode pengolahan data Parang Curut	
3.	08 Mei 2024	- Revisi Judul - Pengajuan surat permohonan permintaan data angin dengan tarif non rupah ke BMKG - Revisi Bab 1, 3 dan 4	
4.	13 Mei 2024	Acc Judul	
5.	18 Mei 2024	Revisi Bab 2 dan bab 3	
6.	12 Juni 2024	Pengolahan data angin dengan WRPLOT	
7.	27 Jun. 2024	Penentuan alur pengerjaan Bab 5	
8.	03 Jul. 2024	- Penambahan teori dasar mengenai kedalaman alur - Perhitungan kedalaman alur	

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-07

9.	09 Agustus 2024	- Penjabaran isi dari bab 5 - membuat layout kapal tanker 10.000 DWT - membuat plot lokasi bangunan dermaga	
10.	14 Agustus 2024	- Revisi plot gambar - Revisi tujuan masalah & latar belakang - Brosur bollard dan fender	
11.	12 September 2024	Penambahan flowchart gaya ; yang bekerja pada struktur dolphin	
12.	18 September 2024	ACC seminar Proposal	
13.	02 oktober 2024	Perbaikan : latar belakang. prosedur penelitian dan data penelitian Bab : pembebanan vertikal dan horizontal	
14.	04 oktober 2024	- latar belakang dan teori pembiasan gelombang - kesimpulan dan saran	
15.	25 Oktober 2024	- Revisi kecimpulan - ACC seminar Hasil	
16.	06 Januari 2025	- Perbaikan : Pembebanan sandar ($\frac{\omega v^2}{2g}$) d ($v' = \dots \kappa \sin 10°$)	
17.	23 Januari 2025	ACC sidang akhir	

Cilegon, 07 Januari 2025
Mahasiswa,

Rifda Syafrida
NIM. 3336210010

Mengetahui,
Pembimbing I Skripsi,

Dr. Subekti, S.T., M.T.
NIP. 197506122008011020

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-07

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Rifda Syafrida
NIM : 3336210010
Program Studi : Teknik Sipil
Semester : Ganjil
Pembimbing II : Baehaki, S.T., M. Eng
Judul Tugas Akhir : ANALISIS STRUKTUR *BREASTING DOLPHIN* DAN *MOORING DOLPHIN* UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	04 September 2024	Pendistribusian beban - beban yang bekerja pada struktur Breasting dolphin & mooring dolphin	
2.	18 September 2024	Daya dukung lateral tiang pancang	
3.	16 Oktober 2024	- Kombinasi Beban 1 2 - Analisa Beban 2 - Acc - Running 3 2 - Output	
4.	22 Oktober 2024	Simulasi pembebanan pada naskah laporan	
5.	28 oktober 2024	Input pembebanan angin dan revisi material	
6.	13 November 2024	Perhitungan daya dukung lateral tiang pancang	
7.	14 November 2024	Perhitungan daya dukung aksial tiang pancang	
8.	24 Desember 2024	Perhitungan gaya reaksi & daya dukung aksial teman	

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

9.	06 Januari 2025	Perhitungan aksial teran (N-SPT & mutu baha	
10.	20 Januari 2025	Acc sidang akhir	

Cilegon, 07 Januari 2025
Mahasiswa,

Rifda Syafrida
NIM. 3336210010

Mengetahui,
Pembimbing II Skripsi,

Baehaki, S.T., M. Eng
NIP. 198705082015041001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM PERSETUJUAN TANGGAL SIDANG

Nama : Rifda Syafrida

NIM 3336210010

Jurusan : Teknik Sipil

Rencana Sidang : ~~**Seminar Proposal**~~**/ Seminar Hasil/** ~~**Sidang Akhir**~~ ***)**

Waktu Sidang :

Hari/ Tanggal : Senin, 25 November 2024

Jam : 13.00 s/d Selesai

No	Nama Dosen	Pembimbing	Penguji	Tanda Tangan
1	Dr. Subekti, S.T., M.T.	I		**Tanggal:** 20 - 11 - 2024 **Paraf:**
2	Baehaki, S.T., M. Eng	II		**Tanggal:** 21 - 11 - 2024 **Paraf:**

Cilegon, 20 November 2024
Koordinator TA

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP. 198601132019032009

*) coret yang tidak perlu

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Hsl-01

BERITA ACARA SEMINAR HASIL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNTIRTA

Pada hari ini Senin tanggal 25 bulan November tahun 2024, telah dilaksanakan Seminar Hasil Skripsi dari ~~mahasiswa~~/mahasiswi, yaitu :

Nama	: Rifda Syafrida
NPM	: 3336210010
Judul Skripsi	: Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)
Dosen pembimbing I	: Dr. Subekti, S.T., M.T.
Dosen pembimbing II	: Baehaki, S.T., M. Eng

Dari Seminar Hasil Skripsi ini dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah dinyatakan MEMENUHI PERSYARATAN / ~~TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN~~ untuk melanjutkan ke Sidang Akhir *)

Demikian Berita Acara ini dibuat dan selanjutnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 25 November 2024

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Dr. ~~Subekti~~, S.T., M.T.	Baehaki, S.T., M. Eng
NIP. 197506122008011020	NIP. 198705082015041001

Ket : *) coret yang tidak perlu
CC : Arsip

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Hsl-02

SARAN / MASUKAN
SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 25 November 2024 Waktu : 13.00 WIB
Nama Peserta : Rifda Syafrida NPM : 3336210010
Judul Skripsi : Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		Tata tulis laporan mohon diperhatikan	
2.		perhitungan gaya sandar mengacu pada buku Bambang triatmodjo.	

Cilegon, 25 November 2024
Dosen Pembimbing I

Dr. Subekti, S.T., M.T.
NIP. 197506122008011020

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Hsl-02

SARAN / MASUKAN
SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 25 November 2024 Waktu : 13.00 WIB

Nama Peserta : Rifda Syafrida NPM : 3336210010

Judul Skripsi : Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		Cek kembali gaya aksial tarikan yang terjadi pada reaksi penetapan serta perhitungan kebutuhan tiang yang diperlukan	

Cilegon, 25 November 2024
Dosen Pembimbing II

Baehaki, S.T., M. Eng
NIP. 198705082015041001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Hsl-03

DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 25 November 2024

Waktu : 13.00 WIB

Nama Peserta : Rifda Syafrida

NPM : 3336210010

Judul Skripsi : Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Dr. Subekti, S.T., M.T.	197506122008011020	1.
2.	Baehaki, S.T., M. Eng	198705082015041001	2.

Cilegon, 25 November 2024
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP.198601312019032009

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Hsl-04

DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Rabu, 25 November 2024
Waktu : 13.00 WIB
Nama Peserta : Rifda Syafrida
NPM : 3336210010
Judul Skripsi : Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

NO	NAMA	NPM	TANDA-TANGAN	KET.
1.	Nazwa Haya Salsabil	3336210071	1.	
2.	Alcmal Sulthon Al-Mubarolc	3336210091	2.	
3.	Puput Pauziah	3336210007	3.	
4.	Zahran G	3336210[illegible]	4.	
5.	Ardiansyah [illegible]	3336210[illegible]	5.	
6.	Robby Firman Hidayat	3336210[illegible]	6.	
7.	Redina Rahmawati	3336210022	7.	
8.	Shaugi Aiman	3336210029	8.	
9.	M. Faisal Sumatto	3336210035	9.	
10.	M. Rendi Ardiansyah	3336210016	10.	
11.	Azyumarni Abra Hanifah	3336210108	11.	
12.	Syahdan Raihan	3336210014	12.	
13.	Acheyba Vitania . S. S	3336210049	13.	
14.	Mulyanah	3336210003	14.	
15.			15.	

Cilegon, 25 November 2024
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP.198601312019032009

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Hsl-05

BUKTI PERBAIKAN LAPORAN HASIL SKRIPSI

Nama Peserta : Rifda Syafrida
NPM : 3336210010

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
		Acc revisi laporan. Hasil Sidang		

Cilegon, 25 November 2024
Dosen Pembimbing I

Dr. Subekti, S.T., M.T.
NIP. 197506122008011020

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Hsl-05

BUKTI PERBAIKAN LAPORAN HASIL SKRIPSI

Nama Peserta : Rifda Syafrida
NPM : 3336210010

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
		ACC perhitungan daya dukung aksial tiang pancang		

Cilegon, 25 November 2024
Dosen Pembimbing II

Baehaki, S.T., M. Eng
NIP. 198705082015041001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Hsl-06

BUKTI KEHADIRAN TELAH MENGIKUTI SEMINAR

Nama Peserta : Rifda Syafrida
NPM : 3336210010

SEMINAR YANG PERNAH DIIKUTI

NO	JUDUL	Mahasiswa	Paraf[1]
1	Analisis karakteristik dan kebutuhan ruang parkir berbasis green transportation (studi kasus : kampus C FKIP UNTIRTA)	Nazwa Haya Salsabil (3336210071)	
2	Analisis beban berlebih (Overload) terhadap umur rencana perkerasan jalan pada jalan tol (Studi kasus : ruas jalan tol Tanggerang - Merak KM.49 - KM.55)	M. Raslin Hudaya (3336200074)	
3	Perencanaan rute evakuasi bencana tsunami di wilayah Banten Selatan	Pistra Sendi Winata (3336200014)	
4	stabilitas tanah lempung dengan menggunakan zeolit bayah dan semen portland terhadap nilai california bearing ratio (CBR) soaked	Lulu Salsabila (3336210048)	
5	stabilitas tanah lempung menggunakan zeolit bayah dan semen portland terhadap nilai California bearing ratio (CBR) unsoaked	Wira Yuna Putri (3336210002)	
6	stabilitas tanah menggunakan abu sawit dan semen portland terhadap nilai CBR soaked (studikasus : Jalan Raya Sobang desa Ciamis kecamatan Sobang kabupaten Pandeglang)	Akhdan Musyafaa (3336210008)	
7	stabilitas tanah menggunakan abu sawit dan Semen Portland terhadap nilai kuat tekan bebas (studi kasus : Jalan raya Sobang desa Ciamis kecamatan sobang kab. Pandeglang)	Ahmad Daeroby (3336210017)	
8	stabilitas tanah lempung menggunakan serbuk limbah karet ban terhadap nilai kuat tekan bebas	Zahra Ananda Nur Fazry (3336210063)	
9	Pengaruh penambahan abu sawit dan semen portland terhadap nilai CBR unsoaked (Studi kasus : Jl. Raya Sobang, Ciamis, kecamatan Sobang, Pandeglang, Banten)	Puput Pauziah (3336210007)	
10	stabilitas tanah lempung menggunakan serbuk limbah karet ban terhadap nilai CBR (California bearing Ratio) unsoaked	Siti Djulia Nurcahya (3336210057)	

[1] paraf pembimbing 1 skripsi

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM PERSETUJUAN TANGGAL SIDANG

Nama : Rifda Syafrida

NIM : 3336210010

Jurusan : Teknik Sipil

Rencana Sidang : ~~**Seminar Proposal**~~/ ~~**Seminar Hasil**~~/ **Sidang Akhir** *)

Waktu Sidang :

Hari/ Tanggal : Kamis, 30 Januari 2025

Jam : 09.00 s/d Selesai

No	Nama Dosen	Pembimbing	Penguji	Tanda Tangan
1	Dr. Subekti, S.T., M.T.	I		**Tanggal:** 23/01 2025 **Paraf:**
2	Baehaki, S.T., M. Eng	II		**Tanggal:** 23/01 2025 **Paraf:**
3	Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.		I	**Tanggal:** 23/01 2025 **Paraf:**
4	Zulmahdi Darwis, S.T., M. Eng		II	**Tanggal:** **Paraf:**

Cilegon, 23 Januari 2025
Koordinator TA

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP. 198601312019032009

*) coret yang tidak perlu

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Ahr-01

SURAT PERMOHONAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Nama Mahasiswa	: Rifda Syafrida
Nomor Mahasiswa	: 3336210010
Alamat Mahasiswa	: Jl. TB Buang Link. Cikuasa RT 01 RW 01 No. 05 Kelurahan Gerem, Kecamatan Gerogol, Kota Cilegon, Banten ID 42438
Dosen Pembimbing	: 1. Dr. Subekti, S.T., M.T. 2. Baehaki, S.T., M. Eng

dengan prestasi studi 3,63 sampai dengan tanggal: 07 Januari 2025 seperti terlampir. Dengan ini saya mengajukan permohonan untuk dapat menyelenggarakan sidang akhir skripsi.

Cilegon, 07 Januari 2025
Pemohon,

Rifda Syafrida

PEMERIKSAAN (oleh Koord. Skripsi)

No	Perihal	Catatan
1.	Hasil studi kumulatif (≥ 139 sks dan IPK ≥ 2,00)	141 sks, IPK 3,63
2.	Hasil studi kumulatif (nilai D ≤ 10 %)	Nilai D ....0.... %
3.	Draf laporan telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 4 eksemplar	
4.	Formulir Pendaftaran (TA-03) dari Online: SISTA	
5.	Berita Acara Sidang Akhir (TA-04) dari Online: SISTA	
6.	Formulir Penilaian Skripsi (TA-05) dari Online: SISTA	
7.	Formulir Revisi Laporan Skripsi (TA-06) dari Online: SISTA	
8.	Daftar hadir dosen (Ahr-02)	
9.	Formulir saran & masukan (Ahr-03)	
10.	Transkip Nilai Mahasiswa ditandatangani Mahasiswa	
11.	Form bukti pelaksanaan seminar hasil (Hsl-01 sampai Hsl-06)	
12.	Sertifikat TOEFL Lab. Bahasa FT. Untirta (Min. Score 400)	

Sidang Akhir tersebut dapat dilaksanakan, waktu dan tempat seminar harap dikonsultasikan dengan Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji.

Cilegon, 07 Januari 2025
Koordinator Skripsi,

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP. 198601312019032009

Dibuat rangkap 3 untuk:
1. Mahasiswa ybs
2. Koordinator Skripsi

** Pendaftaran Sidang Akhir Skripsi selambat-lambatnya 5 hari kerja sebelum sidang dilaksanakan.*

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Ahr-02

DAFTAR HADIR SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 03 Februari 2025

Waktu : 09.00 WIB

Nama Peserta : Rifda Syafrida

NPM : 3336210010

Judul Skripsi : Analisis Struktur *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin* Untuk Kapal Tanker 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe *Jetty* PT. XYZ Kota Cilegon)

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Dr. Subekti, S.T., M.T.	197506122008011020	1.
2.	Baehaki, S.T., M. Eng	198705082015041001	2.
3.	Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.	197704042009121001	3.
4.	Zulmahdi Darwis, S.T., M. Eng	197706182008011005	4.

Cilegon, 03 Februari 2025
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd.,M.T.
NIP.198601312019032009

FORM TA-01

FORM PENDAFTARAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap	:	RIFDA SYAFRIDA
NIM	:	3336210010
Tempat/Tgl Lahir	:	CILEGON/30 April 2003
Program Studi	:	Teknik Sipil
Semester Mulai	:	
Jumlah SKS yang sudah diselesaikan : 139 SKS		
IPK	:	3.63
Topik TA	:	Sumber Daya Air
Judul TA	:	ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe Jetty PT. XYZ Kota Cilegon)
Judul Asing	:	DOLPHIN AND BREASTING STRUCTURE ANALYSIS DOLPHIN MOORING FOR 10,000 DWT TANKER SHIPS (Case Study: PT. XYZ Jetty Type Pier, Cilegon City)

Dengan Persyaratan:

Cilegon, 24 September 2024
Pendaftar,

RIFDA SYAFRIDA
NIM. 3336210010

Mengetahui,
Pembimbing Akademik,

Dr.. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
NIP. 198212062010122001

Menyetujui
Pembimbing I,

NIP.

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : RIFDA SYAFRIDA
NIM : 3336210010
Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler
Semester : Ganjil Tahun Akademik 2024/2025
Pembimbing 1 : Dr.. SUBEKTI, S.T., M.T.

Judul Tugas Akhir:
ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe Jetty PT. XYZ Kota Cilegon)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	09 Agustus 2024	- latar belakang, metode penelitian dan teori dasar dermaga Jetty - Pengajuan surat permohonan data - data yang akan digunakan	
2.	12 September 2024	- Penambahan teori dasar mengenai kedalaman alur & elevasi dermaga - Penambahan flow chart gaya - gaya yang bekerja pada struktur dolphin dermaga Jetty	
3.	18 September 2024	ACC Seminar Proposal	
4.	02 Oktober 2024	-Perbaikan : latar belakang, Prosedur Penelitian dan data penelitian - Bab 5 pembebanan vertikal dan pembebanan horizontal	
5.	04 Oktober 2024	- latar belakang dan teori pembebanan gelombang - kesimpulan dan saran	
6.	25 Oktober 2024	- Revisi kesimpulan - ACC seminar hasil	
7.	06 Januari 2025	Perbaikan pada perhitungan pembebanan sandar menggunakan $(\frac{wv^2}{2g})$ dan $(V' = \dots \times \sin 10°)$	
8.	23 Januari 2025	ACC Sidang akhir	

Cilegon, 07 Januari 2025
Mahasiswa,

RIFDA SYAFRIDA

NIM 3336210010

Mengetahui,
Pembimbing Akademik,

Dr.. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.

NIP 198212062010122001

FORM TA-02

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : RIFDA SYAFRIDA
NIM : 3336210010
Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler
Semester : Ganjil Tahun Akademik 2024/2025
Pembimbing 2 : Baehaki, S.T., M.Eng.

Judul Tugas Akhir:
ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe Jetty PT. XYZ Kota Cilegon)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	04 September 2024	- Pendistribusian beban-beban yang bekerja pada struktur breasting dolphin dan moring dolphin - Daya dukung lateral tiang pancang	
2.	18 September 2024	ACC Seminar proposal	
3.	22 Oktober 2024	- Skematik pembebanan gaya-gaya yang bekerja - Analisis pembebanan yang bekerja pada struktur - Input pembebanan angin dan revisi mutu material	
4.	13 November 2024	- Pengecekan Output - Perhitungan daya dukung lateral tiang pancang	
5.	14 November 2024	- Perhitungan daya dukung aksial tiang pancang - ACC Seminar Hasil	
6.	24 Desember 2024	- Perhitungan Joint reaksi / Pemeriksaan output Joint reaksi - Daya dukung aksial tekan (spun pile)	
7.	06 Januari 2025	- Perhitungan daya dukung aksial tekan berdasarkan N-SPT (steel Pile) - Perhitungan daya dukung aksial tarik berdasarkan N-SPT (steel Pile)	
8.	20 Januari 2025	ACC sidang akhir	

Cilegon, 23 Januari 2025
Mahasiswa,

RIFDA SYAFRIDA
NIM. 3336210010

Mengetahui,
Pembimbing Akademik,

Dr.. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
NIP. 198212062010122001

FORM TA-03

FORM PENDAFTARAN SIDANG TA

Nama Mahasiswa	:	RIFDA SYAFRIDA
NIM	:	3336210010
Program Studi	:	Teknik Sipil
Semester Mulai	:	Tahun Akademik 2024/2025
Topik TA	:	Sumber Daya Air
Judul Tugas Akhir	:	

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe Jetty PT. XYZ Kota Cilegon)

Dengan ini mengajukan untuk pelaksanaan Sidang Ujian Tugas Akhir dengan menyampaikan persyaratan terlampir.

1.

Cilegon, 07 Januari 2025
Mahasiswa,

RIFDA SYAFRIDA
NIM 3336210010

Mengetahui,
Pembimbing Akademik

Dr.. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
NIP 198212062010122001

Menyetujui,

Pembimbing 1 : **Dr.. SUBEKTI, S.T., M.T.**
NIP. 197506122008011020 : .....

Pembimbing 2 : **Baehaki, S.T., M.Eng.**
NIP. 198705082015041001 : .....

FORM TA-03

Biodata Mahasiswa

NAMA	:	RIFDA SYAFRIDA
NIM	:	3336210010
Tempat/Tanggal Lahir	:	CILEGON / 30 April 2003
Jenis Kelamin	:	Perempuan
Agama	:	ISLAM
Alamat Email	:	3336210010@untirta.ac.id
No. Handphone	:	085718283035
Alamat	:	Jl. TB Buang Link. Cikuasa 1 RT 01 RW 01 No 05 Kelurahan Gerem Kecamatan Gerogol
Fakultas	:	Teknik
Program Studi	:	Teknik Sipil
Jumlah SKS	:	139 SKS
IPK	:	3.63
Angkatan	:	2021

Riwayat Pendidikan

Sekolah Dasar	:	SDN Cikuasa 1
SLTP	:	MTS. Al-khairiyah Rawa Arum
SLTA	:	MAN 2 Kota Cilegon

Pendidikan Khusus/Pelatihan

Tidak ada Data

Data Keluarga

Nama Ayah	:	Fathurohman
No. Handphone Ayah	:	087774641503
Nama Ibu	:	Herawati
No. Handphone Ibu	:	083848772930
Jumlah Kakak	:	0
Jumlah Adik	:	3
Alamat Orang Tua	:	JL. TB Buang Link Cikuasa No 05 RT 01 RW 01
Kantor Orang Tua	:	JL. Raya Merak, Km. 117, RT. 002/04, Gerem, Pulo Merak, Cilegon, Jawa Barat, 42438, Indonesia
Alamat Kantor Orang Tua	:	JL. Raya Merak, Km. 117, RT. 002/04, Gerem, Pulo Merak, Cilegon, Jawa Barat, 42438, Indonesia

Prestasi Terbaik Pribadi

Tidak ada Data

Riwayat Organisasi

Tidak ada Data

Riwayat Kepanitiaan

Tidak ada Data

Kompetensi yang dikuasai

Tidak ada Data

Serang, 07 Januari 2025
Mahasiswa,

RIFDA SYAFRIDA
NIM. 3336210010

FORM TA-04

BERITA ACARA SIDANG SKRIPSI / TUGAS AKHIR

Pada hari ini, Tanggal 13 Bulan Januari Tahun 2025, bertempat di III-20 (R.Sidang) Fakultas Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, telah dilaksanakan Ujian Sidang Skripsi/Tugas Akhir atas nama:

Nama Mahasiswa	:	RIFDA SYAFRIDA
NIM	:	3336210010
Penguji	:	Ketua Sidang : Dr.. SUBEKTI, S.T., M.T. Penguji I : Dr. Eng.. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T. Penguji II : ZULMAHDI DARWIS, S.T., M.Eng. Penguji III : Baehaki, S.T., M.Eng.
Judul TA	:	ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe Jetty PT. XYZ Kota Cilegon)
Waktu	:	09:00
Catatan Kejadian	:	

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 13 Januari 2025

Ketua Sidang	:	**Dr.. SUBEKTI, S.T., M.T.** NIP. 197506122008011020	: .....
Penguji I	:	**Dr. Eng.. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.** NIP. 197704042009121001	: .....
Penguji II	:	**ZULMAHDI DARWIS, S.T., M.Eng.** NIP. 197706182008011005	: .....
Penguji III	:	**Baehaki, S.T., M.Eng.** NIP. 198705082015041001	: .....

FORM TA-06

FORM REVISI LAPORAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nama : RIFDA SYAFRIDA
NIM : 3336210010
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Tanggal Sidang : 13 Januari 2025
Semester Mulai : Ganjil 2024/2025
Judul Tugas Akhir :

ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN DAN MOORING DOLPHIN UNTUK KAPAL TANKER 10.000 DWT (Studi Kasus: Dermaga Tipe Jetty PT. XYZ Kota Cilegon)

NO	NAMA PENGUJI	HAL YANG PERLU DIREVISI	PARAF
1	Dr.. SUBEKTI, S.T., M.T.		Tgl:
2	Dr. Eng.. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.		Tgl:
3	ZULMAHDI DARWIS, S.T., M.Eng.		Tgl:
4	Bachaki, S.T., M.Eng.		Tgl:

Cilegon, 13 Januari 2025
Pembimbing Akademik,

Dr.. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
NIP. 198212062010122001