

Rizki
Ardiyansah_3336210023_Fulltext.pdf
by Turnitin

Submission date: 03-Aug-2025 06:20AM (UTC-0500)

Submission ID: 2724436047

File name: Rizki_Ardiyansah_3336210023_Fulltext.pdf (5.38M)

Word count: 68848

Character count: 306580

**PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG
SRPMK MENGGUNAKAN *ETABS* DAN *TEKLA STRUCTURAL*
*DESIGNER***

SKRIPSI

⁶³ Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



Disusun Oleh:
RIZKI ARDIYANSAH
3336210023

⁷²
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
2025

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut :

Judul : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR
GEDUNG SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN
TEKLA STRUCTURAL DESIGNER
Nama : Rizki Ardiyansah
Nim : 3336210023
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut 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 sebagian atau 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 akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, Juni 2025


Rizki Ardiyansah
NIM. 3336210023

SKRIPSI
PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

Dipersiapkan dan disusun oleh:
RIZKI ARDIYANSAH / 3336210023
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada Tanggal : Juni 2025

Susunan Dewan Penguji

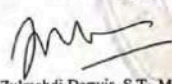
Dosen Pembimbing I


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

Dosen Pembimbing II


Dr. Soelarso, S.T., M.Eng
NIP. 198010012008121004

Dosen Penguji I


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

Dosen Penguji II


Midia Rahma, S.Pd., M.T
NIP. 199601192024062002

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal : Juni 2025

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil


Dr. Rindu Iwidi Belhary, S.T., M.T
NIP. 198212062010122001

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh derajat kesarjanaan Strata-I dalam rangka menyelesaikan studi Strata (S1) di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Dalam proses penyusunan skripsi ini saya turut mengucapkan terima kasih yang besar kepada :

- 1) Bapak Baehaki, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing I Skripsi.
- 2) Bapak Dr. Soelarso, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing II Skripsi.
- 3) Bapak Zulmahdi Darwis, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji I Skripsi.
- 4) Ibu Midia Rahma, S.Pd., M.T., selaku dosen penguji II Skripsi.
- 5) Ibu Dr. Rindu Twidi Bethary, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- 6) Bapak Ngakan Putu Pumaditya, ST., MT., selaku Kepala Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- 7) Ibu Dwi Ainun Naseha, ST., selaku Admin Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- 8) PT. Tibki Konsultan Nusantara yang telah memberikan kesempatan dan membantu saya dalam proses pengumpulan data sebagai kebutuhan Skripsi.
- 9) Kedua orang tua tercinta yaitu Bapak Ngadiman dan Ibu Kasianah yang selalu senantiasa memberikan dukungan dan do'anya kepada saya.
- 10) Teman – teman Asisten Laboratorium Teknik Sipil Untirta yang telah memberikan dukungan dan menjadi tempat bagi saya untuk berdiskusi banyak hal selama masa perkuliahan.
- 11) Teman – teman terdekat saya yang telah menemani kehidupan saya diluar dunia perkuliahan dan menjadi tempat saya untuk berbagi cerita.

Karena telah memberikan banyak bantuan dan bimbingan kepada saya, Akhir kata semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Cilegon, 2025

Penulis

PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK MENGGUNAKAN *ETABS* DAN *TEKLA STRUCTURAL DESIGNER*

Rizki Ardiyansah

INTISARI

Seiring perkembangan teknologi dalam bidang teknik sipil, khususnya dalam perancangan struktur, berbagai perangkat lunak telah dikembangkan untuk membantu dalam perencanaan struktur. Dua di antaranya adalah *ETABS* (*Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems*) dan *TSD* (*Tekla Structural Designer*). Studi ini melakukan perbandingan terhadap kedua perangkat lunak dalam hal gaya gempa, simpangan, dan detailing tulangan yang dihasilkan oleh kedua perangkat lunak.

Studi ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai gaya gempa, simpangan, dan detailing tulangan yang dihasilkan kedua perangkat lunak. Penelitian dilakukan pada gedung imajiner dengan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK), fungsi gedung sebagai perkantoran dengan jumlah 10 lantai, tinggi antar lantai 4 meter, panjang 30 meter, dan lebar 18 meter. Perencanaan struktur mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, SNI 2847:2019, ACI 318-14, dan ASCE 7-16. Perhitungan dibantu dengan *Microsoft Excel*, *ETABS*, dan *TSD*.

Hasil menunjukkan bahwa *TSD* menghasilkan gaya gempa lebih besar dari *ETABS*, dengan selisih maksimum 680,374 kg pada lantai 10. Simpangan antar tingkat pada keduanya sama. Rasio tulangan lentur pelat, tulangan geser balok, dan tulangan lentur kolom lebih besar di *TSD*, sedangkan rasio lentur balok lebih besar di *ETABS*. Rasio tulangan geser kolom dan sambungan balok-kolom menunjukkan hasil yang sama pada kedua perangkat lunak. Dalam perencanaan struktur gedung, disarankan untuk memilih acuan standar yang digunakan karena berpengaruh pada nilai-nilai yang dihasilkan.

Kata kunci: SRPMK, *ETABS*, *Tekla Structural Designer*, gaya gempa, tulangan, struktur gedung

Comparison of Structural Design for SMRF Buildings Using ETABS and Tekla Structural Designer

Rizki Ardiyansah

ABSTRACT

33 With the advancement of technology in the field of civil engineering, particularly in structural design, various software programs have been developed to assist in structural planning. Two of these are ETABS (Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems) and TSD (Tekla Structural Designer). This study compares both software programs in terms of seismic forces, displacements, and reinforcement detailing produced by each.

The objective of this study is to identify the differences in seismic force values, displacements, and reinforcement detailing produced by the two software programs. The research is conducted on a hypothetical building with a Special Moment Resisting Frame (SMRF) system, designed as a 10-story office building with a floor-to-floor height of 4 meters, a length of 30 meters, and a width of 18 meters. The structural design is based on SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, SNI 2847:2019, ACI 318-14, and ASCE 7-16. The calculations are supported by Microsoft Excel, ETABS, and TSD.

The results show that TSD generates higher seismic forces than ETABS, with a maximum difference of 680.374 kg on the 10th floor. The inter-story drifts from both software are identical. The flexural reinforcement ratio of slabs, shear reinforcement of beams, and flexural reinforcement of columns are greater in TSD, while the flexural reinforcement ratio of beams is higher in ETABS. The shear reinforcement ratio of columns and the reinforcement of beam-column joints yielded the same results in both software. In structural design, it is recommended to carefully consider the design standards being applied, as they significantly influence the resulting values.

Keywords: SMRF, ETABS, Tekla Structural Designer, seismic load, reinforcement ratio, structural design

3 DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR ISTILAH	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Keaslian Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gaya Gempa dan Simpangan Antar Tingkat	4
2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	4
2.3 Keterkaitan Penelitian	6
BAB 3 LANDASAN TEORI	
3.1 Struktur Beton Bertulang	9
3.2 Daktilitas	10
3.3 Sistem Struktur Bangunan Gedung Tahan Gempa	10
3.4 Pembebanan	11
3.4.1 Beban mati	11
3.4.2 Beban hidup	11
3.4.3 Beban gempa	12

3.4.4 Kombinasi beban.....	18
3.5 Simpangan Antar Tingkat	20
3.6 Pelat	21
3.7 Balok	22
3.8 Kolom	33
3.9 Hubungan Balok-Kolom (HBK)	42

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Umum	45
4.2 Bagan Alir Metode Penelitian	45
4.3 Tahapan Penelitian	46
4.4 Pedoman Analisa Struktur	48
4.5 Deskripsi Gedung	48
4.6 Parameter Gedung dan Data Response Spektra	49
4.7 Data Material	50
4.8 Jadwal Penelitian	50

BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Spesifikasi Gedung	51
5.1.1 Data perencanaan	51
5.1.2 Data Jumlah dan Fungsi Lantai	52
5.1.3 Geometri Struktur	53
5.2 Analisis Pembebanan	54
5.2.1 Beban mati (DL)	54
5.2.2 Beban mati tambahan (SDL)	54
5.2.3 Beban hidup (LL)	55
5.2.4 Beban gempa	55
5.3 Kombinasi Beban	61
5.4 Perkiraan Awal Dimensi Struktur	69
5.4.1 Perkiraan awal dimensi balok	69
5.4.2 Perkiraan awal dimensi pelat	72
5.4.3 Perkiraan awal dimensi kolom	74
5.5 Permodelan Struktur	81

5.5 Permodelan struktur pada <i>ETABS</i>	82
5.5 Permodelan struktur pada <i>TSD</i>	99
5.6 Hasil Analisis Struktur	109
5.6.1 Berat seismik aktif	109
5.6.2 Periode getar alami	113
5.6.3 Gaya lateral akibat gempa	114
5.6.4 Displacement	119
5.6.5 Simpangan struktur	119
5.6.6 Pengaruh $P-\Delta$	127
5.6.7 Analisa ketidakberaturan struktur	129
5.7 Desain Elemen Struktur	142
5.7.1 Desain pelat	142
5.7.2 Desain balok	149
5.7.3 Desain kolom	166
5.7.4 Desain hubungan balok-kolom (HBK)	188

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	196
6.2 Saran	196

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan	7
Tabel 3.1 Nilai Parameter Periode Pendekatan	13
Tabel 3.2 Pemilihan Faktor Keutamaan Gempa	14
Tabel 3.3 Faktor R, Cd, dan Ω_0 Untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	14
Tabel 3.4 Spasi Maksimum Tulangan Geser Balok	28
Tabel 4.1 Jadwal Penelitian Penulis	50
Tabel 5.1 Jumlah dan Fungsi Lantai	52
Tabel 5.2 Kategori Risiko	55
Tabel 5.3 Pemilihan Faktor Keutamaan Gempa	56
Tabel 5.4 Koefisien Situs, F_a	57
Tabel 5.5 Koefisien Situs, F_v	57
Tabel 5.6 Kategori Desain Seismik Periode Pendek	57
Tabel 5.7 Kategori Desain Seismik Periode 1 Detik	57
Tabel 5.8 Pemilihan Faktor R, Cd, dan Ω_0 Untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	58
Tabel 5.9 Prosedur Analisis Yang Diizinkan	58
Tabel 5.10 Rekapitulasi Kombinasi Beban	69
Tabel 5.11 Pemilihan Tinggi Minimum Balok Nonprategang	69
Tabel 5.12 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang Dengan Balok Di Antara Tumpuan Pada Semua Sisinya	73
Tabel 5.13 Pembebanan Tributary Area Lantai 10	77
Tabel 5.14 Pembebanan Tributary Area Per Lantai 5-9	78
Tabel 5.15 Pembebanan Tributary Area Per Lantai 1-4	79
Tabel 5.16 Momen Inersia Dan Luas Penampang Yang Diizinkan Untuk Analisis Elastis Pada Level Beban Terfaktor	84
Tabel 5.17 Perhitungan Manual Berat Seismik Aktif Lantai 10	110
Tabel 5.18 Perhitungan Manual Berat Seismik Aktif Lantai 6-9	111
Tabel 5.19 Perhitungan Manual Berat Seismik Aktif Lantai 5	111
Tabel 5.20 Perhitungan Manual Berat Seismik Aktif Lantai 1-4	112
Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil Berat Seismik Aktif Manual Dan Perangkat Lunak	112

Tabel 5.22 Perbandingan Hasil Berat Seismik Aktif <i>ETABS</i> dengan <i>TSD</i>	112
Tabel 5.23 Pemilihan Nilai Parameter Periode Pendekatan.....	113
Tabel 5.24 Koefisien Batas Atas Periode.....	114
Tabel 5.25 Hasil Output Periode Getar Alami	114
Tabel 5.26 Hasil Output Periode Getar Alami	114
Tabel 5.27 Perhitungan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen Arah X	117
Tabel 5.28 Perhitungan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen Arah Y	117
Tabel 5.29 Hasil Gaya Lateral Dengan Prosedur Analisis Gempa Statik	
Arah X	118
Tabel 5.30 Perbandingan Gaya Lateral <i>ETABS</i> Dengan <i>TSD</i>	118
Tabel 5.31 Hasil Output <i>Displacement</i> Dengan Prosedur Analisis Gempa	
Statik	119
Tabel 5.32 Pengecekan Syarat Redudansi	120
Tabel 5.33 Simpangan Antar Tingkat Izin Menurut SNI 1726:2019	120
Tabel 5.34 Hasil Analisis Simpangan Antar Lantai	121
Tabel 5.35 Hasil Analisis Simpangan Total	122
Tabel 5.36 Penggantian Dimensi Elemen Struktur	123
Tabel 5.37 Rekapitulasi Berat Seismik Aktif Setelah Pergantian Dimensi	
Struktur	124
Tabel 5.38 Rekapitulasi Periode Getar Alami Setelah Pergantian Dimensi	
Struktur	124
Tabel 5.39 Rekapitulasi Gaya Lateral Setelah Pergantian Dimensi Struktur ..	124
Tabel 5.40 Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Setelah Pergantian Dimensi	
Struktur	125
Tabel 5.41 Rekapitulasi Simpangan Total Setelah Pergantian Dimensi	
Struktur	125
Tabel 5.42 Hasil Analisis Pengaruh P- Δ Setiap Lantai (<i>ETABS</i>)	128
Tabel 5.43 Hasil Analisis Pengaruh P- Δ Setiap Lantai (<i>TSD</i>)	129
Tabel 5.44 Ketidakteraturan Horizontal Pada Struktur	129
Tabel 5.45 Ketidakteraturan Horizontal Kategori 1a dan 1b Arah X	
(<i>ETABS</i>)	132
Tabel 5.46 Ketidakteraturan Horizontal Kategori 1a dan 1b Arah Y	

(FTABS)	132
Tabel 5.47 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 1a dan 1b Arah X (TSD)...	132
Tabel 5.48 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 1a dan 1b Arah Y (TSD)...	132
Tabel 5.49 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur	136
Tabel 5.50 Rekapitulasi Kekakuan Lateral Setiap Lantai	138
Tabel 5.51 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Kategori 1a	139
Tabel 5.52 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Kategori 1b	139
Tabel 5.53 Analisa Ketidakberaturan Massa Kategori 2	140
Tabel 5.54 Rekapitulasi Gaya Momen Yang Terjadi Pada Pelat Lantai	145
Tabel 5.55 Rekapitulasi Hasil Desain Tulangan Lentur Pelat	148
Tabel 5.56 Rekapitulasi Momen Ultimit Pada Balok (Grid 2C-D)	150
Tabel 5.57 Rekapitulasi Hasil Desain Tulangan Lentur Balok (Grid 2C-D Lantai 1)	154
Tabel 5.58 Pemilihan Ve Pakai	157
Tabel 5.59 Syarat Gaya Geser di Muka Kolom Kiri dan Kanan	158
Tabel 5.60 Hasil Desain Tulangan Geser Pada Balok	160
Tabel 5.61 Rekapitulasi Perhitungan Desain Tulangan Torsi Balok (Grid 2C-D)	161
Tabel 5.62 Pengecekan Kekuatan Momen Pada Tumpuan Balok SRPMK	163
Tabel 5.63 Pengecekan Kekuatan Momen Pada Sepanjang Bentang Balok SRPMK	164
Tabel 5.64 Pengecekan Kelangsingan Kolom	169
Tabel 5.65 Rekapitulasi Perhitungan Nilai ϕM_n dan ϕP_n Arah X dan Arah Y	174
Tabel 5.66 Data nilai P, M3, dan M2 pada Kolom K1 (Grid 2/D Lantai 1)	176
Tabel 5.67 Rekapitulasi Pengecekan Kapasitas Kolom K1 (Grid 2/D Lantai 1)	177
Tabel 5.68 Gaya Aksial Yang Terjadi Pada Kolom Desain, Atas, dan Bawah	179
Tabel 5.69 Pemilihan Gaya Geser Ultimit Kolom	183
Tabel 5.70 Rekapitulasi Perhitungan Desain Tulangan Geser Kolom	185
Tabel 5.71 Rekapitulasi Perbandingan Hasil Desain Tulangan Geser Kolom.	188
Tabel 5.72 Rekapitulasi Hasil Desain Tulangan Geser HBK	194

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hotel Roa Roa Sebelum Dan Sesudah Terjadinya Gempa	1
Gambar 2.1 Flowchart Keterkaitan Penelitian Terhadap Penelitian Terdahulu	6
Gambar 3.1 Hubungan Tegangan Dan Regangan Beton	9
Gambar 3.2 Diagram Regangan Pada Balok Lentur, (a) <i>compression- controlled section</i> , (b) <i>transition region</i> , dan (c) <i>tension -controlled section</i>	10
Gambar 3.3 Konsep Dasar Metode Statik Ekuivalen	12
Gambar 3.4 Konsep Perhitungan Beban Pada Bangunan	13
Gambar 3.5 Peta transisi periode panjang (TL) Wilayan Indonesia	14
Gambar 3.6 Grafik respon spektrum	16
Gambar 3.7 Diagram Alir Analisis Gaya Geser Gempa (V) Sesuai SNI 1726:2019	18
Gambar 3.8 Ilustrasi Arah Datang Gempa	19
Gambar 3.9 Simpangan Antar Lantai	20
Gambar 3.10 Diagram Alir Prosedur Desain Tulangan Lentur Pelat	22
Gambar 3.11 Lentur Pada Balok Beton Bertulang	23
Gambar 3.12 Variasi nilai faktor reduksi (ϕ) sesuai kategori penampang	23
Gambar 3.13 Diagram Tegangan Regangan Balok Tulangan Tunggal	24
Gambar 3.14 Diagram Alir Prosedur Desain Tulangan Lentur Balok	27
Gambar 3.15 Sengkan Pada Balok	27
Gambar 3.16 Diagram Alir Prosedur Desain Tulangan Sengkan Balok	30
Gambar 3.17 Gaya Torsi Pada Balok	31
Gambar 3.18 Diagram Alir Prosedur Desain Tulangan Torsi Balok	33
Gambar 3.19. (a) Beban aksial dan momen lentur (b) Beban eksentris	34
Gambar 3.20. Beban Terkonsentrasi	35
Gambar 3.21. Kondisi Regangan Berimbang Untuk Penampang Persegi	36
Gambar 3.22. Diagram Interaksi Kolom	37
Gambar 3.23. Diagram Alir Prosedur Desain Tulangan Lentur Kolom	38

Gambar 3.24 Momen Mpr Kolom	40
Gambar 3.25 Momen Probabilitas Balok Pada Kolom	40
Gambar 3.26 Diagram Alir Perhitungan Tulangan Geser Kolom.....	42
Gambar 3.27 Model 3D Skema Analisis HBK	43
Gambar 3.28 Diagram Alir Prosedur Desain Tulangan Geser Joint	44
Gambar 4.1 Diagram alir penelitian	46
Gambar 4.2 (a) Potongan 1-1 dan (b) Potongan A-A	48
Gambar 4.3 Denah Gedung.....	49
Gambar 4.4 Tampak 3D Gedung	49
Gambar 5.1 Lokasi Gedung Rencana.....	51
Gambar 5.2 Denah Bangunan	53
Gambar 5.3 Potongan A-A.....	53
Gambar 5.4 Potongan 1-1.	54
Gambar 5.5 Website RSA Cipta Karya	57
Gambar 5.6 Grafik Spektrum Respons Desain Jakarta Dengan Tanah Lunak 61	
Gambar 5.7 Ilustrasi Arah Datang Gempa.....	63
Gambar 5.8 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 3	63
Gambar 5.9 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 4	64
Gambar 5.10 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 5	64
Gambar 5.11 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 6	64
Gambar 5.12 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 7	65
Gambar 5.13 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 8	65
Gambar 5.14 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 9	65
Gambar 5.15 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 10	66
Gambar 5.16 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 11	66
Gambar 5.17 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 12	66
Gambar 5.18 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 13	67
Gambar 5.19 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 14	67
Gambar 5.20 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 15	67
Gambar 5.21 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 16	68
Gambar 5.22 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 17	68
Gambar 5.23 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 18	68

Gambar 5.24 Ilustrasi Kondisi Perletakan (a) Perletakan sederhana, (b) Perletakan menerus, dan (c) Perletakan kantilever.....	70
Gambar 5.25 Ilustrasi Kondisi Perletakan Balok Pada Penelitian	70
Gambar 5.26 Denah Balok Lantai 1-5	71
Gambar 5.27 Denah Balok Lantai 6-10	71
Gambar 5.28 Penampang Balok – Pelat.....	72
Gambar 5.29 Denah Pelat Lantai 1-10.....	74
Gambar 5.30 Lokasi Kolom Yang Ditinjau	75
Gambar 5.31 Potongan Kolom Yang Ditinjau	75
Gambar 5.32 3D Tributary Area Kolom C-3	76
Gambar 5.33 Denah Kolom Lantai 1-4.....	81
Gambar 5.34 Denah Kolom Lantai 5-9.....	81
Gambar 5.35 Pengaturan Permodelan Pada ETABS	82
Gambar 5.36 Pengaturan Grid Dan Story Pada ETABS.....	82
Gambar 5.37 Denah Grid Pada ETABS	83
Gambar 5.38 Pendefinisian Material Beton Fc' 30 Mpa Pada ETABS.....	83
Gambar 5.39 Pendefinisian Elemen Balok Induk (B1) Pada ETABS.....	84
Gambar 5.40 Pendefinisian Elemen Balok Induk (B2) Pada ETABS.....	85
Gambar 5.41 Pendefinisian Elemen Balok Anak (B3) Pada ETABS.....	85
Gambar 5.42 Pendefinisian Elemen Kolom (K1) Pada ETABS.....	85
Gambar 5.43 Pendefinisian Elemen Kolom (K2) Pada ETABS.....	86
Gambar 5.44 Pendefinisian Elemen Pelat Pada ETABS.....	86
Gambar 5.45 Permodelan Struktur Pada ETABS	86
Gambar 5.46 Denah Lantai 1-5 Pada ETABS.....	87
Gambar 5.47 Denah Lantai 6-10 Pada ETABS	87
Gambar 5.48 Potongan 1 - 1 Pada ETABS	88
Gambar 5.49 Potongan A - A Pada ETABS	88
Gambar 5.50 Beban Mati Tambahan (SDL) Pelat Lantai 1-10 Pada ETABS ..	89
Gambar 5.51 Tampak 3D Beban Mati Tambahan (SDL) Pelat Pada ETABS..	89
Gambar 5.52 Beban Mati Tambahan (SDL) Dinding Lantai 1-4 Pada ETABS	90
Gambar 5.53 Beban Mati Tambahan (SDL) Dinding Lantai 5-9 Pada ETABS	90
Gambar 5.54 Beban Mati Tambahan (SDL) Dinding Lantai 10 Pada ETABS	91

Gambar 5.55 Tampak 3D Beban Mati Tambahan (SDL) Dinding Pada	
<i>ETABS</i>	91
Gambar 5.56 Beban Hidup (LL) Lantai 1-9 Pada <i>ETABS</i>	92
Gambar 5.57 Beban Hidup (LL) Lantai 10 Pada <i>ETABS</i>	92
Gambar 5.58 Tampak 3D Beban Hidup (LL) Pelat Pada <i>ETABS</i>	93
Gambar 5.59 Permodelan Diafragma Pada <i>ETABS</i>	93
Gambar 5.60 Penginputan <i>Mass Source</i> Pada <i>ETABS</i>	94
Gambar 5.61 Penamaan Beban Pada <i>ETABS</i>	94
Gambar 5.62 Penginputan Beban Gempa Statis Arah X Pada <i>ETABS</i>	95
Gambar 5.63 Penginputan Beban Gempa Statis Arah Y Pada <i>ETABS</i>	95
Gambar 5.64 Penginputan Respon Spektrum Pada <i>ETABS</i>	96
Gambar 5.65 Pendefinisian Beban Gempa Dinamik Arah X dan Y Pada	
<i>ETABS</i>	96
Gambar 5.66 Penginputan Kombinasi Beban Pada <i>ETABS</i>	97
Gambar 5.67 Jenis Perletakan Kolom Pada <i>ETABS</i>	97
Gambar 5.68 <i>End Length Offset</i> Dan <i>Rigid Zone Factor</i> Pada <i>ETABS</i>	98
Gambar 5.69 Pengaturan <i>Load Case</i> Yang Akan Running Pada <i>ETABS</i>	98
Gambar 5.70 Pengaturan Kode Desain Pada <i>TSD</i>	99
Gambar 5.71 Pengaturan <i>Grid</i> Pada <i>TSD</i>	99
Gambar 5.72 Pengaturan Jumlah Dan Ketinggian Lantai Pada <i>TSD</i>	99
Gambar 5.73 Denah <i>Grid</i> Pada <i>TSD</i>	100
Gambar 5.74 Pendefinisian Material Beton $F_c' 30$ Mpa Pada <i>ETABS</i>	100
Gambar 5.75 Modifikasi Faktor Elemen Pada <i>TSD</i>	101
Gambar 5.76 Pendefinisian Elemen Balok Induk (B1) Pada <i>TSD</i>	101
Gambar 5.77 Pendefinisian Elemen Balok Induk (B2) Pada <i>TSD</i>	101
Gambar 5.78 Pendefinisian Elemen Balok Anak (B3) Pada <i>TSD</i>	102
Gambar 5.79 Pendefinisian Elemen Kolom (K1) Pada <i>TSD</i>	102
Gambar 5.80 Pendefinisian Elemen Kolom (K2) Pada <i>TSD</i>	103
Gambar 5.81 Pendefinisian Elemen Pelat Pada <i>TSD</i>	103
Gambar 5.82 Permodelan 3D Pada <i>TSD</i>	104
Gambar 5.83 Denah Lantai 1-10 Pada <i>TSD</i>	105
Gambar 5.84 Beban Mati Tambahan (SDL) Pelat dan Dinding Lantai 1-10	

Pada <i>TSD</i>	105
Gambar 5.85 Beban Hidup (LL) Lantai 1-10 Pada <i>TSD</i>	105
Gambar 5.86 Penginputan Beban Gempa Statis Pada <i>TSD</i>	106
Gambar 5.87 Analisis Gempa Statik Dan Ketidakberaturan Struktur Pada <i>TSD</i>	106
Gambar 5.88 Penginputan Periode Dan Tipe Struktur Pada <i>TSD</i>	107
Gambar 5.89 Penginputan Sistem Struktur Pada <i>TSD</i>	107
Gambar 5.90 Penginputan Berat Seismik Pada <i>TSD</i>	107
Gambar 5.90 Pemilihan Kombinasi Pada <i>TSD</i>	108
Gambar 5.91 Hasil <i>Generate</i> Otomatis Pada <i>TSD</i>	108
Gambar 5.92 Jenis Perletakan Kolom Pada <i>TSD</i>	108
Gambar 5.93 <i>End Length Offset</i> Dan <i>Rigid Zone Factor</i> Pada <i>TSD</i>	109
Gambar 5.94 Fitur Analisis Dan Desain Pada <i>TSD</i>	109
Gambar 5.95 Ilustrasi Konsep Distribusi Berat Seismik Aktif Tiap Lantai	110
Gambar 5.96 Ilustrasi Penggunaan <i>Csperlu</i> Arah X	115
Gambar 5.97 Grafik Gaya Gempa	119
Gambar 5.98 Grafik Simpangan Antar Lantai	122
Gambar 5.99 Grafik Simpangan Total	123
Gambar 5.100 Grafik Simpangan Antar Lantai Setelah Pergantian Dimensi Struktur	126
Gambar 5.101 Grafik Simpangan Total Setelah Pergantian Dimensi Struktur	126
Gambar 5.102 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 1a dan 1b	130
Gambar 5.103 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 2	134
Gambar 5.104 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 3	134
Gambar 5.105 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 4	135
Gambar 5.106 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 5	135
Gambar 5.107 Ketidakberaturan Vertikal Kategori 1a dan 1b	137
Gambar 5.108 Ketidakberaturan Vertikal Kategori 2	140
Gambar 5.109 Ketidakberaturan Vertikal Kategori 3	141
Gambar 5.110 Ketidakberaturan Vertikal Kategori 4	142
Gambar 5.111 Ketidakberaturan Vertikal Kategori 5	142
Gambar 5.112 Pelat Yang Didesain Pada Lantai 10 Grid 2-3/A-B	143

Gambar 5.113 Distribusi Momen Pelat Pada <i>ETABS</i> (a) Arah x (b) Arah Y ..	143
Gambar 5.114 Distribusi Momen Pelat Tinjauan Pada <i>ETABS</i> (a) Arah x (b) Arah Y	144
Gambar 5.115 Distribusi Momen Pelat Pada <i>TSD</i> (a) Arah x (b) Arah Y	144
Gambar 5.116 Distribusi Momen Pelat Tinjauan Pada <i>TSD</i> (a) Arah x (b) Arah Y	145
Gambar 5.117 Tampilan Perhitungan Otomatis Desain Tulangan Lentur Pelat Pada <i>TSD</i>	148
Gambar 5.118 Potongan A-A Pelat	148
Gambar 5.119 Potongan B-B Pelat	148
Gambar 5.120 Penulangan Pelat	149
Gambar 5.121 3D Penulangan Pelat	149
Gambar 5.122 Balok Tinjauan (Grid 2/C-D Lantai 1)	150
Gambar 5.123 Diagram Tegangan Regangan pada Balok Tulangan Tumpuan Atas	153
Gambar 5.124 Tampilan Perhitungan Otomatis Tulangan Lentur Tumpuan Atas Balok (Grid 2C-D Lantai 1) Pada <i>TSD</i>	154
Gambar 5.125 Kuat Lentur Mungkin Maksimum (Mpr1 dan Mpr3) Pada Balok Akibat Goyangan ke Kanan	155
Gambar 5.126 Kuat Lentur Mungkin Maksimum (Mpr2 dan Mpr4) Pada Balok Akibat Goyangan ke Kiri	156
Gambar 5.127 Diagram Gaya Geser Balok (Grid 2C-D Lantai 1) <i>ETABS</i>	157
Gambar 5.128 Tampilan Perhitungan Otomatis Tulangan Geser Sendi Plastik Balok (Grid 2C-D) Pada <i>TSD</i>	160
Gambar 5.129 Perhitungan Otomatis Maksimum Tinggi Efektif Izin Balok Pada <i>TSD</i>	162
Gambar 5.130 Perhitungan Otomatis Minimum Lebar Izin Balok Pada <i>TSD</i>	162
Gambar 5.131 Perhitungan Otomatis Maksimum Lebar Balok Pada <i>TSD</i>	163
Gambar 5.132 Perhitungan Syarat Momen Tumpuan Balok SRPMK Pada <i>TSD</i>	163
Gambar 5.133 Perhitungan Syarat Momen Tumpuan Balok SRPMK Pada <i>TSD</i>	164

Gambar 5.134 Potongan Portal Balok B1(Grid 2C-D)	164
Gambar 5.135 Detail Penulangan Balok B1 (Grid 2C-D)	165
Gambar 5.136 Potongan Portal Balok B1 (Grid 2C-D) Hasil <i>TSD</i>	165
Gambar 5.137 Detail Penulangan Balok B1 (Grid 2C-D) Hasil <i>TSD</i>	165
Gambar 5.138 Lokasi Kolom Kolom Tinjauan (Grid 2/D Lantai 1)	166
Gambar 5.139 Perhitungan Otomatis Pengecekan Kolom Pendck/Panjang Pada <i>TSD</i>	168
Gambar 5.140 Diagram Tegangan Regangan Kondisi $c = cb$	170
Gambar 5.141 Diagram Tegangan Regangan Kondisi $c > cb$	171
Gambar 5.142 Diagram Tegangan Regangan Kondisi $c < cb$	173
Gambar 5.143 Diagram Interaksi Uniaksial (P-M3) Kapasitas Kolom K1 (Grid 2/D lantai 1)	175
Gambar 5.144 Diagram Interaksi Uniaksial (P-M2) Kapasitas Kolom K1 (Grid 2/D lantai 1)	175
Gambar 5.145 Pengecekan Kapasitas Pada Diagram Uniaxial (P-M3) Kolom K1 (Grid 2/D lantai 1)	176
Gambar 5.146 Pengecekan Kapasitas Pada Diagram Uniaxial (P-M2) Kolom K1 (Grid 2/D lantai 1)	176
Gambar 5.147 Diagram Biaxial Metode ACI (Beban M2max)	177
Gambar 5.148 Ilustrasi Kuat Kolom Balok Lemah (Gempa Kanan)	178
Gambar 5.149 Diagram Interaksi Kapasitas Momen Kolom Desain	179
Gambar 5.150 Pengecekan Otomatis Kuat Kolom Balok Lemah Pada <i>TSD</i>	180
Gambar 5.151 Kapasitas Momen Max ($f_y = 1,25$ dan $\phi = 1$) Kolom K1	182
Gambar 5.152 Momen Ujung (M_{pr}) Pada Kolom	182
Gambar 5.153 Tampilan Perhitungan Otomatis Desain Tulangan Geser Kolom Pada <i>TSD</i>	185
Gambar 5.154 Potongan Kolom K1 Grid 2/D Lantai 1	186
Gambar 5.155 (a) Detail kolom daerah lo, (b) Detail kolom luar daerah lo	186
Gambar 5.156 Hasil Gambar Potongan Kolom Grid 2/D Lantai 1 (Hasil <i>TSD</i>)	187
Gambar 5.157 Hasil Gambar Detail Kolom Grid 2/D Lantai 1 (Hasil <i>TSD</i>)	187
Gambar 5.158 Perhitungan Otomatis Syarat Dimensi Kolom (K11) SRPMK	

Pada <i>TSD</i>	188
Gambar 5.159 Skema Hubungan Balok-Kolom	189
Gambar 5.160 Skema Momen Kapasitas Arah Y ketika Gempa Kanan	190
Gambar 5.161 Skema Momen Kapasitas Arah Y ketika Gempa Kiri	190
Gambar 5.162 Detail Joint 2/D-2	194
Gambar 5.163 Potongan Joint (a) Arah X dan (b) Arah Y	194
Gambar 5.164 3D Joint 2/D-2	195
Gambar 5.165 Tampilan Perhitungan Kapasitas Geser Joint 2/D-2 Pada <i>TSD</i>	195

DAFTAR ISTILAH

Istilah	Keterangan
P	: Beban terpusat (kN)
d	: Tinggi efektif balok (m)
c	: Tinggi garis netral (mm)
d_t	: Jarak lapisan terluar tulangan tarik terhadap serat tekan balok (mm)
ϵ_t	: Regangan tulangan tarik
ϵ_{cu}	: Regangan penampang beton
a	: Tinggi blok tekan beton (mm).
d	: Tinggi efektif balok (mm).
b	: Lebar balok (mm).
f'_c	: Kuat tekan beton (Mpa).
A_s	: Luas tulangan (mm ²).
f_y	: Kuat leleh tulangan longitudinal (Mpa).
β_1	: Koefisien reduksi tinggi garis netral.
ρ	: Rasio tulangan.
ϵ_s	: Regangan tulangan baja.
ϵ_{cu}	: Regangan penampang beton.
V_u	: Gaya geser <i>ultimate</i> (kN).
V_c	: Kuat geser beton (kN).
V_s	: Kuat geser tulangan geser (kN).
s	: Spasi tulangan geser (mm).
f_{yt}	: Kuat leleh tulangan geser (Mpa).
A_v	: Luas tulangan geser (mm ²).
λ	: Koefisien faktor modifikasi beton
T_n	: Momen torsi nominal (kNm)
T_u	: Momen torsi <i>ultimate</i> (kNm)
A_{cp}	: Luas penampang balok (mm ²).
P_{cp}	: Keliling penampang balok (mm).
P_h	: Luas penampang balok dengan as sengkang (mm ²).
S_{MS}	: Parameter respon spektrum pada periode 0,2 detik (g).

S_{M1}	: Parameter respon spektrum pada periode 1 detik (g).
S_S	: Percepatan batuan dasar pada periode pendek 0,2 detik (g).
S_1	: Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (g).
F_a	: Koefisien situs pada periode pendek 0,2 detik.
F_v	: Koefisien situs pada periode 1 detik.
C_t dan α	: Koefisien parameter periode.
h_n	: Ketinggian bangunan (m).
C_u	: Koefisien batas periode.
C_S	: Koefisien respon seismik.
W	: Berat bangunan (kN).
I	: Koefisien faktor keutamaan gempa.
R	: Koefisien modifikasi respons.
Δ_a	: Simpangan ijin sebelum dibagi faktor reduksi (mm).
ρ	: Koefisien faktor reduksi.
C_d	: Koefisien faktor pembesaran simpangan.
δ_e	: Simpangan ditingkat-x sebelum diperbesar (mm).
l_a	: Panjang penyaluran kondisi tarik (mm).
l_{dc}	: Panjang penyaluran kondisi tekan (mm).
l_{dh}	: Panjang penyaluran kait standar (mm).
l_{ext}	: Panjang kait lurus (mm).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terletak di wilayah rawan gempa, sehingga bencana gempa bumi seperti yang terjadi di Palu, Sulawesi Tengah, pada 28 September 2018, menjadi salah satu peristiwa tragis yang menyadarkan pentingnya perencanaan struktur yang tahan gempa. Salah satu infrastruktur yang terdampak adalah Hotel Roa Roa, sebuah gedung bertingkat yang runtuh setelah gempa terjadi.



Gambar 1.1 Hotel Roa Roa Sebelum Dan Sesudah Terjadinya Gempa

(Sumber: Madutujuh, 2018)

Runtuhnya Hotel Roa Roa menjadi pertanyaan mengenai perancangan yang digunakan pada bangunan tersebut. Hotel yang dibangun pada tahun 2012 ini kemungkinan dirancang berdasarkan peta gempa tahun 2002 yang menyebabkan ketidaksesuaian dengan gempa aktual yang terjadi, selain itu ditemukan bahwa adanya kesalahan perencanaan pada bagian sambungan (Madutujuh, 2018). Kasus ini menyoroti pentingnya pemilihan sistem struktur yang tepat, khususnya gedung dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang dirancang untuk memiliki daktilitas tinggi dan mampu menyerap energi gempa secara maksimal.

Seiring perkembangan teknologi dalam bidang teknik sipil, khususnya dalam perancangan struktur, berbagai perangkat lunak telah dikembangkan untuk membantu dalam perencanaan struktur. Dua di antaranya adalah ETABS (*Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems*) dan TSD (*Tekla Structural Designer*). Perlu diketahui hasil perancangan struktur gedung pada kedua perangkat lunak, khususnya pada sistem SRPMK untuk mengetahui sejauh mana perbedaan hasil perancangan struktur yang dihasilkan dari kedua perangkat lunak tersebut.

Dengan membandingkan hasil perancangan struktur gedung SRPMK menggunakan *ETABS* dan *TSD*, diharapkan memberikan gambaran mengenai hasil perencanaan dari masing-masing perangkat lunak sehingga dapat dipilih perangkat yang sesuai untuk mendesain struktur yang aman, serta menghindari terulangnya kejadian runtuhnya Hotel Roa Roa di masa yang akan datang. Perbandingan kedua perangkat lunak antara *ETABS* dan *Tekla Structural Designer* juga telah diteliti oleh (Aziz dkk, 2023) dengan model gedung 3 lantai. Penelitian kedua perangkat lunak ini dapat dikembangkan dengan menambahkan lantai gedung untuk mengetahui perbandingan secara lebih signifikan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

- a. Bagaimana perbandingan nilai gaya gempa yang dihasilkan oleh *ETABS* dan *Tekla Structural Designer*?
- b. Bagaimana perbandingan nilai simpangan yang dihasilkan oleh *ETABS* dan *Tekla Structural Designer*?
- c. Bagaimana perbandingan hasil desain tulangan balok, kolom, hubungan balok-kolom, dan pelat pada *ETABS* dan *Tekla Structural Designer*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, didapat tujuan dari penelitian ini. Berikut tujuan dari penelitian ini.

- a. Untuk mengetahui perbandingan nilai gaya gempa yang dihasilkan oleh *ETABS* dan *Tekla Structural Designer*.
- b. Untuk mengetahui perbandingan nilai simpangan yang dihasilkan oleh *ETABS* dan *Tekla Structural Designer*.
- c. Untuk mengetahui perbandingan hasil desain tulangan balok, kolom, hubungan balok-kolom, dan pelat pada *ETABS* dan *Tekla Structural Designer*.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas dan dapat dibahas secara terstruktur, maka pembahasan topik penelitian ini diberi batasan masalah sebagai berikut.

- a. Perancangan struktur mengacu pada standar yang berlaku (SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, SNI 2847:2019, ACI 318-14, dan ASCE 7-16).
- b. Permodelan gedung yang dimodelkan adalah gedung imajiner dengan 10 lantai yang berfungsi sebagai perkantoran dan atap dak.
- c. Sistem struktur menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
- d. Tanah diasumsikan tanah lunak (SE) dan berlokasi di Jakarta.
- e. Data parameter respon spektrum diambil dari situs Puskim PU.
- f. Perhitungan membahas elemen struktur atas yaitu balok, kolom hubungan balok-pelat, dan pelat.
- g. Pelat pada ETABS dimodelkan sebagai *shell* dan pada TSD dimodelkan sebagai *slab on beam*.
- h. Tumpuan diasumsikan sebagai jepit.
- i. Kedua perangkat lunak yang digunakan merupakan versi terbaru yaitu ETABS V22 Evaluation dan TSD 2024 Student Version.

21

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Penelitian dalam perbandingan nilai gaya gempa yang dihasilkan oleh ETABS dan TSD dapat bermanfaat untuk menentukan perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan perencanaan.
- b. Penelitian dalam perbandingan nilai simpangan yang dihasilkan oleh ETABS dan TSD dapat membantu dalam menilai efektivitas masing-masing perangkat lunak dalam memprediksi perilaku struktur terhadap beban lateral.
- c. Penelitian dalam membandingkan hasil desain tulangan dapat memberikan manfaat dalam menentukan perangkat lunak mana yang menghasilkan desain yang lebih efisien dan sesuai dengan kebutuhan perencanaan.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian ini merupakan hasil karya penulis yang dilakukan secara mandiri dan semua analisis, interpretasi data, serta kesimpulan yang disajikan adalah murni hasil pemikiran penulis dengan mengacu pada sumber-sumber yang telah diakui keabsahannya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gaya Gempa dan Simpangan Antar Tingkat

Gaya gempa dan simpangan sangat dipengaruhi oleh nilai dari parameter lainnya seperti berat bangunan, kekakuan struktur, dan waktu getar alaminya. Dibuktikan dengan penelitian yang disusun oleh (Rifandi, 2020) bahwa semakin besar berat seismik maka gaya lateral ekuivalen akan semakin besar dan semakin tinggi gedung yang dianalisis maka semakin besar juga nilai periode struktur yang dihasilkan. Selain itu pada penelitian yang disusun oleh (Bingly et al., 2021) dalam penggunaan nilai kuat tekan beton apabila semakin besar nilai f_c maka gaya geser gempa, simpangan, gaya dalam dan dimensi elemen struktur yang dihasilkan semakin kecil.

Gaya gempa dan simpangan yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh prosedur analisis yang digunakan. Pada penelitian yang disusun oleh (Nurkhusnaedi, 2025) dengan membandingkan hasil gaya gempa dari prosedur analisis statik ekuivalen, respon spektrum, dan *time history* dengan hasil bahwa gaya gempa dan simpangan dari yang terbesar hingga terkecil secara berturut-turut yaitu prosedur analisis statik ekuivalen, respon spektrum, dan yang paling kecil yaitu *time history*.

Dalam penelitian yang disusun oleh (Azis Syah et al., 2023) dengan membandingkan hasil dari simpangan dan gaya geser pada *ETABS* dan *TSD* dengan hasil pada perangkat lunak *ETABS* lebih besar dibandingkan dengan *TSD* dikarenakan tidak adanya faktor skala pada *TSD*. Dalam penelitian yang disusun oleh (Rusliyana, 2024) dengan membandingkan *SAP2000* dengan *TSD* didapat nilai periode pada *SAP2000* lebih besar dari *TSD*, simpangan pada arah x dan y pada *SAP2000* lebih besar dari *TSD*, sedangkan gaya geser arah x lebih besar *TSD* namun gaya geser arah y lebih besar *SAP2000*.

2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Dalam mendesain gedung SRPMK, perlu ditinjau konsep *strong column weak beam* yang telah digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh (Jaglien et al., 2020) mengenai analisis Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai pada Juli tahun 2020. Penelitian ini bertujuan untuk perencanaan Gedung Kuliah

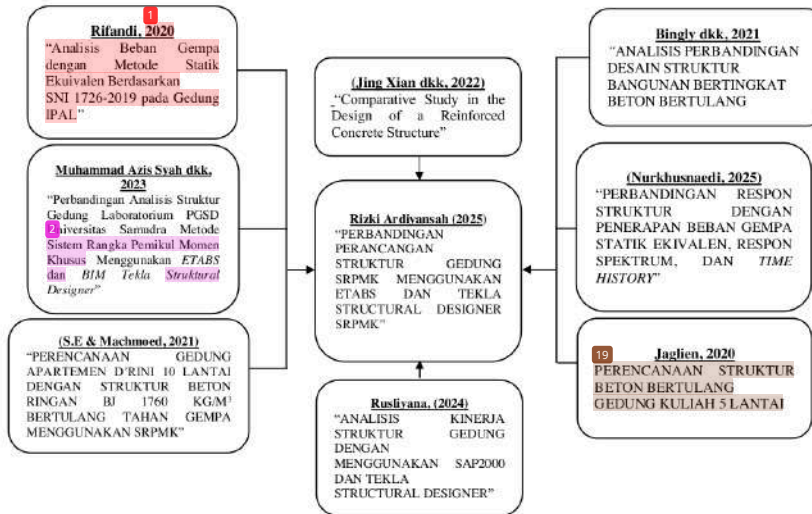
Fakultas Teknik Unsrat Manado yang terdiri dari 5 lantai akan dilakukan dengan memperhitungkan aspek kegempaan tersebut agar struktur bangunan tahan terhadap gempa. Dari penelitian ini didapatkan hasil perencanaan gedung yang telah mencakup prinsip SRPMK yaitu, *strong column weak beam*, dihasilkan gaya geser dasar nominal sebesar 1453,896 kN untuk arah X dan 1266,698 kN untuk arah Y dengan penskalaan 100% sesuai dengan peraturan SNI 1726:2019.

Penelitian perencanaan struktur beton bertulang bangunan gedung SRPMK juga sudah pernah diteliti oleh (S.E & Machmoed, 2021) .. Dari penelitian ini dihasilkan penampang kolom, balok, dan elemen struktur lainnya yang sudah sesuai dengan SNI 2847:2013 dan sudah memenuhi persyaratan *strong column weak beam* ($\Sigma M_{nc} > 1,2 \Sigma M_{eb}$). Dihasilkan juga komponen balok, kolom, dan hubungan balok-kolom dengan penulangan mampu menahan gaya geser yang terjadi akibat gempa dengan terpenuhinya syarat-syarat desain kapasitas geser dimana kapasitas geser nominal (V_n) lebih besar dari gaya yang bekerja (V_u).

Dalam penelitian yang disusun oleh (Jing Xian dkk, 2022) didapat hasil bahwa pada perangkat lunak *Tekla Structural Designer* memerlukan kebutuhan luasan tulangan balok, kolom, dan pilecap 35% lebih besar dibandingkan kebutuhan luasan tulangan pada perangkat lunak *Eteem*.

2.3 Keterkaitan Penelitian

Berikut flowchart keterkaitan penelitian ini terhadap penelitian terdahulu.



Gambar 2.1 Flowchart Keterkaitan Penelitian Terhadap Penelitian Terdahulu

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan

No	Judul	Penulis (tahun)	Yang diteliti	Hasil
1	Perbandingan Analisis Struktur Gedung Labo 2 Jorinum PGSD Universitas Samudra Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Menggunakan ETABS dan BIM Tekla Structural Designer	Muhammad Aziz Syah dkk (2023)	a. Gaya gempa b. Simpangan	Hasil perbandingan dari simpangan dan gaya geser pada ETABS dan TSD dengan hasil pada perangkat lunak ETABS lebih besar dibandingkan dengan TSD dikarenakan tidak adanya faktor skala pada TSD
2	Analisis Beban Gempa dengan Metode Statik Ekuivalen Berdasarkan SNI 1726-2019 pada Gedung IPAL	Rifandi (2020)	a. Berat bangunan b. Gaya gempa c. Waktu getas alami	Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar berat seismik maka gaya lateral ekuivalen akan semakin besar dan semakin tinggi gedung yang dianalisis maka semakin besar juga nilai periode struktur yang dihasilkan
3	ANALISIS PERBANDINGAN DESAIN STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT BETON BERTULANG MENGGUNAKAN MATERIAL MUTU NORMAL DAN MUTU TINGGI	Bingdy (2021)	a. Gaya gempa b. Simpangan c. Gaya dalam elemen struktur	Dalam penggunaan nilai kuat tekori beton apabila semakin besar nilai f'c maka gaya geser gempa, simpangan, gaya dalam dan dimensi elemen struktur yang dihasilkan semakin kecil
4	PERBANDINGAN RESPON STRUKTUR DENGAN PENERAPAN BEBAN GEMPA STATIK EKUIVALEN, RESPON SPEKTRUM, DAN TIME HISTORY	Nurkhusnaedi (2025)	a. Gaya gempa b. Simpangan	Hasil menunjukkan bahwa gaya gempa dan simpangan dari yang terbesar hingga terkecil secara berturut-turut yaitu prosedur analisis statik ekuivalen, respon spektrum, dan yang paling kecil yaitu time history
5	ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG DENGAN MENGGUNAKAN SAP2000 DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER	Rusfiana, (2024)	a. Waktu getas alami b. Gaya gempa c. Simpangan	Hasil periode dari SAP2000 lebih besar dari TSD, simpangan pada arah x dan y pada SAP2000 lebih besar dari TSD, sedangkan gaya geser arah x lebih besar TSD namun gaya geser arah y lebih besar SAP2000
6	PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG KULIAH 5 LANTAI	Juflien dkk (2020)	a. Balok b. Kolom c. Pelat d. Tangga e. Dinding geser f. Beban gempa g. Pondasi	Hasil perencanaan gedung telah mencakup prinsip SRPVK yaitu, strong column weak beam, dihasilkan gaya geser dasar nominal sebesar 1453,896 kN untuk arah X dan 1266,698 kN untuk arah Y dengan penekukan 100% sesuai dengan peraturan SNI 1726:2019.

No	Judul	Penulis (tahun)	Yang diteliti	Hasil
7	PERENCANAAN GEDUNG APARTEMEN D'IRINI 10 LANTAI DENGAN STRUKTUR BETON RINGAN BI 1760 KG/M ³ BERTULANG TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN SRPMK	S. F. & Mahmood (2021)	a. Balok b. Kolom c. Pelat d. Tangga e. Hubungan balok-kolom f. Pondasi	Dari penelitian ini dihasilkan penampang kolom, balok, dan elemen struktur lainnya yang sudah sesuai dengan SNI 2847:2013 dan sudah memenuhi persyaratan strong column weak beam ($2M_{nc} > 1,2 \sum M_{nb}$). Dihasilkan juga komposisi balok, kolom, dan hubungan balok-kolom dengan penulangan manual an-49 dan gaya geser yang terjadi akibat gempa dengan terputusnya syunt-syunt desain kapasitas geser dimana kapasitas geser nominal (V_n) lebih besar dari gaya yang bekerja (V_u).
8	Comparative Study in the Design of a Reinforced Concrete Structure	Jing Xian dkk, 2022)	a. Balok b. Kolom c. Pilecap	Penelitian ini menghasilkan bahwa pada perangkat lunak <i>Tekla Structural Design</i> memberikan ketahanan tahanan tulangan balok, kolom, dan pilecap 35% lebih besar dibandingkan kebutuhan tahanan tulangan pada perangkat lunak <i>Etream</i>

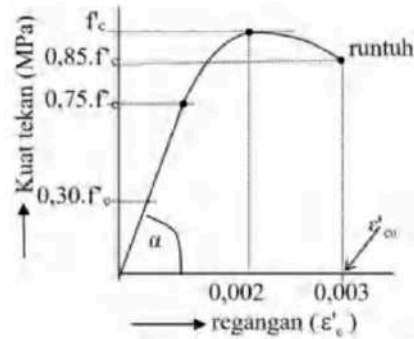
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

BAB 3

LANDASAN TEORI

3.1 Struktur Beton Bertulang

Beton bertulang merupakan gabungan dari material beton polos dan tulangan baja yang saling bekerja sama, sehingga beton memiliki kekuatan untuk memikul tegangan tarik (Lesmana, 2020). Hubungan antara tegangan regangan tekan beton dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.1 Hubungan Tegangan Dan Regangan Beton

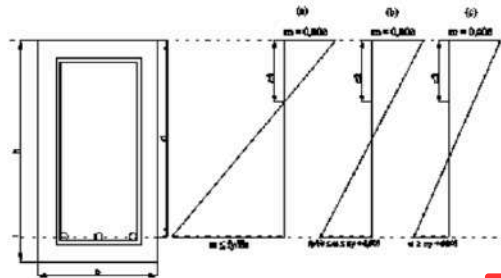
(Sumber: Ir Ali Asroni, 2017)

Menurut Ir Ali Asroni (2017) terdapat 3 perilaku yang menunjukkan perilaku tegangan regangan tekan beton sebagai berikut.

- Pada saat beban tekan mencapai $0,3f'_c$ sampai $0,4f'_c$, perilaku tegangan regangan beton pada dasarnya masih linear (f'_c merupakan kekuatan batas tekan beton).
- Pada saat beban melebihi $0,3f'_c$ sampai $0,4f'_c$, retak-retak lekatan mulai terbentuk. Pada saat ini mulai terjadi deviasi pada hubungan tegangan-regangan dari kondisi linear.
- Pada saat beban tekan mencapai $0,75f'_c$ sampai $0,9f'_c$, retak-retak lekatan tersebut merambat ke mortar sehingga terbentuk pola retak yang kontinu.

3.2 Daktilitas

Daktilitas merupakan kemampuan struktur untuk berdeformasi hingga melewati batas elastisnya tanpa mengalami kegagalan (Lesmana, 2020). Baja tulangan mempengaruhi sifat daktilitas pada beton sehingga beton memiliki sifat daktilil saat diberi tulangan. Namun, banyaknya jumlah tulangan baja mempengaruhi garis netral (c) pada tegangan regangan beton, apabila tulangan dipasang terlalu banyak beton akan getas dimana beton runtuh sebelum tulangannya leleh.



Gambar 3.2 Diagram Regangan Pada Balok Lentur, (a) *compression-controlled section*, (b) *transition region*, dan (c) *tension-controlled section*.

(Sumber: Hassoun & Al-Manaseer, 2020)

3.3 Sistem Struktur Bangunan Gedung Tahan Gempa

Dalam mendesain struktur bangunan gedung tahan gempa, harus diperhatikan kekuatan dan kemampuan layan dari struktur bangunan tersebut. Kedua aspek tersebut harus dipenuhi agar ketika terjadi gempa pada struktur bangunan, tidak ada korban jiwa akibat keruntukan struktur dan kondisi idealnya struktur gedung hanya mengalami kerusakan non-struktural sehingga bisa segera dihuni kembali pasca gempa. Secara umum, terdapat 3 sistem struktur yang sering digunakan oleh para engineers (Lesmana, 2019).

a. Sistem rangka struktural

Sistem struktur ini terdiri dari rangkaian balok dan kolom sebagai komponen struktur utamanya. Adapun komponen struktur sekundernya bisa terdiri dari balok sekunder, pelat lantai, dan tangga. Komponen sekunder berfungsi untuk

memikul beban dan kemudian menyalurkan beban tersebut ke dalam komponen struktur utama.

b. Sistem dinding struktur

Sistem struktur ini mempunyai dinding struktur yang difungsikan secara khusus untuk memikul beban lateral berupa gempa. Istilah dinding struktur ini biasanya lebih dikenal dengan istilah dinding geser atau *shear wall*. Dalam sistem ini, perlu diperhatikan penempatan dinding struktur demi mencegah efek torsi yang berlebihan pada struktur.

c. Sistem ganda

Sistem ganda merupakan sistem struktur gabungan struktur rangka dan dinding struktur. Kombinasi kedua struktur ini sangat menguntungkan karena interaksi antar rangka dan dinding struktur akan membuat penyerapan energi yang lebih besar. Dengan adanya kekakuan dinding struktur yang besar, perilaku struktur bangunan gedung saat terjadi gempa lebih terkontrol.

3.4 Pembebanan

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2020), beban merupakan gaya atau tindakan lain akibat berat semua bahan bangunan, penghuni dan properti, dampak lingkungan, perbedaan gerakan dan gaya penahan akibat dari perubahan dimensi. Pembebanan gedung diatur dalam SNI 1727:2020.

3.4.1 Beban mati

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2020) beban mati merupakan berat semua material konstruksi terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, langit-langit, tangga, partisi tetap, penyelesaian akhir, bangunan dan komponen arsitektur dan struktural lainnya serta peralatan servis terpasang lainnya, termasuk termasuk derek dan sistem pengangkutan material. Beban mati diatur dalam SNI 1727:2020 Pasal 3.1 Hal-21.

3.4.2 Beban hidup

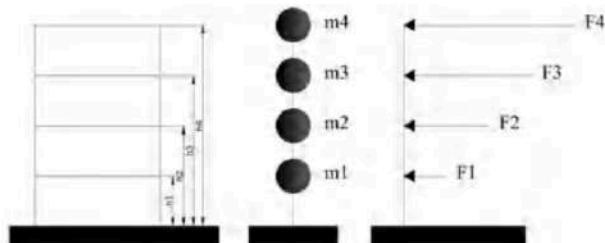
Beban hidup menurut Badan Standarisasi Nasional (2020) merupakan beban yang disebabkan oleh pengguna dan penghuni atau bangunan lain yang tidak termasuk beban dan beban lingkungan, seperti beban hujan, beban seismik, beban atau beban permanen. Beban hidup diatur dalam SNI 1727:2020 Pasal 4 Hal-25.

3.4.3 Beban gempa

Beban gempa merupakan energi yang dilepas selama gempa bumi terjadi sehingga mempengaruhi struktur bangunan. Berdasarkan SNI 1726:2019 terdapat 3 jenis prosedur yang digunakan untuk menganalisis beban gempa yang terjadi pada struktur yaitu prosedur *static equivalent*, *response spectrum (RS)*, dan *linear time history*.

a. *Static Equivalent*

Prosedur analisis statik ekuivalen merupakan metode pendekatan untuk mempresentasikan pengaruh beban dinamik gempa menjadi beban statik yang berupa gaya terpusat yang terdistribusi pada tiap tingkat struktur bangunan sesuai besaran massa pada tingkat yang di tinjau (Lesmana, 2020). Metode ini diatur dalam SNI 1726:2019 pasal 7.8 Hal-59. Berikut konsep dasar dan tahapan analisis beban gempa menggunakan prosedur analisis statik ekuivalen.

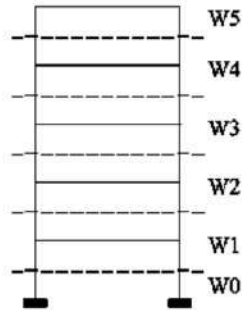


Gambar 3.3 Konsep Dasar Metode Statik Ekuivalen

(Sumber: Lesmana, 2020)

1) Perhitungan berat seismik (W)

Pada tahap ini akan dilakukan proses perhitungan berat pada tiap tingkat berdasarkan sumbu memanjang dan melintang untuk memperoleh gaya gempa pada setiap sumbu dan tiap level tingkat. Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.7.2 Hal-68, berat seismik meliputi beban mati, beban mati tambahan, dan beban hidup.



Gambar 3.4 Konsep Perhitungan Beban Pada Bangunan

(Sumber: Lesmana, 2020)

2) Estimasi periode struktur (T)

Penentuan periode struktur diatur dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.8.2 Hal-71.

Ada 2 pendekatan yang digunakan antara lain

- Pendekatan 1 (Pasal 7.8.2.1 Hal-72)

$$T_a = C_t \times h_n^x \quad (3.1)$$

Dengan nilai C_t dan x diperoleh dari SNI 1726:2019 Tabel 18 Hal-72

Tabel 3.1 Nilai Parameter Periode Pendekatan

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
▪ Rangka baja pemikul momen	0.0724	0.8
▪ Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan bresing tekekang terhadap tekuk	0.0731	0.75
Semua sistem struktur lainnya	0.0488	0.75

(Sumber: SNI 1726:2019 Tabel 18 Hal 72)

- Pendekatan 2 (Pasal 7.8.2.1 Hal-72)

$$T_a = 0.1 N \quad (3.2)$$

Dengan nilai N merupakan jumlah tingkat.

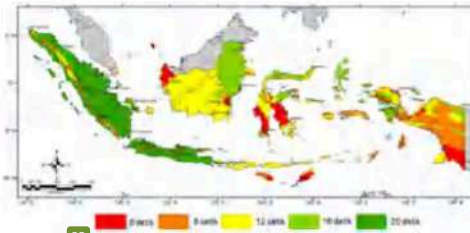
Apabila periode struktur ditentukan dengan perangkat lunak ETABS atau TSD, maka nilai T tidak boleh melampaui $C_u T_a$ dan tidak boleh kurang dari T_a .

3) Perhitungan gaya geser (V)

Perhitungan gaya geser seismik struktur diatur dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.8 Hal-69.

$$V = C_s \times W \quad (3.3)$$

Untuk menghitung nilai koefisien seismik (C_s) dibutuhkan parameter pendukung seperti panjang periode (T_L) (SNI 1726:2019 Gambar 20 Hal-238), faktor keamanan (I_e) (SNI 1726:2019 Pasal 4.1.2 Tabel 4 Hal-25), faktor modifikasi (R) (SNI 1726:2019 Tabel 12 Hal-49).



Gambar 3.5 Peta transisi periode panjang (T_L) Wilayah Indonesia

(Sumber: SNI 1726:2019 Gambar 20 Hal-238)

Tabel 3.2 Pemilihan Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,5

(Sumber: Tabel 4 SNI 1727:2020 Hal 25)

Tabel 3.3 Faktor R , C_d , dan Ω_0 Untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respon	Faktor kuat lebih sistem	Faktor pembesaran defleksi	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D	E	F	
C. Sistem rangka pemikul momen									
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB	
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5,5	TB	TB	40	30	TI	
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4,5	3	4	TB	TB	10	TI	TI	
4. rangka baja pemikul momen biasa	3,5	3	3	TB	TB	TI	TI	TI	

51 Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respon	Faktor kuat lebih sistem	Faktor pembesaran defleksi	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D	E	F
16								
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4,5	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2,5	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4,5	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul beban	6	3	5,4	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2,5	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan	3,5	3	5,5	10	10	10	10	10

(Sumber : SNI 1726:2019 Tabel 12 Hal 50)

Pada SNI 1726:2019 Pasal 7.8.1.1 ditentukan nilai C_s dan juga membatasi nilai maksimum dan minimumnya.

$$C_{s \text{ perlu}} = \frac{S_{ds}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (3.4)$$

Untuk $T \leq T_L$

$$C_{s \text{ max}} = \frac{S_{edl}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (3.5)$$

51
Untuk $T > T_L$

$$C_{s \text{ max}} = \frac{T_L \cdot S_{edl}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (3.6)$$

2
C_s harus tidak kurang dari

$$C_{s \text{ min}} = 0,044 \cdot S_{ds} \cdot I_e \quad (3.7)$$

Jika S_L sama dengan atau lebih besar dari 0,6g, C_s harus tidak kurang dari

$$C_{s \text{ min}} = \frac{0,5}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (3.8)$$

4) Perhitungan gaya gempa (F)

Perhitungan gaya gempa (F) diatur dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.8.3 Hal

73. Rumus yang digunakan merupakan sebagai berikut.

$$F = C_{vx} \times V \quad (3.9)$$

dimana:

V = gaya geser dasar total bangunan

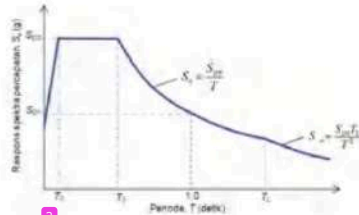
$C_{vx} = \frac{W_{xx} h_i^k}{\sum_{i=1}^n W_{ix} h_i^k}$, dengan nilai k apabila nilai T_a kurang dari 0,5 maka nilai $k=1$, jika nilai T_a lebih dari 2,5 maka nilai $k=2$, jika nilai T_a diantara 0,5 sampai 2,5 maka k menggunakan interpolasi.

b. Response Spectrum (RS)

Prosedur analisis respons spektrum merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui respon struktur terhadap getaran seismik berdasarkan spektrum respons. Spektrum respons digunakan untuk memperkirakan respon maksimum struktur terhadap gerakan tanah akibat gempa. Untuk memodelkan grafik respon spektrum diatur dalam SNI 1726:2019 Pasal 6.4 Gambar 3 Hal 35-36. Untuk membuat grafik respon spektrum, diperlukan data seismik gempa (S_I , S_S , dll). Untuk nilai T_L dapat dilihat pada SNI 1726:2019 Gambar 20 Hal-238. Untuk mencari T_0 dan T_s menggunakan rumus berikut.

$$T_0 = 0,2 \times \frac{S_{dl}}{S_{ds}} \quad (3.10)$$

$$T_s = \frac{S_{dl}}{S_{ds}} \quad (3.11)$$



Gambar 3.6 Grafik respon spektrum
(Sumber: SNI 1726:2019 Gambar 3 Hal-36)

Untuk $T < T_0$

$$S_a = S_{ds} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (3.12)$$

Untuk $T_0 < T \leq T_s$

$$S_a = S_{ds} \quad (3.13)$$

Untuk $T_s < T \leq T_L$

$$S_d = \frac{S_{d2}}{T} \quad (3.14)$$

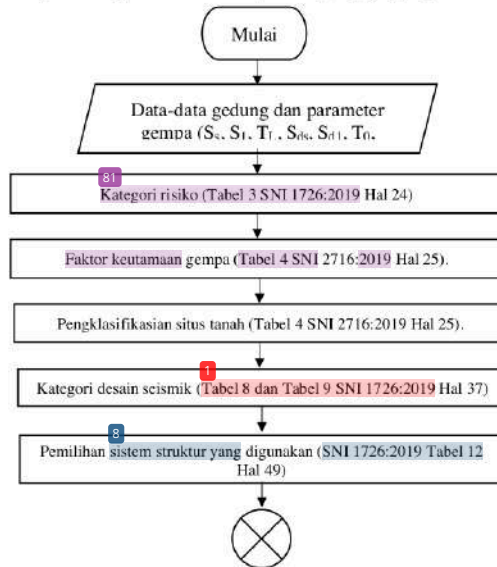
Untuk $T > T_L$

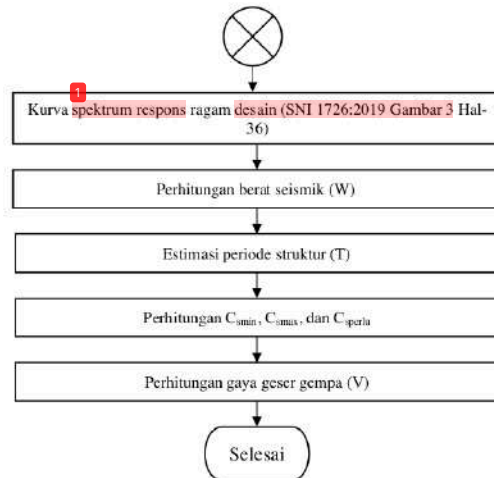
$$S_d = \frac{T_L S_{d2}}{T^2} \quad (3.15)$$

c. *Linear Time History (LTH)*

Menurut Lesmana (2020), metode *linear time history* merupakan metode analisa beban gempa dengan menggunakan rekaman gempa asli (*ground motion*) yang diperoleh secara langsung dari alat peredam gempa (*seismograph*). Metode ini diatur dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.9.2 Hal-78. Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.2.3 Hal-79 mensyaratkan minimal pemakaian rekaman gempa asli (*ground motion*) minimal 3 dan tidak disebutkan untuk penggunaan maksimalnya.

Berikut merupakan diagram alir analisis perhitungan gaya gempa.





Gambar 3.7 Diagram Alir Analisis Gaya Geser Gempa (V) Sesuai SNI 1726:2019

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

3.4.4 Kombinasi beban

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2020), kombinasi beban digunakan untuk memastikan bahwa struktur dapat menahan berbagai kombinasi pembebanan yang mungkin terjadi selama masa pakainya. Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.5.3 gaya seismik untuk memikul kombinasi beban yang ditetapkan yaitu 100% gaya satu arah ditambah 30% gaya untuk arah tegak lurus.

a. Kombinasi beban dasar

- 1) $1.4D$
- 2) $1.2D + 1.6 L + 0.5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- 3) $1.2D + 1.6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0.5 W)$
- 4) $1.2D + E + L + 0.5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- 5) $0.9D + E$

b. Kombinasi yang digunakan

- 1) $1.4D$
- 2) $1.2D + 1.6 L$

$$3) 1,2D + E + L$$

$$4) 0,9D + E$$

Dikarenakan dalam perencanaan beban mati terbagi menjadi dua yaitu *Super Dead Load* (SDL) dan *Dead Load* (DL).

$$1) 1,4DL + 1,4 \text{ SDL}$$

$$2) 1,2D + 1,2 \text{ SDL} + 1,6 L$$

$$3) 1,2D + 1,2 \text{ SDL} + E + L$$

$$4) 0,9D + 0,9 \text{ SDL} + E$$

c. Pengaruh beban gempa horizontal (E_h) dan vertikal (E_v)

Pada SNI 1726:2019 dijabarkan pengaruh beban gempa. Pengaruh beban gempa (E) pada kombinasi 3 harus ditentukan sesuai dengan persamaan sebagai berikut.

$$E = E_h + E_v \quad (3.16)$$

Sedangkan untuk kombinasi 4, beban gempa dijabarkan sebagai berikut.

$$E = E_h - E_v \quad (3.17)$$

$$E_h = \rho \times Q_E \quad (3.18)$$

$$E_v = 0,2S_{DS} \times D \quad (3.19)$$

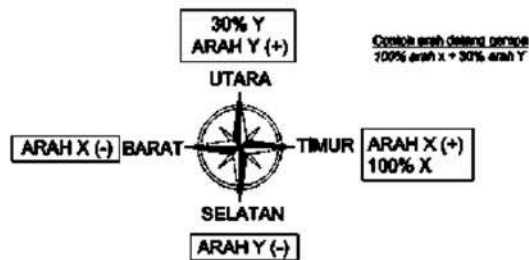
Keterangan:

ρ = faktor reduksi

Q_E = Pengaruh gaya gempa horizontal

S_{DS} = Parameter percepatan spektrum respons desain pada periode pendek

d. Arah pembebanan



Gambar 3.8 Ilustrasi Arah Datang Gempa

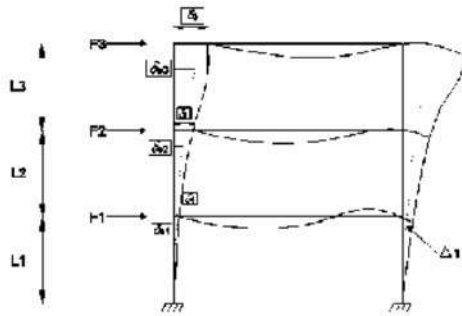
(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berdasarkan gambar diatas maka kombinasi beban gempa dijabarkan menjadi:

- 1) $1.4DL + 1.4\text{ SDL}$
- 2) $1.2D + 1.2\text{ SDL} + 1.6\text{ L}$
- 3) $(1.2 + 0.2S_{DS})DL + (1.2 + 0.2S_{DS})\text{ SDL} + 1. \rho \cdot E_x + 0.3. \rho \cdot E_y + L$
- 4) $(1.2 + 0.2SDS)DL + (1.2 + 0.2SDS)\text{ SDL} + 0.3. \rho \cdot E_x + 1. \rho \cdot E_y + L$
- 5) $(0.9 - 0.2SDS)DL + (0.9 - 0.2SDS)\text{ SDL} + 1. \rho \cdot E_x + 0.3. \rho \cdot E_y$
- 6) $(0.9 - 0.2SDS)DL + (0.9 - 0.2SDS)\text{ SDL} + 0.3. \rho \cdot E_x + 1. \rho \cdot E_y$

3.5 Simpangan Antar Tingkat

Simpangan antar tingkat merupakan perpindahan horizontal di bagian atas tingkat yang ditinjau relatif terhadap bagian bawahnya. Simpangan antar tingkat diatur dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.8.6 Hal-75.



Gambar 3.9 Simpangan Antar Lantai

(Sumber : SNI 1726, 2019)

Untuk menghitung simpangan antar tingkat menggunakan rumus berikut:

$$\Delta = \frac{C_d \times \delta_{ex}}{I_e} \quad (3.20)$$

dimana:

- C_d = faktor pembesaran simpangan lateral
- δ_{ex} = simpangan di tingkat-x yang disyaratkan pada pasal ini, yang ditentukan dengan analisis elastik
- I_e = faktor keutamaan gempa

3.5 Pelat

Pelat lantai merupakan struktur dengan bidang permukaan yang lurus, datar dan tebalnya lebih kecil dibandingkan struktur lainnya yang berfungsi untuk menerima beban yang akan disalurkan ke struktur lainnya (Zebua, 2018). Pelat lantai diberi tulangan baja dengan posisi melintang dan memanjang yang diikat dengan kawat bendrat serta tidak menempel pada permukaan pelat bagian bawah maupun atas.

Secara umum pelat lantai dibagi menjadi dua tipe yaitu pelat satu arah (*one way*) dan pelat dua arah. Pelat satu arah merupakan jenis pelat yang mengalami lendutan pada satu arah sumbunya, sebaliknya, pelat dua arah merupakan pelat yang mengalami lendutan pada kedua arah sumbunya. Ketentuan pelat satu arah diatur pada SNI 2847:2019 Pasal 7 Hal-119, sedangkan pelat dua arah diatur dalam SNI 2847:2019 Pasal 8 Hal-131.

Dalam meninjau syarat kuat lentur, pelat dalam ketebalan tertentu diharuskan memikul momen terfaktor yang terjadi dengan pendekatan faktor tahanan (R_n). Berikut hubungan persamaan R_n dan M_n .

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = R_n \cdot b \cdot d^2 \quad (3.21)$$

Dimana:

M_n = Momen nominal pelat (Nmm)

M_u = Momen terfaktor pelat (Nmm)

b = Lebar pelat ($b = 1000$ mm)

d = Tinggi efektif pelat (mm)

Dalam SNI 2847:2019 Tabel 8.6.1.1 mengatur luasan minimum tulangan lentur pelat nonprategang.

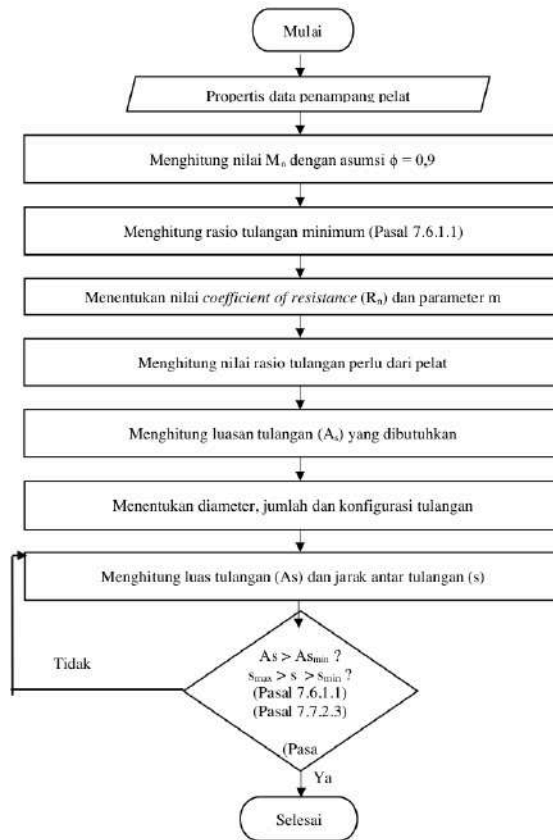
$$A_g = b \times h \quad (3.22)$$

dimana:

b = Lebar pelat per satuan meter ($b = 1000$ mm)

h = Tebal pelat (mm)

Berikut diagram alir prosedur desain tulangan lentur pelat.



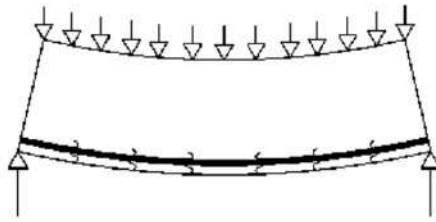
Gambar 3.10 Diagram Alir Prosedur Desain Tulangan Lentur Pelat

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

3.7 Balok

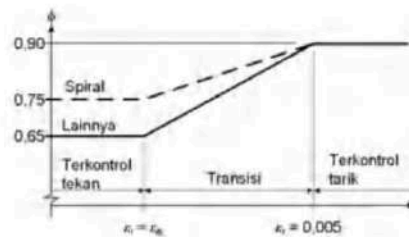
Balok merupakan salah satu elemen utama penyusun struktur gedung yang umumnya terpasang secara horizontal atau lateral (Lesmana, 2020). Fungsi utama

balok yaitu menyalurkan beban kedalam elemen kolom berupa gaya dan momen. Terdapat beberapa gaya dan momen yang terjadi pada balok yaitu gaya aksial, gaya geser, momen torsi dan momen lentur.



Gambar 3.11 Lentur Pada Balok Beton Bertulang

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

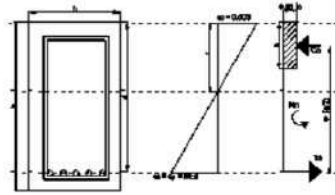


Gambar 3.12 Variasi nilai faktor reduksi (ϕ) sesuai kategori penampang

((Sumber : SNI 2847:2019 Gambar R21.2.2b))

Dalam tahap menghitung parameter E_t , dapat juga digunakan c/d_t , untuk memastikan bahwa penampang dapat terjaga dalam kondisi tarik, regangan pada tulangan tarik perlu mencapai angka 0,005 dan regangan pada beton harus berada di angka 0,003 (Lesmana, 2020). Dengan menggunakan persamaan segitiga sebangun, maka didapatkan:

$$\frac{c}{d_t} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_t + \epsilon_{cu}} = \frac{0,003}{0,005 + 0,003} = 0,375$$



Gambar 3.13 Diagram Tegangan Regangan Balok Tulangan Tunggal

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Lesmana (2020), berdasarkan diagram tegangan dan regangan balok didapatkan persamaan untuk mendapatkan nilai momen nominal balok (M_n) adalah

$$M_n = T(d - a/2) = C(d - a/2) \quad (3.23)$$

Gaya tekan (C) pada penampang adalah

$$C = 0,85 \times f'_c \times b \times \beta_1 \times c \quad (3.24)$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 Hal. 478, nilai β_1 dipengaruhi oleh nilai f'_c :

- Jika $17 \text{ Mpa} \leq f'_c \leq 28 \text{ Mpa}$, maka nilai β_1 diambil sebesar $0,85$
- Jika $28 \text{ Mpa} < f'_c \leq 55 \text{ Mpa}$, maka nilai β_1 diambil sebesar $0,85 - 0,05 (f'_c - 28)/7$

Jika $55 \text{ Mpa} < f'_c$, maka nilai β_1 diambil sebesar $0,65$

Gaya tarik (T) pada tulangan baja adalah

$$T = A_s \times f_y = \rho \times b \times d \times f_y \quad (3.25)$$

Karena nilai $C = T$, maka

$$0,85 \times f'_c \times b \times \beta_1 \times c = \rho \times b \times d \times f_y \quad (3.26)$$

$$a = \beta_1 \times c \quad (3.27)$$

$$0,85 \times f'_c \times b \times a = \rho \times b \times d \times f_y \quad (3.28)$$

Nilai tinggi blok tekan (a) adalah

$$a = \rho \times \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} \times d \quad (3.29)$$

Jika persamaan 3.28 disubstitusikan kedalam persamaan 3.22, maka rumus momen nominal menjadi

$$M_n = \rho b d \times f_y \left(d - \rho \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} \times d \right) = \rho b d^2 \times f_y (1 - \rho m/2) \quad (3.30)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} \quad (3.31)$$

Persamaan 3.9 jika dibagi dengan bd^2 akan menghasilkan parameter koefisien resistansi (R_n)

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \rho \times f_y (1 - \rho m/2) \quad (3.32)$$

Sehingga persamaan rasio tulangan bisa didapatkan sebagai berikut

$$\rho = \frac{1}{m} (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}}) \quad (3.33)$$

Pada SNI 2849:2019 Pasal 9.6.1.2 mengatur bahwa rasio tulangan minimal pada elemen lentur balok diambil terbesar dari dua persamaan berikut ini

$$\rho_{min} = \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} \quad (3.34)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (3.35)$$

Sedangkan rasio tulangan seimbang adalah

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_y / E_s + \epsilon_{cu}} \quad (3.36)$$

Demi menjamin penampang terkontrol tarik, maka rasio tulangan yang digunakan harus dibawah rasio tulangan seimbang. Kategori penampang juga bisa diperiksa melalui regangan tulangan tarik yang terjadi (ϵ_t)

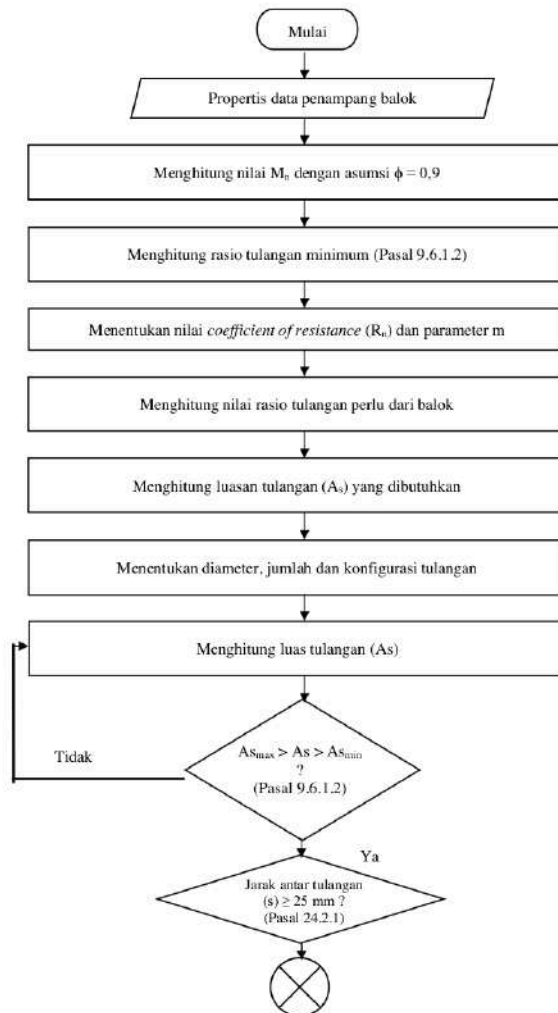
$$\epsilon_t = 0,003 \frac{(d_t - c)}{c} \quad (3.37)$$

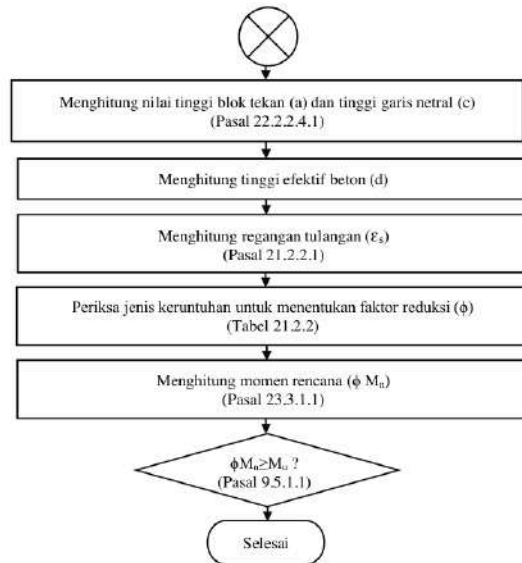
Jika $\epsilon_t \geq 0,005$ maka balok tergolong terkontrol tarik, bila $\epsilon_t < 0,002$ maka balok tergolong terkontrol tekan dan diantara kedua itu balok tergolong transisi.

Keterangan:

- a : Tinggi blok tekan beton (mm).
- $\bar{d}$: Tinggi efektif balok (mm).
- b : Lebar balok (mm).
- f_c' : Kuat tekan beton (Mpa).
- A_s : Luas tulangan (mm²).
- f_y : Kuat leleh tulangan (Mpa).
- β_1 : Koefisien reduksi tinggi garis netral.
- ρ : Rasio tulangan.
- E_s : Regangan tulangan baja.
- ϵ_{cu} : Regangan penampang beton.

Prosedur desain tulangan longitudinal pada balok berdasarkan SNI 2847:2019, dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.

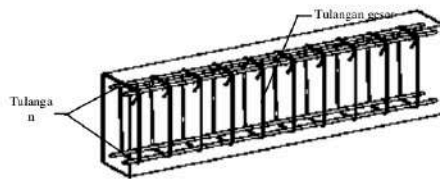




Gambar 3.14 Diagram Alir Prosedur Desain Tulangan Lentur Balok

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

Selain momen lentur yang perlu ditahan oleh balok, ada gaya geser yang dapat menyebabkan patahan pada balok. Bentuk dan ukuran dari retakan yang muncul dapat ditangani dengan menambahkan tulangan geser pada balok, yang biasanya dipasang tegak lurus terhadap tulangan lenturnya (Lesmana, 2020)



Gambar 3.15 Senggang Pada Balok

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

1 Berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 22.5.1.1 persamaan untuk kuat geser nominal (V_n) adalah:

$$V_n = V_c + V_s \quad (3.38)$$

Dimana nilai kuat geser beton (V_c) didapatkan dari persamaan

$$V_c = 0,17 \lambda x \sqrt{f'_c} b x d \quad (3.39)$$

Pemeriksaan dimensi penampang beton apakah mampu untuk memikul beban geser melalui persamaan

$$V_u \leq \phi (V_c + 0,66 x \sqrt{f'_c} b x d) \quad (3.40)$$

Pada proses desain, kebutuhan tulangan geser didasarkan pada nilai geser *ultimate* terhadap nilai geser beton (ϕV_c).

a. Kategori C ($V_u \leq 0,5 \phi V_c$), pada kondisi ini secara teoritis balok tidak memerlukan tulangan geser.

b. Kategori B ($0,5 \phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c$), pada kondisi dapat digunakan tulangan geser minimum, nilai A_v min harus lebih besar dari persamaan berikut ini (Pasal 9.6.3.3)

$$A_v \min = 0,062 \sqrt{f'_c} b.s / f_{yt} \quad (3.41)$$

$$A_v \min = 0,35 b.s / f_{yt} \quad (3.42)$$

c. Kategori A ($\phi V_c < V_u$), pada kondisi ini nilai V_s dan A_v minimum diperoleh dari persamaan berikut ini (Pasal 22.5.10.1 dan Pasal 22.5.10.5.3)

$$V_s = (V_u - \phi V_c) / \phi \quad (3.43)$$

$$A_v = (V_s . s) / (f_{yt} . d) \quad (3.44)$$

Spasi (s) maksimum tulangan geser ditentukan berdasarkan tabel berikut ini

Tabel 3.4 Spasi Maksimum Tulangan Geser Balok

V_s	Maksimum s (mm)	
$\leq 0,33.b.d.\sqrt{f'_c}$	Terkecil dari	$d/2$
		600
$\geq 0,33.b.d.\sqrt{f'_c}$	Terkecil dari	$d/4$
		300

(Sumber : SNI 2847:2019, Tabel 9.7.6.2.2)

Dengan catatan bahwa nilai faktor reduksi (ϕ) kuat geser pada beton adalah sebesar 0,75 (Pasal 21.2.1).

Keterangan :

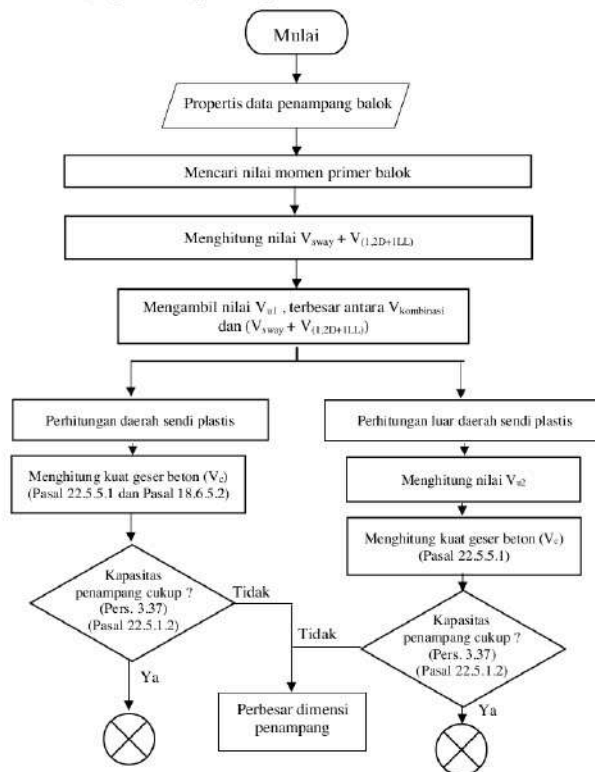
V_u : Gaya geser *ultimate* (kN).

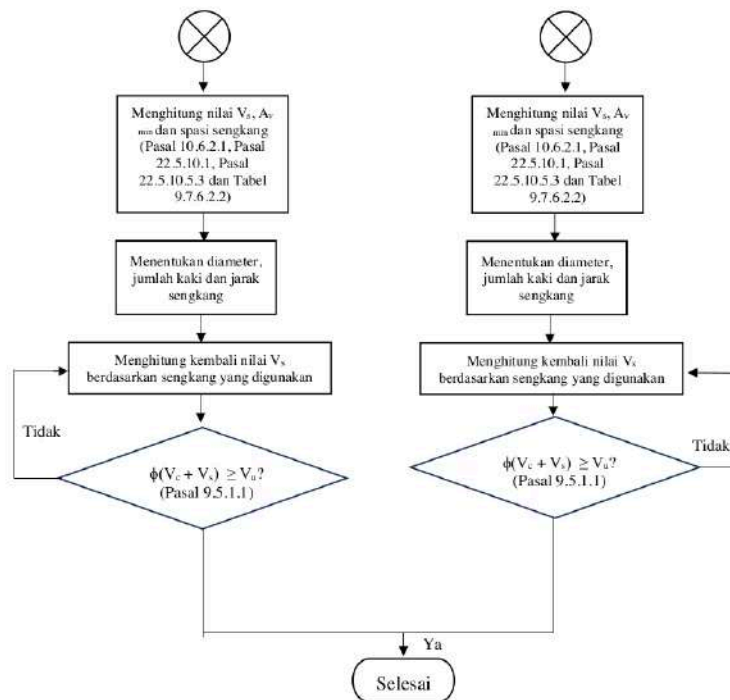
V_c : Kuat geser beton (kN).

V_s : Kuat geser tulangan geser (kN).

b : lebar penampang beton (mm).
 d : Tinggi efektif penampang beton (mm).
 s : Spasi tulangan geser (mm).
 f_{yt} : Kuat leleh tulangan geser (Mpa).
 A_v : Luas tulangan geser (mm²).
 λ : Koefisien faktor modifikasi beton (pada beton normal diambil sebesar 1).

Prosedur desain tulangan transversal (sejangkang) pada balok berdasarkan SNI 2847:2019, dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.

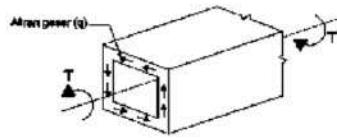




Gambar 3.16 Diagram Alir Prosedur Desain Tulangan Sengkang Balok

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

6 Torsi yang terjadi pada balok merupakan momen yang berputar di sumbu longitudinal balok, sehingga menyebabkan balok itu berputar. Umumnya, momen torsi muncul pada balok yang hanya menerima beban di salah satu sisi, sementara sisi lainnya tidak terbebani. Contoh kasus yang sering terlihat adalah pada balok tepi.



Gambar 3.17 Gaya Torsi Pada Balok

(Sumber : SNI 2847:2019, Gambar 22.7)

Karena torsi dalam balok melibatkan kombinasi geser dan torsi, perencanaan untuk tulangan torsi perlu mencakup tulangan transvers dan longitudinal. Biasanya, pengaruh torsi diatur dalam SNI 2847:2019 Pasal 22.7.1, di mana pengaruh torsi pada balok dapat diabaikan apabila nilai torsi pada balok melebihi torsi ultimate ($\phi T_n \geq T_u$) (Lesmana, 2020). Nilai torsi nominal (T_n) didapatkan berdasarkan persamaan berikut ini.

Torsi statis tertentu (torsi kesetimbangan)

$$T_n = 0,083 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times (A_{cp} / P_{cp}) \quad (3.45)$$

$$A_{cp} = b \times h \quad (3.46)$$

$$P_{cp} = 2 (b + h) \quad (3.47)$$

Penampang balok harus dipastikan mampu memikul torsi melalui persamaan berikut ini

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b.d}\right)^2 + \left(\frac{T_u.P_h}{1,7A_o h^2}\right)^2} \leq 0,75 \left(\frac{V_c}{b.d} + 0,66\sqrt{f'_c}\right) \quad (3.48)$$

$$A_o h = (b - 2 \times t_s) \times (h - 2 \times t_s) \quad (3.49)$$

$$P_h = 2 ((b - 2 \times t_s) + (h - 2 \times t_s)) \quad (3.50)$$

Karena torsi pada balok mempengaruhi tulangan geser dan longitudinal, maka luasan tulangan geser (A_t) dan longitudinal (A_l) akibat pengaruh torsi ditentukan melalui persamaan berikut ini ($\phi = 0,75$)

$$A_t = \frac{T_u \times s}{\phi \times 2 \times A_o \times f_{yt}} \tan 45^\circ \quad (3.51)$$

$$A_l = \frac{T_u \times P_h}{\phi \times 2 \times A_o \times f_{yt}} \cot 45^\circ \quad (3.52)$$

$$A_o = 0,85 A_o h \quad (3.53)$$

Jika luasan yang dihitung lebih besar dari luasan sebelumnya, maka perlu adanya penyesuaian luas tulangan yang baru. Setelah didapatkan luasan tulangan geser dan longitudinal yang baru, untuk memastikan bahwa luasan tersebut mampu memikul momen torsi pada balok perlu diperiksa melalui persamaan berikut ini

$$T_n \text{ (geser)} = \phi \frac{2 \times A_o \times A_t \times f_{yt}}{P_h} \cot 45^\circ \geq T_u \quad (3.54)$$

$$T_n \text{ (longitudinal)} = \phi \frac{2 \times A_o \times A_t \times f_y}{P_h} \tan 45^\circ \geq T_u \quad (3.55)$$

Keterangan :

T_n : Momen torsi nominal (kNm)

T_u : Momen torsi *ultimate* (kNm)

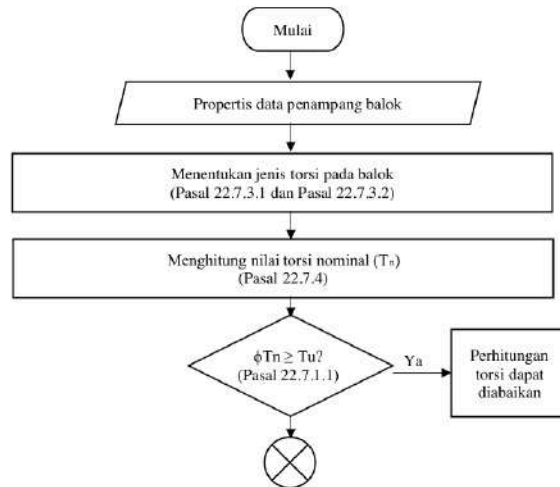
A_{cp} : Luas penampang balok (mm²).

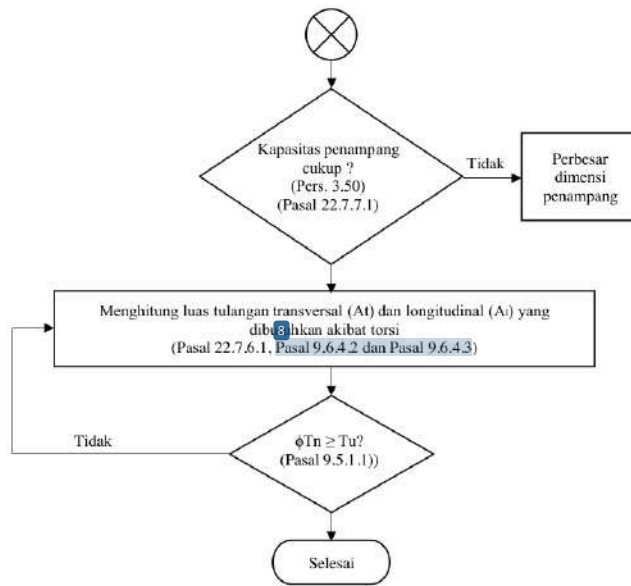
P_{cp} : Keliling penampang balok (mm).

A_{oh} : Keliling penampang balok dengan as sengkang (mm).

P_h : Luas penampang balok dengan as sengkang (mm²).

Prosedur desain tulangan torsi pada balok berdasarkan SNI 2847:2019, dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.





Gambar 3.18 Diagram Alir Prosedur Desain Tulangan Torsi Balok

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2024)

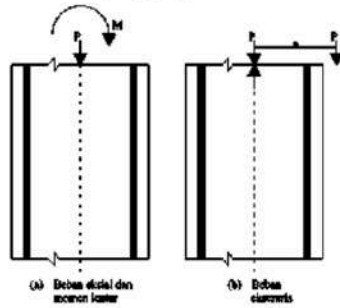
3.8 Kolom

Kolom merupakan elemen struktur utama yang memikul beban kombinasi aksial tekan dan momen lentur (Lesmana, 2020). Kolom juga merupakan elemen struktur yang berperan memikul beban lateral pada struktur gedung. Perencanaan elemen struktur kolom diatur dalam SNI 2847:2019 Pasal 10 Hal-211 dan Pasal 18.7 Hal-384.

Berdasarkan kelangsingannya, kolom dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu kolom pendek dan kolom langsing. Perbedaan mendasar dari kedua jenis kolom terletak berdasarkan jenis kerutuhannya. Kolom pendek tergolong keruntuhan material, dimana kolom tersebut hancur akibat beban yang dipikul melebihi dari kekuatan material penyusunnya. Kolom panjang tergolong keruntuhan tekuk, dimana kolom tersebut hancur akibat penampang kolom yang terlalu langsing

sehingga ketika menerima beban aksial tekan lalu mengalami tekuk meskipun belum mencapai batas kekuatan materialnya.

Kolom juga dibedakan menjadi dua akibat sistem struktur dan tipe pembebanan, yaitu kolom tak bergoyang dan kolom bergoyang. Kolom tak bergoyang terjadi pada struktur yang mengalami beban gravitasi yang simetris, sehingga kolom tidak mengalami perpindahan secara lateral. Kolom bergoyang terjadi pada struktur yang mengalami beban gravitasi yang tidak simetris, sehingga membuat kolom mengalami perpindahan lateral (bergoyang).



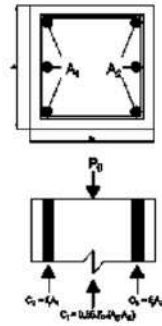
Gambar 3.19. (a) Beban aksial dan momen lentur (b) Beban eksentris

(Sumber: Lesmana, 2020)

Keadaan beban aksial yang bekerja pada kolom, dibedakan menjadi 5 kondisi yaitu, beban aksial sentris, beton tekan menentukan, seimbang, tulangan tarik menentukan, dan beban $P = 0$.

a. Kondisi beban sentris

Pada kondisi ini beban bekerja pada sumbu (as) longitudinal kolom, sehingga beton maupun baja tulangan semuanya menahan beban tekan. Kekuatan penampang kolom dianggap semua baja tulangan sudah mencapai leleh dan regangan tekan beton sudah mencapai batas maksimum.



Gambar 3.20. Beban Terkonsentrasi

(Sumber: Lesmana, 2020)

$$P_0 = 0,85f'_c(A_g - A_s) + A_s f_y \quad (3.56)$$

Keterangan:

A_g : Luasan penampang kolom

A_s : Luasan tulangan longitudinal (memanjang) kolom.

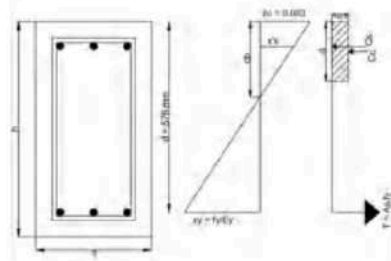
Berdasarkan SNI 2847:2019 Tabel 22.4.2.1 Hal-481, kuat nominal yang digunakan dalam desain tidak boleh melebihi $0,8P_0$.

b. Kondisi beton tekan menentukan

Pada kondisi ini kolom terjadi sedikit beban tarik sehingga sebagian baja tulangan tarik belum leleh sedangkan sebagian tetap menahan beban tekan yang cukup besar. Pada sedikit tulangan baja yang terkena tarik belum mengalami leleh, tulangan baja yang mengalami tekan sudah leleh, dan regangan tekan beton telah mencapai batas ultimitnya.

c. Kondisi seimbang

Pada kondisi ini, penampang kolom dalam keadaan seimbang, maka tulangan tarik mengalami kelelahan bersamaan dengan regangan tekan beton mencapai batas ultimitnya.



Gambar 3.21. Kondisi Regangan Berimbang Untuk Penampang Persegi

(Sumber: Lesmana, 2020)

Sehingga persamaan C_c , T , C_s , dan P_b , sebagai berikut.

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot c_o \cdot \beta_1 \cdot b \quad (3.57)$$

$$T_s = A_s \cdot f_y \quad (3.58)$$

$$C_s = A'_s (f_y - 0,85 f'_c) \quad (3.59)$$

$$P_b = 0,85 \cdot f'_c \cdot c_o \cdot \beta_1 \cdot b + A'_s (f_y - 0,85 f'_c) - A_s f_y \quad (3.60)$$

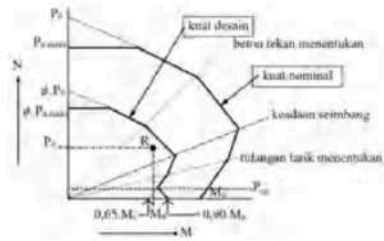
d. Kondisi tulangan tarik menentukan

Pada kondisi ini luas penampang beton tekan semakin kecil, sehingga regangan tekan beton juga semakin kecil. Namun sebaliknya, luas penampang tarik semakin besar, sehingga regangan tulangan tarik melebihi batas leleh.

e. Kondisi beban $P=0$

Pada kondisi ini beban aksial $P=0$ yang berarti kolom hanya menahan momen lentur. Karena hanya menahan momen lentur, maka kolom tersebut dihitung seperti balok biasa.

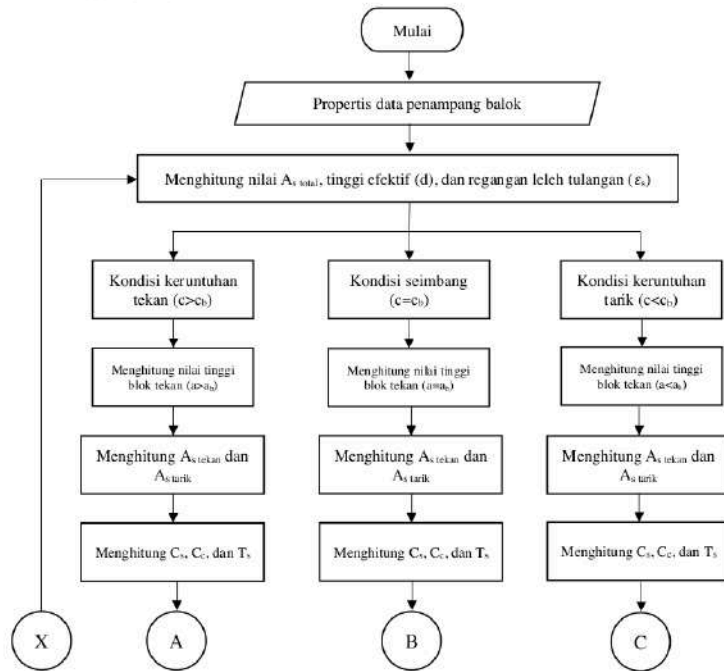
Interaksi dari beban aksial tekan (P) dan momen lentur (M) diwujudkan dalam sebuah kurva yang dikenal sebagai diagram interaksi P - M (aksial momen) kolom. Manfaat dari diagram interaksi yaitu dapat memberikan gambaran tentang kekuatan dari kolom

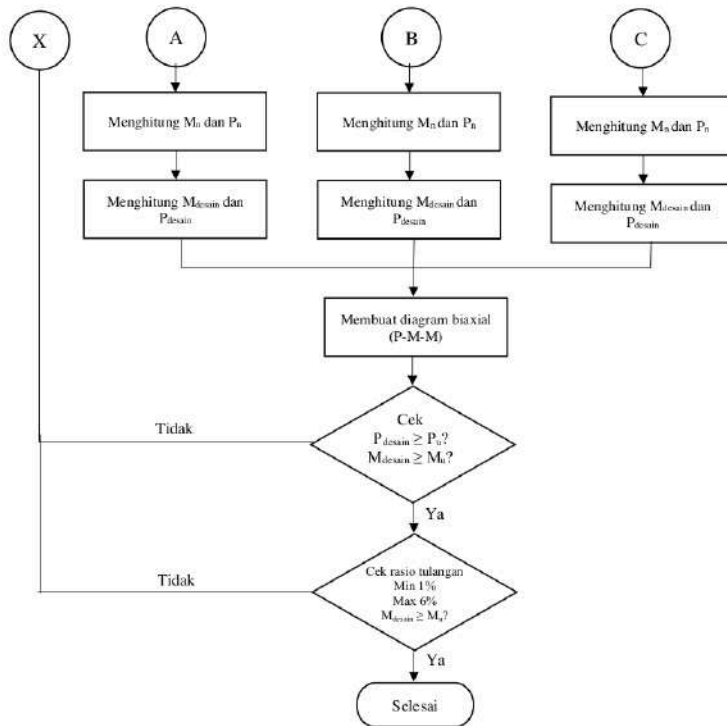


Gambar 3.22. Diagram Interaksi Kolom

(Ir Ali Asroni, n.d.)

Langkah desain tulangan longitudinal pada kolom dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.





Gambar 3.23. Diagram Alir Prosedur Desain Tulangan Lentur Kolom

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Dalam mendesain kapasitas kolom, perlu menerapkan konsep *strong column-weak beam* yakni konsep desain struktur dengan menjamin kekuatan kolom lebih besar dibandingkan kekuatan balok. Tujuan konsep ini yaitu saat terjadi beban bolak-balik gempa, sendi plastis yang pertama kali muncul harus pada komponen struktur balok, kemudian selanjutnya muncul pada komponen struktur kolom.

$$\sum M_{sc} \geq 1,2 \sum M_{nb} \quad (3.61)$$

Dalam mendesain tulangan geser pada kolom sama halnya dengan yang telah dijelaskan pada konsep geser balok. Hal yang menjadi perbedaan adalah besaran

nilai kuat geser yang berasal dari material beton yaitu V_c . Berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 22.5.6.1 Hal-486, persamaan V_c untuk elemen kolom adalah

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g}\right) \lambda \sqrt{f_c'} b_w d \quad (3.62)$$

Dimana:

- N_u : Gaya aksial terfaktor
- A_g : Luas penampang kolom
- λ : 1,0 (beton normal)
- d : tinggi efektif

Berdasarkan SNI 2847:2019 pasal 18.7.6.1.1, dijelaskan bahwa gaya geser desain V_e perlu ditentukan melalui analisis terhadap gaya maksimum yang mungkin timbul di area joint di setiap sisi kolom. Gaya-gaya di joint ini harus dihitung dengan memanfaatkan kekuatan lentur maksimum yang mungkin ada, M_{pr} , di setiap sisi kolom yang berhubungan dengan beban aksial terfaktor, P_u , yang diterapkan pada kolom. Gaya geser kolom tersebut tidak boleh melebihi nilai geser yang dihitung berdasarkan kekuatan joint yang terkait M_{pr} balok yang menghubungkan ke joint. Nilai V_e tidak diperbolehkan kurang dari geser terfaktor yang didapat dari analisis struktur.

Menurut Anugrah Pamungkas, 2021 menjelaskan bahwa kuat rencana V_e di tentukan dari 3 hal berikut.

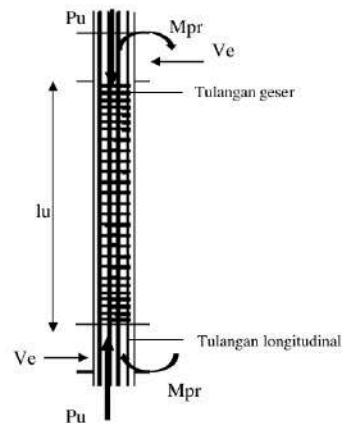
- a. Kapasitas momen kolom yang dihitung berdasarkan tulangan longitudinal kolom yang direncanakan menghasilkan V_{e-k} .
- b. Kapasitas momen balok menghasilkan V_{e-b} .
- c. Gaya geser dari hasil perhitungan analisis struktur, menghasilkan V_u .

Dimana ketiganya harus memenuhi : $V_u \leq V_{e-k} \leq V_{e-b}$. Untuk menyusun tulangan geser pada kolom dapat dilakukan langkah-langkah berikut.

- a. Hitung V_{e-k} , dalam perhitungan V_{e-k} kualitas baja ditingkatkan menjadi 1,25fy dan faktor reduksi yang diterapkan adalah $\phi = 1$, sedangkan nilai M_n diperoleh dari kombinasi nilai terbesar.

$$M_{pr} = \frac{M_n}{\phi} \quad (3.63)$$

$$V_{e-k} = \frac{M_{pr,top} + M_{pr,bot}}{l_u} \quad (3.64)$$

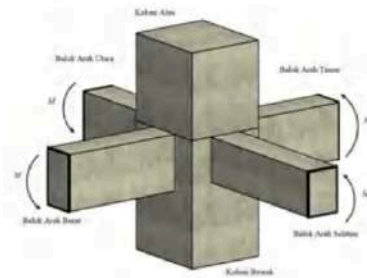


Gambar 3.24 Momen M_{pr} Kolom

(Sumber: Buku Contoh Laporan Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang, 2021)

- b. Dalam analisis penguatan geser kolom, perhatian juga diberikan kepada momen balok yang ada di sisi kolom pada sumbu-X dan sumbu-Y, serta gaya geser yang dihasilkan oleh balok tersebut. Kualitas baja yang dipakai ditetapkan menjadi 1,25 f_y .

$$V_{e-b} = \frac{(M_{pr(bx)}) + (M_{pr(bly)})}{l_u} \quad (3.65)$$

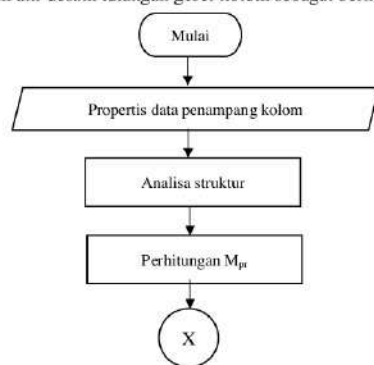


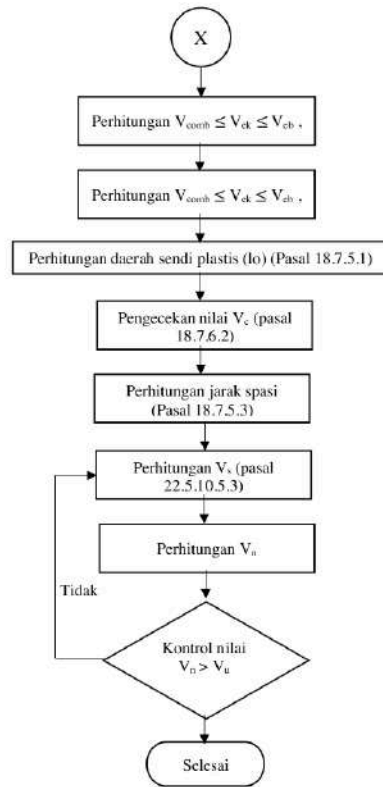
Gambar 3.25 Momen Probabilitas Balok Pada Kolom

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- c. Nilai V_u di dapat dari analisis struktur yang dihasilkan dari bantuan program.
- d. Mencari nilai V_c , menurut SNI 2847:2019 Pasal 18.7.6.2 untuk nilai V_c dianggap 0 apabila syarat berikut terpenuhi
- 1) Gaya geser akibat gempa berdasarkan pasal 18.7.6.1 setidaknya setengah kekuatan geser perlu maksimum di sepanjang l_o .
 - 2) Gaya tekan aksial terfaktor P_u termasuk pengaruh gempa kurang dari $A_g f_c' / 20$.
- e. Menurut SNI 2847:2019 pasal 22.5.10.5.3, nilai V_s untuk tulangan geser dihitung menggunakan persamaan berikut.
- $$V_{e-k} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{l_u} \quad (3.66)$$
- f. Gaya geser total V_n yang dapat ditahan oleh beton dihitung dengan persamaan berikut.
- $$\phi V_n = \phi (V_c + V_s) \quad (3.67)$$
- Nilai ϕV_n harus lebih besar dari nilai V_e .
- g. Kontrol tulangan geser menurut SNI 2847:2019 pasal 10.7.6.5.2 sebagai berikut.
- 1) Jika $V_s \leq 0,33 \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d$, maka untuk spasi maksimum kolom nonprategang $d/2$ atau 600 mm.
 - 2) Jika $V_s \geq 0,33 \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d$, maka untuk spasi maksimum kolom nonprategang $d/4$ atau 300 mm.

Adapun diagram alir desain tulangan geser kolom sebagai berikut.





Gambar 3.26 Diagram Alir Perhitungan Tulangan Geser Kolom

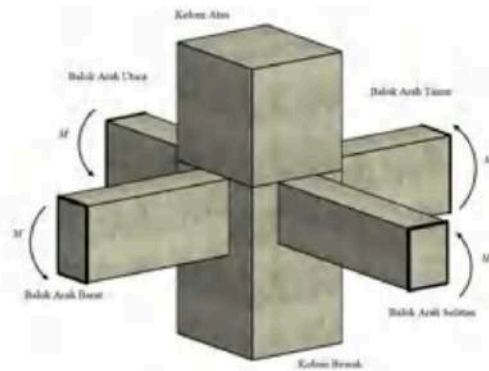
(Sumber : Hasil Analisa Penulis, 2025)

3.9 Hubungan Balok-Kolom (HBK)

Perbedaan yang paling terlihat antara struktur SRMK dengan struktur lainnya (SRMB dan SRMM) merupakan dengan adanya perhitungan sambungan balok kolom yang dikenal dengan istilah hubungan balok kolom (HBK) (Lesmana, 2019). HBK yang dimaksud disini merupakan perhitungan menentukan jumlah tulangan

geser (sejangkang) yang akan dipasang pada daerah sambungan balok kolom pada struktur.

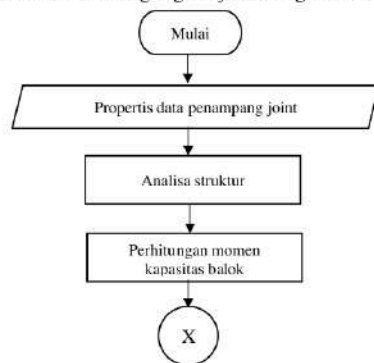
Beberapa gaya yang terjadi seperti gaya tarik pada tulangan, momen akibat balok, dan gaya geser pada ujung kolom dan pada bagian tengah HBK. Kombinasi gaya tersebut bekerja pada satu titik temu yang memiliki potensi kegagalan geser bila tidak direncanakan dengan baik. Untuk mendesain HBK mengacu pada SNI 2847:2019 Pasal 18.8 Hal-392.

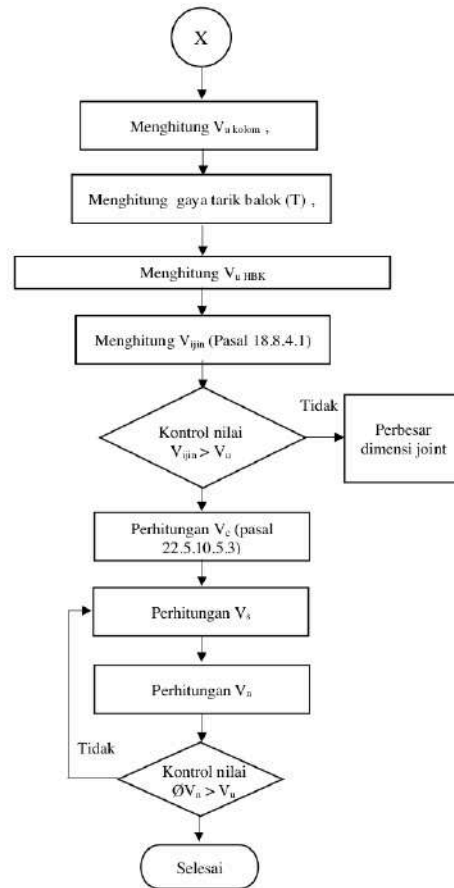


Gambar 3.27 Model 3D Skema Analisis HBK

(Sumber: Lesmana, 2019)

Adapun diagram alir desain tulangan geser joint sebagai berikut.





Gambar 3.28 Diagram Alir Prosedur Desain Tulangan Geser Joint
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

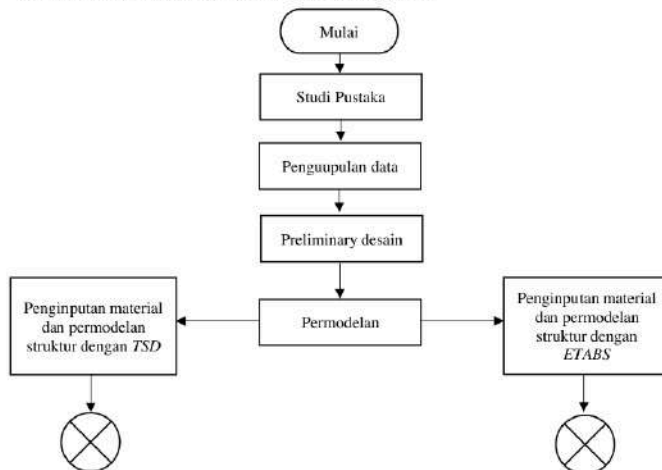
BAB 4 METODE PENELITIAN

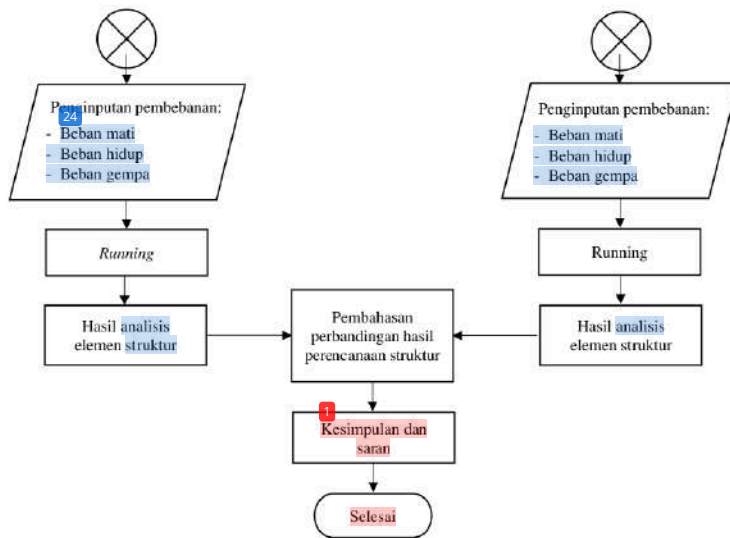
4.1 Umum

Penelitian ini membahas Perbandingan Perancangan Struktur Gedung SRPMK Menggunakan ETABS dan TSD dengan spesifikasi bangunan yang akan dijadikan penelitian adalah gedung perkantoran dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang terdiri dari 10 lantai dengan tinggi antar lantai 4 meter dan memiliki lebar 18 meter serta memiliki panjang 30 meter. Lokasi bangunan yang dijadikan penelitian berada di Jakarta dengan jenis tanah lunak (SE). Perhitungan dalam tugas akhir ini dibantu dengan *software Microsoft excel* dan untuk permodelan struktur gedung menggunakan perangkat lunak ETABS V22 dan TSD 2024.

4.2 Bagan Alir Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Berikut merupakan alur penelitian yang disajikan dalam bentuk diagram alir.





Gambar 4.1 Diagram alir penelitian

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

4.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan, secara garis besar tahapan pengerjaan tersebut seperti di bawah ini :

a. Tahap Persiapan

Tahap persiapan adalah tahap awal di mana penulis melakukan studi literatur dengan cara mengumpulkan referensi, buku acuan, dan peraturan-peraturan mengenai perencanaan gedung. Literatur pedoman yang digunakan pada penelitian ini adalah SNI 2847:2019 sebagai pedoman dalam perencanaan struktur beton bertulang, SNI 1727:2020 sebagai pedoman dalam pembebanan gedung dan SNI 1726:2019 sebagai pedoman perencanaan gaya gempa yang akan di input pada permodelan.

b. Tahap Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui studi literatur dengan mengacu pada berbagai sumber referensi, seperti jurnal ilmiah dan buku yang relevan

dengan topik penelitian. Penulis melakukan analisis terhadap data yang diperoleh dari referensi tersebut untuk mendukung temuan dalam penelitian ini.

c. Preliminary desain

Dimensi elemen struktur seperti kolom, balok, dan pelat harus dihitung dengan mengacu pada SNI 2847:2019. Pada preliminary balok digunakan data jarak antar kolom yang digunakan untuk mencari dimensi balok. Pada preliminary pelat dibutuhkan data bentang dan mengasumsikan tebal pelat yang digunakan untuk mencari tebal pelat minimum. Pada preliminary kolom dicari beban yang terjadi pada kolom untuk mencari luasan minimal kolom.

d. Permodelan Gedung

Gedung dimodelkan menggunakan program *ETABS V22* dan *TSD 2024* dalam skala 3 dimensi dengan memasukkan elemen struktur yang berupa balok, kolom dan plat. Dimana penampang balok dan kolom dimodelkan sebagai *frame sections*. Pondasi dimodelkan sebagai tumpuan jepit dan plat dimodelkan sebagai *shell* pada *ETABS* dan dimodelkan sebagai *slab on beam* pada *TSD*. Material yang digunakan yaitu beton dengan $f'c$ 30 Mpa. Pembebanan yang di input adalah beban hidup, beban mati, beban mati tambahan (*super dead load*) dan beban gempa. Untuk parameter gempa diambil dari situs Puskim PU dengan lokasi gedung di Jakarta dan menggunakan tanah lunak (SE).

e. Pembahasan perbandingan hasil perencanaan struktur

Pada tahap ini setelah gedung dimodelkan pada kedua perangkat lunak akan menghasilkan analisis dan desain sesuai perhitungan yang dijalankan oleh kedua perangkat lunak tersebut. Kemudian hasil analisis seperti berat bangunan, waktu getar alami, gaya gempa, *displacement*, simpangan antar lantai, pengaruh $P-\Delta$, dan ketidakberaturan struktur akan dibandingkan antara kedua perangkat lunak. Kemudian dari hasil analisis tersebut bisa dihitung desain tulangan elemen struktur yang dibutuhkan berdasarkan hasil *output* yang dikeluarkan oleh kedua perangkat lunak lalu membandingkan hasil desain tulangan elemen struktur yang telah memenuhi syarat yang berlaku.

f. Kesimpulan dan Saran

Menarik kesimpulan dan saran dari penelitian yang sudah dilakukan.

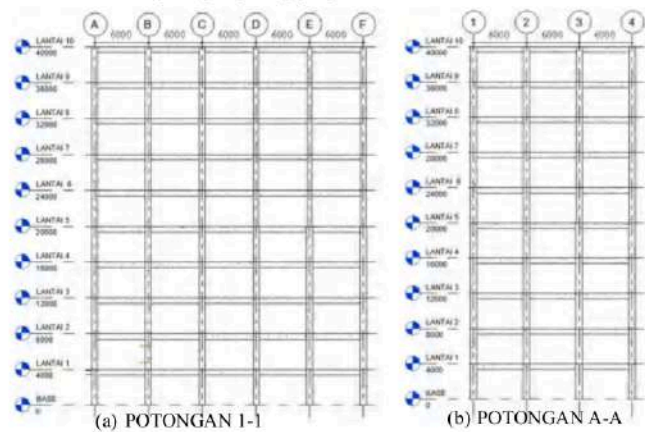
4.4 Pedoman Analisa Struktur

Pedoman yang digunakan pada Penelitian ini adalah standar SNI sebagai berikut :

- a. SNI 2847:2019, yaitu tentang “Tata Cara Perencanaan Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan”.
- b. SNI 1726:2019, yaitu tentang “Tata Cara Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung”.
- c. SNI 1727:2020, yaitu tentang “Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain”.
- d. ASCE/SEI 7-16, yaitu tentang “*Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*”.
- e. ACI 318-14, yaitu tentang “*Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*”.

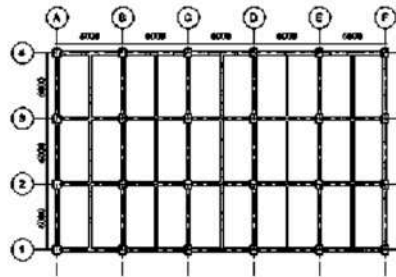
4.5 Deskripsi Gedung

Berikut denah dan potongan gedung yang di teliti.



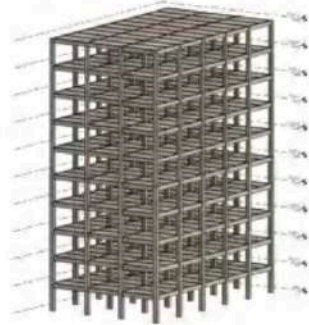
Gambar 4.2 (a) Potongan 1-1 dan (b) Potongan A-A

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 4.3 Denah Gedung

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 4.4 Tampak 3D Gedung

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

4.6 Parameter Gedung dan Data Response Spektra

Berikut data parameter gedung dan respons spektra

- Fungsi bangunan : Gedung perkantoran dengan atap dak
 - Panjang bangunan : 30 meter
 - Lebar bangunan : 18 meter
 - Tinggi bangunan : 40 meter
 - Tinggi antar lantai : 4 meter
 - Model bangunan : Persegi panjang
 - Data Response Spektra
- Lokasi bangunan : Jakarta

Jenis tanah : Tanah lunak (SE)
 Ss : 0,7806 g
 S1 : 0,3823 g
 S_{ds} : 0,67 g
 S_{di} : 0,63 g
 T₀ : 0,19 detik
 T_s : 0,94 detik
 T_L : 20 detik

4.7 Data Material

Material yang digunakan pada penelitian ini menggunakan beton dengan tulangan baja. Mutu beton yang digunakan yaitu beton normal dengan berat jenis 2400 kg/m³ dan mempunyai kuat tekan (f_c') sebesar 30 Mpa. Semua diameter tulangan baja tulangan diseragamkan menggunakan kuat leleh baja (f_y) sebesar 420 Mpa.

4.8 Jadwal Penelitian

Berikut jadwal dari penelitian ini.

Tabel 4.1 Jadwal Penelitian Penulis

No	Nama Kegiatan	2025															
		Februari				Maret				April				Mei			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengajuan Judul																
2	Pengumpulan Data																
3	Pembuatan Usulan Penelitian																
4	Bimbingan Usulan Penelitian																
5	Seminar Proposal																
6	Penelitian																
7	Pengolahan Data																
8	Seminar Hasil																
9	Sidang Akhir																
Keterangan																	

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

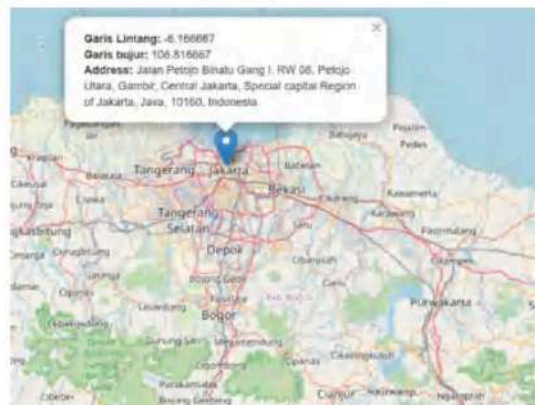
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Spesifikasi Gedung

5.1.1 Data perencanaan

Berikut ini merupakan data perencanaan yang digunakan dalam penelitian.

- a. Fungsi bangunan : Gedung perkantoran
- b. Panjang bangunan : 30 m
- c. Lebar bangunan : 18 m
- d. Luas bangunan : 540 m²
- e. Tinggi bangunan : 28 m
- f. Tinggi antar lantai : 4 m
- g. Jumlah lantai : 10 lantai
- h. Lokasi bangunan : Jakarta
- i. Mutu beton : 30 Mpa : K-305,915
- j. fy tulangan : 420 Mpa
- k. Jenis tanah : Tanah lunak (SE)



Gambar 5.1 Lokasi Gedung Rencana

(Sumber: Google Earth Pro)

Fungsi bangunan dipilih sebagai gedung perkantoran dan berlokasi di Jakarta karena pusat pemerintahan dan perekonomian Indonesia berada di Jakarta dengan sehingga dibutuhkan gedung perkantoran untuk memenuhi kebutuhan yang ada. Jenis tanah lunak dipilih karena mempunyai karakteristik mekanis yang terburuk sehingga penting untuk memahami perilaku struktur gedung dengan keadaan terburuk.

Nilai kuat tekan beton sebesar 30 Mpa digunakan karena sudah memenuhi standar pemakaian kuat tekan beton untuk sistem struktur SRPMK dengan jenis beton normal yang diatur dalam SNI 2847:2019 Tabel 19.2.1.1 Hal-433. Nilai kuat tarik baja tulangan sebesar 420 Mpa, dan modulus elastisitas sebesar 200000 Mpa digunakan karena nilai ini mewakili material yang umum digunakan dalam konstruksi bangunan yang memenuhi standar kekuatan dan ketersediaan material di pasar Indonesia.

5.1.2 Data Jumlah dan Fungsi Lantai

Berikut ini merupakan data jumlah dan fungsi lantai beserta beban hidup yang dipikul pada setiap lantai sesuai SNI 1727:2020 Tabel 4.3-1 Hal 26

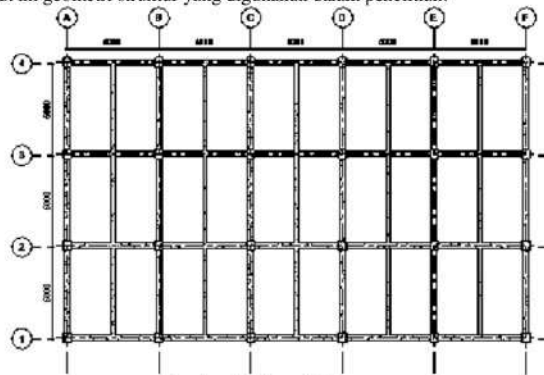
Tabel 5.1 Jumlah dan Fungsi Lantai

Lantai	Tinggi lantai (m)	Elevasi (m)	Fungsi lantai	LL (kg/m ²)
Lantai 10	4	+40	Balkon/Dak	367,1
Lantai 9	4	+36	Kantor	244,73
Lantai 8	4	+32	Kantor	244,73
Lantai 7	4	+28	Kantor	244,73
Lantai 6	4	+24	Kantor	244,73
Lantai 5	4	+20	Kantor	244,73
Lantai 4	4	+16	Kantor	244,73
Lantai 3	4	+12	Kantor	244,73
Lantai 2	4	+8	Kantor	244,73
Lantai 1	4	+4	Kantor	244,73
BASE	-	±0		

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

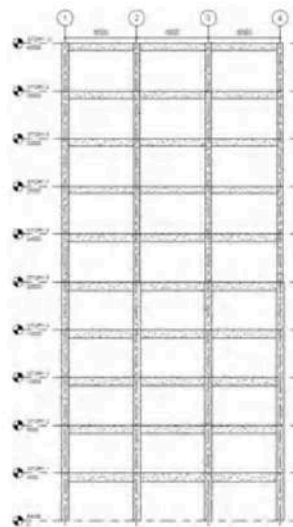
5.1.3 Geometri Struktur

Berikut ini geometri struktur yang digunakan dalam penelitian.



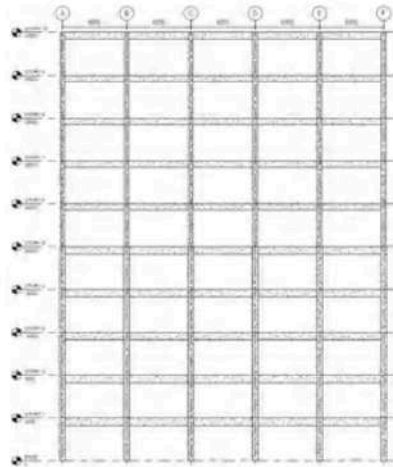
Gambar 5.2 Denah Bangunan

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.3 Potongan A-A

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.4 Potongan 1-1

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.2 Analisis Pembebanan

Pembebanan menggunakan beban gravitasi yaitu beban mati (DL), beban mati tambahan (SDL), beban hidup (LL) dan beban lateral yang berupa beban gempa (E). Pembebanan mengacu pada SNI 1727:2020 yang mengatur Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.

5.2.1 Beban mati (DL)

Beban mati dihitung secara otomatis oleh program ETABS dan TSD berdasarkan input data dimensi dan karakteristik material yang digunakan. Beban yang digunakan berdasarkan PPURG 1987, PBI 1983, dan referensi lain.

Berat jenis material beton (DL) = 2400 kg/m^3

Berat jenis material baja (DL) = 7850 kg/m^3

5.2.2 Beban mati tambahan (SDL)

Berikut beban mati tambahan ini yang terdistribusi pada pelat.

Keramik (SDL) = 24 kg/m^2

Plester 2 cm (SDL) = 53 kg/m^2

MEP (SDL) = 25 kg/m^2

Plafond dan penggantung (SDL)	= 18 kg/m ²
Total SDL pelat lantai	= 120 kg/m ²
Pasangan dinding ½ batu (SDL)	= 250 kg/m ²

Dinding berada pada balok perimeter bangunan pada semua lantai. Khusus lantai 10, tinggi dinding hanya 1m.

5.2.3 Beban hidup (LL)

Beban hidup mengacu pada Tabel 4.3-1 SNI 1727:2020 Hal 26 yang terdistribusi pada pelat. Berikut beban hidup yang dipakai pada penelitian ini.

Perkantoran	= 2,4 kN/m ²	= 244,732 kg/m ²
Balok/dak beton	= 3,6 kN/m ² (1,5 x 2,4 = 3,6 kN/m ²)	= 367,098 kg/m ²

5.2.4 Beban gempa

Beban gempa mengacu pada SNI 1726:2019, berikut uraian analisis beban gempa.

- a. Kategori risiko : II (Gedung perkantoran, Tabel 3 SNI 1726:2019 Hal 24)

Tabel 5.2 Kategori Risiko

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	II
Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak	III

1	Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
	- Penjara - Bangunan untuk orang jompo Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	
	Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah ibadah - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	IV

(Sumber: Tabel 3 SNI 1727:2020 Hal 24)

- b. Faktor keutamaan¹⁷ untuk kategori risiko II adalah 1,0 (Tabel 4 SNI 2716:2019 Hal 25).

Tabel 5.3 Pemilihan Faktor Keutamaan Gempa¹

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,5

(Sumber: Tabel 4 SNI 1727:2020 Hal 25)

- c. Klasifikasi situs berdasarkan jenis tanah adalah SE (Tanah lunak)
- d. Parameter respon spektrum diambil dari website RSA Cipta Karya yang disajikan sebagai berikut:

SS	= 0,7806 g
S1	= 0,3823 g
TL	= 20 detik
Sds	= 0,6638 g
Sd1	= 0,6297 g
T0	= 0,1897 detik
Ts	= 0,9487 detik



Gambar 5.5 Website RSA Cipta Karya

(Sumber : rsa.ciptakarya.pu.go.id)

- e. Kategori desain seismik berdasarkan Tabel 8 dan Tabel 9 SNI 1726:2019 Hal 37 adalah D.

Fa	= 1,2755 (Tabel 6 SNI 1726:2019 Hal 34)
Fv	= 2,4708 (Tabel 7 SNI 1726:2019 Hal 34)
Sms	= $F_a \times S_s = 1,2755 \times 0,7806 = 0,9957$ g
Sm1	= $F_v \times S_1 = 2,4708 \times 0,3823 = 0,9446$ g
Sds	= $2/3 \times S_{ms}$
	= $2/3 \times 0,9957$
	= 0,6638 g (Tabel 8 SNI 1726:2019 Hal 37, kategori D)
Sd1	= $2/3 \times S_{m1}$

$$= 2/3 \times 0,9446$$

$$= 0,6297$$
 (Tabel 9 SNI 1726:2019 Hal 37, kategori D)

Tabel 5.4 Koefisien Situs, F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek, $T=0,2$ detik, 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	1
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS					

(Sumber: SNI 1726:2019 Tabel 3 Hal 34)

Tabel 5.5 Koefisien Situs, F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode 1 detik, S_I					
	$S_I \leq 0,1$	$S_I = 0,2$	$S_I = 0,3$	$S_I = 0,4$	$S_I = 0,5$	$S_I \geq 0,6$
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	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2
SF	SS					

(Sumber: SNI 1726:2019 Tabel 4 Hal 34)

Tabel 5.6 Kategori Desain Seismik Periode Pendek

Nilai SDS	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$SDS < 0,167$	A	A
$0,167 \leq SDS < 0,33$	B	C
$0,33 \leq SDS < 0,5$	C	D
$0,50 \leq SDS$	D	D

(Sumber: SNI 1726:2019 Tabel 8 Hal 37)

Tabel 5.7 Kategori Desain Seismik Periode 1 Detik

Nilai SDS	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$SD1 < 0,067$	A	A
$0,067 \leq SD1 < 0,133$	B	C
$0,133 \leq SD1 < 0,2$	C	D
$0,20 \leq SD1$	D	D

(Sumber: SNI 1726:2019 Tabel 9 Hal 37)

- f. ⁸ Sistem struktur yang digunakan menurut SNI 1726:2019 Tabel 12 Hal 49 adalah ²⁰ Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan nilai $R = 8$; $\Omega_0 = 3$; $C_d = 5,5$.

Tabel 5.8 Pemilihan ²⁵ Faktor R , C_d , dan Ω_0 Untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik ¹¹

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respon	Faktor kuat lebih sistem	Faktor pembesaran defleksi	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D	E	F	
C. Sistem rangka pemikul momen									
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB	
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5,5	TB	TB	40	30	TI	
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4,5	3	4	TB	TB	10	TI	TI	
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3,5	3	3	TB	TB	TI	TI	TI	
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB	
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4,5	TB	TB	TI	TI	TI	
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2,5	TB	TI	TI	TI	TI	
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB	
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4,5	TB	TB	TI	TI	TI	
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul beban	6	3	3,4	48	48	30	TI	TI	
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2,5	TB	TI	TI	TI	TI	
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen biasa dengan pembautan	3,5	3	5,5	10	10	10	10	10	

(Sumber : SNI 1726:2019 Tabel 12 Hal 50)

- g. ¹⁰ Prosedur analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis spektrum respon ragam atau analisis gaya lateral ekuivalen. Prosedur ini dipilih karena periode yang digunakan dalam analisis, $T < 3,5 T_u$. Untuk periode (T) yang dipakai sebesar ² 1,805 detik untuk arah x dan arah y. Untuk pembahasan periode akan dibahas pada poin selanjutnya.

Tabel 5.9 ²⁹ Prosedur Analisis Yang Diizinkan

Kategori desain seismik	Karakteristik struktur	Analisis gaya lateral ekuivalen pasal 7.8	Analisis spektrum respons ragam pasal 7.9	Prosedur respons riwayat waktu seismik pasal 11
B, C	Semua struktur	I	I	I
D, E, F	Bangunan dengan kategori risiko I atau II yang tidak melebihi 2 tingkat diatas dasar	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan struktural dan ketinggiannya tidak melebihi 48,8 m	I	I	I

1 Kategori desain seismik	Karakteristik struktur	Analisis gaya lateral ekivalen pasal 7.8	Analisis spektrum respons ragam pasal 7.9	Prosedur respons riwayat waktu seismik pasal 11
43	Struktur tanpa ketidakberaturan	I	I	I
	struktur dengan ketinggian melebihi 48,8 m dan $T < 3,5 T_s$	I	I	I
	Struktur dengan ketinggian tidak melebihi 48,8 m dan hanya memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 2,3,4 atau 5 atau ketidakberaturan vertikal tipe 4, 5a atau 5b	I	I	I
	Semua struktur lainnya	II	I	I

(Sumber : SNI 1726:2019 Tabel 16 Hal 68)

$$T < 3,5 T_s$$

$$1,805 < 3,5 (0,9487)$$

$$1,805 \text{ detik} < 3,32 \text{ detik}$$

Karena $T < 3,5 T_s$, maka prosedur analisis gaya lateral ekivalen dapat digunakan untuk menganalisis gempa yang terjadi pada permodelan struktur.

- h. Kurva spektrum respons ragam desain harus mengacu pada SNI 1726:2019 Gambar 3 Hal 36 yang merupakan grafik hubungan antara percepatan respons spektra (S_a) dan periode (T).

$$T_0 = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{D8}}$$

$$= 0,2 \times \frac{0,6297}{0,6638}$$

$$= 0,1897 \text{ detik}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{D8}}$$

$$= \frac{0,6297}{0,6638}$$

$$= 0,9487 \text{ detik}$$

8 Untuk periode yang lebih kecil dari T_0 , $T = 0$

$$1 S_a = S_{D8} (0,4 + 0,6 \times \frac{T}{T_0})$$

$$= 0,6638 \left(0,4 + 0,6 \times \frac{0}{0,1897} \right)$$

$$= 0,2655$$

Untuk periode T antara $T_0 = 0,1897$ dan $T_s = 0,9487$
 $S_a = S_{ds} = 0,6638$

Untuk periode yang lebih besar dari T_s , $T > 0,9487$

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

$$= \frac{0,6297}{0,95}$$

$$= 0,6629$$

Untuk periode $T > T_L = 20$

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

$$= \frac{0,6297 \times 20}{T^2}$$

$$= \frac{12,5945}{T^2}$$



Gambar 5.6 Grafik Spektrum Respons Desain Jakarta Dengan Tanah Lunak

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.3 Kombinasi Beban

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.5.3 gaya seismik untuk memikul kombinasi beban yang ditetapkan yaitu 100% gaya satu arah ditambah 30% gaya untuk arah

tegak lurus. Pada pasal 7.3.4.2 untuk kategori desain seismik D, E, atau F, ρ harus sebesar 1,3 yang penentuan nilainya akan dibahas pada poin selanjutnya.

e. Kombinasi beban dasar

- 1) $1,4D$
- 2) $1,2D + 1,6 L + 0,5 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- 3) $1,2D + 1,6 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$
- 4) $1,2D + E + L + 0,5 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- 5) $0,9D + E$

f. Kombinasi yang digunakan

- 1) $1,4D$
- 2) $1,2D + 1,6 L$
- 3) $1,2D + E + L$
- 4) $0,9D + E$

Dikarenakan dalam perencanaan beban mati terbagi menjadi dua yaitu *Super Dead Load* (SDL) dan *Dead Load* (DL).

- 1) $1,4DL + 1,4 SDL$
- 2) $1,2D + 1,2 SDL + 1,6 L$
- 3) $1,2D + 1,2 SDL + E + L$
- 4) $0,9D + 0,9 SDL + E$

g. Pengaruh beban gempa horizontal (E_h) dan vertikal (E_v)

Pada SNI 1726:2019 dijabarkan pengaruh beban gempa. Pengaruh beban gempa (E) pada kombinasi 3 harus ditentukan sesuai dengan persamaan sebagai berikut.

$$E = E_h + E_v$$

Sedangkan untuk kombinasi 4, beban gempa dijabarkan sebagai berikut.

$$E = E_h - E_v$$

$$E_h = \rho \times Q_E$$

$$E_v = 0,2S_{DS} \times D$$

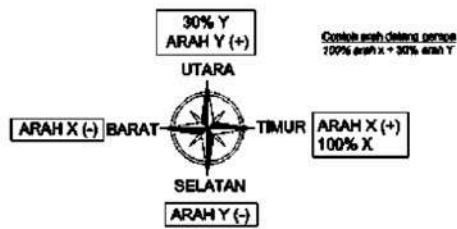
Keterangan:

ρ = faktor reduksi

Q_E = Pengaruh gaya gempa horizontal

S_{DS} = Parameter percepatan spektrum respons desain pada periode pendek

h. Arah pembebanan



Gambar 5.7 Ilustrasi Arah Datang Gempa

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berdasarkan gambar diatas maka kombinasi beban gempa dijabarkan menjadi:

- 1) $1,4DL + 1,4SDL$
- 2) $1,2D + 1,2SDL + 1,6L$
- 3) $(1,2 + 0,2SDS) DL + (1,2 + 0,2SDS) SDL + 1, \rho \cdot Ex + 0,3 \cdot \rho \cdot Ey + L$
- 4) $(1,2 + 0,2SDS) DL + (1,2 + 0,2SDS) SDL + 0,3 \cdot \rho \cdot Ex + 1, \rho \cdot Ey + L$
- 5) $(0,9 - 0,2SDS) DL + (0,9 - 0,2SDS) SDL + 1, \rho \cdot Ex + 0,3 \cdot \rho \cdot Ey$
- 6) $(0,9 - 0,2SDS) DL + (0,9 - 0,2SDS) SDL + 0,3 \cdot \rho \cdot Ex + 1, \rho \cdot Ey$

i. Turunan kombinasi

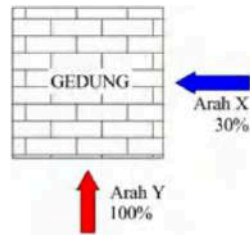
- 1) $1,4DL + 1,4SDL$
- 2) $1,2D + 1,2SDL + 1,6L$
- 3) $(1,2 + 0,2SDS) DL + (1,2 + 0,2SDS) SDL + 0,3 \cdot \rho \cdot Ex + 1, \rho \cdot Ey + L$



Gambar 5.8 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 3

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

4) $(1,2 + 0,2\text{SDS}) \text{ DL} + (1,2 + 0,2\text{SDS}) \text{ SDL} - 0,3 \cdot \rho \cdot \text{Ex} + 1 \cdot \rho \cdot \text{Ey} + \text{L}$



Gambar 5.9 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 4

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

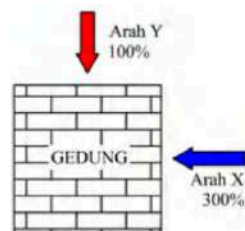
5) $(1,2 + 0,2\text{SDS}) \text{ DL} + (1,2 + 0,2\text{SDS}) \text{ SDL} + 0,3 \cdot \rho \cdot \text{Ex} - 1 \cdot \rho \cdot \text{Ey} + \text{L}$



Gambar 5.10 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 5

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

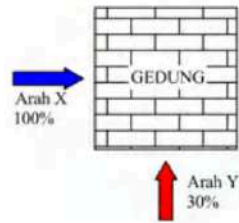
6) $(1,2 + 0,2\text{SDS}) \text{ DL} + (1,2 + 0,2\text{SDS}) \text{ SDL} - 0,3 \cdot \rho \cdot \text{Ex} - 1 \cdot \rho \cdot \text{Ey} + \text{L}$



Gambar 5.11 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 6

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

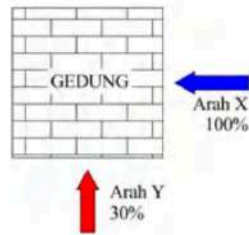
7) $(1,2 + 0,2SDS) DL + (1,2 + 0,2SDS) SDL + 1 \cdot \rho \cdot Ex + 0,3 \cdot \rho \cdot Ey + L$



Gambar 5.12 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 7

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

8) $(1,2 + 0,2SDS) DL + (1,2 + 0,2SDS) SDL - 1 \cdot \rho \cdot Ex + 0,3 \cdot \rho \cdot Ey + L$



Gambar 5.13 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 8

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

9) $(1,2 + 0,2SDS) DL + (1,2 + 0,2SDS) SDL + 1 \cdot \rho \cdot Ex - 0,3 \cdot \rho \cdot Ey + L$



Gambar 5.14 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 9

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

5
10) $(1,2 + 0,2\text{SDS}) \text{DL} + (1,2 + 0,2\text{SDS}) \text{SDL} - 1 \cdot \rho \cdot E_x - 0,3 \cdot \rho \cdot E_y + L$



Gambar 5.15 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 10

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

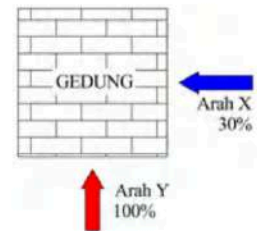
7
11) $(0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{DL} + (0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{SDL} + 0,3 \cdot \rho \cdot E_x + 1 \cdot \rho \cdot E_y$



Gambar 5.16 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 11

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

7
12) $(0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{DL} + (0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{SDL} - 0,3 \cdot \rho \cdot E_x + 1 \cdot \rho \cdot E_y$



Gambar 5.17 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 12

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

7
13) $(0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{DL} + (0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{SDL} + 0,3 \cdot \rho \cdot \text{Ex} - 1 \cdot \rho \cdot \text{Ey}$



Gambar 5.18 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 13

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

7
14) $(0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{DL} + (0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{SDL} - 0,3 \cdot \rho \cdot \text{Ex} - 1 \cdot \rho \cdot \text{Ey}$



Gambar 5.19 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 14

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

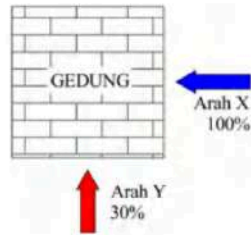
7
15) $(0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{DL} + (0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{SDL} + 1 \cdot \rho \cdot \text{Ex} + 0,3 \cdot \rho \cdot \text{Ey}$



Gambar 5.20 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 15

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

7
16) $(0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{ DL} + (0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{ SDL} - 1, \rho \cdot \text{Ex} + 0,3 \cdot \rho \cdot \text{Ey}$



Gambar 5.21 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 16

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

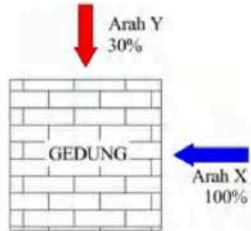
7
17) $(0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{ DL} + (0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{ SDL} + 1, \rho \cdot \text{Ex} - 0,3 \cdot \rho \cdot \text{Ey}$



Gambar 5.22 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 17

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

7
18) $(0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{ DL} + (0,9 - 0,2\text{SDS}) \text{ SDL} - 1, \rho \cdot \text{Ex} - 0,3 \cdot \rho \cdot \text{Ey}$



Gambar 5.23 Ilustrasi Arah Gaya Gempa Kombinasi 18

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

j. Rekapitulasi kombinasi beban yang digunakan

Dalam hal ini, faktor redundansi (ρ) = 1,3 dan $Sds = 0,6638$. Sehingga kombinasi pembebanan menjadi sebagai berikut.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Kombinasi Beban

Kombinasi	Jenis Beban				
	DL	SDL	LL	EX	EY
K1	1,4	1,4	-	-	-
K2	1,2	1,2	1,6	-	-
K3	1,333	1,333	1	0,39	1,3
K4	1,333	1,333	1	-0,39	1,3
K5	1,333	1,333	1	0,39	-1,3
K6	1,333	1,333	1	-0,39	-1,3
K7	1,333	1,333	1	1,3	0,39
K8	1,333	1,333	1	-1,3	0,39
K9	1,333	1,333	1	1,3	-0,39
K10	1,333	1,333	1	-1,3	-0,39
K11	0,767	0,767	-	0,39	1,3
K12	0,767	0,767	-	-0,39	1,3
K13	0,767	0,767	-	0,39	-1,3
K14	0,767	0,767	-	-0,39	-1,3
K15	0,767	0,767	-	1,3	0,39
K16	0,767	0,767	-	-1,3	0,39
K17	0,767	0,767	-	1,3	-0,39
K18	0,767	0,767	-	-1,3	-0,39

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.4 Perkiraan Awal Dimensi Struktur

5.4.1 Perkiraan awal dimensi balok

Pada preliminary design balok mengacu pada SNI 2847:2019 Tabel 9.3.1.1 Hal 180.

Dikarenakan jarak antar kolom simetris, maka bentang terpanjang diambil 6m.

Untuk pengecekan batasan dimensi balok pada SRPMK akan dibahas selanjutnya.

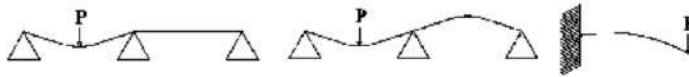
Tabel 5.11 Pemilihan Tinggi Minimum Balok Nonprategang

Kondisi perletakan	Minimum, h
Perletakan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/5$

(Sumber : SNI 2847:2019 Tabel 9.3.1.1 Hal 180)

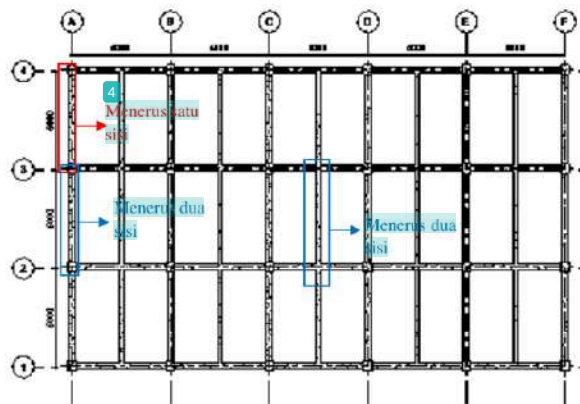
Kondisi perletakan sederhana yaitu balok yang menahan suatu beban di satu bentang dan menyebabkan momen lentur dan kelengkungan hanya pada batang tersebut. Kondisi perletakan menerus yaitu balok yang menahan suatu beban di satu bentang yang dapat menyebabkan timbulnya momen dan kelengkungan pada

bentang tersebut dan pada bentang lainnya. Kondisi perletakan kantilever yaitu balok yang dijepit kaku pada satu sisinya sedangkan ujung lainnya bebas. Pada penelitian ini kondisi perletakan balok ada yang mengalami kondisi perletakan menerus satu sisi atau menerus dua sisi.



Gambar 5.24 Ilustrasi Kondisi Perletakan (a) Perletakan sederhana, (b) Perletakan menerus, dan (c) Perletakan kantilever

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.25 Ilustrasi Kondisi Perletakan Balok Pada Penelitian

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

a. Balok induk (B1)

$$h = \frac{\text{Panjang Bentang}}{18,5} = \frac{6000}{18,5} = 324,324 \text{ mm, digunakan } 500 \text{ mm}$$

$$b_{\min} = \frac{2}{2} \times h = 0,5 \times 500 = 250 \text{ mm}$$

$$b_{\max} = 0,75 \times h = 0,75 \times 500 = 375 \text{ mm}$$

$$b_{\text{pakai}} = 250 \text{ mm}$$

b. Balok induk (B2)

$$h = \frac{\text{Panjang Bentang}}{18,5} = \frac{6000}{18,5} = 324,324 \text{ mm, digunakan } 450 \text{ mm}$$

$$b_{\min} = 0,5 \times h = 0,5 \times 450 = 225 \text{ mm}$$

$$b_{\max} = 0,75 \times h = 0,75 \times 450 = 337,5 \text{ mm}$$

$$b_{\text{pakai}} = 250 \text{ mm}$$

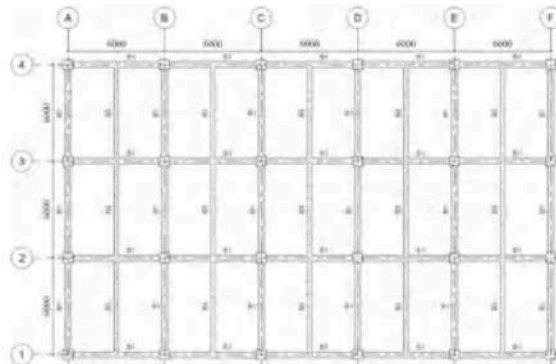
c. Balok anak (B3)

$$h = \frac{\text{Panjang Bentang}}{18,5} = \frac{6000}{21} = 285,714 \text{ mm, digunakan } 400 \text{ mm}$$

$$b_{\min} = 0,5 \times h = 0,5 \times 400 = 200 \text{ mm}$$

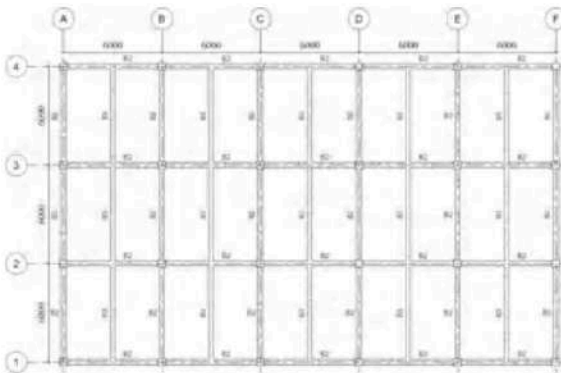
$$b_{\max} = 0,75 \times h = 0,75 \times 400 = 300 \text{ mm}$$

$$b_{\text{pakai}} = 250 \text{ mm}$$



Gambar 5.26 Denah Balok Lantai 1-5

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

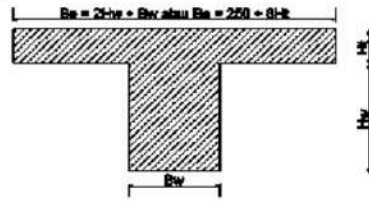


Gambar 5.27 Denah Balok Lantai 6-10

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.4.2 Perkiraan awal dimensi pelat

Batasan dimensi pelat mengacu pada Tabel 8.3.1.2 SNI 2847:2019 Hal 134. Pada penelitian ini tebal pelat diasumsikan sebesar 130 mm.



Gambar 5.28 Penampang Balok – Pelat

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berdasarkan preliminary design, ditentukan bahwa nilai $B_w = 250$ mm, $H_w = 270$ mm, dan $H_t = 130$ mm.

$$Be_1 = 2 H_w \times B_w = 2 \times 270 \times 250 = 790 \text{ mm}$$

$$Be_2 = B_w + 8 H_t = 250 + 8 \times 130 = 1290 \text{ mm}$$

Be diambil dari nilai terkecil dari dua diatas yaitu sebesar 790 mm. Kemudian dihitung nilai titik berat penampang (y) dari balok T untuk kemudian dihitung momen inersianya.

$$\begin{aligned} \text{Luas bagian sayap} &= B_e \times H_t \\ &= 790 \times 130 = 102700 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas bagian badan} &= B_w \times H_w = 250 \times 270 \\ &= 67500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas total penampang} &= 102700 + 67500 \\ &= 170200 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik berat penampang} &= \frac{102700 \times \left(\frac{130}{2}\right) + 67500 \times \left(130 + \frac{270}{2}\right)}{170200} \\ &= 144,318 \text{ mm} \end{aligned}$$

Momen inersia balok T:

$$\begin{aligned} I_b &= \left(\frac{1}{12} \times 790 \times 130^3\right) + \left(102700 \times \left(144,318 - \left(\frac{130}{2}\right)\right)^2\right) + \left(\frac{1}{12} \times 250 \times 270^3\right) + \left(67500 \times \left(144,318 - \left(130 + \frac{270}{2}\right)\right)^2\right) \end{aligned}$$

$$= 2183899273 \text{ mm}^4$$

Momen inersia pelat arah pendek:

$$\begin{aligned} I_s &= \frac{1}{12} \times L_y \times H_t^3 \\ &= \frac{1}{12} \times (6000 - 250) \times 130^3 \\ &= 1052729167 \text{ mm}^4 \\ \alpha_s &= \frac{E_b \times I_b}{E_s \times I_s} = \frac{4700 \sqrt{30} \times 2183899273}{4700 \sqrt{30} \times 1052729167} = 2,0745 \end{aligned}$$

Momen inersia pelat arah panjang:

$$\begin{aligned} I_l &= \frac{1}{12} \times L_x \times H_t^3 \\ &= \frac{1}{12} \times \left(\frac{6000}{2} - \frac{250}{2} - \frac{250}{2} \right) \times 130^3 \\ &= 503479166,7 \text{ mm}^4 \\ \alpha_l &= \frac{E_b \times I_b}{E_s \times I_l} = \frac{4700 \sqrt{30} \times 2183899273}{4700 \sqrt{30} \times 503479166,7} = 4,338 \end{aligned}$$

Kemudian dapat dihitung nilai α_m dan β , untuk menentukan tebal pelat minimum sesuai dengan SNI 2847:2019 Tabel 8.3.1.2 Hal 134.

$$\alpha_m = \frac{\alpha_s + \alpha_l}{2} = \frac{2,0745 + 4,338}{2} = 3,206$$

Tabel 5.12 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang Dengan Balok Di Antara Tumpuan Pada Semua Sisinya

α_m	h minimum, mm	
$\alpha_m < 0,2$	8.3.1.1 berlaku	
$0,2 < \alpha_m \leq 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n (0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2)}$
		125
$\alpha_m \geq 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n (0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9\beta}$
		90

(Sumber: Tabel 8.3.1.2 SNI 2847:2019 Hal 134)

Karena $\alpha_{fm} > 2$, maka tebal minimum h:

$$\beta = \frac{6000}{\frac{6000}{2}}$$

$$= 2$$

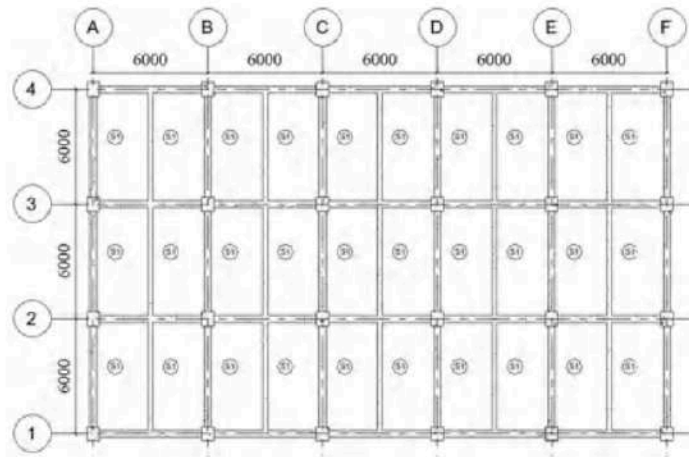
$$l_n = 6000 \text{ mm}$$

$$h = \frac{l_n (0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9\beta}$$

$$= \frac{6000 (0,8 + \frac{420}{1400})}{36 + 9(2)}$$

$$= 122,222 \text{ mm}$$

Maka perkiraan awal dengan tebal pelat sebesar 130mm telah memenuhi syarat dan dapat digunakan.

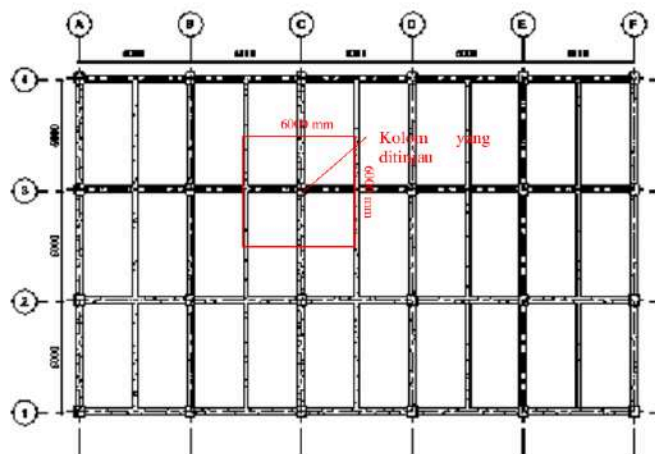


Gambar 5.29 Denah Pelat Lantai 1-10

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

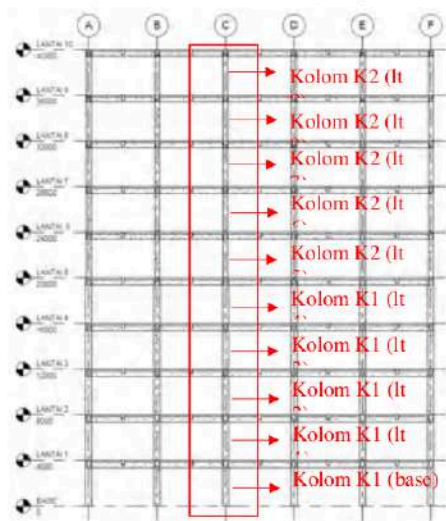
5.4.3 Perkiraan awal dimensi kolom

Untuk memperkirakan dimensi awal kolom kita perlu mengambil sebuah kolom yang sekiranya memikul beban terbesar. Pada kasus ini diambil kolom yang berada di tengah bangunan yaitu pada grid C3.



Gambar 5.30 Lokasi Kolom Yang Ditinjau

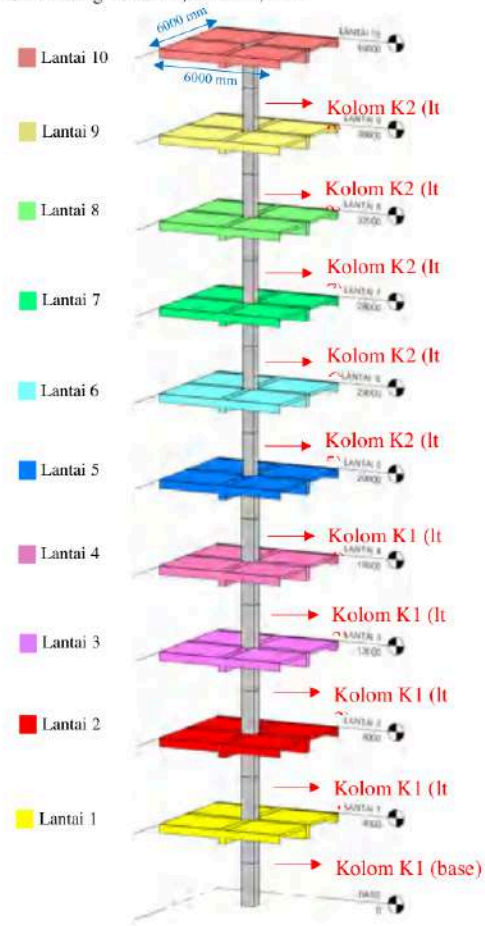
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.31 Potongan Kolom Yang Ditinjau

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Untuk mencari dimensi kolom yang dibutuhkan, perlu dicari terlebih dahulu beban yang dipikul oleh kolom tersebut. Dikarenakan jarak antar kolom C-3 dengan kolom disekitarnya yang simetris maka luas beban yang dipikul oleh kolom C-3 seluas $6\text{ m} \times 6\text{ m}$ dihitung dari as kolom C-3. Berikut perhitungan beban yang dipikul kolom C-3 dengan kombinasi gravitasi $1,2\text{DL} + 1,6\text{LL}$.



Gambar 5.32 3D Tributary Area Kolom C-3

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Setelah beban diketahui, maka dapat dicari kebutuhan dimensi kolom dengan menggunakan rumus tegangan (σ)

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dalam penelitian ini digunakan tegangan beton (f_c') sebesar 30 Mpa, namun untuk mencari kebutuhan dimensi kolom dalam persamaan digunakan tegangan beton maksimal sebesar $0,4f_c'$ karena beton masih bersifat elastis. Dalam penelitian ini digunakan nilai $0,4f_c'$ dengan harapan dapat digunakan dimensi kolom sekecil mungkin.

a. Kolom (K2) Lt 9

Berikut pembebanan tributary area lantai 10.

Tabel 5.13 Pembebanan Tributary Area Lantai 10

No	Jenis Bahan	Tipe	Luas	Lebar	Tinggi	Panjang	BJ	Total	Satuan
1	Balok	B2		0,25	0,45	12	2400	3240	kg
2	Balok	B3		0,25	0,4	6	2400	1440	kg
3	Pelat		36		0,13		2400	11232	kg
4	Plester 2cm		36				53	1908	kg
5	Keramik		36				24	864	kg
6	MEP		36				25	900	kg
7	Plafond dan penggantung		36				18	648	kg
8	LL Atap		36				367,0978	13215,5	kg
33 al Beban mati								15912	kg
Total Beban mati tambahan								4320	kg
Total Beban hidup								13215,5	kg
Total Pembebanan (kombinasi 2) 1,2(DL+SDL)+1,6LL								45423,2	kg

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Setelah mencari beban yang dipikul oleh kolom, selanjutnya bisa dicari dimensi kolom yang dibutuhkan sesuai beban yang dipikul. Berikut perhitungan dimensi kolom yang dibutuhkan.

$$\begin{aligned}
 b = h &= \sqrt{\frac{\text{Beban Lt 10}}{0,4 \times f_c}} \\
 &= \sqrt{\frac{45423,2}{0,4 \times 305,915}} \\
 &= 19,27 \text{ cm,}
 \end{aligned}$$

Dipakai dimensi 45cm x 45cm mengikuti kebutuhan dimensi kolom Lt 5 yang akan dihitung selanjutnya.

b. Kolom (K2) lt 8

Berikut pembebanan tributary area lantai 5-9.

Tabel 5.14 Pembebanan Tributary Area Per Lantai 5-9

No	Jenis Bahan	Tipe	Luas	Lebar	Tinggi	Panjang	BJ	Total	Satuan
1	Balok	B2		0,25	0,45	12	2400	3240	kg
2	Balok	B3		0,25	0,4	6	2400	1440	kg
3	Kolom	K2		0,45	4	0,45	2400	1944	kg
4	Pelat		36		0,13		2400	11232	kg
5	Plester 2cm		36				53	1908	kg
6	Keramik		36				24	864	kg
7	MEP		36				25	900	kg
8	Plafond dan penggantung		36				18	648	kg
9	LL Atap		36				244,7319	8810,45	kg
33 al Beban mati								17856	kg
Total Beban mati tambahan								4320	kg
Total Beban hidup								8810,45	kg
Total Pembebanan (kombinasi 2) 1,2(DL+SDL)+1,6LL								40707,8	kg

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

$$\begin{aligned}
 b = h &= \sqrt{\frac{\text{Beban (lt 10 + lt 9)}}{0,4 \times f_c}} \\
 &= \sqrt{\frac{40707,8 + 45423,2}{0,4 \times 305,915}} \\
 &= 26,53 \text{ cm, dipakai dimensi kolom } 45\text{cm} \times 45\text{cm.}
 \end{aligned}$$

c. Kolom (K2) lt 7

$$\begin{aligned}
 b = h &= \sqrt{\frac{\text{Beban (lt 10 + lt 9 + lt 8)}}{0,4 \times f_c}} \\
 &= \sqrt{\frac{40707,8 + 45423,2 \times 2}{0,4 \times 305,915}} \\
 &= 32,2 \text{ cm, dipakai dimensi kolom } 45\text{cm} \times 45\text{cm.}
 \end{aligned}$$

d. Kolom (K2) lt 6

$$\begin{aligned}
 b = h &= \sqrt{\frac{\text{Beban (lt 10 + lt 9 + lt 8 + lt 7)}}{0,4 \times f_c}} \\
 &= \sqrt{\frac{40707,8 + 45423,2 \times 3}{0,4 \times 305,915}} \\
 &= 37 \text{ cm, dipakai dimensi kolom } 45\text{cm} \times 45\text{cm.}
 \end{aligned}$$

c. Kolom (K2) lt 5

$$\begin{aligned}
 b = h &= \sqrt{\frac{\text{Beban (lt 10 + lt 9 + lt 8 + lt 7 + lt 6)}}{0,4 \times f_c}} \\
 &= \sqrt{\frac{40707,8 + 45423,2 \times 4}{0,4 \times 305,915}} \\
 &= 41,25 \text{ cm, dipakai dimensi kolom } 45\text{cm} \times 45\text{cm.}
 \end{aligned}$$

f. Kolom (K1) lt 4

$$\begin{aligned}
 b = h &= \sqrt{\frac{\text{Beban (lt 10 + lt 9 + lt 8 + lt 7 + lt 6 + lt 5)}}{0,4 \times f_c}} \\
 &= \sqrt{\frac{40707,8 + 45423,2 \times 5}{0,4 \times 305,915}} \\
 &= 45,1 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dipakai dimensi 60cm x 60cm mengikuti kebutuhan dimensi pedestal yang akan dihitung selanjutnya.

g. Kolom (K1) lt 3

Berikut pembebanan tributary area per lantai 1-4.

Tabel 5.15 Pembebanan Tributary Area Per Lantai 1-4

No	Jenis Bahan	Tipe	Luas	Lebar	Tinggi	Panjang	BJ	Total	Satuan
1	Balok	B1		0,25	0,5	12	2400	3600	kg
2	Balok	B3		0,25	0,4	6	2400	1440	kg
3	Kolom	K1		0,6	4	0,6	2400	3456	kg
4	Pelat		36		0,13		2400	11232	kg
5	Plester 2cm		36				53	1908	kg
6	Keramik		36				24	864	kg
7	MEP		36				25	900	kg
8	Plafond dan penggantung		36				18	648	kg
9	LL Perkantoran		36				244,7319	8810,45	kg
Total Beban mati								19728	kg
Total Beban mati tambahan								4320	kg
Total Beban hidup								8810,45	kg
Total Pembebanan (kombinasi 2) 1,2(DL+SDL)+1,6LL								42954,2	kg

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

$$\begin{aligned}
 b = h &= \sqrt{\frac{\text{Beban (lt 10 + lt 9 + lt 8 + lt 7 + lt 6 + lt 5 + lt 4)}}{0,4 \times f_c}} \\
 &= \sqrt{\frac{43818,157 + 46719,235 \times 5 + 42954,2}{0,4 \times 305,915}} \\
 &= 48,84 \text{ cm, dipakai dimensi kolom } 60\text{cm} \times 60\text{cm}.
 \end{aligned}$$

h. Kolom (K1) lt 2

$$\begin{aligned}
 b = h &= \sqrt{\frac{\text{Beban (lt 10 + lt 9 + lt 8 + lt 7 + lt 6 + lt 5 + lt 4 + lt 3)}}{0,4 \times f_c}} \\
 &= \sqrt{\frac{43818,157 + 46719,235 \times 5 + 42954,2 \times 2}{0,4 \times 305,915}} \\
 &= 52,31 \text{ cm, dipakai dimensi kolom } 60\text{cm} \times 60\text{cm}.
 \end{aligned}$$

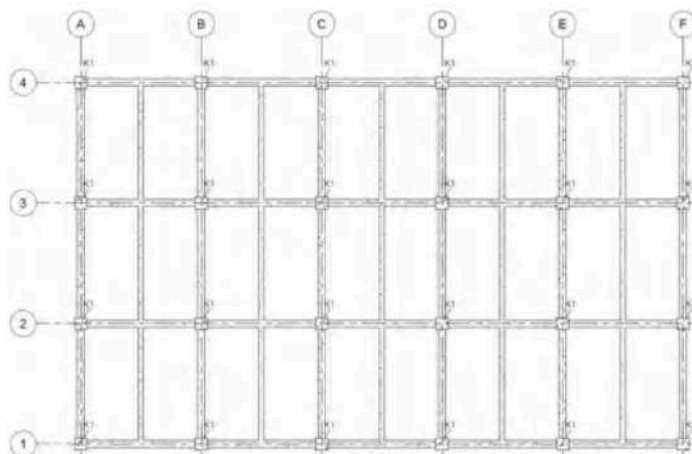
i. Kolom (K1) lt 1

$$\begin{aligned}
 b = h &= \sqrt{\frac{\text{Beban (lt 10 + lt 9 + lt 8 + lt 7 + lt 6 + lt 5 + lt 4 + lt 3 + lt 2)}}{0,4 \times f_c}} \\
 &= \sqrt{\frac{43818,157 + 46719,235 \times 5 + 42954,2 \times 3}{0,4 \times 305,915}} \\
 &= 55,57 \text{ cm, dipakai dimensi kolom } 60\text{cm} \times 60\text{cm}.
 \end{aligned}$$

j. Kolom (K1) pedestal

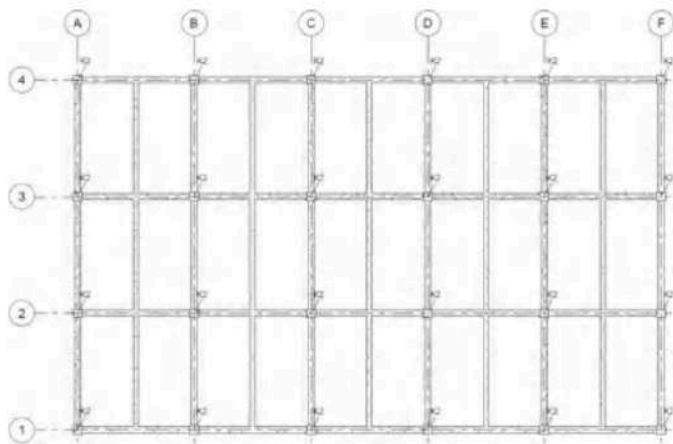
$$\begin{aligned}
 b = h &= \sqrt{\frac{\text{Beban (lt 10 + lt 9 + lt 8 + lt 7 + lt 6 + lt 5 + lt 4 + lt 3 + lt 2 + lt 1)}}{0,4 \times f_c}} \\
 &= \sqrt{\frac{43818,157 + 46719,235 \times 5 + 42954,2 \times 4}{0,3 \times 305,915}} \\
 &= 58,64 \text{ cm, dipakai dimensi kolom } 60\text{cm} \times 60\text{cm}.
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan, didapat dimensi kolom (K1) sebesar 60cm x 60cm dan dimensi kolom (K2) sebesar 45cm x 45cm. Untuk pengecekan batasan dimensi kolom pada SRPMK akan dibahas pada poin selanjutnya.



Gambar 5.33 Denah Kolom Lantai 1-4

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.34 Denah Kolom Lantai 5-9

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.5 Permodelan Struktur

Struktur dimodelkan pada perangkat lunak *ETABS* dan *TSD*. Struktur dimodelkan dalam skala 3 dimensi dengan memasukkan elemen struktur yang berupa kolom,

balok, dan pelat. Pelat beton dimodelkan sebagai *shell* (pada *ETABS*) dan *slab on beams* (pada *TSD*) dengan asumsi pelat membantu dalam menahan gaya yang terjadi. Beban struktur meliputi beban mati (DL), beban mati tambahan (SDL), beban hidup (LL), dan beban gempa. Jenis tumpuan berupa perletakan jepit. Tahapan permodelan pada kedua perangkat lunak tidak jauh berbeda.

5.5.1 Permodelan struktur pada *ETABS*

Berikut step step permodelan struktur pada perangkat lunak *ETABS*.

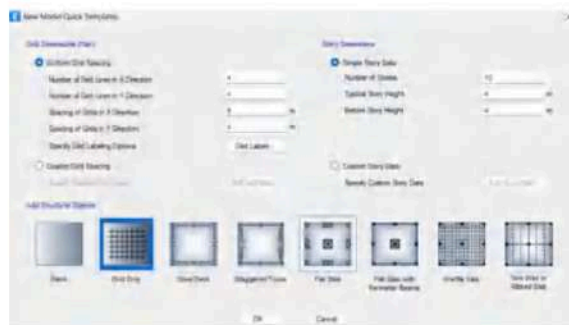
a. Pengaturan permodelan dan pembuatan grid

Permodelan menggunakan unit *Metric SI* dengan kode desain beton ACI 318:14 sesuai acuan dari standar peraturan Indonesia yaitu SNI 2847:2019. Grid dan jumlah lantai mengikuti data pada poin sebelumnya.



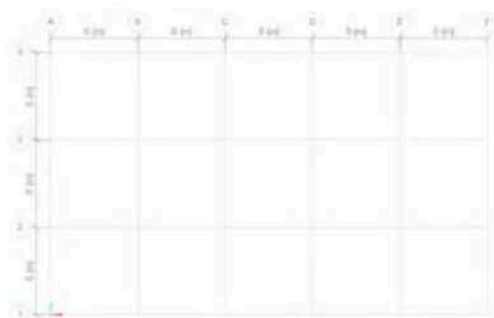
Gambar 5.35 Pengaturan Permodelan Pada *ETABS*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.36 Pengaturan *Grid* Dan *Story* Pada *ETABS*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

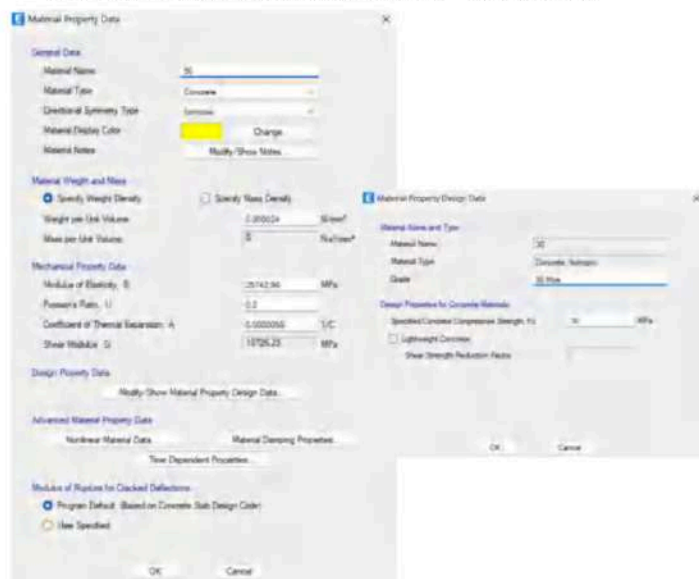


Gambar 5.37 Denah *Grid* Pada *ETABS*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

b. Pendefinisian material

Material beton menggunakan mutu beton $f_c' 30 \text{ Mpa}$, berat jenis 2400 kg/m^3 , dan modulus elastisitas beton sebesar $4700\sqrt{30} = 25742,96 \text{ Mpa}$.



Gambar 5.38 Pendefinisian Material Beton $F_c' 30 \text{ Mpa}$ Pada *ETABS*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

c. Pendefinisian elemen struktur (balok kolom pelat)

Berikut ukuran elemen struktur:

Ukuran balok induk (B1) = 250 x 500 mm

Ukuran balok induk (B2) = 250 x 450 mm

Ukuran balok anak (B3) = 250 x 400 mm

Ukuran kolom (K1) = 600 x 600 mm

Ukuran kolom (K2) = 450 x 450 mm

Ukuran pelat = 130 mm dimodelkan sebagai *membrane*

Pada pendefinisian elemen struktur, dibutuhkan besaran momen inersia dan luas penampang yang diatur berdasarkan SNI 2847:2019 Tabel 6.6.3.1.1(a) atau Tabel 6.6.3.1.1(b) Hal 103.

Tabel 5.16 Momen Inersia Dan Luas Penampang Yang Diizinkan Untuk Analisis Elastis Pada Level Beban Terfaktor

Bagian dan kondisi		Momen inersia	Luas penampang
Kolom		$0,70 I_g$	$1,0A_g$
Dinding	Tidak retak	$0,70 I_g$	
	Retak	$0,35 I_g$	
Balok		$0,35 I_g$	
Pelat datar dan slab datar		$0,25 I_g$	

(Sumber: SNI 2847:2019 Tabel 6.6.3.1.1(a) Hal 103)

Berikut pendefinisian elemen balok induk (B1) 250 mm x 500 mm pada ETABS.



Gambar 5.39 Pendefinisian Elemen Balok Induk (B1) Pada ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut pendefinisian elemen balok induk (B2) 250 mm x 450 mm pada ETABS.



Gambar 5.40 Pendefinisian Elemen Balok Induk (B2) Pada ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut pendefinisian elemen balok anak (B3) 250 mm x 400 mm pada ETABS.



Gambar 5.41 Pendefinisian Elemen Balok Anak (B3) Pada ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut pendefinisian elemen kolom (K1) 600 mm x 600 mm pada ETABS.



Gambar 5.42 Pendefinisian Elemen Kolom (K1) Pada ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

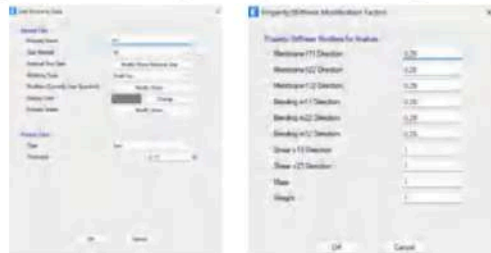
Berikut pendefinisian elemen kolom (K2) 450 mm x 450 mm pada *ETABS*.



Gambar 5.43 Pendefinisian Elemen Kolom (K2) Pada *ETABS*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut pendefinisian elemen pelat dengan tebal 130 mm pada *ETABS*.

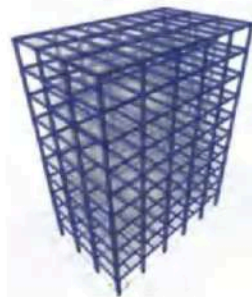


Gambar 5.44 Pendefinisian Elemen Pelat Pada *ETABS*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

d. Permodelan struktur pada *ETABS*

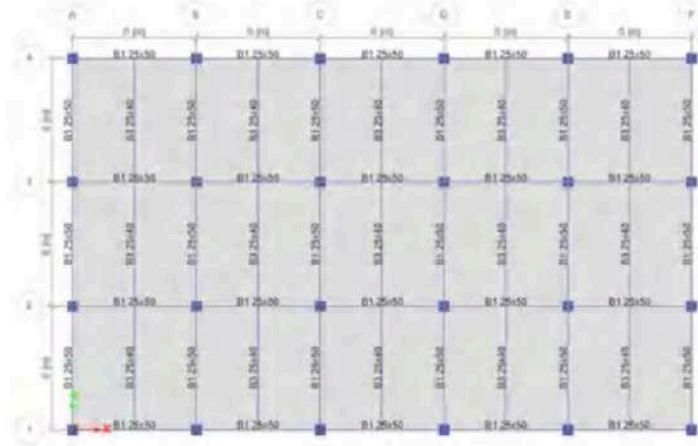
Berikut permodelan struktur pada *ETABS*.



Gambar 5.45 Permodelan Struktur Pada *ETABS*

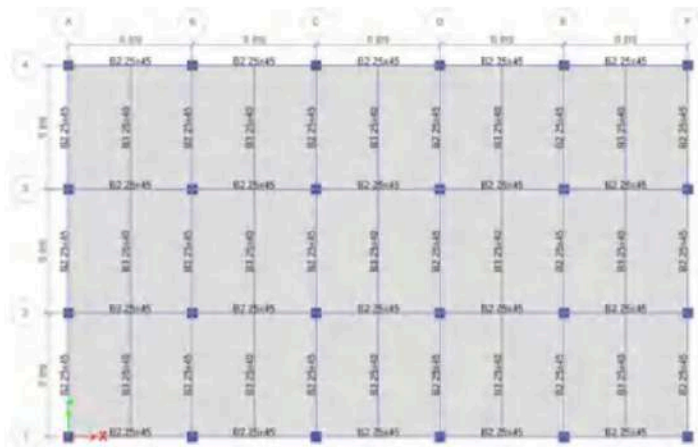
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut denah lantai 1-10 pada permodelan *ETABS*.



Gambar 5.46 Denah Lantai 1-5 Pada *ETABS*

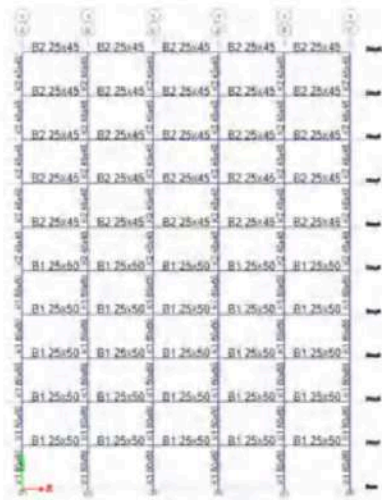
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.47 Denah Lantai 6-10 Pada *ETABS*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut potongan 1-1 dan potongan A-A pada permodelan *ETABS*.



Gambar 5.48 Potongan 1 - 1 Pada *ETABS*
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.49 Potongan A - A Pada *ETABS*
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

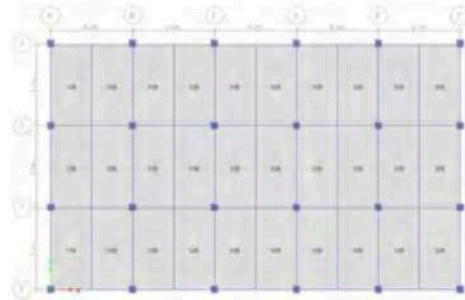
c. Penginputan beban

Beban yang diinput berupa ⁵⁴beban mati tambahan (SDL), ⁴⁶beban hidup (LL), dan beban gempa. Untuk beban mati (DL) ⁴⁶dihitung secara otomatis oleh ETABS.

1) **Beban mati tambahan (SDL)**

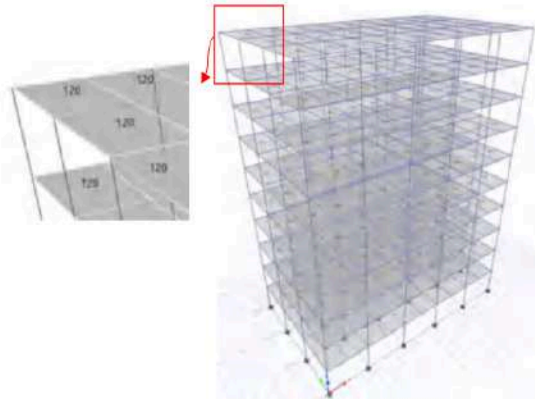
Beban mati tambahan berupa beban yang ada pada pelat yang telah dihitung sebelumnya sebesar 120 kg/m^2 pada semua lantai dan beban akibat dinding yang ada pada balok perimeter bangunan, khusus untuk lantai 10 tinggi dinding hanya 1m.

Beban mati tambahan (SDL) pelat lantai 1-10 $= 120 \text{ kg/m}^2$



Gambar 5.50 Beban Mati Tambahan (SDL) Pelat Lantai 1-10 Pada ETABS

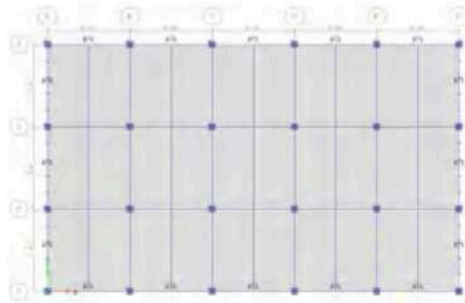
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.51 Tampak 3D Beban Mati Tambahan (SDL) Pelat Pada ETABS

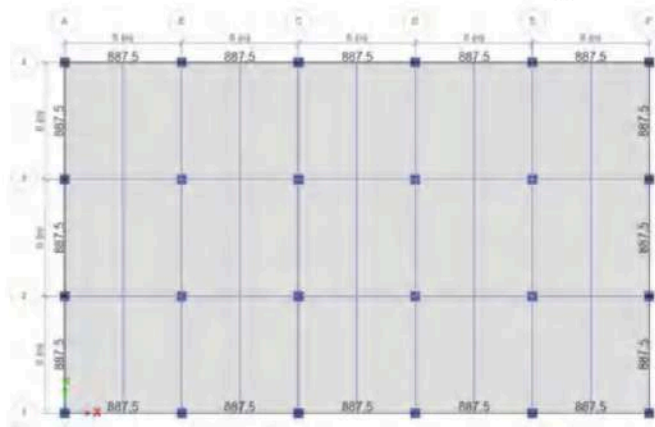
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

$$\begin{aligned}\text{Beban mati tambahan (SDL) dinding lantai 1-4} &= (4 - 0,5) \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2 \\ &= 875 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$



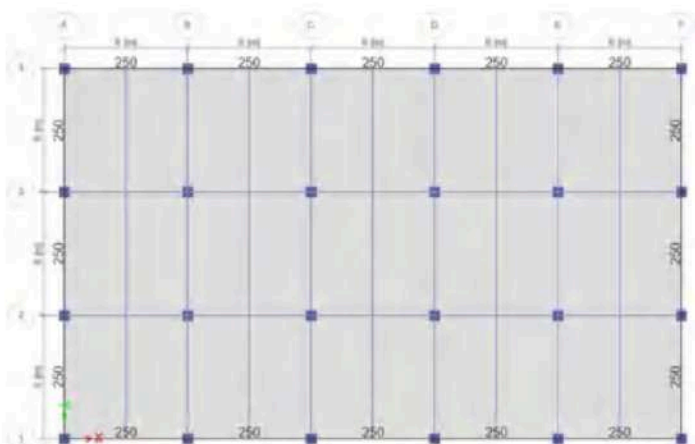
Gambar 5.52 **Beban** Mati Tambahan (SDL) Dinding Lantai 1-4 Pada ETABS
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

$$\begin{aligned}\text{Beban mati tambahan (SDL) dinding lantai 5-9} &= (4 - 0,45) \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2 \\ &= 887,5 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

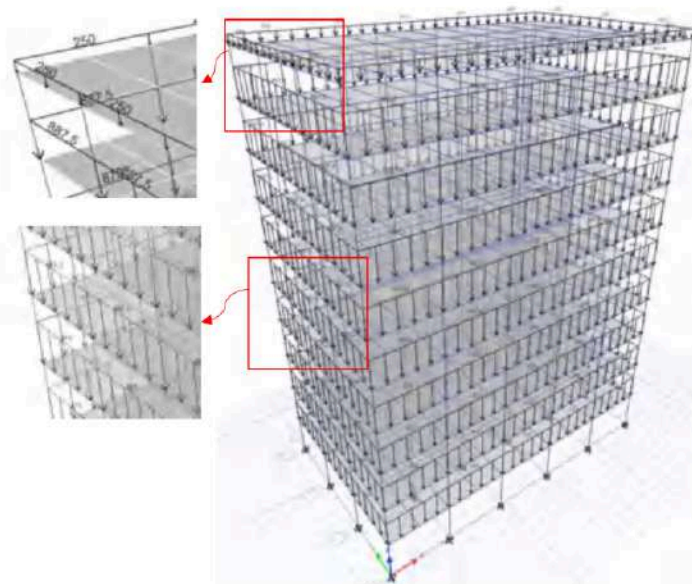


Gambar 5.53 **Beban** Mati Tambahan (SDL) Dinding Lantai 5-9 Pada ETABS
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

$$\begin{aligned}\text{Beban mati tambahan (SDL) dinding lantai 10} &= 1 \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2 \\ &= 250 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$



Gambar 5.54 **Beban** Mati Tambahan (SDL) Dinding Lantai 10 Pada *ETABS*
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



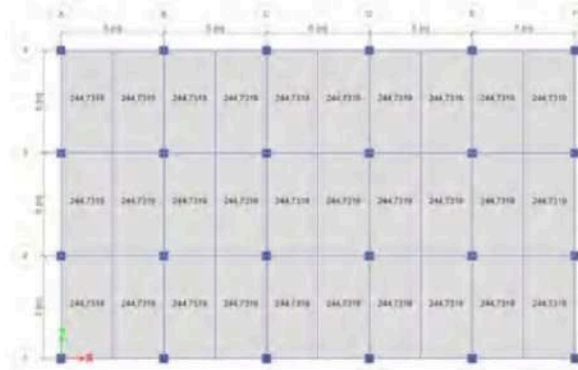
Gambar 5.55 Tampak 3D Beban Mati Tambahan (SDL) Dinding Pada *ETABS*
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

7

2) Beban hidup (LL)

Beban hidup mengacu pada Tabel 4.3-1 SNI 1727:2020 Hal 26 yang terdistribusi pada pelat. Beban hidup pada lantai 1-9 dengan fungsi lantai perkantoran sebesar $2,4 \text{ kN/m}^2$ dan beban hidup pada lantai 10 dengan fungsi lantai balkon atau dak sebesar $1,5 \times 2,4 \text{ kN/m}^2 = 3,6 \text{ kN/m}^2$

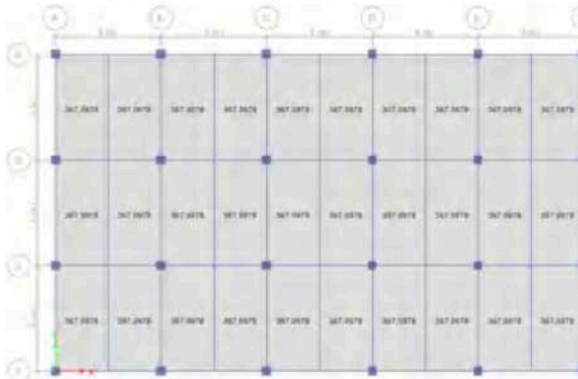
Beban hidup (LL) lantai 1-9 = $2,4 \text{ kN/m}^2 \times 101,972 = 244,7319 \text{ kg/m}^2$



Gambar 5.56 Beban Hidup (LL) Lantai 1-9 Pada ETABS

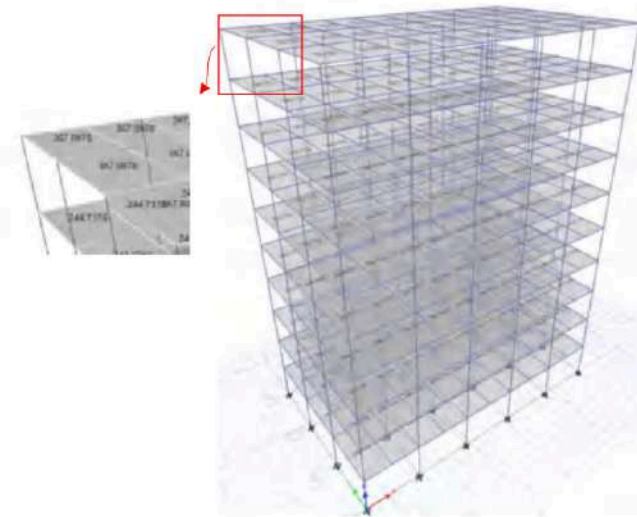
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Beban hidup (LL) lantai 10 = $1,5 \times 2,4 \text{ kN/m}^2 \times 101,972 = 367,098 \text{ kg/m}^2$



Gambar 5.57 Beban Hidup (LL) Lantai 10 Pada ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.58 Tampak 3D Beban Hidup (LL) Pelat Pada *ETABS*

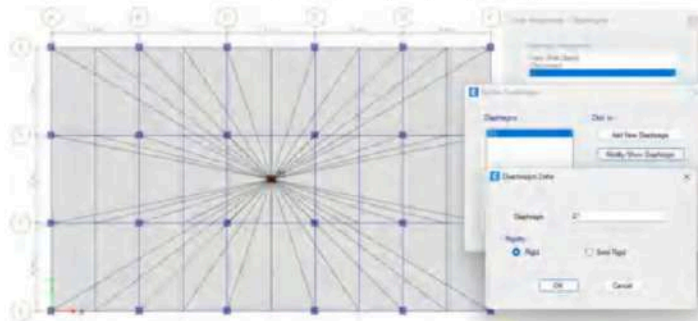
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

3) Beban gempa

- a) Karena dalam kasus penelitian ini perbandingan panjang penutup lantai

dengan lebar penutup lantai sebesar $\frac{30}{18} = 1,667 \leq 3$ (SNI 1726:2020

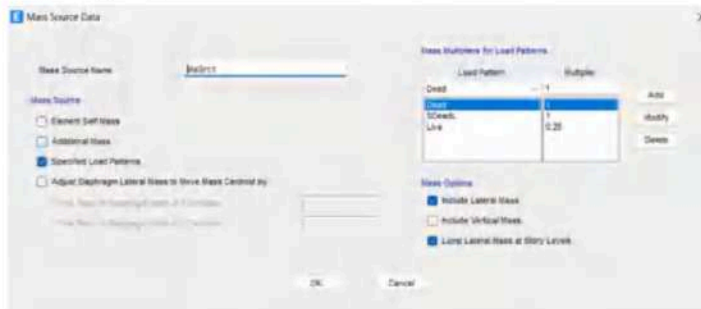
Pasal 7.3.1.2 Hal 56) maka diafragma pelat yang digunakan adalah rigid.



Gambar 5.59 Permodelan Diafragma Pada *ETABS*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- 40 b) Berat seismik mengacu pada SNI 1726:2019 Pasal 7.7.2 Hal 68. 48
 Beban yang harus disertakan ke dalam permodelan yaitu 100% beban mati (DL), 100% beban mati tambahan (SDL), dan minimal 25% beban hidup (LL). Untuk penginputan beban seismik pada ETABS dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5.60 Penginputan *Mass Source* Pada ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- c) Beban gempa statis diinput sesuai data parameter respon spektrum yang diambil dari website RSA Cipta Karya. Untuk penggunaan nilai periode akan dijelaskan pada poin selanjutnya. Berikut penginputan beban gempa statis pada ETABS.

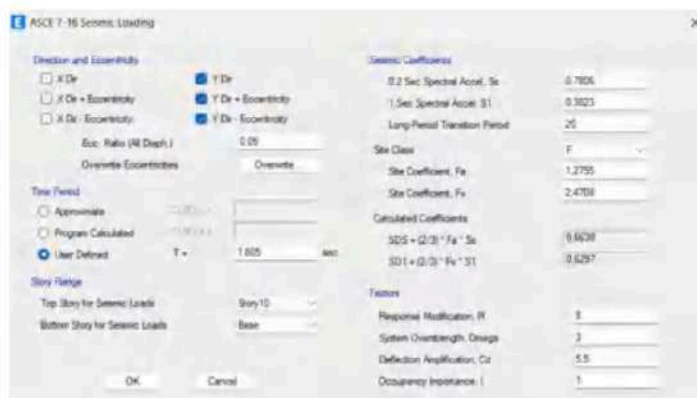


Gambar 5.61 Penamaan Beban Pada ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.62 Penginputan Beban Gempa Statis Arah X Pada ETABS
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.63 Penginputan Beban Gempa Statis Arah Y Pada ETABS
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- d) Beban gempa dinamik diinput sesuai data parameter respon spektrum yang diambil dari website RSA Cipta Karya.

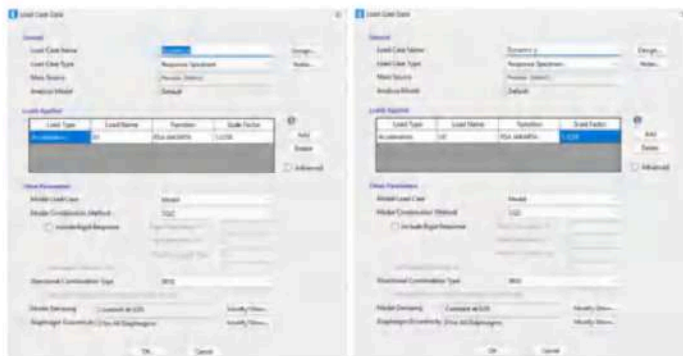


Gambar 5.64 Penginputan Respon Spektrum Pada ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Lalu perlu didefinisikan beban gempa dinamik untuk pengecekan apakah gempa dinamik lebih besar dari statik. Pada kolom *scale* diisi dengan menggunakan rumus berikut.

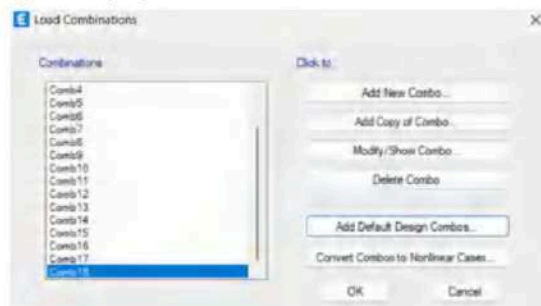
$$\begin{aligned} - \text{Arah x (U1)} &= \frac{g}{R} = \frac{9,81}{8} = 1,22625 \\ - \text{Arah y (U2)} &= \frac{g}{R} = \frac{9,81}{8} = 1,22625 \end{aligned}$$



Gambar 5.65 Pendefinisian Beban Gempa Dinamik Arah X dan Y Pada ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- f. Kombinasi beban yang telah dibuat pada poin sebelumnya perlu diinput pada *ETABS* untuk mengetahui pengaruh gaya yang terjadi pada setiap kombinasi terhadap struktur yang telah dimodelkan.

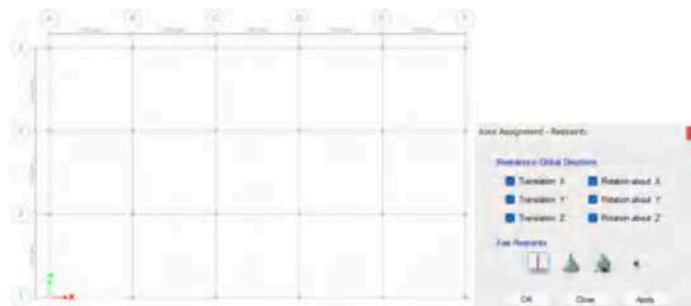


Gambar 5.66 Penginputan Kombinasi Beban Pada *ETABS*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- g. Jenis perletakan

Perletakan kolom dimodelkan sebagai jepit.

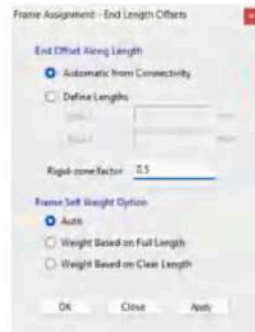


Gambar 5.67 Jenis Perletakan Kolom Pada *ETABS*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Pada setiap pertemuan kolom balok, *End length offset* atau pemotongan panjang pada setiap pertemuan kolom balok akan dihitung secara otomatis oleh *ETABS*. Untuk *rigid zone factor* atau faktor zona kekakuan sambungan pada kolom balok digunakan sebesar 0,5. Angka 0,5 diambil karena secara aktual sambungan kolom balok tidak sepenuhnya kaku, melainkan memiliki sedikit fleksibilitas.

Maka dari itu nilai 0.5 merupakan nilai pendekatan untuk menggambarkan sambungan kolom balok secara aktual.



Gambar 5.68 End Length Offset Dan Rigid Zone Factor Pada ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

h. Running permodelan

Untuk melihat hasil analisis struktur, perlu di running agar perhitungan analisis struktur dihitung otomatis oleh ETABS.



Gambar 5.69 Pengaturan Load Case Yang Akan Running Pada ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

i. Permodelan uncrack

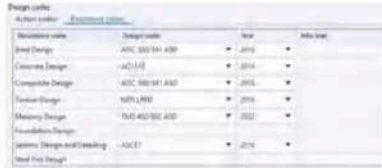
Setelah permodelan *crack* dibuat pada poin sebelumnya, perlu dibuat permodelan *uncrack* pada file ETABS terpisah untuk digunakan mencari periode yang akan dipakai. Perbedaan permodelan *uncrack* dan *crack* hanya pada modifikasi faktor elemen yang bernilai 1.

5.5.2 Permodelan struktur pada TSD

Berikut step step permodelan struktur pada perangkat lunak TSD.

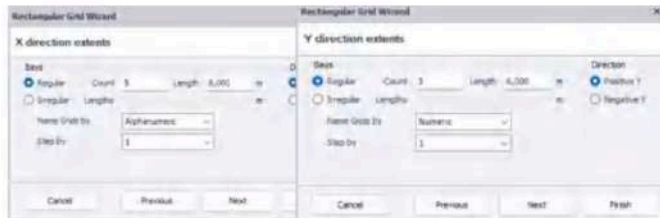
a. Pengaturan permodelan dan pembuatan grid

Permodelan menggunakan kode desain beton ACI 318-14 dan kode desain seismik ASCE7-16 sesuai acuan dari standar peraturan Indonesia yaitu SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Grid dan jumlah lantai mengikuti data pada poin sebelumnya.



Gambar 5.70 Pengaturan Kode Desain Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



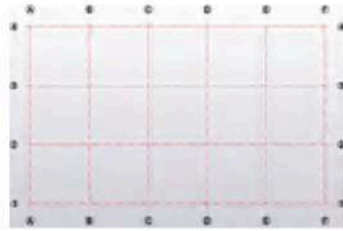
Gambar 5.71 Pengaturan Grid Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Ref	Name	Type	Level (m)	Slab Thickness (m)	Source	Elev. To (mm)	Floor
10	10	2.5.5.4	40.000	0.300	none...	0.0	
9	9	2.5.5.4	38.000	0.300	none...	0.0	
8	8	2.5.5.4	36.000	0.300	none...	0.0	
7	7	2.5.5.4	34.000	0.300	none...	0.0	
6	6	2.5.5.4	32.000	0.300	none...	0.0	
5	5	2.5.5.4	30.000	0.300	none...	0.0	
4	4	2.5.5.4	28.000	0.300	none...	0.0	
3	3	2.5.5.4	26.000	0.300	none...	0.0	
2	2	2.5.5.4	24.000	0.300	none...	0.0	
1	1	2.5.5.4	22.000	0.300	none...	0.0	
Total	10.00	2.5.5.4	0.000	0.300	none...	0.0	

Gambar 5.72 Pengaturan Jumlah Dan Ketinggian Lantai Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

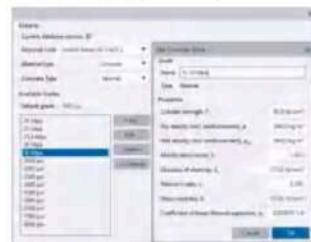


Gambar 5.73 Denah Grid Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

b. Pendefinisian material

Material beton menggunakan mutu beton $f_c' 30$ Mpa, berat jenis 2400 kg/m^3 , dan modulus elastisitas beton sebesar $4700\sqrt{30} = 25742,96 \text{ Mpa}$.



Gambar 5.74 Pendefinisian Material Beton $f_c' 30$ Mpa Pada ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

c. Pendefinisian elemen struktur (balok kolom pelat)

Berikut ukuran elemen struktur:

Ukuran balok induk (B1) = $250 \times 500 \text{ mm}$

Ukuran balok induk (B2) = $250 \times 450 \text{ mm}$

Ukuran balok anak (B3) = $250 \times 400 \text{ mm}$

Ukuran kolom (K1) = $600 \times 600 \text{ mm}$

Ukuran kolom (K2) = $450 \times 450 \text{ mm}$

Ukuran pelat = 130 mm dimodelkan sebagai *slab on beams*

Perlu diatur modifikasi faktor setiap elemen seperti yang diatur SNI 2847:2019 Tabel 6.6.3.1.1(a) dan Tabel 6.6.3.1.1(b) Hal 103. Berikut pengaturan modifikasi faktor pada TSD.

Analysis Settings

Element Type: 17 Order Non-Linear, 17 Order Non-Linear, 17 Order Shell, 17 Order Shell, 17 Order Surface, Nonlinear Coupled Surface Analysis, Modification Family, A Composite, Steel, Timber, Cold Formed, Cold Formed, Concrete, Building Analysis

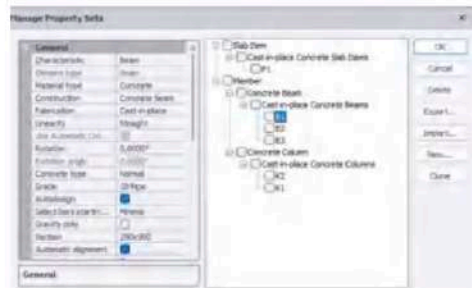
Element Type	E	G	Modulus of Elasticity	Modulus of Rigidity	Poisson's Ratio	Shear Modulus	Density
17 Order Non-Linear	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
17 Order Non-Linear	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
17 Order Shell	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
17 Order Shell	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
17 Order Surface	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
Nonlinear Coupled Surface Analysis	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
Modification Family	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
A Composite	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
Steel	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
Timber	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
Cold Formed	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
Cold Formed	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
Concrete	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150
Building Analysis	3.03E+07	1.20E+07	3.03E+07	1.20E+07	0.3	1.20E+07	150

OK Cancel

Gambar 5.75 Modifikasi Faktor Elemen Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

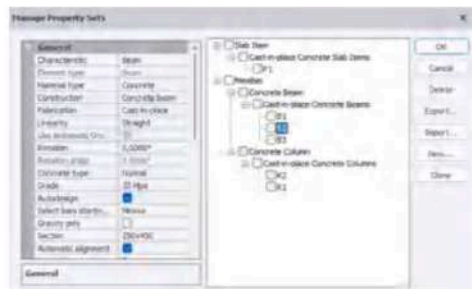
Berikut pendefinisian elemen balok induk (B1) 250 mm x 500 mm pada TSD.



Gambar 5.76 Pendefinisian Elemen Balok Induk (B1) Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

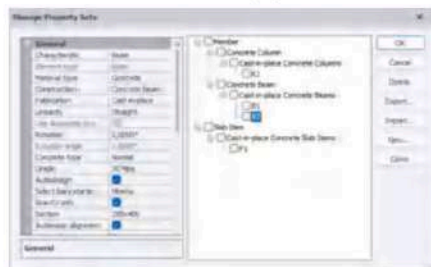
Berikut pendefinisian elemen balok induk (B2) 250 mm x 450 mm pada TSD.



Gambar 5.77 Pendefinisian Elemen Balok Induk (B2) Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

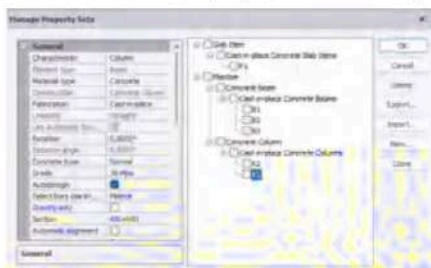
Berikut pendefinisian elemen balok anak (B3) 250 mm x 400 mm pada TSD.



Gambar 5.78 Pendefinisian Elemen Balok Anak (B3) Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

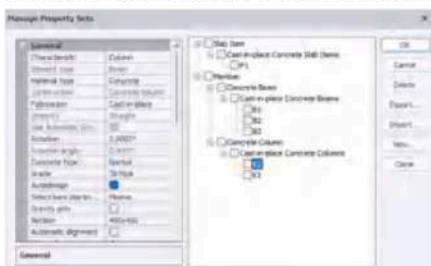
Berikut pendefinisian elemen kolom (K1) 600 mm x 600 mm pada TSD.



Gambar 5.79 Pendefinisian Elemen Kolom (K1) Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

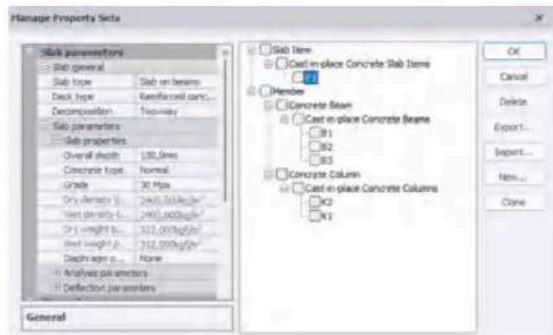
Berikut pendefinisian elemen kolom (K2) 450 mm x 450 mm pada TSD.



Gambar 5.80 Pendefinisian Elemen Kolom (K2) Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut pendefinisian elemen pelat dengan tebal 130 mm pada *TSD*.

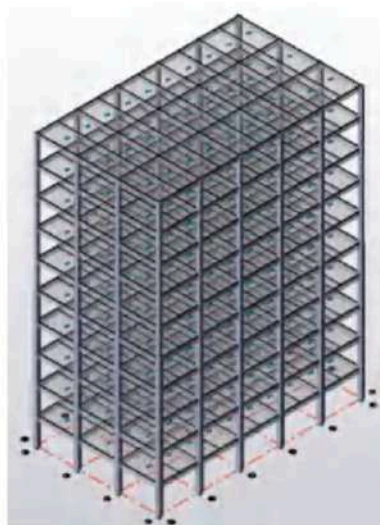


Gambar 5.81 Pendefinisian Elemen Pelat Pada *TSD*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

d. Permodelan struktur pada *TSD*

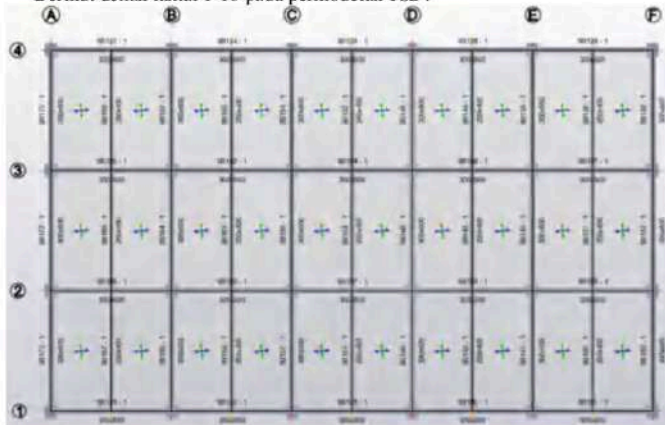
Berikut permodelan struktur pada *TSD*.



Gambar 5.82 Permodelan 3D Pada *TSD*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut denah lantai 1-10 pada permodelan *TSD*.



Gambar 5.83 Denah Lantai 1-10 Pada *TSD*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

c. Penginputan beban

Beban yang diinput berupa beban mati tambahan (SDL), beban hidup (LL), dan beban gempa. Untuk beban mati (DL) dihitung secara otomatis oleh *TSD*.

1) Beban mati tambahan (SDL)

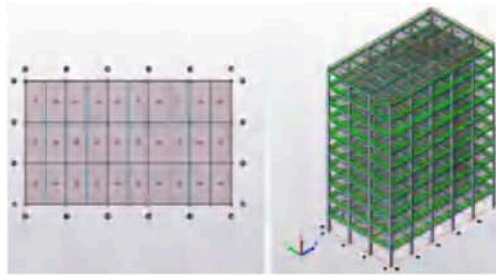
Beban mati tambahan berupa beban mati tambahan yang ada pada pelat yang telah dihitung sebelumnya sebesar 120 kg/m^2 pada semua lantai dan beban mati tambahan akibat dinding yang ada pada balok perimeter bangunan, khusus untuk lantai 10 tinggi dinding hanya 1m.

$$\text{Beban mati tambahan (SDL) pelat lantai 1-10} = 120 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Beban mati tambahan (SDL) dinding lantai 1-4} &= (4 - 0,5) \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2 \\ &= 875 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban mati tambahan (SDL) dinding lantai 5-9} &= (4 - 0,45) \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2 \\ &= 887,5 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban mati tambahan (SDL) dinding lantai 10} &= 1 \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2 \\ &= 250 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 5.84 Beban Mati Tambahan (SDL) Pelat dan Dinding Lantai 1-10 Pada TSD

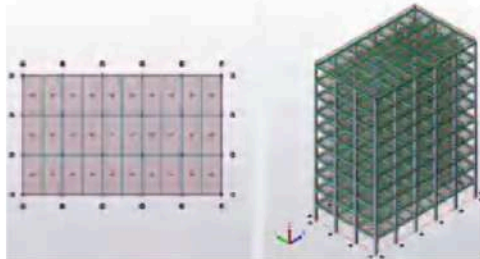
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

2) Beban hidup (LL)

Beban hidup mengacu pada Tabel 4.3-1 SNI 1727:2020 Hal 26 yang terdistribusi pada pelat. Beban hidup pada lantai 1-9 dengan fungsi lantai perkantoran sebesar $2,4 \text{ kN/m}^2$ dan beban hidup pada lantai 10 dengan fungsi lantai balkon atau dak sebesar $1,5 \times 2,4 \text{ kN/m}^2 = 3,6 \text{ kN/m}^2$

Beban hidup (LL) lantai 1-9 $= 2,4 \text{ kN/m}^2 \times 101,972 = 244,7319 \text{ kg/m}^2$

Beban hidup (LL) lantai 10 $= 1,5 \times 2,4 \text{ kN/m}^2 \times 101,972 = 367,098 \text{ kg/m}^2$

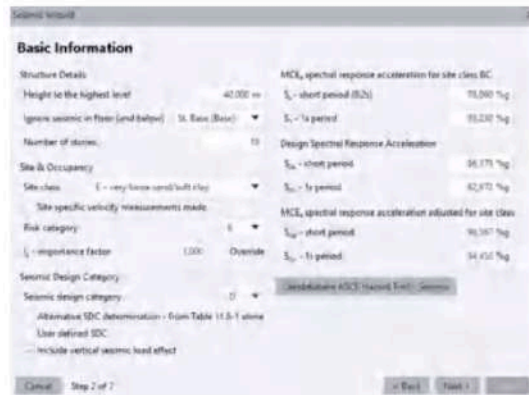


Gambar 5.85 Beban Hidup (LL) Lantai 1-10 Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

3) Beban gempa

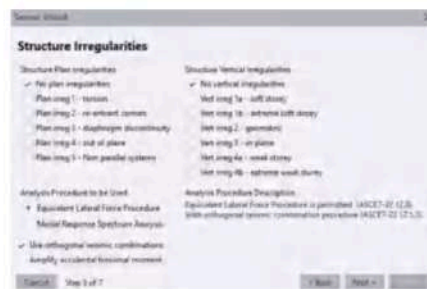
Beban gempa statis diinput sesuai data parameter respon spektrum yang diambil dari website RSA Cipta Karya. Untuk penggunaan nilai periode akan dijelaskan pada poin selanjutnya. Berikut penginputan beban gempa statis pada TSD.



Gambar 5.86 Penginputan Beban Gempa Statis Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Pada permodelan TSD, kita perlu menginput ketidakberaturan struktur yang terjadi pada model struktur. Analisis ketidakberaturan struktur akan dibahas pada poin selanjutnya. Pada kasus ini struktur tidak termasuk ketidakberaturan struktur vertikal maupun horizontal.



Gambar 5.87 Analisis Gempa Statik Dan Ketidakberaturan Struktur Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

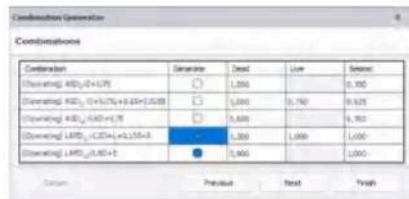
Sistem struktur merupakan sistem ⁴⁶rangka beton pemikul momen khusus. Periode arah x dan arah y diinput sebesar 1,805 detik. Untuk perhitungan periode yang dipakai akan dibahas pada poin selanjutnya.

Gambar 5.88 Penginputan Periode Dan Tipe Struktur Pada TSD
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

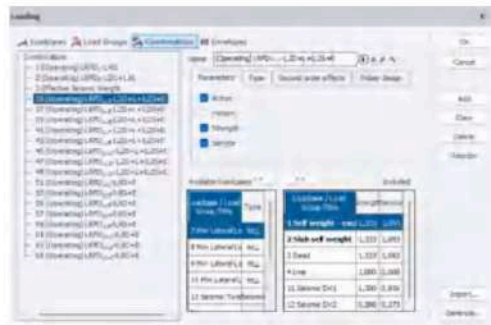
Gambar 5.89 Penginputan Sistem Struktur Pada TSD
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Untuk berat seismik sama seperti sebelumnya yaitu 100% ¹⁴beban mati (DL), 100% beban mati tambahan (SDL), dan 25% beban hidup (LL).

Gambar 5.90 Penginputan Berat Seismik Pada TSD
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

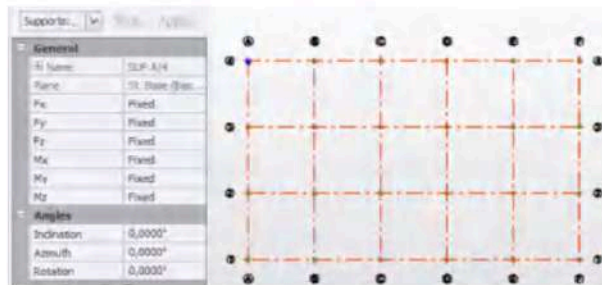


(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



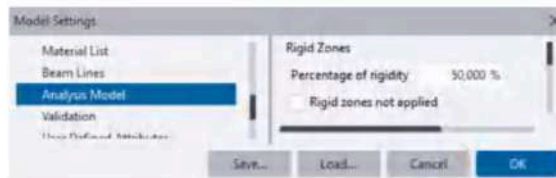
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Perletakan kolom dimodelkan sebagai jepit.



(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Seperti pada *ETABS*, *end length offset* dan *Rigid zone factor* juga perlu diatur pada *TSD* yakni sebesar 0,5 atau 50%.



Gambar 5.93 *End Length Offset* Dan *Rigid Zone Factor* Pada *TSD*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

g. Running permodelan

Untuk melihat hasil analisis struktur, perlu di running agar perhitungan analisis struktur dihitung otomatis oleh *TSD*. Hasil *running TSD* juga bisa langsung mendesain kebutuhan tulangan pada setiap elemen.



Gambar 5.94 Fitur Analisis Dan Desain Pada *TSD*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

h. Permodelan *uncrack*

Setelah permodelan *crack* dibuat pada poin sebelumnya, perlu dibuat permodelan *uncrack* pada file *TSD* terpisah untuk digunakan mencari periode yang akan dipakai. Perbedaan permodelan *uncrack* dan *crack* hanya pada modifikasi faktor elemen yang bernilai 1.

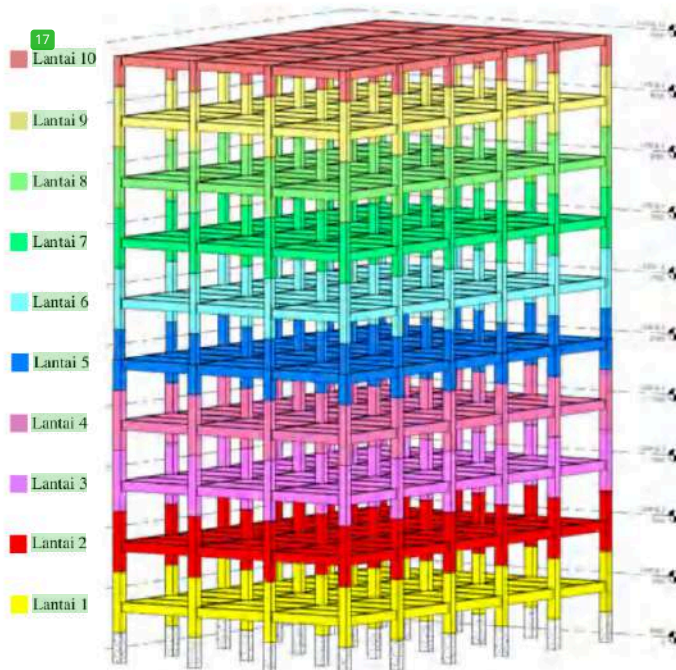
5.6 Hasil Analisis Struktur

Hasil analisis struktur yang diamati yaitu berat seismik aktif, waktu getar alami, gaya gempa, simpangan antar lantai, pengaruh P- Δ , dan ketidakberaturan struktur. Berikut hasil analisis struktur yang dihasilkan pada kedua perangkat lunak.

5.6.1 Berat seismik aktif

Berat seismik aktif dihitung secara manual dan otomatis oleh kedua perangkat lunak dengan kombinasi beban mengacu pada SNI 1726:2019 Pasal 7.7.2 Hal 68 yakni 100% beban mati (DL), 100% beban mati tambahan (SDL), dan 25% beban hidup

(LL). Berikut perhitungan berat seismik aktif yang dihitung secara manual dan otomatis oleh kedua perangkat lunak. Berat seismik aktif setiap lantai dihitung dari $\frac{1}{2}$ lantai keatas dan $\frac{1}{2}$ lantai kebawah.



Gambar 5.95 Ilustrasi Konsep Distribusi Berat Seismik Aktif Tiap Lantai

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.17 Perhitungan Manual Berat Seismik Aktif Lantai 10

No	Jenis Bahan	Tipe	Luas	Lebar	Tinggi	Panjang	BJ	Total	Satuan
1	Balok	B2		0,3	0,6	209,1	2400	90331,2	kg
2	Balok	B3		0,25	0,4	90	2400	21600	kg
3	Kolom	K2		0,45	48	0,55	2400	28512	kg
4	Pelat		540		0,13		2400	168480	kg
5	Plester 2cm		540				53	28620	kg
6	Keramik		540				24	12960	kg
7	MEP		540				25	13500	kg
8	Plafond dan penggantung		540				18	9720	kg

No	Jenis Bahan	Tipe	Luas	Lebar	Tinggi	Panjang	BJ	Total	Satuan
9	Dinding (tinggi 1m)				1	96	250	24000	kg
10	LL Atap		540				367,0978	198232,832	kg
33 al Beban mati								308923,2	kg
Total Beban mati tambahan								88800	kg
Total Beban hidup								198232,832	kg
Total Pembebanan I (DL+SDL)+0,25LL								447281,408	kg

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.18 Perhitungan Manual Berat Seismik Aktif Lantai 6-9

No	Jenis Bahan	Tipe	Luas	Lebar	Tinggi	Panjang	BJ	Total	Satuan
1	Balok	B2		0,3	0,6	209,1	2400	90331,2	kg
2	Balok	B3		0,25	0,4	90	2400	21600	kg
3	Kolom	K2		0,45	96	0,55	2400	57024	kg
4	Pelat		540		0,13		2400	168480	kg
5	Plester 2cm		540				53	28620	kg
6	Keramik		540				24	12960	kg
7	MEP		540				25	13500	kg
8	Plafond dan penggantung		540				18	9720	kg
9	Dinding				3,55	96	250	85200	kg
10	LL Perkantoran		540				244,7319	132155,221	kg
33 al Beban mati								337435,2	kg
Total Beban mati tambahan								150000	kg
Total Beban hidup								132155,221	kg
Total Pembebanan I (DL+SDL)+0,25LL								520474,005	kg

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.19 Perhitungan Manual Berat Seismik Aktif Lantai 5

No	Jenis Bahan	Tipe	Luas	Lebar	Tinggi	Panjang	BJ	Total	Satuan
1	Balok	B1		0,35	0,65	205,3	2400	112093,8	kg
2	Balok	B3		0,25	0,4	90	2400	21600	kg
3	Kolom	K2		0,45	48	0,55	2400	28512	kg
4	Kolom	K1		0,55	48	0,65	2400	41184	kg
5	Pelat		540		0,13		2400	168480	kg
6	Plester 2cm		540				53	28620	kg
7	Keramik		540				24	12960	kg
8	MEP		540				25	13500	kg
9	Plafond dan penggantung		540				18	9720	kg
10	Dinding				3,55	96	250	85200	kg
11	LL Perkantoran		540				244,7319	132155,221	kg
33 al Beban mati								371869,8	kg
Total Beban mati tambahan								150000	kg
Total Beban hidup								132155,221	kg
Total Pembebanan I (DL+SDL)+0,25LL								554908,605	kg

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.20 Perhitungan Manual Berat Seismik Aktif Lantai 1-4

No	Jenis Bahan	Tipe	Luas	Lebar	Tinggi	Panjang	BJ	Total	Satuan
1	Balok	B1		0,35	0,65	205,3	2400	112093,8	kg
2	Balok	B2		0,25	0,4	90	2400	21600	kg
3	Kolom	K1		0,55	96	0,65	2400	82368	kg
4	Pelat lantai 12cm		540		0,13		2400	168480	kg
5	Plester 2cm		540				53	28620	kg
6	Keramik		540				24	12960	kg
7	MEP		540				25	13500	kg
8	Piafond dan penggantung		540				18	9720	kg
9	Dinding				3,5	96	250	84000	kg
9	LL Perkantoran		540				244,7319	132155,221	kg
Jumlah Beban mati								384541,8	kg
Total Beban mati tambahan								148800	kg
Total Beban hidup								132155,221	kg
Total Pembebanan $1(DL+S_{DL})+0,25LL$								566380,605	kg

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil Berat Seismik Aktif Manual Dan Perangkat Lunak

STORY	Manual (kg)	ETABS (kg)	TSD (kg)
Story10	447281,408	447281,405	451558,279
Story9	520474,005	520474,023	520474,066
Story8	520474,005	520474,023	520474,066
Story7	520474,005	520474,023	520474,066
Story6	520474,005	520474,023	520474,066
Story5	554908,605	554908,604	556124,161
Story4	566380,605	566380,619	566380,568
Story3	566380,605	566380,619	566380,568
Story2	566380,605	566380,619	566380,568
Story1	566380,605	566380,619	566380,568
Σ	5349608,456	5349608,578	5355100,977

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.22 Perbandingan Hasil Berat Seismik Aktif ETABS dengan TSD

STORY	ETABS (kg)	TSD (kg)	Selisih (kg)
Story10	408709,202	411333,636	2624,434
Story9	476717,830	476717,839	0,010
Story8	476717,830	476717,839	0,010
Story7	476717,830	476717,839	0,010
Story6	476717,830	476717,839	0,010
Story5	499478,770	502038,413	2559,643
Story4	516422,798	516422,836	0,037
Story3	516422,798	516422,836	0,037

STORY	ETABS (kg)	TSD (kg)	Setisih (kg)
Story2	516422,798	516422,836	0,037
Story1	516422,798	516422,836	0,037
Σ	4880750,484	4885934,748	5184,264

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Pada berat seismik aktif dengan perhitungan manual dan ETABS, semua berat per lantai adalah sama. Namun pada TSD terdapat perbedaan berat seismik aktif pada lantai 5 dan lantai 10. Berat seismik aktif pada TSD cenderung lebih besar dibandingkan manual dan ETABS. Berikut hasil perhitungan berat oleh kedua perangkat lunak.

5.6.2 Periode getar alami

Pada SNI 1726:2019 Pasal 7.8.2.1 Hal 72, periode fundamental pendekatan (T_a) dihitung berdasarkan persamaan berikut.

Tabel 5.23 Pemilihan Nilai Parameter Periode Pendekatan

Tipe struktur	C_t	α
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100% gaya seismik yang diisyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
▪ Rangka baja-pemikul momen	0,0724	0,8
▪ Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing tekekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

(Sumber: SNI 1726:2019 Tabel 18 Hal 72)

$$T_a = C_t \times h^x = 0,0466 \times 40^{0,9} = 1,289 \text{ detik}$$

Dimana h adalah tinggi struktur dari dasar sampai atas setinggi 40 meter dan C_t serta x dapat diambil dari nilai pada SNI 1726:2019 Tabel 18 Hal 72.

Pada SNI 1726:2019 Pasal 7.8.2 Hal 71, periode fundamental struktur tidak boleh melebihi hasil perkalian C_u dengan T_a . Koefisien C_u mengacu pada SNI 1726:2019 Tabel 17 Hal 72.

Tabel 5.24 Koefisien Batas Atas Periode

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik,SD1	Koefisien Cu
≥0,4	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
≤0,1	1,7

(Sumber: SNI 1726:2019 Tabel 17 Hal 72)

$$T_{max} = C_u \times T_a = 1,4 \times 1,289 = 1,805 \text{ detik}$$

Maka didapat T_a arah x dan y sebesar 1,289 detik dan T_{max} arah x dan y sebesar 1,309 detik. Periode getar alami juga dihitung secara otomatis oleh kedua perangkat lunak pada permodelan *crack* maupun *uncrack*. Terdapat perbedaan periode getar alami yang dihasilkan oleh kedua perangkat. Hasil periode getar alami yang dihasilkan *TSD* cenderung lebih besar dibandingkan *ETABS*. Untuk periode yang dipakai diseragamkan sebesar 1,805 detik pada arah x dan arah y untuk meminimalisir perbedaan yang lebih jauh dalam perhitungan gempa.

Tabel 5.25 Hasil Output Periode Getar Alami

Arah	ETABS				TSD			
	Tmin (s)	Terack (s)	Tuncrack (s)	Tempiris (s)	Tmin (s)	Terack (s)	Tuncrack (s)	Tempiris (s)
Arah X	1,289	2,616	2,238	1,805	1,289	2,618	2,203	1,805
Arah Y	1,289	2,736	2,192	1,805	1,289	2,738	2,307	1,805

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.26 Hasil Output Periode Getar Alami

ARAH	Terack (s)			Tuncrack (s)		
	ETABS	TSD	Selisih	ETABS	TSD	Selisih
Arah X	2,616	2,618	0,002	2,238	2,203	0,035
Arah Y	2,736	2,738	0,002	2,192	2,307	0,115

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.6.3 Gaya lateral akibat gempa

Gaya lateral pada setiap lantai akibat prosedur analisis gempa statik dihitung secara otomatis oleh kedua perangkat lunak. Pada poin sebelumnya terdapat perbedaan berat seismik yang dapat mempengaruhi gaya lateral akibat gempa statik pada setiap lantai yang dihasilkan oleh kedua perangkat lunak. Berikut perhitungan manual gaya lateral yang terjadi pada sturktur.

a. Koefisien seismik (C_s)

Dalam perhitungan C_{sperlu} , karena nilai periode (T) pada arah x dan y adalah sama maka nilai C_{sperlu} pada arah x dan arah y pun akan sama.

1) Perhitungan C_{smax}

$$C_{smax} = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)}$$

$$C_{smax} = \frac{0,6638}{\left(\frac{8}{1}\right)}$$

$$C_{smax} = 0,083$$

2) Perhitungan C_{smin}

$$C_{smin} = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,001$$

$$C_{smin} = 0,044 \times 0,6638 \times 1 \geq 0,001$$

$$C_{smin} = 0,0292 \geq 0,001 \dots \text{OKE}$$

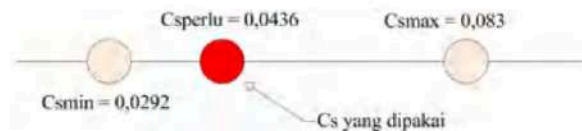
3) Perhitungan C_{sperlu}

$$C_{sperlu} = \frac{S_{DI}}{T \left(\frac{R}{I}\right)}$$

$$C_{sperlu} = \frac{0,630}{1,805 \left(\frac{8}{1}\right)}$$

$$C_{sperlu} = 0,0436$$

Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, diketahui nilai C_{smin} sebesar 0,0292, nilai C_{smax} sebesar 0,083, dan nilai C_{sperlu} sebesar 0,0436, sehingga $C_{smin} < C_{sperlu} < C_{smax}$ ($0,0292 < 0,0436 < 0,083$), Maka nilai C_s yang digunakan pada arah x dan arah y adalah 0,0436.



Gambar 5.96 Ilustrasi Penggunaan C_{sperlu} Arah X

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

b. Nilai Gaya Geser Gempa (V)

Nilai V dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

$$V = C_s \times W_{\text{total}}$$

Karena C_s arah x = C_s arah y maka $V_x = V_y$, dengan $W_{\text{total}} = 5349608,456 \text{ kg}$

$$V_x = V_y = C_{s \text{ arah } x} \times W_{\text{total}}$$

$$V_x = V_y = 0,0436 \times 5349608,456$$

$$V_x = V_y = 233353,7 \text{ kg}$$

c. Nilai k

10

Selanjutnya mencari nilai k dengan aturan sebagai berikut.

1) Untuk struktur yang mempunyai $T \leq 0,5$ detik nilai $k = 1$

2) Untuk struktur yang mempunyai $T \geq 2,5$ detik nilai $k = 2$

3) Untuk struktur yang mempunyai $0,5 < T < 2,5$ detik nilai k diperoleh menggunakan interpolasi

Karena nilai $T_{\text{arah } x} = T_{\text{arah } y} = 1,805$ detik, maka nilai k arah x dan y diperoleh melalui interpolasi.

$$k_x = k_y = y_1 + (y_2 - y_1) \times \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

$$k_x = k_y = 1 + (2 - 1) \times \frac{1,805 - 0,5}{2,5 - 0,5}$$

$$k_x = k_y = 1,652$$

d. Nilai C_v

Pada perhitungan nilai k pada arah x dan y didapat hasilnya sama, maka koefisien seismik terjadi pada arah x dan y akan sama pada masing masing sumbu. Berikut perhitungan nilai C_v

$$\text{Tinggi antar lantai} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Berat seismik aktif lantai} = 566380,605 \text{ kg}$$

$$C_x = \frac{\sum_{k=0}^n w_x h_x^k}{\sum_{k=0}^n w_i h_i^k}$$

$$C_{vx} = \frac{566380,605 \times 4^{1,652}}{970695440,501}$$

$$C_v = 0,006$$

e. Gaya seismik tiap lantai

Pada perhitungan koefisien seismik (C_v) pada kedua arah sumbunya adalah sama, maka gaya seismik pada setiap lantainya akan sama pada masing-masing sumbunya. Berikut perhitungan nilai gaya gempa per-lantai

$$F_x = F_y = C_v \times V$$

$$F_x = F_y = 0,006 \times 233353,70$$

$$F_x = F_y = 1345,264 \text{ kg}$$

Berikut merupakan rekapitulasi gempa statik ekuivalen tiap lantai dengan perhitungan manual.

Tabel 5.27 Perhitungan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen Arah X

Story	h _x (m)	W _x (kg)	W _x .h _x (kgm)	W _x .h _x ² (k)	C _{v_x}	F _x (kg)	V _x (kg)
Story 10	40	447281,408	17891256,318	198436369,264	0,204	47703,800	47703,800
Story 9	36	520474,005	18737064,191	194015132,550	0,200	46640,942	94344,742
Story 8	32	520474,005	16655168,170	159704691,585	0,165	38392,764	132737,506
Story 7	28	520474,005	14573272,148	128085258,101	0,132	30791,501	163529,007
Story 6	24	520474,005	12491376,127	99285259,800	0,102	23868,025	187397,032
Story 5	20	554908,605	11098172,106	78320988,400	0,081	18828,246	206225,278
Story 4	16	566380,605	9062089,685	55289578,327	0,057	13291,530	219516,808
Story 3	12	566380,605	6796567,264	34372441,372	0,035	8263,082	227779,891
Story 2	8	566380,605	4531044,842	17589745,329	0,018	4228,548	232008,439
Story 1	4	566380,605	2265522,421	5595975,772	0,006	1345,264	233353,703
Σ				970695440,501	1,000	233353,703	

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.28 Perhitungan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen Arah Y

Story	h _y (m)	W _y (kg)	W _y .h _y (kgm)	W _y .h _y ² (k)	C _{v_y}	F _y (kg)	V _y (kg)
Story 10	40	447281,408	17891256,318	198436369,264	0,204	47703,800	47703,800
Story 9	36	520474,005	18737064,191	194015132,550	0,200	46640,942	94344,742
Story 8	32	520474,005	16655168,170	159704691,585	0,165	38392,764	132737,506
Story 7	28	520474,005	14573272,148	128085258,101	0,132	30791,501	163529,007
Story 6	24	520474,005	12491376,127	99285259,800	0,102	23868,025	187397,032
Story 5	20	554908,605	11098172,106	78320988,400	0,081	18828,246	206225,278
Story 4	16	566380,605	9062089,685	55289578,327	0,057	13291,530	219516,808
Story 3	12	566380,605	6796567,264	34372441,372	0,035	8263,082	227779,891
Story 2	8	566380,605	4531044,842	17589745,329	0,018	4228,548	232008,439
Story 1	4	566380,605	2265522,421	5595975,772	0,006	1345,264	233353,703
Σ				970695440,501	1,000	233353,703	

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut rekapitulasi hasil gaya lateral dengan perhitungan manual dan perangkat lunak menggunakan prosedur analisis gempa statik.

Tabel 5.29 Hasil Gaya Lateral Dengan Prosedur Analisis Gempa Statik Arah X

Story	Arah X			Arah Y		
	Vx Manual (kg)	Vx ETABS (kg)	Vx TSD (kg)	Vy Manual (kg)	Vy ETABS (kg)	Vy TSD (kg)
Story 10	43524,455	43516,960	43767,342	43524,455	43516,960	43767,342
Story 9	86180,091	86164,230	86386,279	86180,091	86164,230	86386,279
Story 8	121292,327	121268,640	121467,372	121292,327	121268,640	121467,372
Story 7	149452,802	149421,980	149602,056	149452,802	149421,980	149602,056
Story 6	171281,387	171244,280	171409,911	171281,387	171244,280	171409,911
Story 5	188203,409	188160,730	188401,748	188203,409	188160,730	188401,748
Story 4	200304,341	200257,060	200490,076	200304,341	200257,060	200490,076
Story 3	207827,252	207776,620	208004,670	207827,252	207776,620	208004,670
Story 2	211677,024	211624,320	211849,816	211677,024	211624,320	211849,816
Story 1	212901,785	212848,230	213072,864	212901,785	212848,230	213072,864

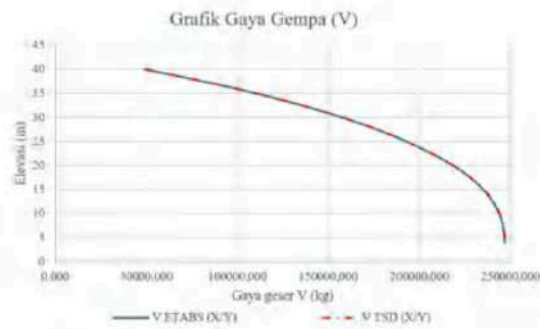
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.30 Perbandingan Gaya Lateral ETABS Dengan TSD

Story	Arah X			Arah Y		
	Vx ETABS (kg)	Vx TSD (kg)	Selisih (kg)	Vy ETABS (kg)	Vy TSD (kg)	Selisih (kg)
Story 10	43516,960	43767,342	250,382	43516,960	43767,342	250,382
Story 9	86164,230	86386,279	222,049	86164,230	86386,279	222,049
Story 8	121268,640	121467,372	198,732	121268,640	121467,372	198,732
Story 7	149421,980	149602,056	180,076	149421,980	149602,056	180,076
Story 6	171244,280	171409,911	165,631	171244,280	171409,911	165,631
Story 5	188160,730	188401,748	241,018	188160,730	188401,748	241,018
Story 4	200257,060	200490,076	233,016	200257,060	200490,076	233,016
Story 3	207776,620	208004,670	228,050	207776,620	208004,670	228,050
Story 2	211624,320	211849,816	225,496	211624,320	211849,816	225,496
Story 1	212848,230	213072,864	224,634	212848,230	213072,864	224,634

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Dari hasil diatas, gaya gempa setiap lantai antara perhitungan manual dengan ETABS maupun TSD pada arah x dan y mempunyai perbedaan yang sangat kecil. Seperti pada poin berat seismik aktif sebelumnya, berat seismik TSD cenderung lebih besar dibandingkan dengan manual maupun ETABS yang mempengaruhi hasil gaya lateral tiap lantai pada TSD, hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Rifandi, 2020) bahwa semakin besar berat bangunan maka semakin besar juga gaya gempa yang terjadi. Sehingga hasil TSD lebih besar dibandingkan dengan ETABS dengan selisih terbesar pada lantai 10 sebesar 250,382 kg pada arah x dan arah y, hal ini bertolak belakang dengan penelitian yang disusun oleh (Aziz dkk, 2023) dengan hasil gaya gempa statik yang dihasilkan ETABS lebih besar dibandingkan TSD.



Gambar 5.97 Grafik Gaya Gempa

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.6.4 Displacement

Displacement pada setiap lantai dihitung secara otomatis pada kedua perangkat lunak dan memiliki hasil *displacement* pada setiap lantai yang berbeda pada kedua perangkat lunak. Nilai *displacement* yang dihasilkan dari prosedur analisis gempa statik memiliki perbedaan nilai sebagai berikut.

Tabel 5.31 Hasil Output *Displacement* Dengan Prosedur Analisis Gempa Statik

Story	Z	MovX (mm)			MovY (mm)		
	[m]	ETABS	TSD	Selisih	ETABS	TSD	Selisih
Story 10	40	146,396	144,800	1,596	160,602	157,100	3,502
Story 9	36	139,666	138,400	1,266	152,984	150,000	2,984
Story 8	32	127,93	126,900	1,030	140,004	137,500	2,504
Story 7	28	111,613	110,900	0,713	122,079	120,100	1,979
Story 6	24	91,877	91,300	0,577	100,488	99,000	1,488
Story 5	20	71,453	71,100	0,353	78,209	77,200	1,009
Story 4	16	55,403	55,100	0,303	60,416	59,700	0,716
Story 3	12	38,958	38,800	0,158	42,276	41,800	0,476
Story 2	8	22,583	22,500	0,083	24,332	24,000	0,332
Story 1	4	7,91	7,900	0,010	8,426	8,300	0,126

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.6.5 Simpangan struktur

Pemeriksaan simpangan antartingkat mengacu pada SNI 1726:2019 Pasal 7.8.6. Simpangan antartingkat desain yang diizinkan mengacu pada SNI 1726:2019 Pasal 7.12.1 Tabel 20 Hal 88 dengan jenis gedung adalah gedung perkantoran dengan kategori risiko II. Pada SNI 1726:2019 Pasal 7.12.1.1 Hal 88, simpangan

antartingkat tidak boleh melebihi $\frac{\Delta a}{\rho}$. Dengan nilai reduksi (ρ) sebesar 1,3 karena syarat pada setiap tingkat untuk menahan minimal 35% gaya geser dasar tidak terpenuhi pada arah x maupun y yang diatur pada SNI 1726:2019 Pasal 7.3.4.2 Hal 64.

Tabel 5.32 Pengecekan Syarat Redudansi

Story	ETABS		TSD	
	Vx (kg)	Vy (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)
Story10	49401,56	49401,56	50081,9342	50081,9342
Story9	99221,83	99221,83	99811,6584	99811,6584
Story8	140230,6	140230,6	140745,82	140745,82
Story7	173119,1	173119,1	173574,564	173574,564
Story6	198611,8	198611,8	199020,868	199020,868
Story5	218484,9	218484,9	218880,454	218880,454
Story4	232383	232383	232753,285	232753,285
Story3	241022,7	241022,7	241377,229	241377,229
Story2	245443,5	245443,5	245790,051	245790,051
Story1	246849,7	246849,7	247193,69	247193,69
360 V	86397,39	86397,39	86517,7915	86517,7915
CEK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.33 Simpangan Antar Tingkat Izin Menurut SNI 1726:2019

Tipe Struktur	Kategori Risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	0,025 h_{sx}	0,020 h_{sx}	0,015 h_{sx}
Struktur dinding geser kantilever batu bata	0,010 h_{sx}	0,010 h_{sx}	0,010 h_{sx}
Struktur dinding geser batu bata lainnya	0,007 h_{sx}	0,007 h_{sx}	0,007 h_{sx}
Semua struktur lainnya	0,020 h_{sx}	0,015 h_{sx}	0,010 h_{sx}

(Sumber: Pada SNI 1726:2019 Pasal 7.12.1.1 Hal 88)

Simpangan antar izin diambil semua struktur lainnya dengan kategori resiko II = 0,020 h_{sx} . Nilai h_{sx} merupakan tinggi antar tingkat sebesar 4000 mm. Berikut perhitungan simpangan dengan prosedur analisis statik sebagai berikut.

$$\Delta_{izin} = 0,020 \times \frac{hsx}{\rho} = 0,020 \times \frac{4000}{1,5} = 61,538 \text{ mm}$$

$$C_d = 5,5 \text{ (SRPMK, SNI 2716:2019 Tabel 12 Hal 49)}$$

$$I_e = 1 \text{ (Kategori resiko II, SNI 1726:2019 Tabel 3 Hal 24)}$$

a. Simpangan antar tingkat (Δ) ETABS

$$\delta_{ex} = 7,91$$

$$\Delta_x = \frac{C_d \times (\delta_{ex} \text{ lt } 1)}{I_e} = \frac{5,5 \times (7,91)}{1}$$

$$= 43,505 \text{ mm} < 61,538 \text{ mm (memenuhi syarat)}$$

$$\delta_{ey} = 8,426$$

$$\Delta_y = \frac{C_d \times (\delta_{ey} \text{ lt } 1)}{I_e}$$

$$= \frac{5,5 \times (8,426)}{1}$$

$$= 46,343 \text{ mm} < 61,538 \text{ mm (memenuhi syarat)}$$

b. Simpangan antar tingkat (Δ) *TSD*

$$\delta_{ex} = 7,9$$

$$\Delta_x = \frac{C_d \times (\delta_{ex} \text{ lt } 1)}{I_e} = \frac{5,5 \times (7,9)}{1}$$

$$= 43,45 \text{ mm} < 61,538 \text{ mm (memenuhi syarat)}$$

$$\delta_{ey} = 8,4$$

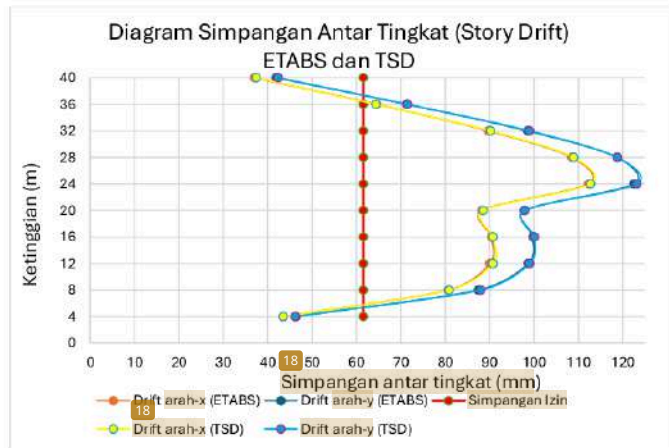
$$\Delta_y = \frac{C_d \times (\delta_{ey} \text{ lt } 1)}{I_e} = \frac{5,5 \times (8,4)}{1} = 46,2 \text{ mm} < 61,538 \text{ mm (memenuhi syarat)}$$

Berikut rekapitulasi analisis simpangan dengan prosedur analisis gempa statik pada kedua perangkat lunak.

Tabel 5.34 Hasil Analisis Simpangan Antar Lantai

Story	Drift Limit 10 (mm)	ETABS				TSD			
		ΔX (mm)	Ratio	ΔY (mm)	Ratio	ΔX (mm)	Ratio	ΔY (mm)	Ratio
Story 10	61,538	37,015	0,601	41,899	0,681	37,400	0,608	42,350	0,688
Story 9	61,538	64,548	1,049	71,390	1,160	64,350	1,046	71,500	1,162
Story 8	61,538	89,744	1,458	98,588	1,602	90,200	1,466	99,000	1,609
Story 7	61,538	108,548	1,764	118,751	1,930	108,900	1,770	118,800	1,931
Story 6	61,538	112,332	1,825	122,535	1,991	112,750	1,832	123,200	2,002
Story 5	61,538	88,275	1,434	97,862	1,590	88,550	1,439	97,900	1,591
Story 4	61,538	90,448	1,470	99,770	1,621	90,750	1,475	100,100	1,627
Story 3	61,538	90,063	1,464	98,692	1,604	90,750	1,475	99,000	1,609
Story 2	61,538	80,702	1,311	87,483	1,422	80,850	1,314	88,000	1,430
Story 1	61,538	43,505	0,707	46,343	0,753	43,450	0,706	46,200	0,751
Rata-rata			1,308		1,435		1,313		1,440

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



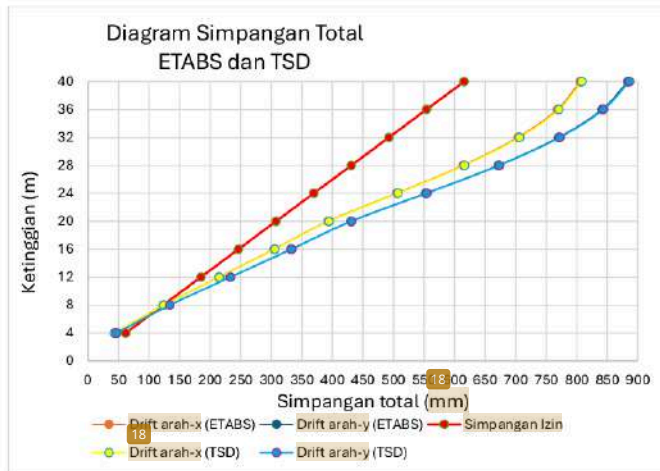
Gambar 5.98 Grafik Simpangan Antar Lantai

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.35 Hasil Analisis Simpangan Total

Story	Drift Limit 10 (mm)	ETABS				TSD			
		AX (mm)	Ratio	AY (mm)	Ratio	AX (mm)	Ratio	AY (mm)	Ratio
Story 10	615,385	805,178	1,308	883,311	1,435	807,950	1,313	886,050	1,440
Story 9	553,846	768,163	1,387	841,412	1,519	770,550	1,391	843,700	1,523
Story 8	492,308	703,615	1,429	770,022	1,564	706,200	1,434	772,200	1,569
Story 7	430,769	613,872	1,425	671,435	1,559	616,000	1,430	673,200	1,563
Story 6	369,231	505,324	1,369	552,684	1,497	507,100	1,373	554,400	1,502
Story 5	307,692	392,992	1,277	430,150	1,398	394,350	1,282	431,200	1,401
Story 4	246,154	304,717	1,238	332,288	1,350	305,800	1,242	333,300	1,354
Story 3	184,615	214,269	1,161	232,518	1,259	215,050	1,165	233,200	1,263
Story 2	123,077	124,207	1,009	133,826	1,087	124,300	1,010	134,200	1,090
Story 1	61,538	43,505	0,707	46,343	0,753	43,450	0,706	46,200	0,751
Rata-rata			1,231		1,342		1,235		1,346

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.99 Grafik Simpanan Total

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Pada prosedur analisis gempa statik, nilai simpangan antar lantai yang kedua perangkat lunak hasilkan masih melebihi simpangan antar lantai maksimum yang dibatasi oleh SNI 1726 Pasal 7.12.1.1 Hal 88. Sehingga perlu merubah konfigurasi dimensi maupun posisi elemen struktur sampai simpangan yang dihasilkan tidak melebihi simpangan yang diizinkan. Berikut konfigurasi dimensi elemen struktur dengan simpangan antar tingkat kurang dari simpangan yang diizinkan.

Tabel 5.36 Penggantian Dimensi Elemen Struktur

Elemen	Lebar (b)	Tinggi (h)	Tebal (t)
B1	350	650	-
B2	300	600	-
B3	250	400	-
Pelat	-	-	130
K1	650	750	-
K2	600	700	-

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut rekapitulasi berat seismik aktif, periode getar alami, gaya lateral akibat gempa statik, dan simpangan yang terjadi setelah penggantian dimensi elemen struktur pada kedua perangkat lunak.

Tabel 5.37 Rekapitulasi Berat Seismik Aktif Setelah Pergantian Dimensi Struktur

STORY	ETABS (kg)	TSD (kg)	Selisih (kg)
Story10	464691	471948,6267	7257,627
Story9	557755,6	557755,6046	0,005
Story8	557755,6	557755,6046	0,005
Story7	557755,6	557755,6046	0,005
Story6	557755,6	557755,6046	0,005
Story5	587681,8	588350,2521	668,452
Story4	594257,8	594257,7741	0,026
Story3	594257,8	594257,7741	0,026
Story2	594257,8	594257,7741	0,026
Story1	594257,8	594257,7741	0,026
Σ	5660426,4	5668352,394	7925,994

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.38 Rekapitulasi Periode Getar Alami Setelah Pergantian Dimensi Struktur

STORY	Tcrack (s)			Tuncrack (s)		
	ETABS	TSD	Selisih	ETABS	TSD	Selisih
Arah X	1,698	1,698	0,000	1,433	1,435	0,002
Arah Y	1,707	1,706	0,001	1,421	1,447	0,026

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.39 Rekapitulasi Gaya Lateral Setelah Pergantian Dimensi Struktur

Story	Arah X			Arah Y		
	Vx ETABS (kg)	Vx TSD (kg)	Selisih (kg)	Vy ETABS (kg)	Vy TSD (kg)	Selisih (kg)
Story 10	49401,560	50081,934	680,374	49401,560	50081,934	680,374
Story 9	99221,830	99811,658	589,828	99221,830	99811,658	589,828
Story 8	140230,580	140745,820	515,240	140230,580	140745,820	515,240
Story 7	173119,130	173574,564	455,434	173119,130	173574,564	455,434
Story 6	198611,800	199020,868	409,068	198611,800	199020,868	409,068
Story 5	218484,940	218880,454	395,514	218484,940	218880,454	395,514
Story 4	232383,040	232753,285	370,245	232383,040	232753,285	370,245
Story 3	241022,650	241377,229	354,579	241022,650	241377,229	354,579
Story 2	245443,480	245790,051	346,571	245443,480	245790,051	346,571
Story 1	246849,690	247193,690	344,000	246849,690	247193,690	344,000

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berdasarkan penelitian yang disusun oleh (Rifandi, 2020) dengan hasil bahwa semakin besar berat bangunan (W) akan semakin besar pula gaya geser yang terjadi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian ini bahwa semakin besar berat bangunan maka semakin besar juga gaya geser yang terjadi.

Tabel 5.40 Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Setelah Pergantian Dimensi Struktur

Story	Drift Limit 10 (mm)	ETABS				TSD			
		ΔX (mm)	Ratio	ΔY (mm)	Ratio	ΔX (mm)	Ratio	ΔY (mm)	Ratio
Story 10	61,538	14,647	0,238	16,605	0,270	14,300	0,232	16,500	0,268
Story 9	61,538	24,585	0,400	26,032	0,423	24,750	0,402	25,850	0,420
Story 8	61,538	33,869	0,550	35,052	0,570	34,100	0,554	35,200	0,572
Story 7	61,538	40,623	0,660	41,520	0,675	40,700	0,661	41,800	0,679
Story 6	61,538	41,470	0,674	42,306	0,687	41,250	0,670	42,350	0,688
Story 5	61,538	37,356	0,607	38,951	0,633	37,400	0,608	38,500	0,626
Story 4	61,538	38,550	0,626	39,749	0,646	39,050	0,635	40,150	0,652
Story 3	61,538	39,122	0,636	39,732	0,646	39,050	0,635	39,600	0,644
Story 2	61,538	36,779	0,598	36,234	0,589	36,850	0,599	36,300	0,590
Story 1	61,538	22,083	0,359	20,482	0,333	22,000	0,358	20,350	0,331
Rata-rata			0,535		0,547		0,535		0,547

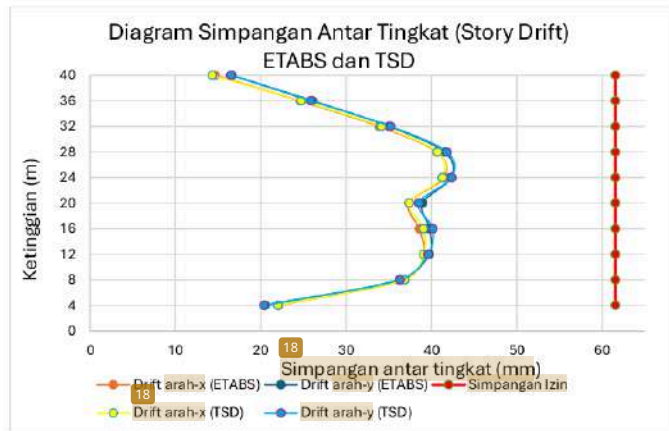
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.41 Rekapitulasi Simpangan Total Setelah Pergantian Dimensi Struktur

Story	Drift Limit 10 (mm)	ETABS				TSD			
		ΔX (mm)	Ratio	ΔY (mm)	Ratio	ΔX (mm)	Ratio	ΔY (mm)	Ratio
Story 10	615,385	329,082	0,535	336,661	0,547	338,250	0,550	336,600	0,547
Story 9	553,846	314,435	0,568	320,056	0,578	321,750	0,581	320,100	0,578
Story 8	492,308	289,850	0,589	294,025	0,597	295,900	0,601	294,250	0,598
Story 7	430,769	255,981	0,594	258,973	0,601	260,700	0,605	259,050	0,601
Story 6	369,231	215,358	0,583	217,454	0,589	218,900	0,593	217,250	0,588
Story 5	307,692	173,888	0,565	175,148	0,569	176,550	0,574	174,900	0,568
Story 4	246,154	136,532	0,555	136,197	0,553	138,050	0,561	136,400	0,554
Story 3	184,615	97,983	0,531	96,448	0,522	97,900	0,530	96,250	0,521
Story 2	123,077	58,861	0,478	56,716	0,461	58,300	0,474	56,650	0,460
Story 1	61,538	22,083	0,359	20,482	0,333	22,000	0,358	20,350	0,331
Rata-rata			0,536		0,535		0,543		0,535

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

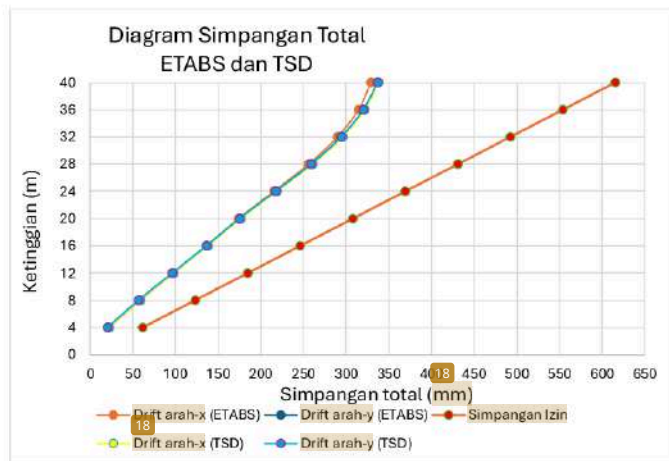
Hasil yang didapat yaitu simpangan antar tingkat pada TSD memiliki rasio rata-rata yang sama dengan ETABS yaitu sebesar 0,535 pada arah x dan 0,547 pada arah y. Hal tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Aziz dkk, 2023) dengan hasil penelitian yang didapat ialah nilai simpangan yang dihasilkan pada ETABS lebih besar dibandingkan dengan TSD dan penelitian yang disusun oleh (Rusliyana, 2024) dengan hasil simpangan TSD lebih kecil dibandingkan dengan SAP2000.



Gambar 5.100 Grafik Simpanan Antar Lantai Setelah Pergantian Dimensi

Struktur

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.101 Grafik Simpanan Total Setelah Pergantian Dimensi Struktur

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.6.6 Pengaruh P-Δ

Analisa pengaruh P-Δ mengacu pada SNI 1726:2019 Pasal 7.8.7 Hal 76. Berdasarkan pasal tersebut dikatakan bahwa pengaruh P-Δ tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas (θ) $\leq 0,10$. Koefisien stabilitas (θ) tidak boleh melebihi θ_{maks} karena struktur berpotensi tidak stabil. Dalam analisis pengaruh P-Δ menggunakan nilai beban aksial (P) total pada tingkat yang diambil dari kombinasi 1DL + 1SDL + 1LL, gaya geser seismik (V) yang bekerja pada tingkat, simpangan antar tingkat (Δ), dan tinggi tingkat dibawah lantai yang ditinjau (h_s). Berikut perhitungan analisis pengaruh P-Δ pada kedua perangkat lunak.

- a. Pengaruh P-Δ dengan output yang dihasilkan ETABS

$C_d = 5,5$ (SRPMK, SNI 2716:2019 Tabel 12 Hal 49)

$I_e = 1$ (Kategori risiko II, SNI 1726:2019 Tabel 3 Hal 24)

$\beta = 1$ (Rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser, SNI 1726:2019)

$$\theta_{maks} = \frac{0,5}{\beta C_d} = \frac{0,5}{1 \times 5,5} = 0,091$$

$$P = 6710274,800 \text{ kg}$$

$$V_x = V_y = 246911,804 \text{ kg}$$

$$\Delta_x = 22,083 \text{ mm}$$

$$\Delta_y = 20,482 \text{ mm}$$

$$h_s = 4000 \text{ mm}$$

$$\theta_x = \frac{P \Delta_x I_e}{V_x h_s C_d}$$

$$= \frac{6710274,800 \times 22,083 \times 1}{246911,804 \times 4000 \times 5,5}$$

$$= 0,027 < 0,091 \text{ (pengaruh P-}\Delta \text{ tidak perlu diperhitungkan)}$$

$$\theta_y = \frac{P \Delta_y I_e}{V_y h_s C_d}$$

$$= \frac{6710274,800 \times 20,482 \times 1}{246911,804 \times 4000 \times 5,5}$$

$$= 0,025 < 0,091 \text{ (pengaruh P-}\Delta \text{ tidak perlu diperhitungkan)}$$

- b. Pengaruh P-Δ dengan output yang dihasilkan TSD

$C_d = 5,5$ (SRPMK, SNI 2716:2019 Tabel 12 Hal 49)

$I_e = 1$ (Kategori risiko II, SNI 1726:2019 Tabel 3 Hal 24)

$\beta = 1$ (Rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser, SNI 1726:2019)

$$\theta_{maks} = \frac{0,5}{\beta C_d} = \frac{0,5}{1 \times 5,5} = 0,091$$

$$P = 6756109,479 \text{ kg}$$

$$V_x = V_y = 246849,690 \text{ kg}$$

$$\Delta_x = 22 \text{ mm}$$

$$\Delta_y = 20,35 \text{ mm}$$

$$h_s = 4000 \text{ mm}$$

$$\theta_x = \frac{P \Delta_x I_e}{V_x h_s C_d}$$

$$= \frac{6756109,479 \times 22 \times 1}{246849,690 \times 4000 \times 5,5}$$

$$= 0,027 < 0,091 \text{ (pengaruh P-}\Delta \text{ tidak perlu diperhitungkan)}$$

$$\theta_y = \frac{P \Delta_y I_e}{V_y h_s C_d}$$

$$= \frac{6756109,479 \times 20,35 \times 1}{246849,690 \times 4000 \times 5,5}$$

$$= 0,025 < 0,091 \text{ (pengaruh P-}\Delta \text{ tidak perlu diperhitungkan)}$$

Berikut rekapitulasi pengaruh P- Δ setiap lantai pada hasil output kedua perangkat lunak.

Tabel 5.42 Hasil Analisis Pengaruh P- Δ Setiap Lantai (ETABS)

Story	h (mm)	P (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Ax (mm)	Ay (mm)	θ_x	θ_y	θ_{max}	Cek
Story 10	4000	661749,640	49410,061	49410,061	14,647	16,605	0,009	0,010	0,909	$\leq \theta_{max}$
Story 9	4000	1318621,640	99240,097	99240,097	24,585	26,032	0,015	0,016	0,909	$\leq \theta_{max}$
Story 8	4000	1975493,720	140257,983	140257,983	33,869	35,052	0,022	0,022	0,909	$\leq \theta_{max}$
Story 7	4000	2632365,720	173154,865	173154,865	40,623	41,520	0,028	0,029	0,909	$\leq \theta_{max}$
Story 6	4000	3289237,640	198654,877	198654,877	41,470	42,306	0,031	0,032	0,909	$\leq \theta_{max}$
Story 5	4000	3983811,880	218534,568	218534,568	37,356	38,951	0,031	0,032	0,909	$\leq \theta_{max}$
Story 4	4000	4677186,120	232437,951	232437,951	38,550	39,749	0,035	0,036	0,909	$\leq \theta_{max}$
Story 3	4000	5370560,280	241081,411	241081,411	39,122	39,732	0,040	0,040	0,909	$\leq \theta_{max}$
Story 2	4000	6063934,520	245504,613	245504,613	36,779	36,234	0,041	0,041	0,909	$\leq \theta_{max}$
Story 1	4000	6710274,800	246911,804	246911,804	22,083	20,482	0,027	0,025	0,909	$\leq \theta_{max}$

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.43 Hasil Analisis Pengaruh P-Δ Setiap Lantai (TSD)

Story	h (mm)	P (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Ax (mm)	Ay (mm)	θx	θy	θmax	Cek
Story 10	4000	661749,729	49401,560	49401,560	13,750	15,400	0,008	0,009	0,909	≤ θmax
Story 9	4000	1318621,818	99221,830	99221,830	23,650	24,750	0,014	0,015	0,909	≤ θmax
Story 8	4000	1975493,907	140230,580	140230,580	33,550	33,550	0,021	0,021	0,909	≤ θmax
Story 7	4000	2632365,996	173119,130	173119,130	39,600	40,150	0,027	0,028	0,909	≤ θmax
Story 6	4000	3289238,085	198611,800	198611,800	40,700	40,700	0,031	0,031	0,909	≤ θmax
Story 5	4000	3982612,367	218484,940	218484,940	37,400	37,950	0,031	0,031	0,909	≤ θmax
Story 4	4000	4675986,645	232383,040	232383,040	37,950	39,050	0,035	0,036	0,909	≤ θmax
Story 3	4000	5369360,923	241022,650	241022,650	39,050	39,050	0,040	0,040	0,909	≤ θmax
Story 2	4000	6062735,201	245443,480	245443,480	36,300	35,200	0,041	0,040	0,909	≤ θmax
Story 1	4000	6756109,479	246849,690	246849,690	22,000	20,350	0,027	0,025	0,909	≤ θmax

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.6.7 Analisa ketidakberaturan struktur

Klasifikasi struktur beraturan dan tidak beraturan diatur dalam SNI 1726:2019; Pasal 7.3.2; Hal-57. Klasifikasi ini berdasarkan kondisi horizontal dan vertikal struktur yang diatur dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.3.2 Tabel 13 Hal-59 (Ketidakberaturan horizontal) dan SNI 1726:2019 Pasal 7.3.2 Tabel 14 Hal-61 (Ketidakberaturan vertikal). Berikut analisis ketidakberaturan pada hasil permodelan kedua perangkat lunak.

a. Ketidakberaturan struktur horizontal

Dalam analisa ketidakberaturan horizontal, terdapat beberapa kategori (1a, 1b, 2, 3, 4, 5a, 5b) yang perlu diperhitungkan yang sesuai dengan isi dari SNI 1726:2019 Tabel 13 Hal-59. Berikut analisa ketidakberaturan horizontal dalam kasus ini.

Tabel 5.44 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur

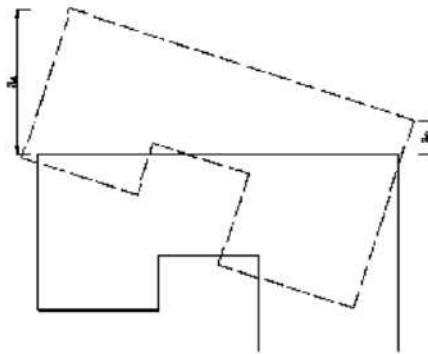
Kategori	Tipe dan penjelasan ketidakberaturan
1a	Ketidakberaturan torsi didefinisikan ada jika simpangan antar tingkat maksimum, yang dihitung termasuk torsi tak terduga dengan $A_x = 1,0$, di salah satu ujung struktur melintang terhadap suatu sumbu adalah lebih dari 1,2 kali simpangan antar tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur di mana diafragmanya kaku atau setengah kaku.
1b	Ketidakberaturan torsi berlebihan didefinisikan ada jika simpangan antar tingkat maksimum yang dihitung termasuk akibat torsi tak terduga dengan $A_x = 1,0$, di salah satu ujung struktur melintang terhadap suatu sumbu adalah lebih dari 1,4 kali simpangan antar tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi berlebihan dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur di mana diafragmanya kaku atau setengah kaku.
2	Ketidakberaturan sudut dalam didefinisikan ada jika kedua dimensi proyeksi denah struktur dari lokasi sudut dalam lebih besar dari 15 % dimensi denah struktur dalam arah yang ditinjau.

Kategori	Tipe dan penjelasan ketidakberaturan
26 3	Ketidakteraturan diskontinuitas diafragma didefinisikan ada jika terdapat suatu diafragma yang memiliki diskontinuitas atau variasi kekakuan mendadak, termasuk yang mempunyai daerah terpotong atau terbuka lebih besar dari 50 % daerah diafragma bruto yang tertutup, atau perubahan kekakuan diafragma efektif lebih dari 50 % dari suatu tingkat ke tingkat selanjutnya.
4	Ketidakteraturan akibat pergeseran tegak turus terhadap bidang didefinisikan ada jika terdapat diskontinuitas dalam lintasan tahanan gaya lateral, seperti pergeseran tegak lurus terhadap bidang pada setidaknya satu elemen vertikal pemikul gaya lateral.
5	Ketidakteraturan sistem nonparalel didefinisikan ada jika elemen vertikal pemikul gaya lateral tidak paralel terhadap sumbu sumbu ortogonal utama sistem pemikul gaya seismik.

(Sumber: SNI 1726:2019 Pasal 7.3.2 Tabel 13 Hal-59)

1) Kategori 1a dan 1b

Kategori 1a dan 1b adalah menganalisa simpangan maksimum yang terjadi akibat gempa disetiap tingkatnya dengan syarat simpangan maksimumnya melebihi 1,2 simpangan rata – rata untuk kategori 1a ($\delta_{max} > 1,2 \delta_{avg}$) dan melebihi 1,4 simpangan rata-rata untuk kategori 1b ($\delta_{max} > 1,4 \delta_{avg}$).



Gambar 5.102 Ketidakteraturan Horizontal Kategori 1a dan 1b

(Sumber: SNI 1726:2019)

Berikut perhitungan ketidakberaturan horizontal pada kedua perangkat lunak.

- Gempa arah x (ETABS)

$$\delta_A = 4,015 \text{ mm}$$

$$\delta_B = 4,015 \text{ mm}$$

$$1,2 \delta_{Average} = 1,2 \times \frac{\delta_A + \delta_B}{2}$$

$$= 1,2 \times \frac{4,015 + 4,015}{2}$$

$$= 4,818 \text{ mm}$$

$$1,4 \delta_{Average} = 1,4 \times \frac{\delta_A + \delta_B}{2}$$

$$= 1,4 \times \frac{4,015 + 4,015}{2}$$

$$= 5,621 \text{ mm}$$

$$\delta_{Max} = 4,015 \text{ mm} < 1,2 \delta_{Average} < 1,4 \delta_{Average} \text{ (tidak termasuk kategori 1a dan 1b)}$$

- Gempa arah y (ETABS)

$$\delta_A = 3,724 \text{ mm}$$

$$\delta_B = 3,724 \text{ mm}$$

$$1,2 \delta_{Average} = 1,2 \times \frac{\delta_A + \delta_B}{2}$$

$$= 1,2 \times \frac{3,724 + 3,724}{2}$$

$$= 4,469 \text{ mm}$$

$$1,4 \delta_{Average} = 1,4 \times \frac{\delta_A + \delta_B}{2}$$

$$= 1,4 \times \frac{3,724 + 3,724}{2}$$

$$= 5,214 \text{ mm}$$

$$\delta_{Max} = 4,469 \text{ mm} < 1,2 \delta_{Average} < 1,4 \delta_{Average} \text{ (tidak termasuk kategori 1a dan 1b)}$$

- Gempa arah x (TSD)

$$\delta_A = 4 \text{ mm}$$

$$\delta_B = 4 \text{ mm}$$

$$1,2 \delta_{Average} = 1,2 \times \frac{\delta_A + \delta_B}{2}$$

$$= 1,2 \times \frac{4 + 4}{2}$$

$$= 4,8 \text{ mm}$$

$$1,4 \delta_{Average} = 1,4 \times \frac{\delta_A + \delta_B}{2}$$

$$= 1,4 \times \frac{4 + 4}{2}$$

$$= 5,6 \text{ mm}$$

$\delta_{Max} = 4 \text{ mm} < 1,2 \delta_{Average} < 1,4 \delta_{Average}$ (tidak termasuk kategori 1a dan 1b)

- Gempa arah y (TSD)

$$\delta_A = 3,7 \text{ mm}$$

$$\delta_B = 3,7 \text{ mm}$$

$$1,2 \delta_{Average} = 1,2 \times \frac{\delta_A + \delta_B}{2}$$

$$= 1,2 \times \frac{3,7 + 3,7}{2}$$

$$= 4,4 \text{ mm}$$

$$1,4 \delta_{Average} = 1,4 \times \frac{\delta_A + \delta_B}{2}$$

$$= 1,4 \times \frac{3,7 + 3,7}{2}$$

$$= 5,18 \text{ mm}$$

$\delta_{Max} = 4,4 \text{ mm} < 1,2 \delta_{Average} < 1,4 \delta_{Average}$ (tidak termasuk kategori 1a dan 1b)

Berikut rekapitulasi perhitungan ketidakberaturan horizontal kategori 1a dan 1b setiap lantai pada hasil output kedua perangkat lunak.

Tabel 5.45 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 1a dan 1b Arah X (ETABS)

Story	height (mm)	Perpindahan		δ_{max} (mm)	$1,2 \delta_{avg}$ (mm)	$1,4 \delta_{avg}$ (mm)	$\delta_{max} > 1,2 \delta_{avg}$ atau $\delta_{max} > 1,4 \delta_{avg}$
		δ_a (mm)	δ_b (mm)				
Story 10	4000	59,833	59,833	59,833	71,800	83,766	NOT OK
Story 9	4000	57,170	57,170	57,170	68,604	80,038	NOT OK
Story 8	4000	52,700	52,700	52,700	63,240	73,780	NOT OK
Story 7	4000	46,542	46,542	46,542	55,850	65,159	NOT OK
Story 6	4000	39,156	39,156	39,156	46,987	54,818	NOT OK
Story 5	4000	31,616	31,616	31,616	37,939	44,262	NOT OK
Story 4	4000	24,824	24,824	24,824	29,789	34,754	NOT OK
Story 3	4000	17,815	17,815	17,815	21,378	24,941	NOT OK
Story 2	4000	10,702	10,702	10,702	12,842	14,983	NOT OK
Story 1	4000	4,015	4,015	4,015	4,818	5,621	NOT OK

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.46 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 1a dan 1b Arah Y (ETABS)

Story	height (mm)	Perpindahan		δ_{max} (mm)	$1,2 \delta_{avg}$ (mm)	$1,4 \delta_{avg}$ (mm)	$\delta_{max} > 1,2 \delta_{avg}$ atau $\delta_{max} > 1,4 \delta_{avg}$
		δ_a (mm)	δ_b (mm)				
Story 10	4000	61,211	61,211	61,211	73,453	85,695	NOT OK
Story 9	4000	58,192	58,192	58,192	69,830	81,469	NOT OK
Story 8	4000	53,459	53,459	53,459	64,151	74,843	NOT OK
Story 7	4000	47,086	47,086	47,086	56,503	65,920	NOT OK
Story 6	4000	39,537	39,537	39,537	47,444	55,352	NOT OK
Story 5	4000	31,845	31,845	31,845	38,214	44,583	NOT OK
Story 4	4000	24,763	24,763	24,763	29,716	34,668	NOT OK
Story 3	4000	17,536	17,536	17,536	21,043	24,550	NOT OK
Story 2	4000	10,312	10,312	10,312	12,374	14,437	NOT OK
Story 1	4000	3,724	3,724	3,724	4,469	5,214	NOT OK

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.47 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 1a dan 1b Arah X (TSD)

Story	height (mm)	Perpindahan		δ_{max} (mm)	$1,2 \delta_{avg}$ (mm)	$1,4 \delta_{avg}$ (mm)	$\delta_{max} > 1,2 \delta_{avg}$ atau $\delta_{max} > 1,4 \delta_{avg}$
		δ_a (mm)	δ_b (mm)				
Story 10	4000	58,9	58,9	58,900	70,680	82,460	NOT OK
Story 9	4000	56,4	56,4	56,400	67,680	78,960	NOT OK
Story 8	4000	52,1	52,1	52,100	62,520	72,940	NOT OK
Story 7	4000	46	46	46,000	55,200	64,400	NOT OK
Story 6	4000	38,8	38,8	38,800	46,560	54,320	NOT OK
Story 5	4000	31,4	31,4	31,400	37,680	43,960	NOT OK
Story 4	4000	24,6	24,6	24,600	29,520	34,440	NOT OK
Story 3	4000	17,7	17,7	17,700	21,240	24,780	NOT OK
Story 2	4000	10,6	10,6	10,600	12,720	14,840	NOT OK
Story 1	4000	4	4	4,000	4,800	5,600	NOT OK

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

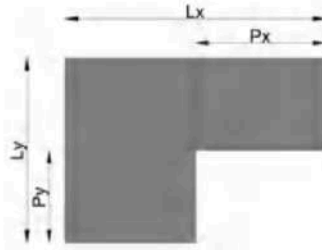
Tabel 5.48 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 1a dan 1b Arah Y (TSD)

Story	height (mm)	Perpindahan		δ_{max} (mm)	$1,2 \delta_{avg}$ (mm)	$1,4 \delta_{avg}$ (mm)	$\delta_{max} > 1,2 \delta_{avg}$ atau $\delta_{max} > 1,4 \delta_{avg}$
		δ_a (mm)	δ_b (mm)				
Story 10	4000	59,3	59,3	59,300	71,160	83,020	NOT OK
Story 9	4000	56,5	56,5	56,500	67,800	79,100	NOT OK
Story 8	4000	52	52	52,000	62,400	72,800	NOT OK
Story 7	4000	45,9	45,9	45,900	55,080	64,260	NOT OK
Story 6	4000	38,6	38,6	38,600	46,320	54,040	NOT OK
Story 5	4000	31,2	31,2	31,200	37,440	43,680	NOT OK
Story 4	4000	24,3	24,3	24,300	29,160	34,020	NOT OK
Story 3	4000	17,2	17,2	17,200	20,640	24,080	NOT OK
Story 2	4000	10,1	10,1	10,100	12,120	14,140	NOT OK
Story 1	4000	3,7	3,7	3,700	4,440	5,180	NOT OK

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

2) Kategori 2

Kategori ini merupakan parameter yang mengindikasikan sebuah struktur memiliki ketidakberaturan sudut dalam. Dalam penelitian ini denah yang digunakan adalah persegi panjang tanpa adanya cekungan atau sudut dalam didenahnya, sehingga struktur tidak tergolong kategori 2.



Gambar 5.103 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 2

(Sumber: SNI 1726:2019)

3) Kategori 3

Kategori ini merupakan parameter yang mengindikasikan sebuah struktur memiliki diskontinuitas diafragma dengan luasan lantai terbuka lebih dari 50%. Pada penelitian ini setiap lantai ditutup oleh pelat sehingga tidak termasuk kategori 3.



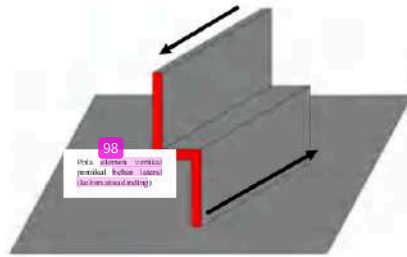
Gambar 5.104 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 3

(Sumber: SNI 1726:2019)

4) Kategori 4

Kategori ini merupakan parameter yang mengindikasikan sebuah struktur memiliki diskontinuitas dalam lintasan gaya lateral. Dalam penelitian ini

struktur tidak menggunakan *shear wall* yang menahan gaya lateral. Sehingga tidak tergolong kategori 4.

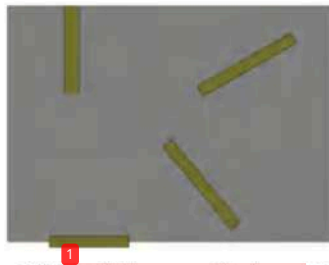


Gambar 5.105 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 4

(Sumber: SNI 1726:2019)

5) Kategori 5

Kategori ini merupakan parameter yang mengindikasikan sebuah struktur memiliki ketidakberaturan sistem non paralel. Pada penelitian ini kolom posisinya paralel terhadap sumbu utama struktur. Jadi tidak tergolong kategori 5.



Gambar 5.106 Ketidakberaturan Horizontal Kategori 5

(Sumber: SNI 1726:2019)

b. Analisa ketidakberaturan vertikal

Dalam analisa ketidakberaturan vertikal, terdapat beberapa kategori (1a, 1b, 2, 3, 4, 5a, 5b) yang perlu diperhitungkan yang sesuai dengan isi dari SNI 1726:2019; Tabel 14; Hal-61. Berikut analisis ketidakberaturan vertikal dalam kasus ini.

Tabel 5.49 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur

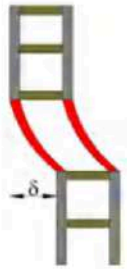
Kategori	Tipe dan penjelasan ketidakberaturan
1a	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 70 % kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80 % kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya.
1b	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 60 % kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 70 % kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya.
2	Ketidakberaturan Berat (Massa) didefinisikan ada jika massa efektif di sebarang tingkat lebih dari 150 % massa efektif tingkat di dekatnya. Atap yang lebih ringan dari lantai di bawahnya tidak perlu ditinjau.
3	Ketidakberaturan Geometri Vertikal didefinisikan ada jika dimensi horizontal sistem pemikul gaya seismik di sebarang tingkat lebih dari 130 % dimensi horizontal sistem pemikul gaya seismik tingkat di dekatnya.
4	Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral didefinisikan ada jika pergeseran arah bidang elemen pemikul gaya lateral lebih besar dari panjang elemen itu atau terdapat reduksi kekakuan elemen pemikul di tingkat di bawahnya.
5a	Ketidakberaturan tingkat lemah akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat didefinisikan ada jika kekuatan lateral suatu tingkat kurang dari 80 % kekuatan lateral tingkat di atasnya. Kekuatan lateral tingkat adalah kekuatan total semua elemen pemikul seismik yang berbagi geser tingkat pada arah yang ditinjau.
5b	Ketidakberaturan tingkat lemah berlebihan akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat didefinisikan ada jika kekuatan lateral suatu tingkat kurang dari 65 % kekuatan lateral tingkat di atasnya. Kekuatan lateral tingkat adalah kekuatan total semua elemen pemikul seismik yang berbagi geser tingkat pada arah yang ditinjau.

(Sumber: SNI 1726:2019; Tabel 14; Hal-61)

6

1) Kategori 1a dan 1b

Kategori ini mengklasifikasikan struktur memiliki kekakuan tingkat lunak dengan ketentuan kekakuan lateral kurang dari 70% kekakuan di tingkat atasnya atau 80% kekakuan lateral dari rata-rata tiga tingkat di atasnya (kategori 1a). Sedangkan untuk kategori 1b parameter yang dipakai yaitu <60% dan <70%.



Gambar 5.107 Ketidakberaturan Vertikal Kategori 1a dan 1b

(Sumber: SNI 1726:2019)

Berikut perhitungan analisis ketidakberaturan vertikal kategori 1a dan 1b pada setiap lantai

$$E_{\text{beton}} = 4700 \times \sqrt{f_c'} = 4700 \times \sqrt{30} = 25742,96 \text{ Mpa}$$

$$I_x (K2 = 600/700) = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{600 \times 700^3}{12} = 17150000000 \text{ mm}^4$$

$$I_y (K2 = 600/700) = \frac{h \times b^3}{12} = \frac{700 \times 600^3}{12} = 12600000000 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned} K_x (K2 = 600/700) &= \frac{12 \times E \times I_y}{L^3} \times n \text{ kolom pada lantai yang ditinjau} \\ &= \frac{12 \times 25742,96 \times 12600000000}{4000^3} \times 24 \\ &= 1459625,843 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_y (K2 = 600/700) &= \frac{12 \times E \times I_x}{L^3} \times n \text{ kolom pada lantai yang ditinjau} \\ &= \frac{12 \times 25742,96 \times 17150000000}{4000^3} \times 24 \\ &= 1986712,954 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

$$I_x (K1 = 650/750) = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{650 \times 750^3}{12} = 22851562500 \text{ mm}^4$$

$$I_y (K1 = 650/750) = \frac{h \times b^3}{12} = \frac{750 \times 650^3}{12} = 17164062500 \text{ mm}^4$$

$$K_x (K1 = 650/750) = \frac{12 \times E \times I_y}{L^3} \times n \text{ kolom pada lantai yang ditinjau}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{12 \times 25742,96 \times 17164062500}{4000^3} \times 24 \\
&= 1988342 \text{ N/mm} \\
K_y (K1 = 650/750) &= \frac{12 \times E \times I_x}{L^3} \times n \text{ kolom pada lantai yang ditinjau} \\
&= \frac{12 \times 25742,96 \times 22851562500}{4000^3} \times 24 \\
&= 2647200,888 \text{ N/mm}
\end{aligned}$$

Tabel 5.50 Rekapitulasi Kekakuan Lateral Setiap Lantai

Story	L (mm)	Jumlah Kolom (n)	Jenis Kolom	b (mm)	h (mm)	I _x (mm ⁴)	I _y (mm ⁴)	K _x (N/mm)	K _y (N/mm)
Story 10	4000	24	K2	600	700	17150000000,000	12600000000,000	1459625,843	1986712,954
Story 9	4000	24	K2	600	700	17150000000,000	12600000000,000	1459625,843	1986712,954
Story 8	4000	24	K2	600	700	17150000000,000	12600000000,000	1459625,843	1986712,954
Story 7	4000	24	K2	600	700	17150000000,000	12600000000,000	1459625,843	1986712,954
Story 6	4000	24	K2	600	700	17150000000,000	12600000000,000	1459625,843	1986712,954
Story 5	4000	24	K1	650	750	22851562500,000	17164062500,000	1988342,000	2647200,888
Story 4	4000	24	K1	650	750	22851562500,000	17164062500,000	1988342,000	2647200,888
Story 3	4000	24	K1	650	750	22851562500,000	17164062500,000	1988342,000	2647200,888
Story 2	4000	24	K1	650	750	22851562500,000	17164062500,000	1988342,000	2647200,888
Story 1	4000	24	K1	650	750	22851562500,000	17164062500,000	1988342,000	2647200,888

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

a) Lantai 1

$$K_x \text{ lantai 1} = K_x \text{ lantai 2} = K_x \text{ lantai 3} = K_x \text{ lantai 4} = 1988342 \text{ N/mm}$$

$$K_y \text{ lantai 1} = K_y \text{ lantai 2} = K_y \text{ lantai 3} = K_y \text{ lantai 4} = 2647200,888 \text{ N/mm}$$

$$\begin{aligned}
70\% K_x \text{ lantai 2} &= \frac{70}{100} \times 1988342 \\
&= 1391839,400 \text{ N/mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
60\% K_x \text{ lantai 2} &= \frac{60}{100} \times 1988342 \\
&= 1193005,200 \text{ N/mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
80\% (\text{rata-rata } K_x \text{ lantai 2 sampai 4}) &= \frac{80}{100} \times \frac{1988342 \times 3}{3} \\
&= 1590673,600 \text{ N/mm}
\end{aligned}$$

$$70\% \text{ (rata-rata } K_x \text{ lantai 2 sampai 4)} = \frac{70}{100} \times \frac{1988342 \times 3}{3}$$

$$= 1391839,400 \text{ N/mm}$$

$$70\% K_y \text{ lantai 2} = \frac{70}{100} \times 2647200,888$$

$$= 1853040,622 \text{ N/mm}$$

$$60\% K_y \text{ lantai 2} = \frac{60}{100} \times 2647200,888$$

$$= 1588320,533 \text{ N/mm}$$

$$80\% \text{ (rata-rata } K_y \text{ lantai 2 sampai 4)} = \frac{80}{100} \times \frac{2647200,888 \times 3}{3}$$

$$= 2117760,710 \text{ N/mm}$$

$$70\% \text{ (rata-rata } K_y \text{ lantai 2 sampai 4)} = \frac{70}{100} \times \frac{2647200,888 \times 3}{3}$$

$$= 1853040,622 \text{ N/mm}$$

Berikut rekapitulasi analisis ketidakberaturan vertikal kategori 1a dan 1b.

Tabel 5.51 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Kategori 1a

Story	Kx	Cek Persyaratan kategori 1a				Ky	Cek Persyaratan kategori 1a			
	N/mm	<70 %		<80 %		N/mm	<70 %		<80 %	
Story 10	1459625,843	-		-		1986712,954	-		-	
Story 9	1459625,843	1021738,090	NOT OK	-		1986712,954	1390699,068	NOT OK	-	
Story 8	1459625,843	1021738,090	NOT OK	-		1986712,954	1390699,068	NOT OK	-	
Story 7	1459625,843	1021738,090	NOT OK	1167700,675	NOT OK	1986712,954	1390699,068	NOT OK	1589370,363	NOT OK
Story 6	1459625,843	1021738,090	NOT OK	1167700,675	NOT OK	1986712,954	1390699,068	NOT OK	1589370,363	NOT OK
Story 5	1988342,000	1021738,090	NOT OK	1167700,675	NOT OK	2647200,888	1390699,068	NOT OK	1589370,363	NOT OK
Story 4	1988342,000	1391839,400	NOT OK	1308691,650	NOT OK	2647200,888	1853040,622	NOT OK	1765500,479	NOT OK
Story 3	1988342,000	1391839,400	NOT OK	1449682,625	NOT OK	2647200,888	1853040,622	NOT OK	1941630,595	NOT OK
Story 2	1988342,000	1391839,400	NOT OK	1590673,600	NOT OK	2647200,888	1853040,622	NOT OK	2117760,710	NOT OK
Story 1	1988342,000	1391839,400	NOT OK	1590673,600	NOT OK	2647200,888	1853040,622	NOT OK	2117760,710	NOT OK

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.52 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Kategori 1b

Story	Kx	Cek Persyaratan kategori 1b				Ky	Cek Persyaratan kategori 1b			
	N/mm	<60 %		<70 %		N/mm	<60 %		<70 %	
Story 10	1459625,843	-		-		1986712,954	-		-	
Story 9	1459625,843	875775,506	NOT OK	-		1986712,954	1192027,772	NOT OK	-	
Story 8	1459625,843	875775,506	NOT OK	-		1986712,954	1192027,772	NOT OK	-	
Story 7	1459625,843	875775,506	NOT OK	1021738,090	NOT OK	1986712,954	1192027,772	NOT OK	1390699,068	NOT OK
Story 6	1459625,843	875775,506	NOT OK	1021738,090	NOT OK	1986712,954	1192027,772	NOT OK	1390699,068	NOT OK
Story 5	1988342,000	875775,506	NOT OK	1021738,090	NOT OK	2647200,888	1192027,772	NOT OK	1390699,068	NOT OK
Story 4	1988342,000	1193005,200	NOT OK	1145105,194	NOT OK	2647200,888	1588320,533	NOT OK	1544812,919	NOT OK

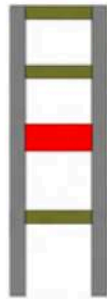
Story	Kx	Cek Persyaratan kategori 1b				Ky	Cek Persyaratan kategori 1b			
	N/mm	<60 %		<70 %		N/mm	<60 %		<70 %	
Story 3	1988342,000	1193005,200	NOT OK	1268472,297	NOT OK	2647200,888	1588320,533	NOT OK	1698926,770	NOT OK
Story 2	1988342,000	1193005,200	NOT OK	1391839,400	NOT OK	2647200,888	1588320,533	NOT OK	1853040,622	NOT OK
Story 1	1988342,000	1193005,200	NOT OK	1391839,400	NOT OK	2647200,888	1588320,533	NOT OK	1853040,622	NOT OK

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Dapat disimpulkan bahwa antara parameter ⁴ ketidakteraturan vertikal kategori 1a dan kategori 1b tidak ada satupun yang memenuhi. Sehingga struktur dapat dikatakan tidak tergolong ketidakteraturan vertikal kategori 1a dan 1b.

2) ⁶ Kategori 2

Kategori ini mengklasifikasikan struktur memiliki ketidakteraturan berat (massa) jika massa disuatu tingkat melebihi 150% massa tingkat didekatnya (SNI 1726:2019; Gambar 6b; Hal-62). Pada penelitian ini tidak ada massa di suatu tingkat yang melebihi 150% massa tingkat didekatnya, maka tidak termasuk ketidakteraturan vertikal kategori 2.



Gambar 5.109 Ketidakteraturan Vertikal Kategori ⁸ 2

(Sumber: SNI 1726:2019)

Tabel 5.53 Analisa Ketidakteraturan Massa Kategori 2

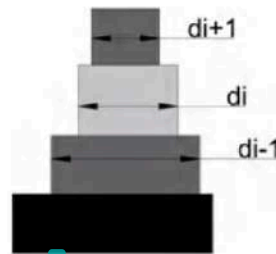
Story	ETABS					TSD				
	Berat (kg)	Diatas W_i		Dibawah W_i		Berat (kg)	Diatas W_i		Dibawah W_i	
		1,5 W_{i+1}		1,5 W_{i-1}			1,5 W_{i+1}		1,5 W_{i-1}	
Story 10	464691,000	-	-	836633,400	NOT OK	471948,627	-	-	836633,407	NOT OK
Story 9	557755,600	697036,500	NOT OK	836633,400	NOT OK	557755,605	707922,940	NOT OK	836633,407	NOT OK

Story	ETABS					TSD				
	Berat (kg)	Diatas W_i		Dibawah W_i		Berat (kg)	Diatas W_i		Dibawah W_i	
		$1,5 W_{i+1}$		$1,5 W_{i-1}$			$1,5 W_{i+1}$		$1,5 W_{i-1}$	
Story 8	557755,600	836633,400	NOT OK	836633,400	NOT OK	557755,605	836633,407	NOT OK	836633,407	NOT OK
Story 7	557755,600	836633,400	NOT OK	836633,400	NOT OK	557755,605	836633,407	NOT OK	836633,407	NOT OK
Story 6	557755,600	836633,400	NOT OK	881522,700	NOT OK	557755,605	836633,407	NOT OK	882525,378	NOT OK
Story 5	587681,800	836633,400	NOT OK	891386,700	NOT OK	588350,252	836633,407	NOT OK	891386,661	NOT OK
Story 4	594257,800	881522,700	NOT OK	891386,700	NOT OK	594257,774	882525,378	NOT OK	891386,661	NOT OK
Story 3	594257,800	891386,700	NOT OK	891386,700	NOT OK	594257,774	891386,661	NOT OK	891386,661	NOT OK
Story 2	594257,800	891386,700	NOT OK	891386,700	NOT OK	594257,774	891386,661	NOT OK	891386,661	NOT OK
Story 1	594257,800	891386,700	NOT OK	-	-	594257,774	891386,661	NOT OK	-	-

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

3) Kategori 3

Kategori ini mengklasifikasikan ketidakberaturan dari geometri vertikal struktur jika dimensi horizontal disebarkan tingkat melebihi 130% dari dimensi terdekatnya. Pada penelitian ini, dimensi horizontal setiap lantai adalah sama, maka struktur tidak termasuk ketidakberaturan vertikal kategori 3.

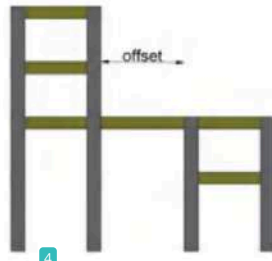


Gambar 5.109 Ketidakberaturan Vertikal Kategori 3

(Sumber: SNI 1726:2019)

4) Kategori 4

Kategori ini terkait diskontinuitas bidang pada elemen vertikal pemikul gaya lateral. Pada penelitian ini elemen vertikal seperti kolom saling menerus dari bawah keatas, sehingga tidak tergolong kategori 4.



Gambar 5.10 Ketidakberaturan Vertikal Kategori 4

(Sumber: SNI 1726:2019)

5) Kategori 5a dan 5b

Kategori ini terkait tingkat tinggi lemah akibat diskontinuitas kekuatan lateral. Pada penelitian ini seperti pada perhitungan kekakuan lateral sebelumnya, bahwa kekakuan lateral tiap lantai relatif sama sehingga dapat disimpulkan struktur tidak tergolong kategori 5a dan 5b.



Gambar 5.111 Ketidakberaturan Vertikal Kategori 5

(Sumber: SNI 1726:2019)

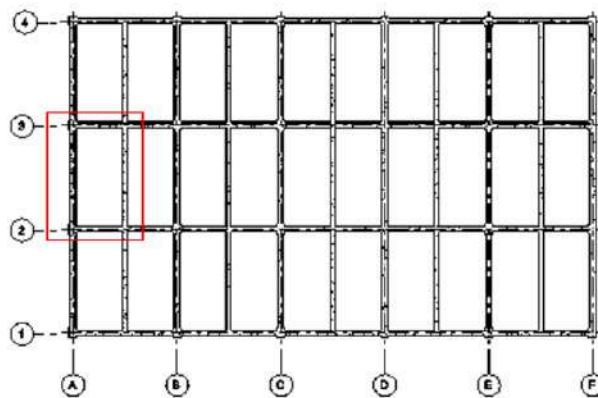
52

5.7 Desain Elemen Struktur

Elemen struktur yang didesain meliputi pelat, balok, kolom, dan hubungan balok-kolom.

5.7.1 Desain pelat

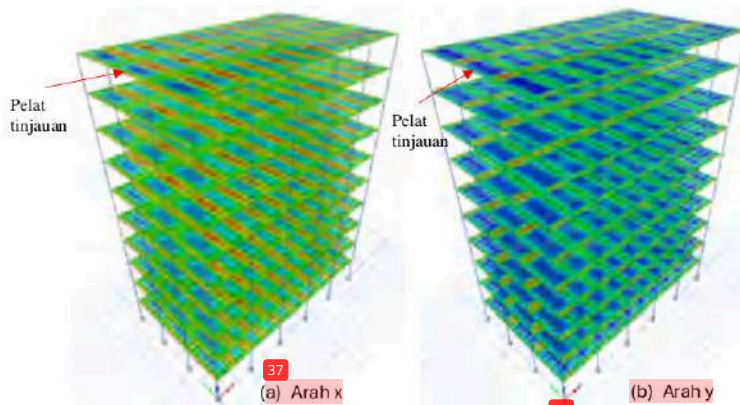
Pelat yang didesain merupakan pelat yang berada di lantai 10 dengan panjang 6000 mm, lebar 3000 mm, tebal pelat 130 mm, selimut setebal 20 mm, mutu kuat tekan beton (f_c') sebesar 30 Mpa, dan mutu tulangan leleh baja (f_y) sebesar 420 Mpa. Berikut perhitungan desain pelat pada kedua perangkat lunak.



Gambar 5.112 Pelat Yang Didesain Pada Lantai 10 Grid 2-3/A-B

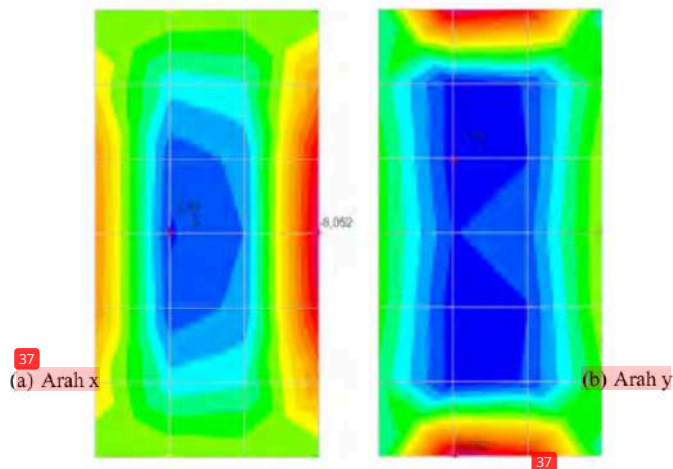
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Pada saat permodelan struktur dengan *ETABS*, pelat dimodelkan sebagai *shell*, pelat difungsikan untuk membantu menahan gaya yang terjadi. Gaya dalam yang terjadi dapat dilihat pada *ETABS*.



Gambar 5.113 Distribusi Momen Pelat Pada *ETABS* (a) Arah x (b) Arah Y

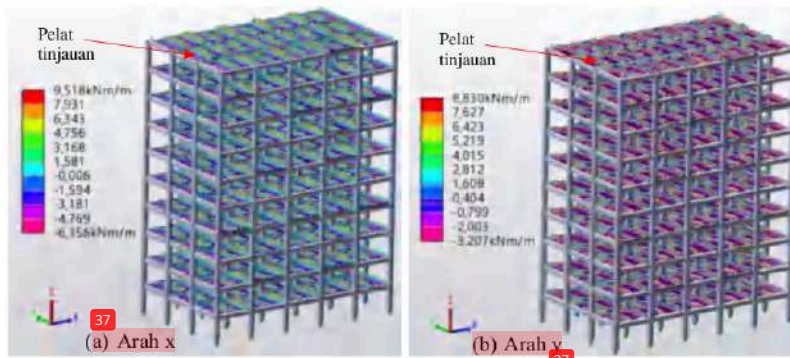
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.114 Distribusi Momen Pelat Tinjauan Pada ETABS (a) Arah x (b) Arah Y

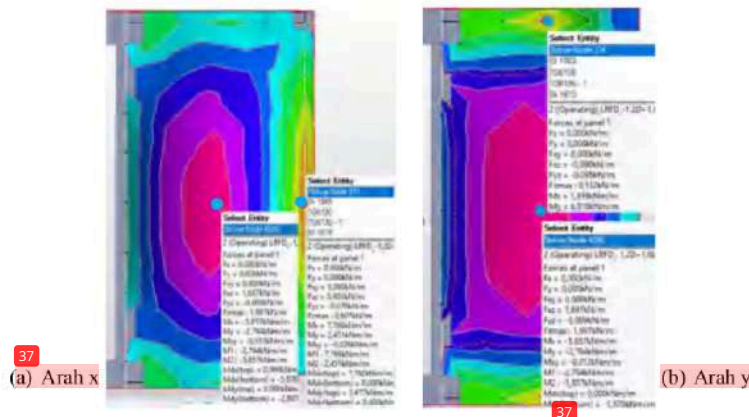
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Pada saat permodelan struktur dengan TSD, pelat dimodelkan sebagai *slab on beam*, pelat difungsikan untuk membantu menahan gaya yang terjadi. Gaya dalam yang terjadi dapat dilihat pada TSD.



Gambar 5.115 Distribusi Momen Pelat Pada TSD (a) Arah x (b) Arah Y

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.116 Distribusi Momen Pelat Tinjauan Pada TSD (a) Arah x (b) Arah Y

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.54 Rekapitulasi Gaya Momen Yang Terjadi Pada Pelat Lantai

Posisi	Mu ETABS (kNm)	Mu TSD (kNm)	COMB
MLX	5,105	5,857	COMB2
MTX	8,05	7,77	COMB2
MLY	1,791	2,794	COMB2
MTY	5,052	6,918	COMB2

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut merupakan perhitungan tulangan lentur pada lapangan arah x pada ETABS dengan momen sebesar 5105000 Nmm, dicoba menggunakan tulangan lentur (D_1) 10 mm.

a. Step 1, menghitung nilai momen nominal M_n

Nilai awal ϕ diasumsikan sebesar $\phi = 0,9$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5105000}{0,9} = 5672222,222 \text{ Nmm}$$

b. Step 2, menghitung luas tulangan minimum

Berdasarkan SNI 2847-2019; Tabel 7.6.1.1; Hal-123, nilai A_{smin} untuk $f_y \geq 420$

Mpa diambil dari nilai terbesar dua persamaan berikut:

$$A_{smin1} = 0,0014 A_g = 0,0014 \times 1000 \times 130 = 182 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin2} = \frac{0,0018 \times 420}{f_y} \times A_g = \frac{0,0018 \times 420}{420} \times 1000 \times 130 = 234 \text{ mm}^2$$

Maka diambil luas tulangan minimum sebesar, $A_{smin} = 234 \text{ mm}^2$

c. Step 3, hitung nilai R_n dan m

$$\begin{aligned} \text{Tinggi efektif balok (d)} &= (h - t_s - \frac{1}{2} \times D_t) \\ &= (130 - 20 - \frac{1}{2} \times 10) \\ &= 105 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coefficient of resistance (R}_n\text{)} &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\ &= \frac{5672222,222}{1000 \times 105^2} \\ &= 0,514 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai parameter (m)} = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{420}{0,85 \times 30} = 16,471$$

d. Step 4, hitung nilai rasio tulangan

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,471} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,471 \times 0,514}{420}} \right) = 0,0123$$

e. Step 5, hitung nilai luas tulangan yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} \text{Tulangan (A}_{sperlu}\text{)} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0123 \times 1000 \times 105 \\ &= 129,9462 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Karena $A_{sperlu} < A_{smin}$, dipakai luas tulangan perlu sebesar $A_{smin} = 234 \text{ mm}^2$

f. Step 6, hitung jarak spasi pelat (s) dan jarak spasi maksimum pelat (s_{max})

$$s_{perlu} = \frac{b \times 1/4 \times \pi \times D_t^2}{A_{sperlu}} = \frac{1000 \times 1/4 \times \pi \times 10^2}{234} = 335,64 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 7.7.2.3 Hal-126, nilai spasi pelat maksimal harus kurang dari $3h$ atau 450 mm .

$$s_{max1} = 3 \times h = 3 \times 130 = 390 \text{ mm}$$

$$s_{max2} = 450 \text{ mm}$$

Maka jarak spasi (s) pelat digunakan 330 mm

Jadi dengan jarak spasi 330 mm , didapat $A_{sterpasang}$ sebesar:

$$A_{sterpasang} = \frac{b \times 1/4 \times \pi \times D_t^2}{s_{pakai}} = \frac{1000 \times 1/4 \times \pi \times 10^2}{234} = 238 \text{ mm}$$

g. Step 7, hitung nilai a berdasarkan tulangan pakai

$$a = \frac{A_{\text{stapung}} \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{238 \times 420}{0,85 \times 30 \times 1000} = 3,92 \text{ mm}$$

h. Step 8, hitung nilai tinggi garis netral (c)

$$\beta = 0,85 - 0,05 \left(\frac{f_c' - 28}{7} \right) \text{ (SNI 2847:2019 Tabel 22.2.2.4.3 Hal-478)}$$

$$= 0,836$$

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{3,92}{0,836} = 4,691 \text{ mm}$$

i. Step 9, cek kategori penampang

Dikarenakan satu lapis, maka $d_t = d$. Maka untuk cek kategori penampang menggunakan:

$$\frac{c}{d_t} < 0,375$$

$$\frac{4,691}{105} < 0,375$$

$0,0447 < 0,375$ (Terkontrol tarik), sehingga nilai reduksi yang digunakan adalah

$$\phi = 0,9$$

j. Step 10, hitung dan periksa kapasitas penampang

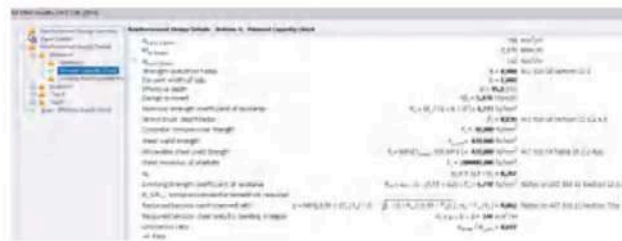
$$\phi M_n = \phi \times A_{\text{stapung}} \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 0,9 \times 238 \times 420 \times \left(105 - \frac{3,92}{2} \right)$$

$$= 9269869,30 \text{ Nmm} > 5105000,00 \text{ Nmm (Mu).....(OK)}$$

$\phi M_n > M_u$, sehingga tulangan D10-330 mm dapat digunakan untuk menahan momen lapangan pelat arah x.

Dalam mendesain tulangan lentur pada *TSD* dapat dilakukan secara otomatis oleh *TSD* itu sendiri dengan mengacu ACI 318-14. Perhitungan meliputi pengecekan syarat dan juga perhitungan desain tulangan lentur pada tulangan atas dan bawah arah x maupun arah y. Berikut tampilan perhitungan otomatis desasin tulangan lentur bawah arah x pada *TSD*.



Gambar 5.117 Tampilan Perhitungan Otomatis Desain Tulangan Lentur Pelat Pada TSD
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

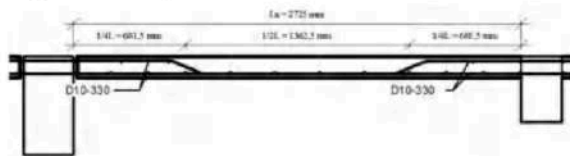
Berikut rekapitulasi hasil desain tulangan lentur pada pelat.

Tabel 5.55 Rekapitulasi Hasil Desain Tulangan Lentur Pelat

Posisi	ETABS				TSD			
	Tulangan Lentur	ØMn (kNm)	Mu (kNm)	Ratio	Tulangan Lentur	ØMn (kNm)	Mu (kNm)	Ratio
MLX	D10-330	9,270	5,105	0,551	D10-330	9,270	5,857	0,632
MTX	D10-330	9,270	8,052	0,869	D10-330	9,270	7,766	0,838
MLY	D10-330	8,370	1,791	0,214	D10-390	8,370	2,794	0,334
MTY	D10-330	8,370	5,052	0,604	D10-330	8,370	6,918	0,827
Rata-rata				0,559	Rata-rata			0,657

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Hasil desain tulangan lentur pelat didapat hasil bahwa rasio tulangan rata-rata yang dihasilkan oleh TSD cenderung lebih besar dibandingkan dengan ETABS. Rasio tulangan yang dihasilkan oleh TSD sebesar 0,657, sedangkan ETABS memiliki rasio lebih kecil yaitu sebesar 0,559.



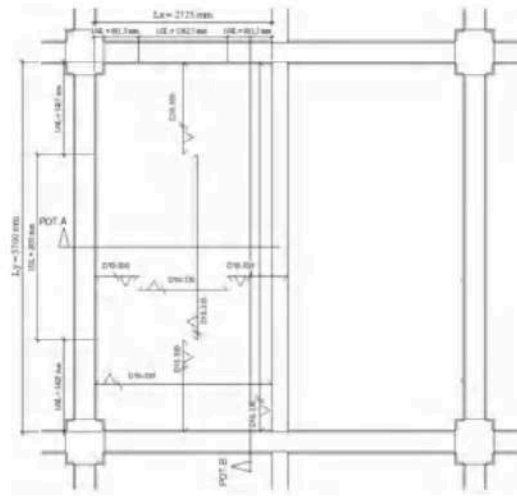
Gambar 5.118 Potongan A-A Pelat

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

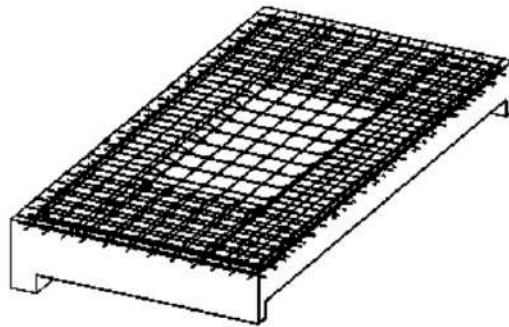


Gambar 5.119 Potongan B-B Pelat

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



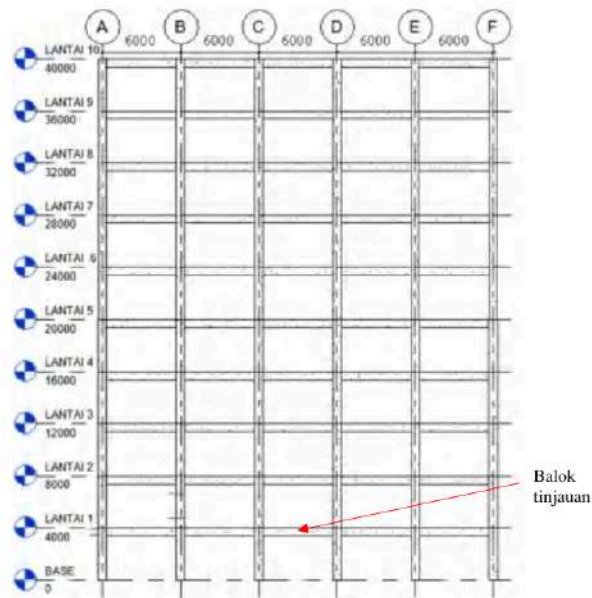
Gambar 5.120 Penulangan Pelat
28
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.121 3D Penulangan Pelat
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.7.2 Desain balok

Desain pada balok meliputi desain tulangan lentur, tulangan geser, dan tulangan torsi. Setelah melakukan pendesain-an tulangan, perlu dilakukan pengecekan syarat-syarat yang berlaku untuk balok SRPMK mengacu SNI 2847:2019 Pasal 18.6 Hal-376. Pada penelitian ini balok yang ditinjau pada grid 2C-D lantai 1



Gambar 5.122 Balok Tinjauan (Grid 2/C-D Lantai 1)

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

a. Desain tulangan lentur

Pada desain tulangan lentur, hasil analisis yang dikeluarkan berupa momen yang terjadi pada balok. Untuk mendapatkan konfigurasi tulangan balok, perlu dihitung dengan mengacu SNI 2847:2019 Pasal 9. Berikut rekapitulasi momen ultimit yang terjadi pada balok yang dihasilkan oleh kedua perangkat lunak.

Tabel 5.56 Rekapitulasi Momen Ultimit Pada Balok (Grid 2C-D)

Posisi	Mu ETABS (kNm)	COMB	Mu TSD (kNm)	COMB
Tumpuan atas	-357,4222	Comb9	-351,103	COMB9
Tumpuan bawah	165,1698	Comb16	160,572	COMB15
Lapangan atas	-126,3375	Comb9	-102,485	COMB18
Lapangan bawah	133,0535	Comb2	132,252	COMB2

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut perhitungan tulangan lentur tumpuan atas pada balok B1 350 x 650 (grid 2C-D) dengan momen ultimate sebesar -357422200 Nmm. Tulangan balok dicoba dengan tulangan utama (D_t) 22 mm dan tulangan sengkang ($\emptyset s$) 10 mm.

- 1) Step 1, menghitung nilai momen nominal M_n

Nilai awal ϕ diasumsikan sebesar $\phi = 0,9$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{357422200,00}{0,9} = 397135777,8 \text{ Nmm}$$

- 2) Step 2, menghitung rasio minimum dan maksimum

Berdasarkan SNI 2847-2019; Pasal 9.7.1.2; Hal-189, nilai rasio minimum diambil dari nilai terbesar dua persamaan berikut:

$$\rho_{min1} = \frac{0,25\sqrt{f_c'}}{f_y} = \frac{0,25\sqrt{30}}{420} = 0,00326$$

$$\rho_{min2} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,00333$$

Maka diambil rasio minimum sebesar, $\rho_{min} = 0,00333$. Nilai rasio

maksimum mengacu pada SNI 2847-2019; Pasal 18.6.3.1; Hal-378, bahwa

nilai rasio tidak boleh melebihi dari 0,025.

- 3) Step 3 hitung nilai R_n dan m

$$\begin{aligned} \text{Tinggi efektif balok (d)} &= (h - t_s - \phi_s - \frac{1}{2} \times D_t) \\ &= (650 - 50 - 10 - \frac{1}{2} \times 22) \\ &= 579 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coefficient of resistance (R}_n\text{)} &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\ &= \frac{397135777,8}{350 \times 579^2} \\ &= 3,385 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai parameter (m)} = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{420}{0,85 \times 30} = 16,471$$

- 4) Step 4, hitung nilai rasio tulangan

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,471} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,471 \times 3,385}{420}} \right) \\ &= 0,00868 \end{aligned}$$

Karena nilai $\rho > \rho_{min}$ maka $\rho_{pakai} = \rho = 0,00868 < 0,025$ (ρ_{max}) (memenuhi syarat).

- 5) Step 5, hitung nilai luas tulangan tarik yang dibutuhkan

$$\begin{aligned}\text{Tulangan tarik (As)} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,00868 \times 350 \times 579 \\ &= 1758,8 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

- 6) Step 6, hitung nilai luasan pakai

$$\begin{aligned}n \text{ tulangan} &= \frac{As \text{ hitung}}{1/4 \times \pi \times Dt^2} \\ &= \frac{1758,8}{1/4 \times \pi \times 22^2} \\ &= 4,62 \text{ tulangan, dipakai 5 tulangan}\end{aligned}$$

Perlu dipastikan spasi tulangan bila dipasang dalam satu lapis

$$\begin{aligned}S_{min} &= \frac{b - (2 \times ts) - (2 \times \phi_s) - (n \times Dt)}{(n-1)} \\ &= \frac{350 - (2 \times 50) - (2 \times 10) - (5 \times 22)}{(5-1)} \\ &= 30 \text{ mm} > 25 \text{ mm (SNI 2847:2019 Pasal 25.2.1 Hal 559)}\end{aligned}$$

Jadi tulangan bisa dipasang dalam satu lapis sebanyak 5D22 mm. Sehingga

tulangan pakai adalah:

$$\begin{aligned}As \text{ pakai} &= (1/4 \times \pi \times Dt^2) \times n \\ &= (1/4 \times \pi \times 22^2) \times 5 \\ &= 1900,663 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

- 7) Step 7, hitung nilai a berdasarkan tulangan pakai

$$\begin{aligned}a &= \frac{As \text{ pakai} \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \\ &= \frac{1900,663 \times 420}{0,85 \times 30 \times 350} \\ &= 89,443 \text{ mm}\end{aligned}$$

- 8) Step 8, hitung nilai tinggi garis netral (c)

$$\begin{aligned}\beta &= 0,85 - 0,05 \left(\frac{fc' - 28}{7} \right) \text{ (SNI 2847:2019 Tabel 22.2.2.4.3 Hal-478)} \\ &= 0,836 \\ c &= \frac{a}{\beta} = \frac{89,443}{0,836} = 107,026 \text{ mm}\end{aligned}$$

- 9) Step 9, cek kategori penampang

Dikarenakan satu lapis, maka $d_t = d$. Maka untuk cek kategori penampang menggunakan:

$$\frac{c}{d_t} < 0,375$$

$$\frac{107,026}{579} < 0,375$$

$0,185 < 0,375$ (Terkontrol tarik), sehingga nilai reduksi yang digunakan adalah $\phi = 0,9$

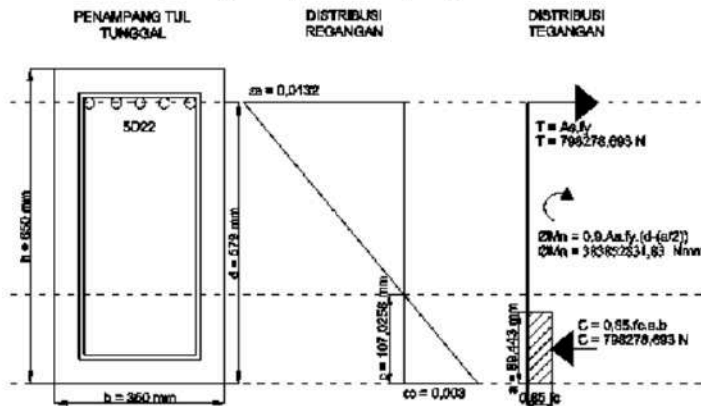
10) Step 10, hitung dan periksa kapasitas penampang

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$= 0,9 \times 1900,663 \times 420 \times \left(579 - \frac{89,443}{2}\right)$$

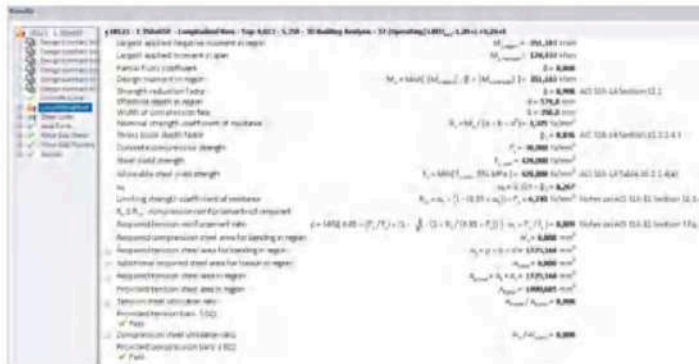
$$= 383852831,83 \text{ Nmm} > 357422200 \text{ Nmm (Mu)} \dots\dots (\text{OK})$$

$\phi M_n > M_u$, sehingga tulangan 5D22 dapat digunakan.



Gambar 5.123 Diagram Tegangan Regangan pada Balok Tulangan Tumpuan Atas
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Desain tulangan lentur balok pada *TSD* dapat dihitung secara otomatis oleh *TSD* dengan menghitung sesuai kebutuhan momen ultimit yang terjadi. Perhitungan tulangan lentur balok pada *TSD* mengacu pada ACI 318-14. Berikut tampilan perhitungan otomatis tulangan lentur balok pada tumpuan atas oleh *TSD*.



Gambar 5.124 Tampilan Perhitungan Otomatis Tulangan Lentur Tumpuan Atas Balok (Grid 2C-D Lantai 1) Pada TSD
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut rekapitulasi hasil desain tulangan lentur balok (grid 2C-D).

Tabel 5.57 Rekapitulasi Hasil Desain Tulangan Lentur Balok (Grid 2C-D Lantai 1)

Posisi	ETABS				TSD				
	Tulangan Lentur	ØMn (kNm)	Mu (kNm)	Ratio	Tulangan Lentur	ØMn (kNm)	Mu (kNm)	Ratio	
Tumpuan atas	5D22	383,853	357,422	0,931	5D22	383,853	351,103	0,915	
Tumpuan bawah	3D22	238,023	165,170	0,694	3D22	238,023	160,572	0,675	
Lapangan atas	2D22	161,252	126,338	0,783	2D22	161,252	102,485	0,636	
Lapangan bawah	2D22	161,252	133,054	0,825	2D22	161,252	132,252	0,820	
Rata-rata				0,808	Rata-rata				0,761

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Hasil perencanaan tulangan lentur balok didapat hasil bahwa rata-rata rasio tulangan yang dihasilkan oleh ETABS lebih besar dibandingkan TSD. Hasil rata-rata rasio tulangan pada ETABS sebesar 0,808, sedangkan TSD sebesar 0,761.

b. Desain tulangan geser

Geser rencana akibat gempa pada balok dihitung dengan mengasumsikan sendi plastis terbentuk di ujung-ujung balok dengan tulangan lentur balok mencapai $1,25 f_y$ dan faktor reduksi kuat lentur $\phi = 1$. Berikut perhitungan desain tulangan geser.

6

1) Kapasitas momen ujung-ujung balok bila struktur bergoyang ke kiri

a) Kondisi 1

$$a_{pr1} = \frac{1,25 \cdot A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1,25 \cdot 1900,663 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 350} = 111,804 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_{pr1} &= 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{pr1}}{2}\right) \\ &= 1,25 \cdot 1900,663 \cdot 420 \cdot \left(579 - \frac{111,804}{2}\right) \\ &= 521972615,3 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen primer searah jarum jam dimuka kolom kiri.

b) Kondisi 3

$$a_{pr3} = \frac{1,25 \cdot A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1,25 \cdot 1140,398 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 350} = 67,082 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_{pr3} &= 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{pr3}}{2}\right) \\ &= 1,25 \cdot 1140,398 \cdot 420 \cdot \left(579 - \frac{67,082}{2}\right) \\ &= 326571150,5 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen primer searah jarum jam dimuka kolom kanan.



Gambar 5.125 Kuat Lentur Mungkin Maksimum (M_{pr1} dan M_{pr3}) Pada Balok

Akibat Goyangan ke Kanan

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

c) Kondisi 2

47

Karena *detailing* penampang kedua ujung balok adalah identik, kapasitas momen probabel ujung-ujung balok ketika struktur bergoyang ke kanan akan sama dengan pada saat struktur bergoyang yang ke kiri, hanya arahnya saja yang berbeda.

$$a_{pr2} = 111,804 \text{ mm}$$

$$M_{pr2} = 521972615,3 \text{ Nmm}$$

Momen primer berlawanan arah jarum jam dimuka kolom kiri

d) Kondisi 4

$$a_{pr4} = 67,082 \text{ mm}$$

$$M_{pr4} = 326571150,5 \text{ Nmm}$$

Momen primer berlawanan arah jarum jam dimuka kolom kanan



Gambar 5.126 Kuat Lentur Mungkin Maksimum (M_{pr2} dan M_{pr4}) Pada Balok

Akibat Goyangan ke Kiri

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Untuk menentukan gaya geser ultimit, perlu dikeluarkan terlebih dahulu gaya geser yang bekerja pada ujung kanan dan kiri pada struktur dengan 18 kombinasi yang telah dimasukkan dan kombinasi 1,2D + 1LL.

$$V_{(1,2D+1LL)} = 91964,2 \text{ N (COMB 1,2D+LL)}$$

$$V_{(envelope)} = 183257,1 \text{ N (COMB 9)}$$

1) Struktur begoyang ke kiri

$$\begin{aligned} V_{sway \text{ ke}} &= \frac{M_{pr1} + M_{pr3}}{l_n} \\ &= \frac{521972615,3 + 326571150,5}{(6000 - 650)} \\ &= 158606,311 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total gaya geser ujung kiri balok} &= 158606,311 + 91964,2 \\ &= 250570,511 \text{ N (kearah atas)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total reaksi geser ujung kanan balok} &= 158606,311 - 91964,2 \\ &= 66642,111 \text{ N (kearah bawah)} \end{aligned}$$

2) Struktur begroyang ke kanan

$$V_{\text{sway ka}} = \frac{M_{\text{pr2}} + M_{\text{pr4}}}{l_n}$$

$$= \frac{521972615,3 + 326571150,5}{(6000 - 650)}$$

$$= 158606,311 \text{ N}$$

Total reaksi geser ujung kiri balok

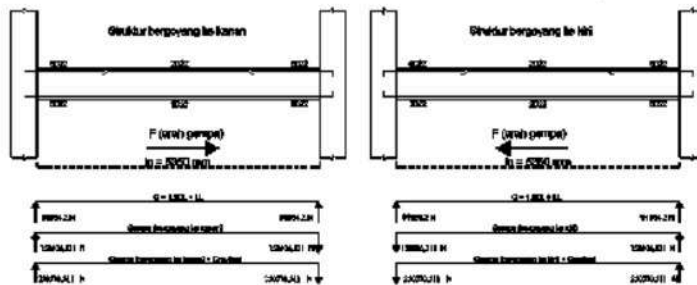
$$= 158606,311 - 91964,2$$

$$= 66642,111 \text{ N (kearah bawah)}$$

Total reaksi geser ujung kanan balok

$$= 158606,311 + 91964,2$$

$$= 250570,511 \text{ N (kearah atas)}$$



Gambar 5.127 Diagram Gaya Geser Balok (Grid 2C-D Lantai 1) ETABS

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Untuk menghitung kebutuhan sengkang, harus pilih gaya geser yang terjadi pada struktur dengan memilih gaya geser terbesar antara $V_{(\text{envelope})}$ dan $V_{(\text{sway})} + V_{(1,2D+1LL)}$ setelah pentotalan goyangan ke arah kiri dan kanan.

Tabel 5.58 Pemilihan V_e Pakai

Gaya geser	ETABS (N)	TSD (N)
$V_{(1,2D+1LL)}$	91964,200	122125
$V_{(\text{sway kanan})}$	158606,311	
$V_{(\text{sway kanan})} + V_{(1,2D+1LL)}$	250570,511	280731,311
$V_{(\text{sway kiri})}$	158606,311	
$V_{(\text{sway kiri})} + V_{(1,2D+1LL)}$	250570,511	280731,311
$V_{(\text{comb})}$	183257,100 (COMB9)	203601 (COMB10)
$V_{(\text{pakai})}$	250570,511	280731,311

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Pada SNI 2847-2019 Pasal 18.6.5.2 Hal 382, kontribusi beton dalam menahan geser, V_e harus diambil = 0 pada didaerah sendi plastis apabila:

- 1) Gaya geser V_{sway} akibat sendi plastis diujung-ujung balok melebihi $\frac{1}{2}$ (atau lebih) kuat geser perlu maksimum, V_u di sepanjang bentang. Pada arah gempa ke kanan, gaya geser akibat momen gempa dan gravitasi dengan $V_{sway-ka}$ yang pada dasarnya sudah melebihi $\frac{1}{2}$ gaya geser perlu maksimum di ujung balok.

Tabel 5.59 Syarat Gaya Geser di Muka Kolom Kiri dan Kanan

Perangkat Lunak	Arah gempa	V_{sway} (N)	Ujung Kiri		Ujung Kanan		CEK
			V_u (N)	$1/2V_u$ (N)	V_u (N)	$1/2V_u$ (N)	
ETABS	Kanan	158606,311	250570,511	125285,256	250570,511	125285,256	$V_c = 0$
	Kiri	158606,311	250570,511	125285,256	250570,511	125285,256	$V_c = 0$
TSD	Kanan	158606,311	280731,311	140365,656	280731,311	140365,656	$V_c = 0$
	Kiri	158606,311	280731,311	140365,656	280731,311	140365,656	$V_c = 0$

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- 2) Gaya tekan aksial terfaktor, termasuk akibat pembebanan gempa kurang dari $A_g f_c' / 20$.

$$A_g f_c' / 20 = (350.650) \cdot (30) / 20 = 341250 \text{ N}$$

$$P_u = 0 \text{ N}$$

$$A_g f_c' / 20 \geq P_u, \text{ maka } V_c = 0$$

Karena salah satu pada kedua syarat diatas terpenuhi, sehingga pada perencanaan tulangan geser dilakukan dengan tidak memperhitungkan kontribusi beton (V_c) disepanjang zona sendi plastis di masing-masing muka kolom. Berikut perhitungan tulangan geser pada sendi plastis dengan gaya dalam yang dihasilkan ETABS.

- 1) Muka kolom kiri ($V_u = 250570,511 \text{ N}$)

$$V_c = 0 \text{ N}$$

$$V_u = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{250570,511}{0,75} - 0 = 334094,015 \text{ N}$$

$$V_{max} = \frac{2 \cdot \sqrt{f_c'}}{3} \cdot b_w \cdot d = \frac{2 \cdot \sqrt{30}}{3} \cdot 350.579 = 739973,175 \text{ N}$$

Mencari spasi tulangan dengan mencoba diameter tulangan sengkang D10 dipasang 3 kaki.

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{(3 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 350.579}{334094,015} = 171,502 \text{ mm}$$

Pada SNI 2847:2019 Pasal 18.6.4.4 Hal-381 diperlukan sengkang tertutup di sepanjang $2h = 2(650) = 1300$ mm dari sisi (muka) kolom terdekat yang sengkang pertamanya dipasang pada jarak 50 mm dari muka kolom terdekat, dan yang berikutnya dipasang dengan spasi terkecil antara poin berikut.

- a) $d/4 = 579/4 = 144,75$ mm
- b) $6D_t = 6(22) = 132$ mm
- c) 150 mm

Sengkang yang dipasang tidak perlu lebih kecil dari 100 mm, maka pada daerah sendi plastis dipasang tulangan sengkang tertutup 3 kaki D10 dengan spasi 130 mm. Kemudian hitung V_s

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

$$= \frac{(3.1/4 \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 350 \cdot 579}{130}$$

$$= 440753,366 \text{ N} \geq 334094,015 \text{ N} (V_u) \text{ (memenuhi geser rencana)}$$

Maka dari perhitungan diatas pada zona sendi plastis muka kolom kiri menggunakan sengkang tertutup 3 kaki D10 dengan spasi 130 mm.

- 2) Muka kolom kanan ($V_u = 250570,511$ N).

Karena gaya geser yang dibutuhkan sama, maka tulangan sengkang yang dibutuhkan pada muka kolom kanan akan sama seperti muka kolom kiri, diperlukan tulangan sengkang tertutup 3 kaki D10 dengan spasi 130 mm.

- 3) Ujung zona sendi plastis

Gaya geser maksimum, V_u diujung zona sendi plastis yaitu $2h = 2(650) = 1300$ mm dari muka kolom adalah

$$V_{u2} = V_u - (2h \times \frac{2V_u}{l_n})$$

$$= 250570,511 - (1300 \times \frac{250570,511 \times 2}{5,35})$$

$$= 128797,926 \text{ N}$$

$$V_c = (1/6) \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = (1/6) \cdot \sqrt{30} \cdot 350 \cdot 579 = 184993,294 \text{ N}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{166051,028}{0,75} - 184993,294 = -13262,725 \text{ N}$$

$$V_{smax} = \frac{2\sqrt{f'c'}}{3} \cdot b_w \cdot d = \frac{2\sqrt{30}}{3} \cdot 350 \cdot 579 = 739973,175 \text{ N}$$

Pada SNI 2847:2019 Pasal 18.6.4.6 Hal-381 spasi maksimum tulangan geser di sepanjang balok SRPMK adalah $d/2$.

$$s_{max} = d/2 = 579/2 = 289,5 \text{ mm}$$

Dipakai sengkang dengan spasi 280 mm. Kemudian hitung V_s

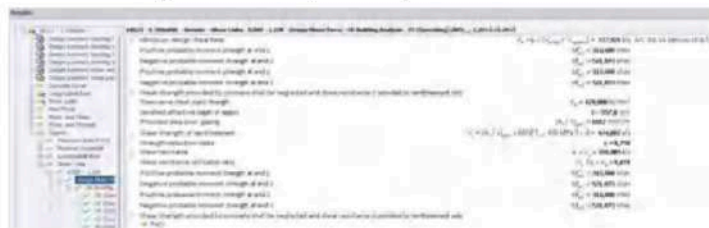
$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

$$= \frac{(3,1/4 \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 350 \cdot 579}{280}$$

$$= 229191,75 \text{ N} \geq 166051,028 \text{ N } (V_{u2}) \text{ (OK)}$$

Maka dari perhitungan diatas untuk diluar zona sendi plastis digunakan sengkang 3 kaki D10 dengan spasi 280mm.

Desain tulangan geser balok dapat dihitung oleh TSD dengan menghitung sesuai kebutuhan geser ultimit akibat gempa yang terjadi. Perhitungan tulangan geser balok pada TSD mengacu pada ACI 318-14. Berikut tampilan perhitungan otomatis tulangan lentur balok pada sendi plastis oleh TSD.



Gambar 5.128 Tampilan Perhitungan Otomatis Tulangan Geser Sendi Plastis Balok (Grid 2C-D) Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Berikut merupakan rekapitulasi hasil desain tulangan geser balok (Grid 2C-D).

Tabel 5.60 Hasil Desain Tulangan Geser Pada Balok

Perangkat Lunak	Posisi	Tulangan geser	Vs (kN)	Vc (kN)	Vu (kN)	Vs (kN)	Ratio	Rasio Rata-rat
ETABS	Sendi plastis	3D10-130	440,753	0,000	330,565	250,571	0,758	0,599
	Luar sendi plastis	3D10-280	204,635	184,993	292,222	128,798	0,441	
TSD	Sendi plastis	3D10-130	440,753	0,000	330,565	280,731	0,849	0,672
	Luar sendi plastis	3D10-280	204,635	184,993	292,222	144,301	0,494	

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Hasil perencanaan tulangan geser balok didapat hasil bahwa rata-rata rasio tulangan yang dihasilkan oleh *TSD* lebih besar dibandingkan *ETABS*. Hasil rata-rata rasio tulangan pada *TSD* sebesar 0,672, sedangkan *TSD* sebesar 0,599.

c. Desain tulangan torsi

Berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 22.7.1.1 Hal-509, pengaruh torsi dapat diabaikan jika $\phi T_{th} \geq T_u$. T_{th} adalah nilai ambang batas torsi. Persamaan T_{th} termuat dalam SNI 2847:2019 Tabel 22.7.4.1 (a) Hal-512. Pada balok (grid 2C-D), torsi maksimum yang terjadi sebesar 711200 Nmm pada *ETABS* dan 732000 Nmm pada *TSD*.

$$\phi T_{th} \geq T_u$$

$$0,75 \times 0,083 \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \geq 711200 \text{ Nmm}$$

$$0,75 \times 0,083 \times \lambda \times \sqrt{30} \times \left(\frac{(b \times h)^2}{2 \times (b + h)} \right) \geq 711200 \text{ Nmm}$$

$$0,75 \times 0,083 \times 1 \times \sqrt{30} \times \left(\frac{(350 \times 650)^2}{2 \times (350 + 650)} \right) \geq 711200 \text{ Nmm}$$

$$8823335,423 \text{ Nmm} \geq 1733500 \text{ Nmm}$$

Tabel 5.61 Rekapitulasi Perhitungan Desain Tulangan Torsi Balok (Grid 2C-D)

Perangkat Lunak	ϕT_{th} (kNm)	T_u (kNm)	Ratio
<i>ETABS</i>	8,823	0,711	0,081
<i>TSD</i>	8,823	0,732	0,083

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

d. Kontrol syarat SRPMK

Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam mendesain balok SRPMK. Berikut syarat yang harus dipenuhi berdasarkan SNI 2847:2019.

1) Gaya aksial tekan terfaktor maksimum $0,1A_g f_c'$ (SNI 2847:2019 Pasal R18.6.1 Hal-376)

$$0,1A_g f_c' = 0,1 \times 350 \times 650 \times 30 = 682500 \text{ N}$$

$$P_u \text{ max (ETABS)} = 0 \text{ N}$$

$$P_u \text{ max (TSD)} = 0 \text{ N}$$

Maka $P_u \text{ max}$ pada *ETABS* maupun *TSD* $< 0,1A_g f_c'$ (memenuhi syarat)

- 2) ²⁰ Bentang bersih balok (l_n) harus minimal ² $4d$ (SNI 2847:2019 Pasal 18.6.2.1 poin (a) Hal-377)
- $$4d = 4(h - \text{seimut beton}) = 4(650 - 50) = 2400 \text{ mm}$$
- $$l_n = 6000 - h_{K1} = 6000 - 750 = 5250 \text{ mm}$$
- Maka $l_n \geq 4d$ (memenuhi syarat)

1862 - 2.350x650 - Seismic - Member Properties - Maximum Allowed Effective Depth	
Largest effective depth in span	$d = 576,0 \text{ mm}$
Clear span length	$l_n = 5,350 \text{ m}$
Maximum allowed effective depth $d_{max} = 0,25 \times l_n = 1337,5 \text{ mm}$	ACI 318-14 Section 18.6.2.1(a)
✓ Pass	

Gambar 5.129 Perhitungan Otomatis Maksimum Tinggi Efektif Izin Balok Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- 3) ⁴⁵ Lebar penampang (b_w) minimal nilai terkecil dari $0,3h$ dan 250 mm ⁴ (SNI 2847:2019 Pasal 18.6.2.1 poin (b) Hal-377)
- $$b_w = 350 \text{ mm}$$
- $$0,3h = 0,3(650) = 195 \text{ mm}$$
- Maka $b_w > 250 \text{ mm} > 0,3h$ (memenuhi syarat)

1862 - 2.350x650 - Seismic - Member Properties - Minimum Allowed Width	
Beam width	$b_w = 350,0 \text{ mm}$
Overall beam depth	$h = 650,0 \text{ mm}$
Minimum allowed width $b_{w,min} = \text{MAX}[0,3 \times h, 250 \text{ mm}] = 250,0 \text{ mm}$	ACI 318-14 Section 18.6.2.1(b)
✓ Pass	

Gambar 5.130 Perhitungan Otomatis Minimum Lebar Izin Balok Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- 4) ¹⁰ Lebar penampang (b_w) tidak boleh melebihi lebar pendukung (c_2) ditambah nilai terkecil dari lebar kolom atau $\frac{3}{4}$ kali dimensi kolom dalam arah sejajar komponen struktur (c_1) ⁴ (SNI 2847:2019 Pasal 18.6.2.1 poin (c) Hal-377)
- $$b_w = 300 \text{ mm}$$
- $$c_1 = 750 \text{ mm}$$
- $$c_2 = 650 \text{ mm}$$
- $$0,75c_1 = 0,75(750) = 562,5 \text{ mm}$$
- $$c_2 + 2 \times 0,75c_1 = 650 + 2 \times 562,5 = 1875 \text{ mm}$$
- Maka $b_w < c_2 + 2 \times 0,75c_1$ (memenuhi syarat)

1862 - 2 150x550 - Seismic - Member Properties - Maximum Allowed Width	
Beam width	$b_w = 350.0 \text{ mm}$
Breadth of the supporting member	$c_1 = 650.0 \text{ mm}$
Width of the supporting member	$c_2 = 550.0 \text{ mm}$
Maximum allowed width at end 1	$b_{w,max} = c_1 + (2 \times \text{MIN}[d_c, 0.75 \times c_2]) = 1525.0 \text{ mm}$ ACI 318-14 Section 18.6.2.2(c)
Breadth of the supporting member	$c_1 = 650.0 \text{ mm}$
Width of the supporting member	$c_2 = 550.0 \text{ mm}$
Maximum allowed width at end 2	$b_{w,max} = c_2 + (2 \times \text{MIN}[d_c, 0.75 \times c_1]) = 1525.0 \text{ mm}$ ACI 318-14 Section 18.6.2.2(c)
✓ Pass	

Gambar 5.131 Perhitungan Otomatis Maksimum Lebar Balok Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- 5) Kekuatan momen positif pada muka *joint* harus tidak kurang dari setengah kekuatan momen negatif pada muka *joint* tersebut (SNI 2847:2019 Pasal 18.6.3.2 Hal-379).

$$\phi M_{n(-)} \text{ tumpuan B1(Grid 2C-D)} = 426503146,48 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_{n(+)} \text{ tumpuan B1(Grid 2C-D)} = 264469939,95 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_{n(+)} \text{ tumpuan B1(Grid 2C-D)} \geq 0,5 \cdot \phi M_{n(-)} \text{ tumpuan B1(Grid 2C-D)}$$

$$264469939,95 \geq 0,5 \cdot 426503146,48$$

$$264469939,95 \text{ Nmm} \geq 213251573,2 \text{ Nmm (memenuhi syarat)}$$

303.25 - 3 250x550 - Seismic - Longitudinal Rein - Section 0,000 - 0,063 - Forward Strength	
Strength reduction factor	$\phi = 0,900$
Tension reinforcement area provided for flexure	$A_s = 4340,799 \text{ mm}^2$
Steel yield strength	$F_y = 420,000 \text{ N/mm}^2$
Allowable steel yield strength	$F_y = \text{MIN}[F_{y,des}, 420 \text{ MPa}] = 420,000 \text{ N/mm}^2$ ACI 318-14 Table 20.2.2.4(x)
Concrete compressive strength	$F'_c = 30,000 \text{ N/mm}^2$
Beam width	$b_w = 350.0 \text{ mm}$
Compression steel height	$a = (\rho_s \times F_y) / (\phi \times F'_c) = 0,000 \text{ mm}$
Effective depth in region	$d = 502,0 \text{ mm}$
Flexural moment strength	$\phi \times M_n = \phi \times A_s \times F_y \times (d - a / 2) = 253,933 \text{ kNm}$
Positive nominal moment strength at end 1	$M_{n1} = 253,933 \text{ kNm}$
Negative nominal moment strength at end 1	$M_{n2} = 426,503 \text{ kNm}$
Positive nominal moment strength at end 2	$M_{n3} = 253,933 \text{ kNm}$
Negative nominal moment strength at end 2	$M_{n4} = 426,503 \text{ kNm}$
Minimum nominal moment strength	$M_{n,min} = (1 / 4) \times \text{MAX}[M_{n1}, M_{n2}, M_{n3}, M_{n4}] = 106,626 \text{ kNm}$ ACI 318-14 Section 18.6.3.2
Flexural strength utilization ratio	$M_{n,max} / M_{n,min} = 4,000$
✓ Pass	
Negative nominal moment strength at the end	$M_n = 426,503 \text{ kNm}$
Minimum nominal moment strength for support support regions	$M_{n,min} = (1 / 4) \times M_n = 213,252 \text{ kNm}$ ACI 318-14 Section 18.6.3.2
Flexural strength utilization ratio	$M_{n,max} / M_{n,min} = 2,000$
✓ Pass	

Gambar 5.132 Perhitungan Syarat Momen Tumpuan Balok SRPMK Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.62 Pengecekan Kekuatan Momen Pada Tumpuan Balok SRPMK

Perangkat Lunak	Mn (kNm)			Cek syarat
	Tumpuan atas	Tumpuan bawah	1/2 Tumpuan atas	
ETABS	426,503	264,470	213,252	Memenuhi syarat
TSD	426,503	264,470	213,252	Memenuhi syarat

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- 6) Kekuatan momen negatif dan positif pada sebarang penampang di sepanjang bentang komponen struktur tidak boleh kurang dari seperempat kekuatan momen maksimum pada muka kedua *joint* (SNI 2847:2019 Pasal 18.6.3.2 Hal-379).

$$M_{n(max)} = 426503146,48 \text{ Nmm}$$

$$M_{n(min)} = 179169310,65 \text{ Nmm}$$

$$M_{n(min)} \geq 0,25 M_{n(max)}$$

$$179169310,65 \geq 0,25 \cdot 426503146,48$$

$$179169310,65 \text{ Nmm} \geq 106625786,6 \text{ Nmm (memenuhi syarat)}$$

SNI 2847:2019 - Beton - Longitudinal Bars - Table 5.3.3.3 - Flexural Strength	
Strength reduction factor	$\phi = 0,90$
Tension reinforcement area provided for flexure	$A_s = 260,26 \text{ cm}^2$
Stress provided	$f_s = 420,000 \text{ N/mm}^2$
Allowable steel yield strength	$f_{sy} = 420,000 \text{ N/mm}^2$
Concrete compressive strength	$f_c = 30,000 \text{ N/mm}^2$
Bar width	$b_s = 200,0 \text{ mm}$
Compression block height	$a = (A_s \cdot f_s) / (0,85 \cdot f_c \cdot b_s) = 30,8 \text{ mm}$
Effective depth margin	$d = 370,0 \text{ mm}$
Flexural moment strength	$\phi \cdot M_n = \phi \cdot A_s \cdot f_s \cdot (d - a/2) = 179,169 \text{ kNm}$
Positive nominal moment strength at end 1	$M_{n1} = 250,000 \text{ kNm}$
Negative nominal moment strength at end 1	$M_{n2} = 426,503 \text{ kNm}$
Negative nominal moment strength at end 2	$M_{n3} = 250,000 \text{ kNm}$
Flexural moment strength at end 2	$M_{n4} = 426,503 \text{ kNm}$
Flexural strength calculation	$M_{n(max)} = (1/4) \cdot \max[M_{n1}, M_{n2}, M_{n3}, M_{n4}] = 106,626 \text{ kNm}$
Flexural strength calculation	$M_{n(min)} = (1/4) \cdot \min[M_{n1}, M_{n2}, M_{n3}, M_{n4}] = 179,169 \text{ kNm}$

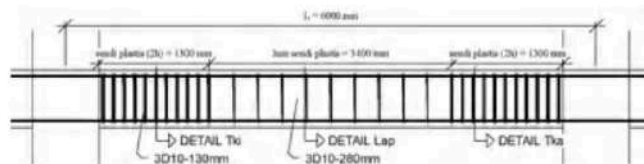
Gambar 5.133 Perhitungan Syarat Momen Tumpuan Balok SRPMK Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.63 Pengecekan Kekuatan Momen Pada Sepanjang Bentang Balok SRPMK

Perangkat Lunak	Posisi	Mn (kNm)	0,25.Mn(max) (kNm)	Cek syarat
ETABS	Tumpuan atas	426,503	106,626	Memenuhi syarat
	Tumpuan bawah	264,470		Memenuhi syarat
	Lapangan atas	179,169		Memenuhi syarat
	Lapangan bawah	179,169		Memenuhi syarat
TSD	Tumpuan atas	426,503	106,626	Memenuhi syarat
	Tumpuan bawah	264,470		Memenuhi syarat
	Lapangan atas	179,169		Memenuhi syarat
	Lapangan bawah	179,169		Memenuhi syarat

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

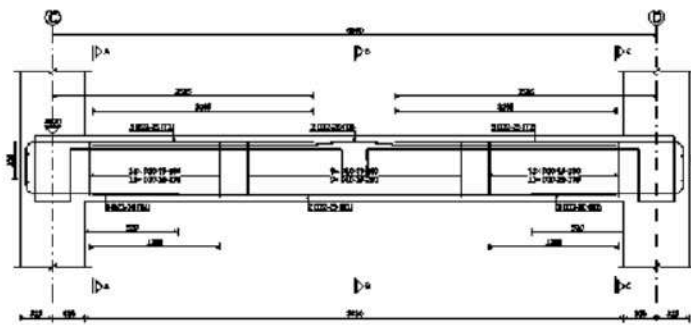


Gambar 5.134 Potongan Portal Balok B1 (Grid 2C-D)

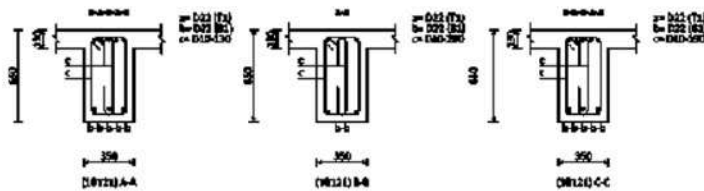
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

TYPE	B1		
POSITION	LEFT SIDE	MIDDLE	RIGHT SIDE
SECTION			
COORDINATE	2360660	2360669	2360669
TOP BAR	2D22	2D22	2D22
BOTTOM BAR	2D22	2D22	2D22
REINFORCEMENT	2D14-130mm	2D14-130mm	2D14-130mm
COVER	50 mm	50 mm	50 mm

Gambar 5.135 Detail Penulangan Balok B1 (Grid 2C-D)
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



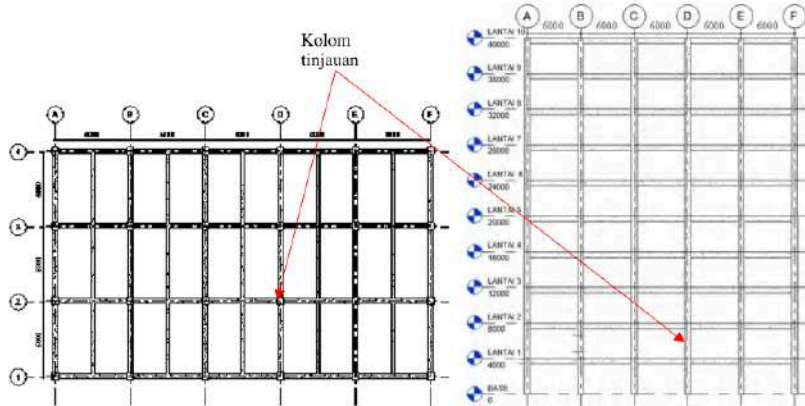
Gambar 5.136 Potongan Portal Balok B1 (Grid 2C-D) Hasil TSD
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.137 Detail Penulangan Balok B1 (Grid 2C-D) Hasil TSD
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.7.3 Desain kolom

Desain pada kolom meliputi pengecekan kelangsingan kolom, desain tulangan lentur, tulangan geser, dan pada kolom SRPMK perlu dicek kekuatan momen kolom terhadap balok yang mengekang kolom. Setelah melakukan pendesain-an tulangan, perlu dilakukan pengecekan syarat-syarat yang berlaku untuk kolom SRPMK. Kolom yang ditinjau yaitu kolom pada grid 2/D lantai 1.



Gambar 5.138 Lokasi Kolom Kolom Tinjauan (Grid 2/D Lantai 1)

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

a. Pengecekan kolom bergoyang/tidak bergoyang

Perlu dicari *stability index* (Q) untuk mengetahui kolom bergoyang atau tidak. Dikatakan tidak bergoyang jika Q kurang dari 0,05. Pengecekan pada kolom dilakukan pada setiap jenis kolom di setiap lantainya. Pada *ETABS* dilakukan secara manual untuk perhitungan indeks stabilitas, pada *TSD* stabilitas indeks sudah dihitung secara otomatis namun tidak diperlihatkan hasil perhitungannya.

$$P_u = 6894000,265 \text{ kg (COMB2)}$$

$$\Delta_0 = 36,778 \text{ mm}$$

$$V_u = 246849,69 \text{ kg}$$

$$L_c = \text{Tinggi antar lantai} = 4000 \text{ mm}$$

$$Q = \frac{P_u \Delta_0}{V_u L_c}$$

$$Q = \frac{6894000,265 \times 36,778}{246849,69 \times 4000}$$

$Q = 0,257 > 0,05$, maka kolom bergoyang.

4
SNI 2847:2019 Pasal 6.2.5 Hal-91 mengizinkan untuk memperhitungkan kolom menahan goyangan samping apabila elemen pengaku menahan pergerakan lateral sebuah tingkat dengan kekakuan total sebesar paling sedikit 12 kali kekakuan lateral bruto kolom dalam arah tinjauan, diizinkan untuk memperhitungkan kolom dalam tingkat yang ditahan terhadap goyangan samping. Karena pada denah penelitian terdapat jumlah kolom 24 sehingga dapat diizinkan memperhitungkan kolom menahan goyangan samping.

b. Pengecekan kolom pendek/panjang

Untuk mengetahui jenis kolom pendek/panjang, dilakukan perhitungan nilai faktor kelangsingan (kl/r). Karena kolom pada penelitian ini adalah kolom tidak bergoyang maka untuk pengecekan kolom pendek/panjang dikatakan kolom pendek jika faktor kelangsingan $< (34 - 12(M1/M2))$. Pada pengecekan ini dilakukan pada masing-masing arah, pada penelitian ini balok yang mengekang kolom memiliki dimensi dan panjang yang sama maka dapat dilakukan satu arah saja untuk mewakili. Perhitungan menggunakan arah timur-barat.

$$I_{K(3B-1)} = I_{K,atas} = I_{K,bawah} = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12} \times 650 \times 750^3 = 22851562500 \text{ mm}^4$$

$$I_{B,kiri} = I_{B,kanan} = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12} \times 350 \times 650^3 = 8009895833 \text{ mm}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{I_K}{Ag}} = \sqrt{\frac{22851562500}{650 \times 750}} = 216,506 \text{ mm}$$

$$\Psi a = \frac{\frac{EI}{L_{C(top)}} + \frac{EI}{L_{C(mid)}}}{\frac{EI}{L_{B.Kanan}} + \frac{EI}{L_{B.Kiri}}}$$

$$= \frac{\frac{25742,9602 \times 22851562500}{3350} + \frac{25742,9602 \times 22851562500}{3350}}{\frac{25742,9602 \times 8009895833}{5250} + \frac{25742,9602 \times 8009895833}{5250}}$$

$$= 4,471$$

$$\Psi b = \frac{\frac{EI}{L_{C(bot)}} + \frac{EI}{L_{C(mid)}}}{\frac{EI}{L_{B.Kanan}} + \frac{EI}{L_{B.Kiri}}}$$

$$= \frac{\frac{25742,9602 \times 22851562500}{3350} + \frac{25742,9602 \times 22851562500}{3350}}{\frac{25742,9602 \times 8009895833}{5250} + \frac{25742,9602 \times 8009895833}{5250}}$$

$$= 4,471$$

Untuk mencari nilai faktor panjang efektif (k) diambil dari nilai terkecil dari:

$$k_1 = 0,7 + 0,05 \times (\Psi_a + \Psi_b) \leq 1$$

$$k_1 = 0,7 + 0,05 \times (4,471 + 4,471) \leq 1$$

$$k_1 = 1,15 \leq 1 \text{ (diambil nilai = 1)}$$

$$k_2 = 0,85 + 0,05 \times \Psi_{\min} \leq 1$$

$$k_2 = 0,85 + 0,05 \times 4,471 \leq 1$$

$$k_2 = 1,07 \leq 1 \text{ (diambil nilai = 1)}$$

Digunakan nilai k terkecil yaitu k_1 sebesar 1. Selanjutnya dapat diperoleh nilai faktor kelangsingan sebagai berikut dengan nilai momen diambil pada salah satu kolom yaitu kolom pada lantai K1 grid 3B dengan nilai momen $M_{1(\text{comb } 11)} = -207,9862 \text{ kNm}$ dan $M_{2(\text{comb } 11)} = 358,0303 \text{ kNm}$

$$\frac{k \cdot L_u}{r} < 34 - 12 \times \frac{M_1}{M_2} < 40$$

$$\frac{1 \times 3350}{216,506} < 34 - 12 \times \frac{-207,9862}{358,0303} < 40$$

$15,473 < 40$, maka kolom dikategorikan sebagai kolom pendek dan tidak perlu memperhitungkan efek kelangsingan.

Pengecekan kolom pendek/panjang juga dapat dilakukan secara otomatis oleh TSD. Berikut tampilan pengecekan kelangsingan kolom.

Stack 1 1500x750 - Longitudinal Bars - 3D Modeling Analysis - 47 (Operating) (1875,000x1,25+1x10,25+0 - Design moments input)		
Broad stack in the direction		
Moment at the top		$M_{top} = 215,005 \text{ kNm}$
Moment at the bottom		$M_{bot} = 358,037 \text{ kNm}$
$M_{top} = M_{top} ; M_1 = M_{top} ; M_2 = M_{bot}$		
Middle moment		$M_{mid} = 126,305 \text{ kNm}$
Largest applied compression force		$P_u = 4003,702 \text{ kN}$
Unsupported length		$L_u = 3,298 \text{ m}$
Ψ_a	$\Psi_a = \text{MIN}(\text{MIN}(\Sigma (P_u \times l_{unbraced} / \Sigma (P_u \times l_{unbraced} \times 0.5) ; 1000) ; 0.5)$	$\Psi_a = 4,47$
Ψ_b	$\Psi_b = \text{MIN}(\text{MIN}(\Sigma (P_u \times l_{unbraced} / \Sigma (P_u \times l_{unbraced} \times 0.5) ; 1000) ; 0.5)$	$\Psi_b = 4,47$
Effective length factor	$k = \text{MIN}(\Sigma (P_u \times l_{unbraced} / \Sigma (P_u \times l_{unbraced} \times 0.5) ; 0.5) + (0.05 \times \text{MIN}(\Psi_a ; \Psi_b) \times 1.1)$	$k = 1,07$
Effective length		$L_e = k \times L_u = 3,528 \text{ m}$
No point of zero shear exists in the unbraced length.		
Lateral loads are not significant		
Slenderness ratio		$L_e / r = 15,473$
Limiting slenderness ratio	$\text{MIN}(34 - (12 \times M_1 / M_2) ; 40) = 40,000$	
$L_e / r \leq$ limiting slenderness ratio: short		
Top end design moment		$M_{top,des} = M_{top} = 215,005 \text{ kNm}$
Bottom end design moment		$M_{bot,des} = M_{bot} = 358,037 \text{ kNm}$
Middle design moment		$M_{mid,des} = M_{mid} = 126,305 \text{ kNm}$

Gambar 5.139 Perhitungan Otomatis Pengecekan Kolom Pendek/Panjang Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.64 Pengecekan Kelangsingan Kolom

Perangkat Lunak	k.Lu/r	M1 (kNm)	M2 (kNm)	Syarat langsing	Cek
				$(34 - 12 \times (M1/M2)) < 40$	
ETABS	15,47298721	-207,9862	358,0303	40,00	Tidak Langsing
TSD	15,47298721	-215,885	354,467	40,00	Tidak Langsing

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

c. Perhitungan desain tulangan lentur kolom

Pada desain tulangan lentur kolom dengan ETABS, dilakukan dengan perhitungan manual dengan mengambil gaya-gaya yang bekerja pada kolom yang dihasilkan oleh ETABS untuk pengecekan dalam diagram interaksi P-M. Perhitungan dilakukan pada tinjauan desak aksial, tekan menentukan, tarik menentukan, dan tinjauan lentur murni. Sebelum dilakukan perhitungan untuk kondisi tersebut, perlu dihitung parameter pendukung sebagai berikut (arah x). Tulangan dicoba menggunakan 14D22 dengan diameter sengkang 13 mm.

$$\begin{aligned} \text{Tinggi efektif (d)} &= h - t_s - \phi_{tul_v} - \frac{\phi_{tul}}{2} \\ &= 750 - 50 - 13 - \frac{22}{2} \\ &= 676 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tul. total (A}_{s\text{total}}) &= n \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 14 \frac{1}{4} \pi 22^2 \\ &= 5321,858 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Regangan leleh baja} = \frac{f_y}{E_s} = \frac{420}{200000} = 0,0021$$

Setelah dilakukan perhitungan diperoleh data nilai ϕM_n dan ϕP_n (arah x) sebagai berikut.

1) Analisa kolom dalam kondisi aksial tekan sentris ($\mu = 0$)

a) Rasio tulangan

$$\rho_g = \frac{A_{s\text{ total}}}{bh} = \frac{5321,858}{650 \times 750} = 0,0109$$

b) Kapasitas nominal tekan (P_n)

$$P_n = P_0 = A_g [0,85f'_c + \rho_g (f_y - 0,85f'_c)]$$

$$P_n = P_0 = 650 \times 750 [0,85 \times 30 + 0,0109 (420 - 0,85 \times 30)]$$

$$P_n = P_0 = 14531 \text{ kN}$$

c) Kapasitas ultimate tekan (P_u)

$$P_u = \phi P_n = 0,65 \times 14531 = 9445 \text{ kN}$$

$$P_{n \text{ desain}} = 0,8 P_0 = 0,8 \times 9445 = 7556 \text{ kN}$$

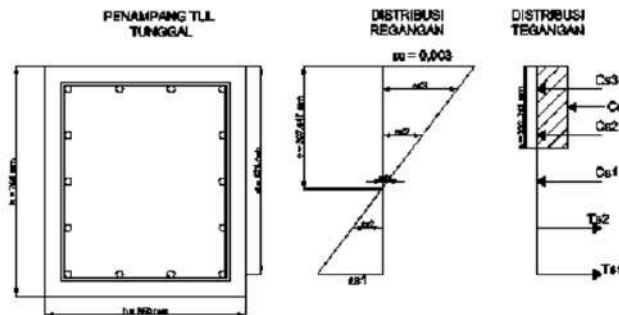
d) Kesimpulan

$$P_{n \text{ max}} = 14531 \text{ kN}$$

$$P_u = 9445 \text{ kN}$$

$$P_{n \text{ desain}} = 7556 \text{ kN}$$

2) Analisa kolom dalam kondisi keadaan berimbang ($c = c_b$)



Gambar 5.140 Diagram Tegangan Regangan Kondisi $c = c_b$

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

a) Garis netral

$$c = \frac{600d}{600 + f_y} = \frac{600 \times 676}{600 + 420} = 397,647 \text{ mm}$$

b) Tinggi blok tekan

$$a = \beta \times c = 0,836 \times 397,647 = 332,319 \text{ mm}$$

c) Gaya tekan dari tulangan tekan

$$A_s' = n \frac{1}{4} \pi D^2 = 8 \frac{1}{4} \pi 22^2 = 3041,062 \text{ mm}^2$$

$$C_s = A_s' f_s' = 3041,062 \times 420 = 1277245,909 \text{ N}$$

d) Gaya tarik dari tulangan tarik

$$T = A_s f_y = 3041,062 \times 420 = 957934,4319 \text{ N}$$

- e) Gaya tekan dari beton

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a = 0,85 \times 30 \times 650 \times 332,319 = 5508192,857 \text{ N}$$

- f) Kapasitas aksial tekan nominal

$$\begin{aligned} P_{nb} &= C_c + C_s - T_s \\ &= 1277245,909 + 5508192,857 - 957934,4319 \\ &= 5827504 \text{ N} = 5828 \text{ kN} \end{aligned}$$

- g) Kapasitas momen nominal

$$\begin{aligned} M_{nb} &= M_{nc} + M_{nCc} + M_{nT} \\ &= C_c \left(\frac{(h/2) - a}{2} \right) + C_s \left(\frac{(h/2) - d'}{2} \right) + T \left(\frac{(h/2) - d'}{2} \right) \\ &= 5508192,857 \left(\frac{(750/2) - 332,319}{2} \right) + 1277245,909 \\ &\quad \left(\frac{(750/2) - 74}{2} \right) + 957934,4319 \left(\frac{(750/2) - 74}{2} \right) \\ &= 1823122130 \text{ Nmm} = 1823 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- h) Kesimpulan

Kuat nominal:

$$P_{nb} = 5828 \text{ kN}$$

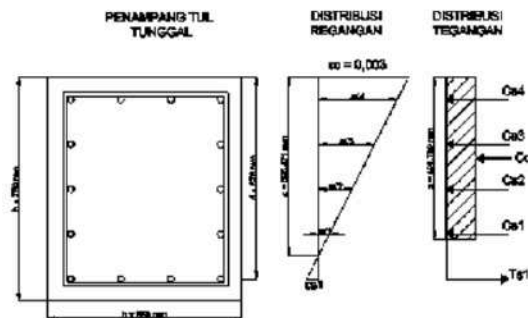
$$M_{nb} = 1823 \text{ kNm}$$

Kuat ultimate:

$$P_{ub} = \phi P_{nb} = 0,65 \times 5828 = 3788 \text{ kN}$$

$$M_{ub} = \phi M_{nb} = 0,65 \times 1823 = 1185 \text{ kNm}$$

- 3) Analisa kolom dalam kondisi keruntuhan tekan ($c > c_b$)

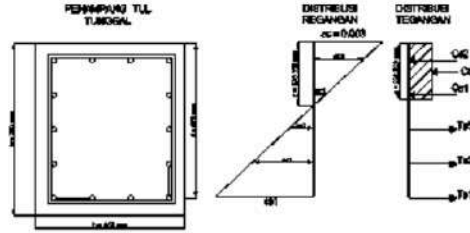


Gambar 5.141 Diagram Tegangan Regangan Kondisi $c > c_b$

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- a) ¹ Gaya tekan dari tulangan tekan
- $$A_s' = n \frac{1}{4} \pi D^2 = 10 \frac{1}{4} \pi 22^2 = 3801,327 \text{ mm}^2$$
- $$C_s = A_s' f_s' = 3801,327 \times 420 = 1596557,387 \text{ N}$$
- b) ¹ Gaya tarik dari tulangan tarik
- $$T = A_s f_y = 1520,53 \times 80 = 121642,4675 \text{ N}$$
- c) ² Gaya tekan dari beton
- $$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a = 0,85 \times 30 \times 650 \times 1,5 \times 397,647 = 8262289,286 \text{ N}$$
- d) Kapasitas aksial tekan nominal
- $$P_{nb} = C_c + C_s - T_s$$
- $$= 8262289,286 + 1596557,387 - 121642,4675$$
- $$= 9737204 \text{ N} = 9737 \text{ kN}$$
- e) Kapasitas momen nominal
- $$M_{nb} = M_{nc} + M_{ncs} + M_{nt}$$
- $$= C_c \left(\frac{(h/2) - a}{2} \right) + C_s \left(\frac{(h/2) - d'}{2} \right) + T \left(\frac{(h/2) - d'}{2} \right)$$
- $$= 8262289,286 \left(\frac{(750/2) - 498,479}{2} \right) + 1596557,387$$
- $$\left(\frac{(750/2) - 74}{2} \right) + 121642,4675 \left(\frac{(750/2) - 74}{2} \right)$$
- $$= 1556247823 \text{ Nmm} = 1556 \text{ kNm}$$
- f) Kesimpulan
- Kuat nominal:
- $$P_{nb} = 9737 \text{ kN}$$
- $$M_{nb} = 1556 \text{ kNm}$$
- Kuat ultimate:
- $$P_{ub} = \phi P_{nb} = 0,65 \times 9737 = 6329 \text{ kN}$$
- $$M_{ub} = \phi M_{nb} = 0,65 \times 1556 = 1012 \text{ kNm}$$

- 4) Analisa kolom dalam kondisi keruntuhan tarik ($c < c_b$)



Gambar 5.142 Diagram Tegangan Regangan Kondisi $c < c_b$

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- a) Gaya tekan dari tulangan tekan

$$A_s' = n \frac{1}{4} \pi D^2 = 6 \frac{1}{4} \pi 22^2 = 2280,796 \text{ mm}^2$$

$$C_s = A_s' f_s' = 2945,243 \times 420 = 957934,4319 \text{ N}$$

- b) Gaya tarik dari tulangan tarik

$$T = A_s f_y = 3041,06 \times 420 = 1277245,909 \text{ N}$$

- c) Gaya tekan dari beton

$$C_c = 0,85 f_c' \cdot b \cdot a = 0,85 \times 30 \times 650 \times 0,7 \times 397,647 = 3855735 \text{ N}$$

- d) Kapasitas aksial tekan nominal

$$\begin{aligned} P_{nb} &= C_c + C_s - T_s \\ &= 3855735 + 957934,4319 - 1277245,909 \\ &= 3536424 \text{ N} = 3536 \text{ kN} \end{aligned}$$

- e) Kapasitas momen nominal

$$\begin{aligned} M_{nb} &= M_{nc} + M_{ncs} + M_{nr} \\ &= C_c \left(\frac{(h/2) - a}{2} \right) + C_s \left(\frac{(h/2) - d'}{2} \right) + T \left(\frac{(h/2) - d'}{2} \right) \\ &= 3855735 \left(\frac{(750/2) - 232,626}{2} \right) + 957934,4319 \\ &\quad \left(\frac{(750/2) - 74}{2} \right) + 1277245,909 \left(\frac{(750/2) - 74}{2} \right) \\ &= 1670222566 \text{ Nmm} = 1670 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- f) Kesimpulan

Kuat nominal:

$$P_{nb} = 3536 \text{ kN}$$

$$M_{nb} = 1670 \text{ kNm}$$

Kuat ultimate:

$$P_{ub} = \phi P_{nb} = 0,65 \times 3536 = 2299 \text{ kN}$$

$$M_{ub} = \phi M_{nb} = 0,65 \times 1670 = 1086 \text{ kNm}$$

5) Analisa kolom dalam kondisi lentur murni ($P_u = 0$)

a) Tinggi blok tegangan tekan

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c b} = \frac{2660,93 \times 420}{0,85 \times 30 \times 650} = 67,426 \text{ mm}$$

b) Momen nominal kondisi lentur

$$\begin{aligned} M_n &= A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 2660,93 \times 420 \times \left(676 - \frac{67,426}{2} \right) \\ &= 717813496 \text{ Nmm} = 718 \text{ kNm} \end{aligned}$$

c) Kesimpulan

Kuat nominal:

$$P_{nb} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{nb} = 718 \text{ kNm}$$

Kuat ultimate:

$$P_{ub} = \phi P_{nb} = 0,9 \times 0 = 0 \text{ kN}$$

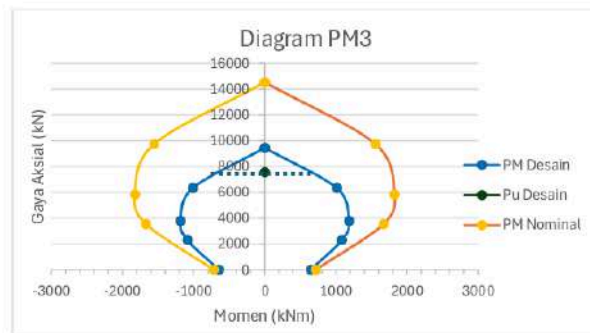
$$M_{ub} = \phi M_{nb} = 0,9 \times 718 = 646 \text{ kNm}$$

Dengan cara yang sama, kemudian dilakukan perhitungan yang sama untuk nilai ϕM_n dan ϕP_n pada arah Y. Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan nilai ϕM_n dan ϕP_n dalam kondisi desak aksial, tekan menentukan, tarik menentukan, dan tinjauan lentur murni arah X dan arah Y.

Tabel 5.65 Rekapitulasi Perhitungan Nilai ϕM_n dan ϕP_n Arah X dan Arah Y

Kondisi	Arah X					Arah Y				
	ϕP_n kN	M_u kN	$P_{n,max}$ kN	P_u kN	$P_{n,desain}$ kN	M_n kNm	M_u kN	$P_{n,max}$ kN	P_u kN	$P_{n,desain}$ kN
Desak Aksial	0	0	14531	9445	7556	0	0	14531	9445	7556
Terkendali Tekan	1556	1012	9737	-	6329	1314	854	9408	-	6115
Seimbang	1823	1185	5828	-	3788	1554	1010	5415	-	3520
Terkendali Tarik	1670	1086	3536	-	2299	1371	891	2840	-	1846
Lentur Murni	718	646	0	-	0	611	550	0	-	0

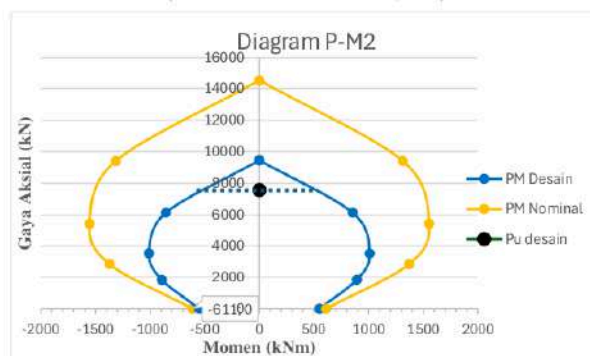
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.143 Diagram Interaksi Uniaksial (P-M3) Kapasitas Kolom K1 (Grid

2/D lantai 1)

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.144 Diagram Interaksi Uniaksial (P-M2) Kapasitas Kolom K1 (Grid

2/D lantai 1)

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

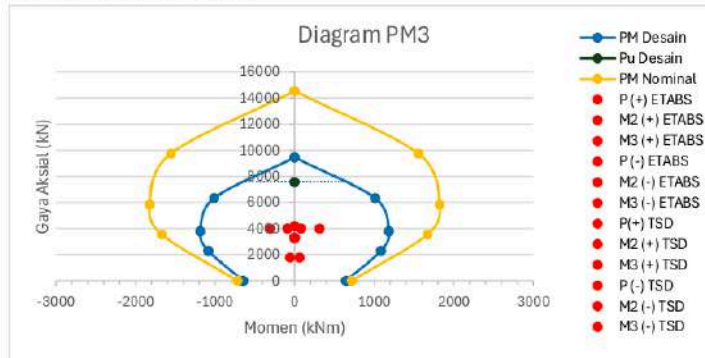
d. Pengecekan kapasitas kolom

Kolom harus dicek apakah mampu menahan beban yang ada. Pengecekan dapat dilakukan secara uniaxial dan biaxial dengan meninjau interaksi P-M3 dan P-M2. Nilai P, M2, dan M3 hasil permodelan menggunakan *ETABS*. Berikut merupakan perhitungan untuk kolom K1 pada grid 2/D lantai 1.

Tabel 5.66 Data nilai P, M3, dan M2 pada Kolom K1 (Grid 2/D Lantai 1)

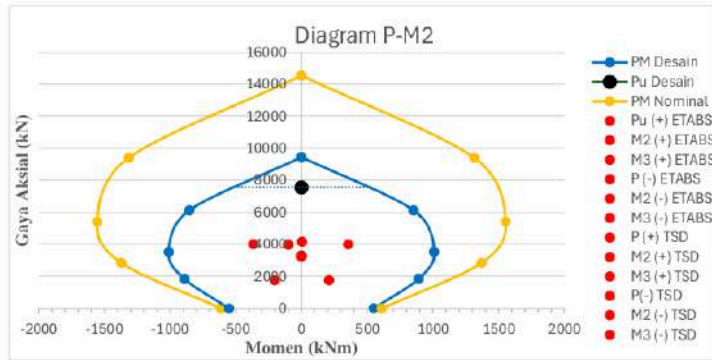
Kondisi	ETABS				TSD			
	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	COMB	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	COMB
Pu max	4168,2	-3,7	0,2	Comb2	4168,5	4,4	-0,2	Comb2
Pu min	1771,7	-204,8	-57,3	Comb11	1775,9	210,1	62,1	Comb11
M2 max	4008,5	-365,3	81,3	Comb5	4003,7	354,5	-91,7	Comb5
M2 min	3296,4	0,5	0,1	Comb1	3295,8	-0,3	0,0	Comb1
M3 max	3993,8	-99,2	313,3	Comb9	3983,3	-101,7	-305,5	Comb7
M3 min	3269,5	2,4	0,0	Comb1	3268,9	-2,6	0,0	Comb1

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.145 Pengecekan Kapasitas Pada Diagram Uniaxial (P-M3) Kolom K1
(Grid 2/D lantai 1)

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.146 Pengecekan Kapasitas Pada Diagram Uniaxial (P-M2) Kolom K1
(Grid 2/D lantai 1)

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Untuk pengecekan secara biaksial menggunakan metode ACI dengan menggunakan syarat rasio tegangan sebagai berikut.

$$\text{Rasio tegangan} = \frac{M_{ux}}{M_{ox}} + \frac{M_{uy}}{M_{oy}} \leq 1$$

Dengan:

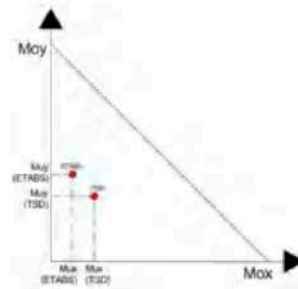
M_{ux} atau M_{uy} = Momen terfaktor arah x dan y pada beban P_u

M_{ox} atau M_{oy} = Momen kapasitas pada beban P_R

$$\begin{aligned} \text{Rasio tegangan (M2}_{\max} \text{ ETABS}) &= \frac{81,3}{1200} + \frac{365,3}{1000} \leq 1 \\ &= 0,433 \leq 1 \text{ (AMAN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio tegangan (M2}_{\max} \text{ TSD}) &= \frac{91,7}{1200} + \frac{354,5}{1000} \leq 1 \\ &= 0,431 \leq 1 \text{ (AMAN)} \end{aligned}$$

Berikut ilustrasi pengecekan kapasitas kolom dengan diagram biaxial.



Gambar 5.147 Diagram Biaxial Metode ACI (Beban $M2_{\max}$)

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.67 Rekapitulasi Pengecekan Kapasitas Kolom K1 (Grid 2/D Lantai 1)

Perangkat Lunak	Kondisi	P (kN)	Mux(kNm)	Muy(kNm)	Mox(kNm)	Moy(kNm)	Ratio	Ratio rata-rata
ETABS	Pu max	4168,204	0,224	3,704	1200	1000	0,004	0,184
	Pu min	1771,675	57,318	204,807	900	850	0,305	
	M2 max	4008,503	81,339	365,312	1200	1000	0,433	
	M2 min	3296,392	0,055	0,466	1200	1000	0,001	
	M3 max	3993,799	313,323	99,182	1200	1000	0,360	
	M3 min	3269,486	0,030	2,376	1200	1000	0,002	
TSD	Pu max	4168,520	0,174	4,382	1200	1000	0,005	0,185

Perangkat Lunak	Kondisi	P (kN)	Mux(kNm)	Muy(kNm)	Mox(kNm)	Moy(kNm)	Ratio	Ratio rata-rata
	Pu min	1775,857	62,125	210,056	900	850	0,316	
	M2 max	4003,702	91,748	354,467	1200	1000	0,431	
	M2 min	3295,809	0,038	0,325	1200	1000	0,000	
	M3 max	3983,250	305,464	101,701	1200	1000	0,356	
	M3 min	3268,903	0,037	2,642	1200	1000	0,003	

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Hasil perencanaan tulangan longitudinal kolom pada grid 2/D lantai 1 didapat rasio rata-rata pada *TSD* lebih besar dari pada *ETABS* dengan rasio rata-rata pada *TSD* sebesar 0,185, dan *ETABS* sebesar 0,184.

e. Kuat kolom (*strong column weak beam*)

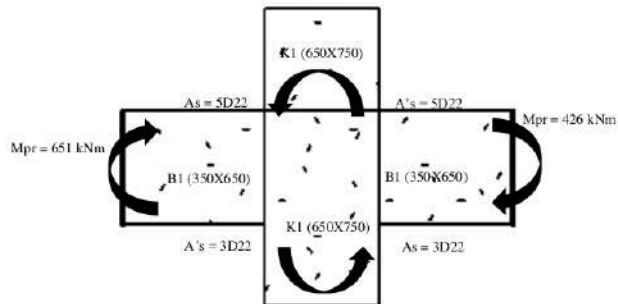
Dalam pengecekan kuat kolom, perlu dicek pada kedua arah yaitu timur-barat dan utara-selatan. Dari penelitian yang dilakukan oleh (S.E & Machmoed, 2021) dalam perencanaanya menggunakan syarat SCWB dan harus memenuhi syarat tersebut. Berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 18.7.3.2 Hal-385, kolom harus memenuhi persamaan sebagai berikut.

$$\sum Mc \geq 1,2 \sum Mg$$

Dimana

$\sum Mc$ = Jumlah Mn dua kolom yang bertemu di join.

$\sum Mg$ = Jumlah Mn dua balok yang bertemu di join



Gambar 5.148 Ilustrasi Kuat Kolom Balok Lemah (Gempa Kanan)

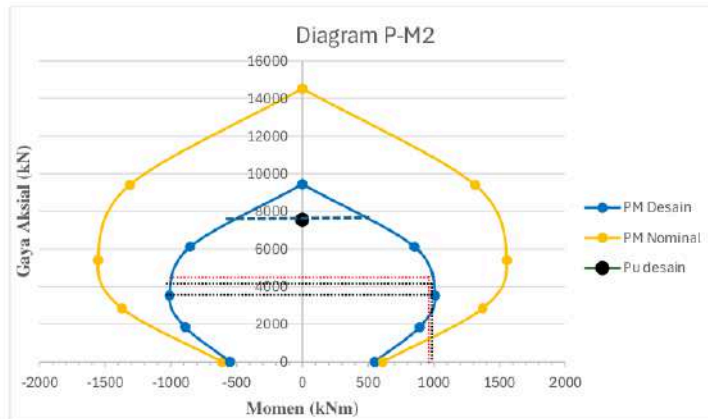
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Mengambil beban aksial (P) dari kombinasi terbesar untuk mendapatkan kapasitas momen kolom, berikut beban aksial dan momen nominal yang terjadi.

Tabel 5.68 Gaya Aksial Yang Terjadi Pada Kolom Desain, Atas, dan Bawah

Perangkat Lunak	P _{atas} (kN)	P _{desain} (kN)	P _{bawah} (kN)	ØM _{atas} (kNm)	ØM _{desain} (kNm)	ØM _{bawah} (kNm)
ETABS	3696,020	4168,204	4644,233	1000	1000	980
TSD	3696,686	4168,520	4643,836	1000	1000	980
COMBO	COMB2	COMB2	COMB2			

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.149 Diagram Interaksi Kapasitas Momen Kolom Desain

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Digunakan diagram interaksi P-M2 karena lebih konservatif. Selanjutnya, dilakukan pengecekan syarat kuat kolom untuk kolom lantai atas dan kolom lantai bawah pada arah gempa kanan sebagai berikut.

- 1) Cek kolom lantai atas $\sum Mc \geq 1,2 \sum Mg$
 $\phi M_{ndesain} + \phi M_{natas} \geq 1,2 (M_{pr1} \text{ Balok timur} + M_{pr3} \text{ Balok barat})$
 $1000 + 1000 \geq 1,2 (521,97 + 326,57)$
 $2000 \text{ kNm} \geq 1018,25 \text{ kNm (Memenuhi syarat)}$
- 2) Cek kolom lantai bawah $\sum Mc \geq 1,2 \sum Mg$
 $\phi M_{ndesain} + \phi M_{nbawah} \geq 1,2 (M_{pr1} \text{ Balok timur} + M_{pr3} \text{ Balok barat})$
 $1000 + 980 \geq 1,2 (521,97 + 326,57)$
 $1980 \text{ kNm} \geq 1018,25 \text{ kNm (Memenuhi syarat)}$

Perhitungan diatas merupakan perhitungan pada arah gempa kanan, untuk arah gempa kiri nilainya sama saja. Berdasarkan pengecekan syarat kuat kolom

diatas, kolom yang di desain sudah memenuhi syarat kuat kolom balok lemah. Pengecekan syarat kuat kolom pada *TSD* juga dapat dihitung secara otomatis, berikut pengecekan *SCWB* dengan kombinasi 7 pada perangkat lunak *TSD*.

Stack 1 600x750 - Seismic - Longitudinal Bars - Flexural Strength - 3D Building Analysis - 35 (Operating) 18FD, 1.2D+1 + 0.25+E - Major Load Direction		
Nominal moment strength in this stack for sway left case	$M_{n,swl} =$	1400,236 kNm
Nominal moment strength in stack above for sway left case	$M_{n,swa} =$	1443,360 kNm
Sum of nominal moment strengths for sway left case	$\Sigma(M_{n,sl}) = [M_{n,swl}] + [M_{n,swa}] =$	2932,604 kNm
Nominal moment strength in this stack for sway right case	$M_{n,swr} =$	1400,236 kNm
Nominal moment strength in stack above for sway right case	$M_{n,swa} =$	1443,360 kNm
Sum of nominal moment strengths for sway right case	$\Sigma(M_{n,sl}) = [M_{n,swr}] + [M_{n,swa}] =$	2932,604 kNm
Beam nominal moment strength on left for sway left case	$M_{n,bl} =$	253,933 kNm
Beam nominal moment strength on right for sway left case	$M_{n,br} =$	426,503 kNm
Sum of beam nominal moment strengths for sway left case	$\Sigma(M_{n,bl}) = M_{n,bl} + M_{n,br} =$	680,436 kNm
Beam nominal moment strength on left for sway right case	$M_{n,bl} =$	426,503 kNm
Beam nominal moment strength on right for sway right case	$M_{n,br} =$	253,933 kNm
Sum of beam nominal moment strengths for sway right case	$\Sigma(M_{n,bl}) = M_{n,bl} + M_{n,br} =$	680,436 kNm
$\Sigma(M_{n,bl}) \geq (M / 5) = \Sigma(M_{n,br})$		ACI 318-14 Section 18.7.3
$\Sigma(M_{n,br}) \geq (M / 5) = \Sigma(M_{n,bl})$		ACI 318-14 Section 18.7.3
OK Pass		

Gambar 5.150 Pengecekan Otomatis Kuat Kolom Balok Lemah Pada *TSD*

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

f. Desain tulangan geser

Pada SNI 2847:2019 Pasal 18.10.7.4 Hal-413, total luas penampang hoops tidak kurang dari salah satu yang terbesar antara:

$$A_{sh} = 0,3 \left(\frac{s \cdot b_c \cdot f_c'}{f_y t} \right) \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right), \text{ dan } A_{sh} = \frac{0,09 \cdot s \cdot b_c \cdot f_c'}{f_y t}$$

b_c = lebar penampang inti beton (terkekang)

$$\begin{aligned} &= b_w - 2(50 + 1/2 d_b) \\ &= 650 - 2(50 + 1/2 (25)) \\ &= 525 \text{ mm} \end{aligned}$$

A_{ch} = luas penampang inti beton

$$\begin{aligned} &= (b_w - 2(50)) \times (h_w - 2(50)) \\ &= (650 - 2(50)) \times (750 - 2(50)) \\ &= 357500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\frac{A_{sh}}{s} = 0,3 \left(\frac{b_c \cdot f_c'}{f_y t} \right) \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) = 0,3 \left(\frac{525 \cdot 30}{420} \right) \left(\frac{650 \cdot 750}{357500} - 1 \right) = 4,09 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\frac{A_{sh}}{s} = \frac{0,09 \cdot s \cdot b_c \cdot f_c'}{f_y t} = \frac{0,09 \cdot 525 \cdot 30}{420} = 3,38 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Dipakai yang terbesar $4,09 \text{ mm}^2/\text{mm}$. Dengan spasi diatur dalam SNI 2847:2019 Pasal 18.7.5.3 Hal-389 yaitu maksimal poin (1) dan minimal poin (3) sampai (4).

1) $\frac{1}{4}$ dimensi kolom terkecil $= \frac{1}{4} (650) = 162,5 \text{ mm}$

2) 6 kali diameter tulangan longitudinal $= 6 (25) = 150 \text{ mm}$

3) $s_o = 100 + \frac{350 - (2/3 \times h_c - 2*(50+db/2))}{3}$
 $= 100 + \frac{350 - (2/3 \times 750 - 2*(50+25/2))}{3}$

$= 75 \text{ mm}$

4) Namun tidak perlu lebih kecil dari 100 mm

Maka digunakan spasi 100 mm sehingga,

$A_{sh} = s \times A_{sh}/s = 100 \times 4,09 = 409,091 \text{ mm}^2$

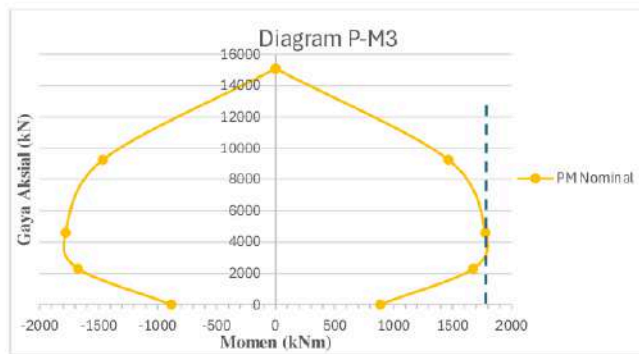
Dicoba dengan menggunakan 4 kaki baja D13 dengan luas penampang $530,93 \text{ mm}^2 > 409,091 \text{ mm}^2$ (OK, kebutuhan $A_{sh \text{ min}}$ terpenuhi). Pada SNI 2847:2019 Pasal 18.7.5.1 Hal 386, tulangan *hoop* tersebut diperlukan sepanjang l_o dari ujung-ujung kolom, l_o tidak boleh kurang dari nilai terbesar antara.

1) Tinggi elemen kolom, $h = 750 \text{ mm}$

2) $\frac{1}{6}$ tinggi bersih kolom $= \frac{1}{6} (4000 - 650) = 558,333 \text{ mm}$

3) 450 mm

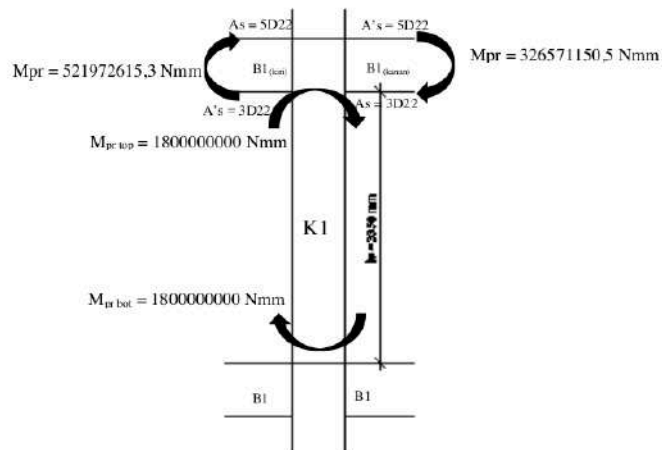
Dipakai l_o sebesar 750 mm. Lalu dicari kebutuhan geser dari kolom dengan menggunakan diagram momen kapasitas lentur kolom, namun f_y ditingkatkan 1,25 seperti balok dan reduksi sebesar 1. Lalu mengambil momen nominal terbesar. Berikut diagram momen setelah f_y ditingkatkan menjadi 1,25 dan reduksi sebesar 1.



Gambar 5.151 Kapasitas Momen Max ($f_y = 1,25$ dan $\phi = 1$) Kolom K1

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

$$M_n (K1) = 1800 \text{ kNm}$$



Gambar 5.152 Momen Ujung (M_{pr}) Pada Kolom

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

$$V_e \text{ kolom} = \frac{M_{pr \text{ top}} + M_{pr \text{ bot}}}{l_n}$$

$$= \frac{1800000000 + 1800000000}{3500}$$

$$= 537313,433 \text{ N}$$

$$V_c \text{ balok} = \frac{M_{pr} (Bk_1) + M_{pr} (Bk_2)}{l_n}$$

$$= \frac{521972615,3 + 326571150,5}{3500}$$

$$= 303955,976 \text{ N}$$

$$V_{u(ETABS)} = 175490,8 \text{ N (COMB5)}$$

$$V_{u(TSD)} = 170254 \text{ N (COMB5)}$$

Tabel 5.69 Pemilihan Gaya Geser Ultimit Kolom

Perangkat Lunak	Vu terfaktor (kN)	COMB	Ve balok (kN)	Ve kolom (kN)	Ve pakai (kN)
ETABS	175490.8	COMB5	303955,976	537313,433	303955,976
TSD	170254.0	COMB5			303955,976

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Dalam pemakaian V_u dijelaskan pada SNI 2847:2019 Pasal 18.7.6.1.1 Hal 391 bahwa gaya geser kolom tidak perlu melebihi geser balok dan tidak boleh kurang dari geser terfaktor. Karena pada perhitungan geser ultimit pada kolom lebih besar dari geser akibat M_{pr} balok dan masih lebih besar dari gaya geser terfaktor, maka digunakan gaya geser ultimit berdasarkan M_{pr} balok yaitu V_u sebesar 303955,976 N. Dalam memperhitungkan V_c sama seperti balok harus dicek terlebih dahulu apakah gaya geser disepanjang bentang lebih dari 0,5 dari gaya geser terbesar. Karena nilai V_e balok sebesar 303955,976 N sudah melebihi 0,5 dari V_c kolom, maka V_c tidak diperhitungkan dalam desain tulangan geser.

$$V_c = 0 \text{ N}$$

$$\frac{V_u}{\phi} = \frac{303955,976}{0,75}$$

$$= 405274,634 \text{ N}$$

Sementara itu pada poin sebelumnya sudah kita hitung kebutuhan tulangan *confinement* yaitu A_{sh} untuk 4 kaki D13 = 531 mm².

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

$$= \frac{531.420.676}{100}$$

$$= 1507414,067 \text{ N} > 405274,6344 \text{ N (OK, sudah melebihi kebutuhan geser, } V_u)$$

Perlu juga dihitung kebutuhan tulangan geser di sepanjang bentang diluar l_o dengan N_u , gaya tekan aksial terkecil dari kombinasi.

$$N_u \text{ (ETABS)} = 1771674,5 \text{ N}$$

$$N_u \text{ (TSD)} = 1775857 \text{ N}$$

Berikut perhitungan V_c menggunakan gaya aksial tekan dari ETABS

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \cdot \left(1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g}\right) \\ &= 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{30} \cdot 650 \cdot 676 \cdot \left(1 + \frac{1771674,5}{14 \cdot 650 \cdot 750}\right) \\ &= 496601,9288 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{s(\text{perlu})} &= \frac{V_u}{\phi} - V_c \\ &= 405274,6344 - 496601,928 \\ &= -91327,29432 \text{ N,} \end{aligned}$$

Karena V_c sudah melebihi V_u maka digunakan tulangan geser minimum, tulangan confinement sebelumnya sudah dicari yaitu sebesar $530,929 \text{ mm}^2$ (diameter 13 mm dengan 4 kaki). Berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 18.7.5.3, spasi transversal tidak boleh melebihi nilai terkecil dari nilai dibawah ini.

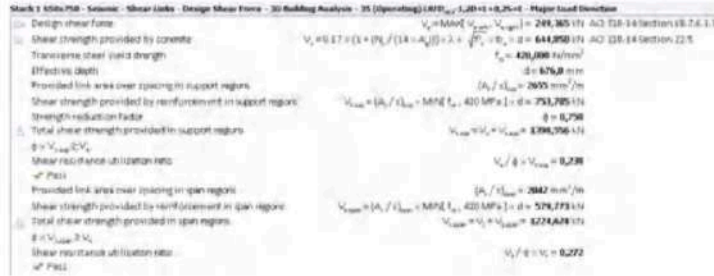
$$\begin{aligned} s_{\max 1} &= \frac{1}{4} \text{ dimensi terkecil} = 650/4 = 162,5 \text{ mm} \\ s_{\max 2} &= 6d_b = 6 \times 22 = 132 \text{ mm} \\ s_{\max 3} &= 100 + \frac{350 - h_x}{3} = 100 + \frac{350 - 132}{3} = 172,667 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dengan h_x merupakan jarak spasi kaki sengkang. Maka dipakai jarak spasi sebesar 130 mm pada luar daerah l_o . Hitung ulang nilai V_s berdasarkan luas tulangan yang dipakai dan spasi yang sudah ditentukan.

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_s \cdot f_{yt} \cdot d}{s} \\ &= \frac{530,929 \cdot 420 \cdot 676}{130} \end{aligned}$$

$$= 1159549,282 \text{ N}$$

Dengan perhitungan diatas, didapat tulangan geser menggunakan 4D13-100mm pada daerah l_0 dan 4D13-130 mm pada luar daerah l_0 . Pada *TSD* juga dapat menghitung secara otomatis desain tulangan geser kolom. Berikut tampilan perhitungan otomatis desain tulangan geser kolom pada *TSD* dengan kombinasi 7.



Gambar 5.153 Tampilan Perhitungan Otomatis Desain Tulangan Geser Kolom Pada *TSD*

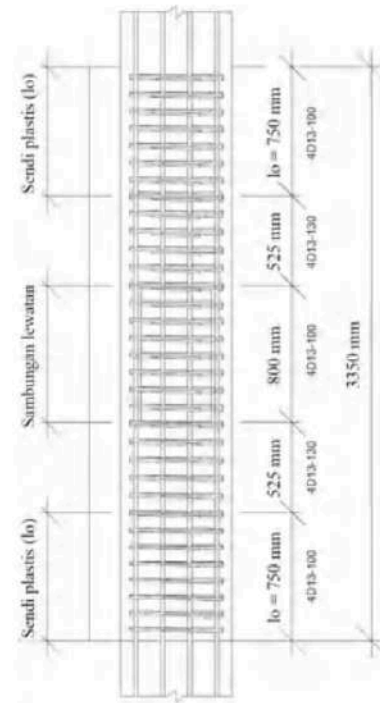
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.70 Rekapitulasi Perhitungan Desain Tulangan Geser Kolom

Perangkat Lunak	Posisi	Tulangan geser	Vc (kN)	Vs (kN)	ϕV_n (kN)	Ve (kN)	Ratio	Rata-rata Rasio
ETABS	Daerah l_0	4D13-100mm	0	1507,414	1130,561	253,297	0,224	0,214
	Luar daerah l_0	4D13-130mm	496,602	1159,549	1242,113	253,297	0,204	
TSD	Daerah l_0	4D13-100mm	0	1507,414	1130,561	253,297	0,224	0,214
	Luar daerah l_0	4D13-130mm	496,808	1159,549	1242,268	253,297	0,204	

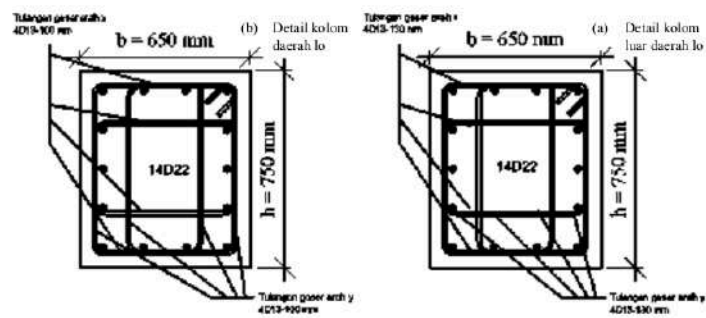
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Hasil perencanaan tulangan geser kolom grid 2/D lantai 1 didapat bahwa rasio rata-rata yang dihasilkan oleh kedua perangkat lunak adalah sama yaitu sebesar 0,214.



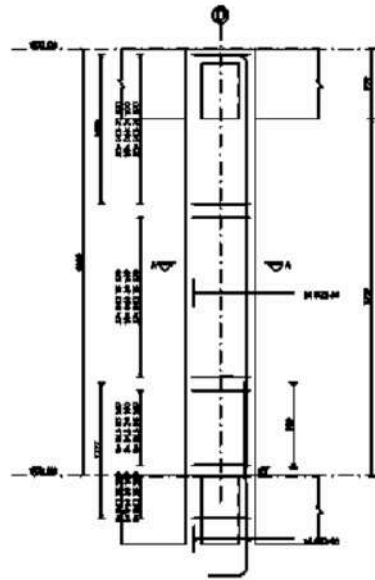
Gambar 5.154 Potongan Kolom K1 Grid 2/D Lantai 1

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



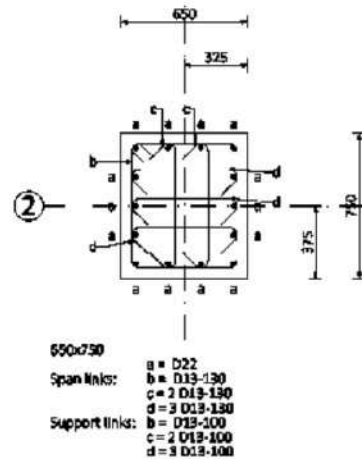
Gambar 5.155 (a) Detail kolom daerah lo, (b) Detail kolom luar daerah lo

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.156 Hasil Gambar Potongan Kolom Grid 2/D Lantai 1 (Hasil *TSD*)

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.157 Hasil Gambar Detail Kolom Grid 2/D Lantai 1 (Hasil *TSD*)

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

g. Pemeriksaan syarat dimensi kolom SRPMK

Sesuai dengan ketentuan SNI 2847 Tahun 2019 Pasal 18.7 Hal-384 terdapat beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh kolom SRPMK yaitu :

- 1) Dimensi penampang terkecil tidak kurang dari 300 mm. Dimensi kolom terkecil pada K1 grid 2/D lantai 1 adalah 650 mm.
- 2) Rasio dimensi penampang terkecil terhadap dimensi tegak lurus nya tidak kurang dari 0,4.

$$K1 \text{ (grid 2/D lantai 1)} = 650/750 = 0,867 > 0,4 \text{ (memenuhi syarat)}$$

Mark 1 3D/2D - Summary - Element Properties - Element Section Size

Largest height of any concrete beam	$P_{max} = 850,0 \text{ mm}$
Wall dimension 1	$a = 350,0 \text{ mm}$
Wall dimension 2	$b = 350,0 \text{ mm}$
Minimum wall dimension of Floor	minimum dimension = $\text{MAX}(0,5 \times P_{max}, 0,4 \times \text{MAX}(a, b), 300 \text{ mm}) = 325,0 \text{ mm}$ ACI 318-14 Sections 18.7.3 and 18.6.3.4

Gambar 5.158 Perhitungan Otomatis Syarat Dimensi Kolom (K11) SRPMK Pada TSD

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.71 Rekapitulasi Perbandingan Hasil Desain Tulangan Geser Kolom

Perangkat Lunak	Tulangan longitudinal	Posisi	Tulangan transversal
ETABS	14D22	daerah lo	4D13-100
		luar daerah lo	4D13-130
TSD	14D22	daerah lo	4D13-100
		luar daerah lo	4D13-130

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

5.7.4 Desain hubungan balok-kolom (HBK)

Pada desain hubungan balok-kolom dengan menggunakan ETABS dihitung dengan perhitungan manual, sedangkan desain hubungan balok-kolom dengan menggunakan TSD dilakukan secara otomatis namun hanya menghitung kapasitas joint saja, tidak mendesain tulangan joint. Joint yang di desain berada pada grid Joint 2/D-2 tepat diatas kolom yang didesain sebelumnya..

a. Dimensi joint

Berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 18.8.4.3 Hal-395, luas penampang efektif dalam suatu joint (A_j), harus dihitung dari tinggi joint kali lebar joint efektif. Tinggi joint harus sebesar lebar kolom. Lebar joint efektif harus selebar kolom, kecuali bila ada balok yang merangka ke dalam kolom yang lebih lebar, lebar joint efektif tidak boleh

melebihi nilai terkecil dari 1) dan 2):

1) Lebar balok ditambah tinggi joint.

2) Dua kali jarak tegak lurus yang lebih kecil dari sumbu longitudinal balok ke sisi kolom.

$$\text{Tinggi efektif joint} = 750 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar efektif joint} = b + h \leq b + 2 \times \frac{(b \text{ kolom} - b \text{ balok})}{2}$$

$$= 350 + 750 \leq 350 + 2 \times \frac{(650 - 350)}{2}$$

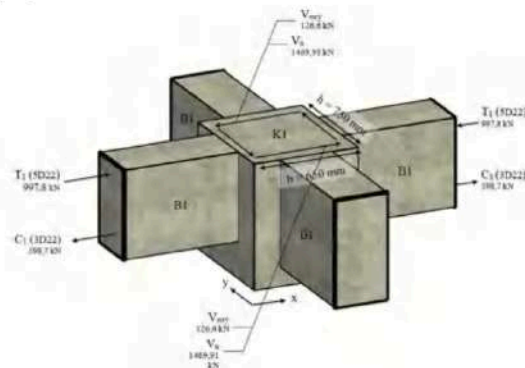
$$= 900 \text{ mm} \leq 650 \text{ mm. Digunakan lebar joint 650 mm.}$$

Sehingga, diperoleh dimensi joint yaitu:

$$A_j = 650 \times 750 = 487500 \text{ mm}^2$$

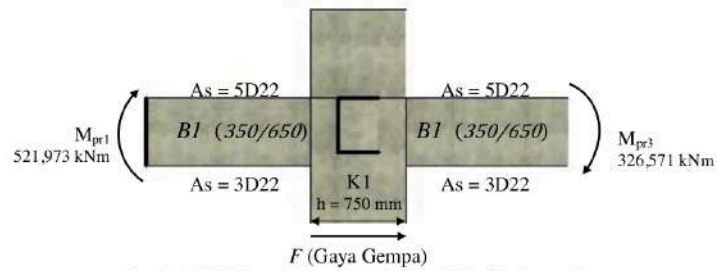
b. Momen kapasitas balok

Berikut ini tahapan perhitungan momen kapasitas dari balok-balok yang mengekang kolom pada joint yang di tinjau, baik arah X maupun arah Y. Pada penelitian ini ditinjau hanya 1 arah saja yaitu arah Y karena keempat balok yang mengekang adalah sama konfigurasi tulangnya yang akan menghasilkan Mpr yang sam.



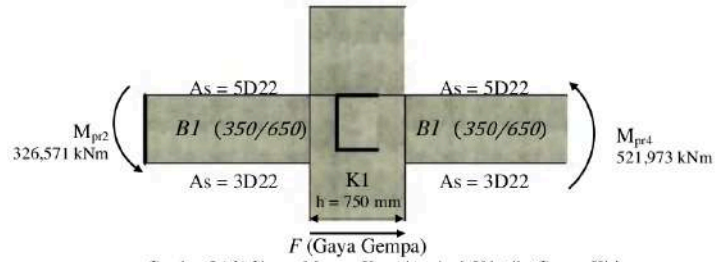
Gambar 5.159 Skema Hubungan Balok-Kolom

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.160 Skema Momen Kapasitas Arah Y ketika Gempa Kanan

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.161 Skema Momen Kapasitas Arah Y ketika Gempa Kiri

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

- 1) Perhitungan momen kapasitas: Struktur bergoyang ke kanan

Balok B1: Tulangan tarik, $A_s = 5D25$.

$$a_{pr1} = \frac{1,25 \cdot A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$= \frac{1,25 \cdot 1900,664,420}{0,85 \cdot 30 \cdot 350}$$

$$= 111,804 \text{ mm}$$

$$M_{pr1} = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{pr1}}{2} \right)$$

$$= 1,25 \cdot 1900,664,420 \cdot \left(579 - \frac{111,804}{2} \right)$$

$$= 521972615,3 \text{ Nmm}$$

Balok B1: Tulangan tarik, $A_s = 3D22$.

$$\begin{aligned} a_{pr3} &= \frac{1,25 \cdot A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\ &= \frac{1,25 \cdot 1520,531 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 350} \\ &= 67,082 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{pr3} &= 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{pr3}}{2} \right) \\ &= 1,25 \cdot 1140,398 \cdot 420 \cdot \left(579 - \frac{67,082}{2} \right) \\ &= 326571150,5 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Jadi momen kapasitas arah Y ketika struktur bergoyang ke kanan adalah sebesar,

$$\sum M_{nb-Y} = 521972615,3 + 326571150,5 = 848543765,8 \text{ Nmm}$$

2) Perhitungan momen kapasitas; Struktur bergoyang ke kiri

Balok B1: Tulangan tarik, $A_s = 5D22$

$$\begin{aligned} a_{pr2} &= \frac{1,25 \cdot A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\ &= \frac{1,25 \cdot 1900,664 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 350} \\ &= 111,804 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{pr2} &= 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{pr2}}{2} \right) \\ &= 1,25 \cdot 1900,664 \cdot 420 \cdot \left(579 - \frac{111,804}{2} \right) \\ &= 521972615,3 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Balok B1: Tulangan tarik, $A_s = 3D22$.

$$\begin{aligned} a_{pr4} &= \frac{1,25 \cdot A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\ &= \frac{1,25 \cdot 1520,531 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 350} \\ &= 67,082 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_{pr4} = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{pr4}}{2} \right)$$

$$= 1,25 \cdot 1140,398 \cdot 420 \cdot \left(579 - \frac{67,082}{2} \right)$$

$$= 326571150,5 \text{ Nmm}$$

Jadi momen kapasitas arah Y ketika struktur bergoyang ke kiri sebesar.

$$\sum M_{nb-Y} = 521972615,3 + 326571150,5 = 848543765,8 \text{ Nmm}$$

Pada arah tinjauan arah X, hasilnya tetap sama karena balok yang mengekang mempunyai konfigurasi tulangan yang sama sehingga hasil M_{pr} tetap sama para arah X maupun Y.

c. Gaya geser pada kolom

1) Struktur bergoyang ke kanan

$$\begin{aligned} V_{swy} &= \frac{(M_{pr1} + M_{pr3})}{2 \times l_o} \\ &= \frac{(521972615,3 + 326571150,5)}{2 \times 3350} \\ &= 126648,323 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

2) Struktur bergoyang ke kiri

$$\begin{aligned} V_{swy} &= \frac{(M_{pr2} + M_{pr4})}{2 \times l_o} \\ &= \frac{(521972615,3 + 326571150,5)}{2 \times 3350} \\ &= 126648,323 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Pada arah tinjauan arah X, hasilnya tetap sama karena balok yang mengekang mempunyai konfigurasi tulangan yang sama sehingga hasil M_{pr} dan V_{swy} tetap sama para arah X maupun Y.

d. Gaya tarik pada tulangan balok

1) Gaya tarik pada struktur bergoyang ke kanan

$$T_1 (5D25) = A_{s1} \times 1,25 f_y = 1900,664 \times 1,25 \times 420 = 997848,367 \text{ Nmm}$$

$$T_3 (4D22) = A_{s3} \times 1,25 f_y = 1140,398 \times 1,25 \times 420 = 598709,02 \text{ Nmm}$$

2) Gaya tarik pada struktur bergoyang ke kiri

$$T_2 (5D25) = A_{s2} \times 1,25 f_y = 1140,398 \times 1,25 \times 420 = 598709,02 \text{ Nmm}$$

$$T_4 (4D22) = A_{s4} \times 1,25 f_y = 1900,664 \times 1,25 \times 420 = 997848,367 \text{ Nmm}$$

e. Gaya geser joint

1) Gaya geser (V_u) arah x gempa kanan

$$\begin{aligned} V_{u1} &= T_1 + T_3 - V_{swy} \\ &= 997848,367 + 598709,02 - 126648,323 \\ &= 1469909,063 \text{ N} \end{aligned}$$

2) Gaya geser (V_u) arah x gempa kanan

$$\begin{aligned} V_{u2} &= T_2 + T_4 - V_{swy} \\ &= 997848,367 + 598709,02 - 126648,323 \\ &= 1469909,063 \text{ N} \end{aligned}$$

Dikarenakan konfigurasi tulangan pada keempat balok yang mengekang kolom mempunyai tulangan yang sama, maka nilai V_u pada arah Y akan sama besarnya dengan arah x yaitu V_u sebesar 1469909,063 N.

f. Pengecekan Geser ijin joint (V_{ijin})

Mengacu pada SNI 2847:2019 Tabel 18.8.4.1 Hal-395 dengan reduksi sebesar 0,85 sesuai SNI 2847:2019 Pasal 21.2.4.3 Hal-475. Dikarenakan joint desain terkekang oleh keempat balok, maka nilai γ diambil sebesar 1,7.

$$\begin{aligned} V_{ijin} &= \phi \gamma \sqrt{f_c} A_j \\ &= 0,85 \times 1,7 \times \sqrt{30} \times 487500 \\ &= 4539250,695 \text{ N} > 1469909,063 \text{ N } (V_u), \text{ sehingga memenuhi syarat.} \end{aligned}$$

g. Menghitung tulangan geser joint (ditinjau arah x)

Diperoleh melalui permodelan ETABS, $N_u = 1771674,5 \text{ N}$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right) \lambda \sqrt{f_c} b d \\ &= 0,17 \left(1 + \frac{1771674,5}{14 \times 487500} \right) 1 \sqrt{30} \times 650 \times 676 \\ &= 515344,243 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_{sperlu} = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{1469909,063}{0,75} - 515344,243 = 1444534,508 \text{ N}$$

Dicoba menggunakan 4D13 dengan jarak sengkang 80 mm dan mutu tulangan 420 MPa. Sehingga dapat dihitung luasan tulangan geser yang diperlukan sebagai berikut.

$$V_s \text{ pakai} = \frac{A_s \times f_y \times d}{s}$$

$$= \frac{4 \times 1/4 \times \pi \times 13^2 \times 420 \times 676}{80}$$

$$= 1884267,583 \text{ N} > 1444534,508 \text{ N (V}_{speta})$$

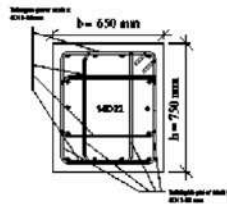
Ditinjau juga arah pada arah Y, berikut rekapitulasi perhitungan desain tulangan geser pada hubungan balok-kolom.

Tabel 5.72 Rekapitulasi Hasil Desain Tulangan Geser HBK

Perangkat Lunak	Posisi	Tulangan geser	Vc (kN)	Vs (kN)	ϕV_n (kN)	Vu (kN)	Vizin (kN)	Ratio	Rata-rata Rasio
ETABS	Arah X	4D13-80mm	515,344	1884,268	1799,709	1469,909	4539,251	0,817	0,872
	Arah Y	4D13-80mm	506,665	1605,530	1584,146	1469,909	4539,251	0,928	
TSD	Arah X	4D13-80mm	515,595	1884,268	1799,897	1469,909	4539,251	0,817	0,872
	Arah Y	4D13-80mm	506,912	1605,530	1584,331	1469,909	4539,251	0,928	

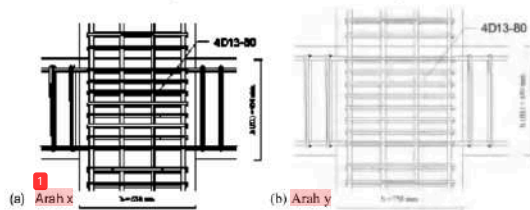
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Hasil perencanaan tulangan geser HBK grid 2/D-2 lantai 2 didapat bahwa rasio rata-rata yang dihasilkan oleh kedua perangkat lunak adalah sama yaitu sebesar 0,872.



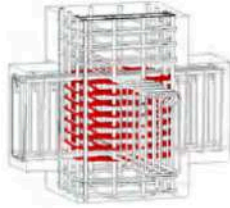
Gambar 5.1612Detail Joint 2/D-2

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.163 Potongan Joint (a) Arah X dan (b) Arah Y

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.164 3D Joint 2/D-2
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

Desain kapasitas geser joint pada *TSD* dapat dihitung secara otomatis namun tidak dengan desain tulangan jointnya, berikut tampilan output perhitungan desain oleh *TSD*. Pada perhitungan otomatis *TSD*, kapasitas joint lebih besar dibanding gaya geser yang terjadi pada joint sehingga joint diizinkan menahan gaya geser yang terjadi.

Work 1 5000/750 - Section - Show Labels - Joint Shear Strength - Right Load Direction	
Effective joint area	$A_j = A_{c,beam} \times D = 997,940,000 \text{ mm}^2$
Strength reduction factor	$\phi = 0.8500$
Concrete compressive strength	$f'_c = 30.0000 \text{ N/mm}^2$
Joint strength coefficient	$k = \sqrt{f'_c} \times 0.17 \times \sqrt{1 + \frac{A_{s,beam}}{A_{c,beam}}} \times A_{c,joint} = 2,085,825 \text{ N} = 472,500 \text{ kN (tension D.R. 4.2)}$
Reinforced shear strength	$V_{js} = 0.85 \times 2,085,825 \text{ N} = 1,772,951 \text{ N}$
Force in beam reinforcement for negative moments for right load	$V_{b,beam} = 0.85 \times 2,085,825 \text{ N} = 1,772,951 \text{ N}$
Force in beam reinforcement for positive moments for right load	$V_{b,beam} = 0.85 \times 2,085,825 \text{ N} = 1,772,951 \text{ N}$
Design shear	$V_u = 1,772,951 \text{ N} = 396,209 \text{ kN}$
Required joint shear for right load	$V_{js} = 1,772,951 \text{ N} = 396,209 \text{ kN}$
Joint strength utilization ratio	$V_u / V_{js} = 0.3962$
OK Pass	
Force in beam reinforcement for negative moments for left load	$V_{b,beam} = 0.85 \times 2,085,825 \text{ N} = 1,772,951 \text{ N}$
Force in beam reinforcement for positive moments for left load	$V_{b,beam} = 0.85 \times 2,085,825 \text{ N} = 1,772,951 \text{ N}$
Design shear	$V_u = 1,772,951 \text{ N} = 396,209 \text{ kN}$
Required joint shear for left load	$V_{js} = 1,772,951 \text{ N} = 396,209 \text{ kN}$
Joint strength utilization ratio	$V_u / V_{js} = 0.3962$
OK Pass	

Gambar 5.165 Tampilan Perhitungan Kapasitas Geser Joint 2/D-2 Pada *TSD*
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berikut kesimpulan yang didapat setelah dilakukan pembahasan pada bab sebelumnya, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

- Gaya gempa yang dihasilkan pada *TSD* lebih besar dari pada *ETABS* dengan selisih terbesar pada lantai 10 sebesar 680,374 kg pada arah x dan arah y. Perbedaan ini disebabkan karena berat bangunan yang dihasilkan kedua perangkat lunak nilainya lebih besar *TSD* sehingga nilai gaya gempa yang dihasilkan *TSD* lebih besar..
- Simpangan antar tingkat yang dihasilkan pada kedua perangkat lunak memiliki rasio yang bervariasi pada arah x maupun arah y, namun rata-rata rasio yang dihasilkan pada kedua perangkat lunak adalah sama sebesar 0,535 pada arah x dan 0,547 pada arah y.
- Hasil desain tulangan lentur pelat didapat hasil bahwa rasio tulangan rata-rata yang dihasilkan oleh *TSD* cenderung lebih besar dibandingkan dengan *ETABS*. Rasio tulangan yang dihasilkan oleh *TSD* sebesar 0,657, sedangkan *ETABS* memiliki rasio lebih kecil yaitu sebesar 0,559. Hasil perencanaan tulangan lentur balok didapat hasil bahwa rata-rata rasio tulangan yang dihasilkan oleh *ETABS* lebih besar dibandingkan *TSD*. Hasil rata-rata rasio tulangan pada *ETABS* sebesar 0,808, sedangkan *TSD* sebesar 0,761. Hasil perencanaan tulangan geser balok didapat hasil bahwa rata-rata rasio tulangan yang dihasilkan oleh *TSD* lebih besar dibandingkan *ETABS*. Hasil rata-rata rasio tulangan pada *TSD* sebesar 0,672, sedangkan *TSD* sebesar 0,599. Hasil perencanaan tulangan longitudinal kolom pada grid 2/D lantai 1 didapat rasio rata-rata pada *TSD* lebih besar dari pada *ETABS* dengan rasio rata-rata pada *TSD* sebesar 0,185, dan *ETABS* sebesar 0,184. Hasil perencanaan tulangan geser kolom grid 2/D lantai 1 didapat bahwa rasio rata-rata yang dihasilkan oleh kedua perangkat lunak adalah sama yaitu sebesar 0,214. Hasil perencanaan

tulangan geser HBK 3B-2 didapat bahwa rasio rata-rata yang dihasilkan oleh kedua perangkat lunak adalah sama yaitu sebesar 0,872. Hasil ini menunjukkan bahwa perangkat lunak *TSD* lebih konservatif dalam mendesain tulangan lentur pelat, tulangan geser balok, dan tulangan lentur kolom. Perangkat lunak *ETABS* lebih konservatif dalam mendesain tulangan lentur balok. Pada desain tulangan geser kolom dan tulangan geser HBK kedua perangkat lunak menunjukkan hasil yang sama.

6.2 Saran

Berdasarkan analisis dan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *ETABS* dan *TSD*, saran yang dapat peneliti berikan adalah:

- a. Disarankan ketika melakukan analisis dan desain struktur pada perangkat lunak *ETABS* maupun *TSD*, wajib diperhatikan peraturan yang dipakai dalam permodelan karena sangat berpengaruh pada nilai-nilai yang akan digunakan sesuai peraturan yang dipilih pada permodelan.
- b. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan dengan perangkat lunak analisis struktur lain.
- c. Penelitian selanjutnya dapat meninjau perilaku struktur yang dihasilkan kedua perangkat lunak dengan beban gempa prosedur *time history analysis* untuk mengetahui perilaku struktur yang lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis Syah, M., Zacky Ardhyani, M., Fajri, H., & Purwandito, M. (2023). Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil Perbandingan Analisis Struktur Gedung Laboratorium PGSD Universitas Samudra Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Menggunakan ETABS dan BIM Tekla Struktural Designer. *Edisi Oktober*, 20(2), 2023. <http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jirs/>
- Badan Standarisasi Nasional (2019). SNI 1726:2019 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung*.
- Badan Standarisasi Nasional (2019). SNI 2847-2019 *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan*.
- Badan Standarisasi Nasional (2020). SNI 1727-2020 *Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain*.
- Bingly, Y., Setia, L., Wibowo, B., Shofwan, M., & Cahyono, D. (2021). *Seminar Nasional Ilmu Terapan V 2021 Universitas Widya Kartika MATERIAL MUTU NORMAL DAN MUTU TINGGI*.
- Iswandi Imran, F. H. (n.d.). *Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*.
- Jaglien, F., Servie, L., Dapas, O., & Wallah, S. E. (2020). PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG KULIAH 5 LANTAI. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 471–482.
- Lesmana, Y. (2020). *Handbook Desain Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2019* (Edisi Pert). CV. Nas Media Pustaka.
- Lesmana, Y. (2020). *Handbook Prosedur Analisa Beban Gempa Berdasarkan SNI 1726-2019* (Edisi Pert). CV. Nas Media Pustaka.
- Lesmana, Y. (2023). *Analisa Dan Desain Struktur Tahan Gempa Beton Bertulang (SRPMB, SRPMM, SRPMK)*. CV. Nas Media Pustaka.
- Jing Xian, W., & Soffi Md Noh, M. (2022). Comparative Study in the Design of a Reinforced Concrete Structure. *Recent Trends in Civil Engineering and Built Environment*, 3(1), 1169–1177. <http://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rtcebe>
- Madutujuh, N. (2018). Rehabilitasi dan Mitigasi Pasca Bencana Gempa Palu 28 Sept 2018 " Sistem Struktur dan Pondasi Bangunan Tahan Gempa , Retakan t *SEMINAR "Rehabilitasi Dan Mitigasi Pasca Bencana Gempa Palu 28 Sept*

2018, " January.

- Pamungkas, A. (2021). Contoh Laporan Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang (Edisi Pert). CV. Budi Utama.
- Rifandi, I. (2020). Analisis Beban Gempa dengan Metode Statik Ekuivalen Berdasarkan SNI 1726-2019 pada Gedung IPAL (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung IPAL UT-HO-Jakarta Timur). *Jurnal Konstruksi*, 18(18), 72–82. <http://jurnal.stgarut.ac.id/>
- Rusliyana, I. (2024). ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG DENGAN MENGGUNAKAN SAP2000 DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER. In *FTSP Series*.
- S.E, M. Y., & Machmoed, S. P. (2021). Perencanaan Gedung Apartemen D'Rini 10 Lantai Dengan Struktur Beton Ringan B_j 1760 Kg/M³ Bertulang Tahan Gempa Menggunakan Srp_{mk}. *Axial: Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 9(3), 163. <https://doi.org/10.30742/axial.v9i3.1765>

LAMPIRAN

TUGAS AKHIR
PERBANDINGAN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

TUGAS AKHIR
PERBANDINGAN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

TUGAS AKHIR
PERBANDINGAN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

TUGAS AKHIR
PERBANDINGAN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NAMA: RIZKI ARDIYANSAH
NIM: 3336210023

NIM: 3336210023





Halaman	Judul Gambar	Skala
00	COVER	-
01	DAFTAR ISI	-
02	DENAH KOLOM BALOK PELAT LT 1-4	1:150
03	DENAH KOLOM BALOK PELAT LT 5	1:150
04	DENAH KOLOM BALOK PELAT LT 6-8	1:150
05	DENAH BALOK PELAT LT 10	1:150
06	POTONGAN A-A & POTONGAN 1-1	1:200
07	DENAH DAN POTONGAN PELAT (GRID 23A-23B LT 10)	As Indicated
08	POTONGAN DAN DETAIL BALOK B1 (GRID 2/C-D LT 1)	As Indicated
09	POTONGAN DAN DETAIL KOLOM K1 (GRID 2/D LT 1)	As Indicated
10	POTONGAN DAN DETAIL HBK (GRID 2/D LT 2)	As Indicated

[illegible]



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

TEKNIK SIPIL
PERENCANAAN STRUKTUR
MENDALAM
PELAT LANTAI 14

NAMA: ...
NIM: ...

KELOMPOK: ...
ANGGOTA: ...

DOSEN PEMBIMBING: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

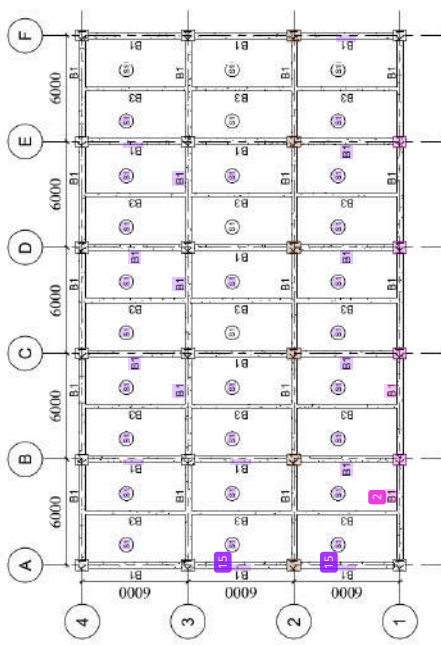
DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...

DOSEN PENYUSUN: ...



1 DENAH KOLOM BALOK PELAT LT 1-4
1:150



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROFESI

TEGAS NABIN
PERENCANAAN STRUKTUR
PERENCANAAN STRUKTUR
MENGENALAN STRUKTUR
REKAYASA 2019/2020

NAMA: TEGAS NABIN
NIM: 1902190055

KELOMPOK: 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

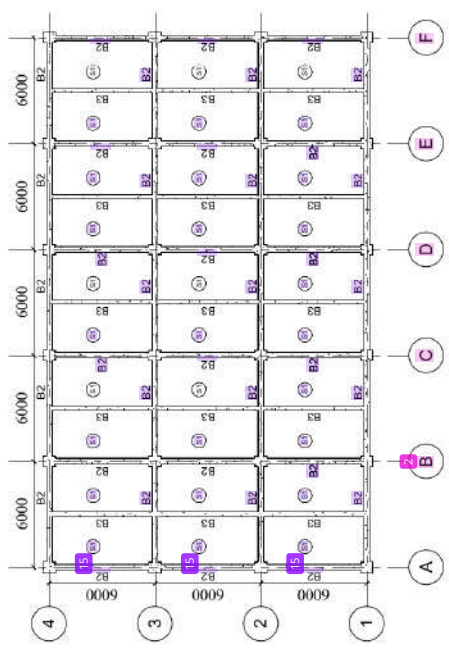
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1

KELOMPOK 1
KELOMPOK 1
KELOMPOK 1



1 DENAH BALOK PELAT LT 10
1 : 150



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

TEMA: SARANA
PERKOTAAN
PERENCANAAN STRUKTUR
MENGGUNAKAN METODE
ANALISIS DISTRIBUSI
MOMENT

NAMA: NIM:

NO. URUT: 19021001001

KELOMPOK:

KELOMPOK 1

KELOMPOK 2

KELOMPOK 3

KELOMPOK 4

KELOMPOK 5

KELOMPOK 6

KELOMPOK 7

KELOMPOK 8

KELOMPOK 9

KELOMPOK 10

KELOMPOK 11

KELOMPOK 12

KELOMPOK 13

KELOMPOK 14

KELOMPOK 15

KELOMPOK 16

KELOMPOK 17

KELOMPOK 18

KELOMPOK 19

KELOMPOK 20

KELOMPOK 21

KELOMPOK 22

KELOMPOK 23

KELOMPOK 24

KELOMPOK 25

KELOMPOK 26

KELOMPOK 27

KELOMPOK 28

KELOMPOK 29

KELOMPOK 30

KELOMPOK 31

KELOMPOK 32

KELOMPOK 33

KELOMPOK 34

KELOMPOK 35

KELOMPOK 36

KELOMPOK 37

KELOMPOK 38

KELOMPOK 39

KELOMPOK 40

KELOMPOK 41

KELOMPOK 42

KELOMPOK 43

KELOMPOK 44

KELOMPOK 45

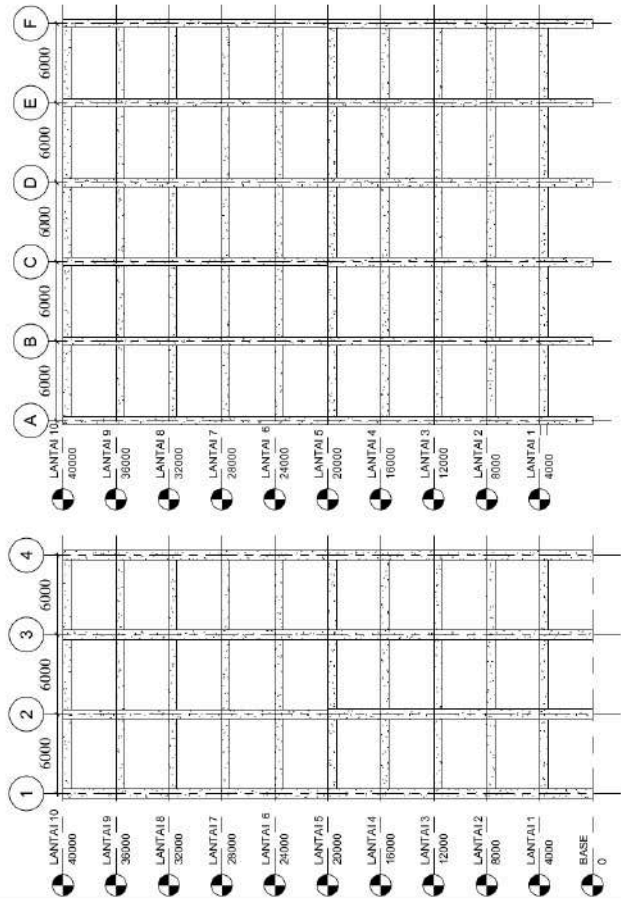
KELOMPOK 46

KELOMPOK 47

KELOMPOK 48

KELOMPOK 49

KELOMPOK 50



POTONGAN A-A
1 : 200

POTONGAN 1-1
1 : 200



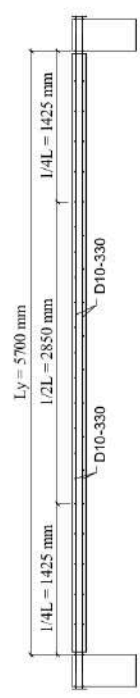
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

TEKNIK SIPIL
PERENCANAAN STRUKTUR
MENGGUNAKAN METODE
ANALISIS ELEMEN HIMPITAN
PELAJARAN 01: RIGID FRAME

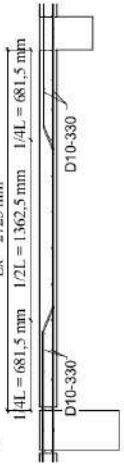
NAMA	NO. Matrik	TGL. PENGIRIMAN
Yusuf Nur Hafidza	19021900105	

REVISI	REVISI	TGL. PERUBAHAN
01	Revisi	

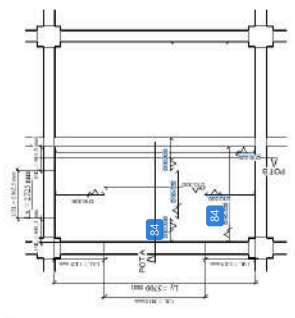
REVISI	REVISI	TGL. PERUBAHAN
01	Revisi	



3 Potongan Pelat Arah Y
1 : 25



2 Potongan Pelat Arah X
1 : 20



1 Denah Tul Pelat
1 : 75

[illegible]



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

TUGAS KAHIR
REKAYASA STRUKTURAL
PERENCANAAN STRUKTURAL
MENGGUNAKAN METODE
ANALISIS ELEMEN HIMPITAN
DENGAN METODE FINITE ELEMENT

NAMA :
NIM :

KELOMPOK :
ANGGOTA KELOMPOK :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

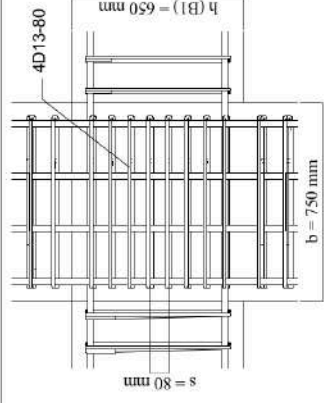
DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

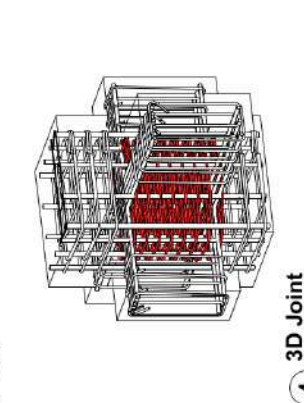
DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :

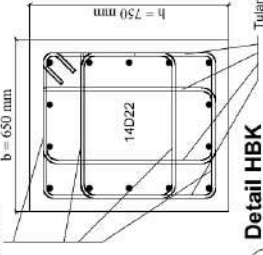
DOSEN PEMBIMBING :
NAMA DOSEN :



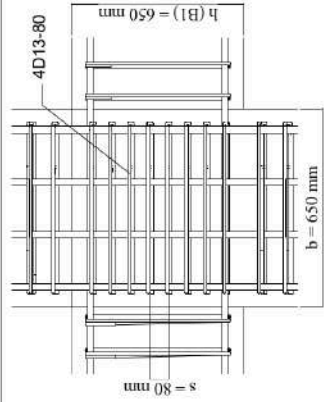
2 Potongan Joint Arak X
1 : 10



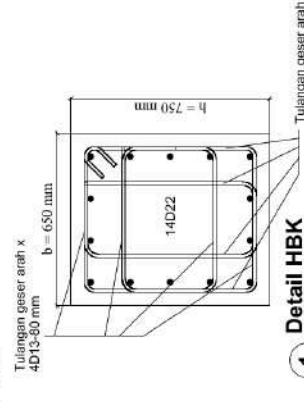
3 Potongan Joint Arak Y
1 : 10



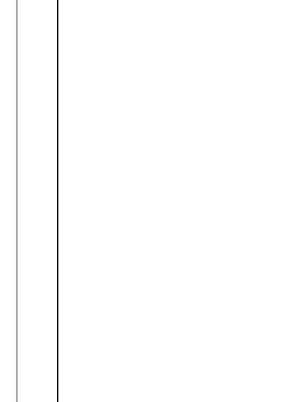
4 3D Joint



1 Detail HBK
1 : 10



Tulangan geser arah x
4D13-80 mm



Tulangan geser arah y
4D13-80 mm

LAMPIRAN TABEL ELEMEN FORCE – BEAM (GRID 2/C-D-I-T) (ETABS)

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Station		P	V2		M3	T		M3	Elem Station	
							m	in		kN	in		kN-m	in		ft-m	m
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			3,000	0	-95,1768	0	0,3551	0	-47,5776	0	171-2	0	0
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			5,000	0	95,1768	0	0,3551	0	-47,5776	0	171-5	1	1
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			1,000	0	-109,6759	0	0,3338	0	-47,7319	0	171-1	1	1
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			5,000	0	109,6759	0	0,3338	0	-47,7319	0	171-6	0	0
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			0,863	0	-411,845	0	0,3338	0	-85,1135	0	171-1	0,6826	0,3375
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			5,358	0	111,8445	0	0,3338	0	-85,1135	0	171-6	0,3375	0,6826
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			0,325	0	-114,013	0	0,3338	0	-122,227	0	171-1	0,325	0
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			5,675	0	114,013	0	0,3338	0	-122,227	0	171-6	0,325	0
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			4,500	0	91,9642	0	0,3551	0	-7,923	0	171-5	0,5	0,5
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			4,000	0	86,7515	0	0,3551	0	-44,3666	0	171-5	0	0
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			4,900	0	74,0371	0	0,3322	0	44,2635	0	171-4	1	1
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			3,500	0	70,8195	0	0,3322	0	80,4764	0	171-4	0,5	0,5
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			3,000	0	67,6068	0	0,3322	0	115,083	0	171-4	0	0
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			3,000	0	-67,6068	0	0,3322	0	115,083	0	171-9	1	1
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			2,500	0	-79,8195	0	0,3322	0	80,4764	0	171-9	0,5	0,5
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			2,000	0	-74,0371	0	0,3322	0	44,2635	0	171-9	0	0
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			2,000	0	-86,7515	0	0,3551	0	44,3666	0	171-2	1	1
Story1	B13	171	1.20 • 1L	Combination			3,500	0	-91,9642	0	0,3551	0	-7,923	0	171-2	0,5	0,5
Story1	B13	171	Comb1	Combination			2,000	0	-76,193	0	0,299	0	38,6483	0	171-2	1	1
Story1	B13	171	Comb1	Combination			1,500	0	-79,9411	0	0,299	0	-3,852	0	171-2	0,5	0,5
Story1	B13	171	Comb1	Combination			3,000	0	-57,0194	0	0,2797	0	99,3507	0	171-3	1	1
Story1	B13	171	Comb1	Combination			2,500	0	-60,7975	0	0,2797	0	69,8793	0	171-3	0,5	0,5
Story1	B13	171	Comb1	Combination			2,000	0	-64,5166	0	0,2797	0	38,5531	0	171-3	0	0

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Number	SS		P	V2		V3	T	M2		M3	Element	Elem Station
						in	in	in	in	in	in	in	in	in	in		
Story1	B13	171	Comb1	Combination		1,000	0	-89,8862	0	0,298	0	-41,2948	171-2	0			
Story1	B13	171	Comb1	Combination		5,000	0	80,6892	0	-0,299	0	-41,2948	171-5	1			
Story1	B13	171	Comb1	Combination		1,000	0	-95,1855	0	0,2814	0	-41,415	171-1	1			
Story1	B13	171	Comb1	Combination		5,000	0	95,1855	0	-0,2814	0	-41,415	171-6	0			
Story1	B13	171	Comb1	Combination		0,663	0	-97,7185	0	0,2814	0	-73,987	171-1	0,6626			
Story1	B13	171	Comb1	Combination		5,008	0	97,7185	0	-0,2814	0	-73,987	171-6	0,3375			
Story1	B13	171	Comb1	Combination		0,025	0	-100,248	0	0,2814	0	-107,373	171-1	0,325			
Story1	B13	171	Comb1	Combination		5,075	0	100,2455	0	-0,2814	0	-107,373	171-6	0,675			
Story1	B13	171	Comb1	Combination		4,000	0	64,5166	0	-0,2797	0	38,9531	171-4	1			
Story1	B13	171	Comb1	Combination		3,000	0	60,7075	0	-0,2797	0	69,8789	171-4	0,5			
Story1	B13	171	Comb1	Combination		3,000	0	57,0184	0	-0,2797	0	93,3607	171-4	0			
Story1	B13	171	Comb1	Combination		4,000	0	70,9411	0	-0,299	0	-0,3842	171-5	0,5			
Story1	B13	171	Comb1	Combination		4,000	0	76,193	0	-0,299	0	38,6499	171-5	0			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Max	5,000	0	22,1623	0	-0,2856	0	113,1265	171-5	1			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Max	5,000	0	37,5515	0	-0,2447	0	112,9602	171-6	0			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Min	5,000	0	20,7726	0	-0,2913	0	110,3977	171-5	1			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Min	5,000	0	36,1834	0	-0,2509	0	110,2315	171-6	0			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Max	5,008	0	30,9604	0	-0,2447	0	100,3418	171-6	0,3375			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Min	5,008	0	30,5923	0	-0,2509	0	97,1534	171-6	0,3375			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Max	5,075	0	42,3693	0	-0,2447	0	86,9104	171-6	0,675			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Max	2,000	0	-176,969	0	0,2913	0	-32,873	171-2	1			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Max	1,000	0	-180,528	0	0,2913	0	-122,246	171-2	0,8			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Min	2,000	0	-178,324	0	0,2856	0	-34,237	171-2	1			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Min	5,075	0	41,0011	0	-0,2509	0	81,2682	171-6	0,675			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Min	1,000	0	-181,892	0	0,2856	0	-124,201	171-2	0,5			
Story1	B13	171	Comb10	Combination	Max	3,000	0	-153,841	0	0,2605	0	124,0212	171-3	1			

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Station	P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							m	in	in	in	in	in	in		m
Story1	B13	171	Cond10	Combination	Max		2,500	0	-157,699	0	0.2605	0	-46,887	171-3	0.5
	B13	171	Cond10	Combination	Max		2,500	0	-181,078	0	0.2605	0	-39,989	171-3	0
Story1	B13	171	Cond10	Combination	Min		3,500	0	-155,064	0	0.2751	0	124,021	171-3	1
	B13	171	Cond10	Combination	Min		2,500	0	-158,473	0	0.2751	0	45,976	171-3	0.5
Story1	B13	171	Cond10	Combination	Min		2,000	0	-162,442	0	0.2751	0	-34,352	171-3	0
	B13	171	Cond10	Combination	Max		4,000	0	-6,701	0	0.2752	0	130,207	171-4	1
Story1	B13	171	Cond10	Combination	Max		3,500	0	-4,305	0	0.2752	0	128,257	171-4	0.5
	B13	171	Cond10	Combination	Max		3,500	0	-7,893	0	0.2752	0	124,024	171-4	0
Story1	B13	171	Cond10	Combination	Min		4,000	0	-2,156	0	0.2806	0	128,419	171-4	1
	B13	171	Cond10	Combination	Min		3,500	0	-5,643	0	0.2806	0	127,579	171-4	0.5
Story1	B13	171	Cond10	Combination	Min		3,500	0	-9,253	0	0.2806	0	124,024	171-4	0
	B13	171	Cond10	Combination	Max		4,500	0	18,5935	0	0.2856	0	122,031	171-5	0.5
Story1	B13	171	Cond10	Combination	Max		4,000	0	15,0748	0	0.2856	0	130,353	171-5	0
	B13	171	Cond10	Combination	Min		4,500	0	17,2289	0	0.2913	0	120,987	171-5	0.5
Story1	B13	171	Cond10	Combination	Min		4,000	0	13,6601	0	0.2913	0	128,013	171-5	0
	B13	171	Cond10	Combination	Max		1,000	0	-184,997	0	0.2913	0	-213,401	171-2	0
Story1	B13	171	Cond10	Combination	Max		1,000	0	-199,889	0	0.291	0	-213,567	171-1	1
	B13	171	Cond10	Combination	Min		1,000	0	-185,461	0	0.2656	0	-216,13	171-2	0
Story1	B13	171	Cond10	Combination	Min		1,000	0	-201,257	0	0.2448	0	-216,295	171-1	1
	B13	171	Cond10	Combination	Max		0.683	0	-202,298	0	0.251	0	-281,436	171-1	0.6625
Story1	B13	171	Cond10	Combination	Min		0.683	0	-203,668	0	0.2448	0	-284,636	171-1	0.6625
	B13	171	Cond10	Combination	Max		0.325	0	-204,707	0	0.251	0	-360,118	171-1	0.325
Story1	B13	171	Cond10	Combination	Min		0.325	0	-206,075	0	0.2448	0	-353,77	171-1	0.325
	B13	171	Cond11	Combination	Max		2,000	0	-15,3761	0	0.4832	0	47,52	171-2	1
Story1	B13	171	Cond11	Combination	Max		1,500	0	-17,426	0	0.4832	0	39,316	171-2	0.5
	B13	171	Cond11	Combination	Min		2,000	0	-19,1062	0	0.4728	0	43,7916	171-2	1

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Number	Step Type	3	P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							in	in	in	in	in	in	in		m
Story1	B13	171	Cond11	Combination	Min		4,900	0	57,9538	0	0.4301	0	-5.2241	171-4	1
Story1	B13	171	Cond11	Combination	Min		3,800	0	58,9065	0	0.4301	0	25.1033	171-4	0.5
Story1	B13	171	Cond11	Combination	Min		3,800	0	53,8471	0	0.4301	0	54.404	171-4	0
Story1	B13	171	Cond11	Combination	Max		4,500	0	70.1463	0	-0.4728	0	-34.1448	171-5	0.5
Story1	B13	171	Cond11	Combination	Max		4,900	0	68,0969	0	-0.4728	0	-1.4485	171-5	0
Story1	B13	171	Cond11	Combination	Min		4,900	0	66.4192	0	-0.4882	0	-39.7382	171-5	0.5
Story1	B13	171	Cond11	Combination	Min		4,900	0	64.3658	0	-0.4882	0	-5.1789	171-5	0
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		2,800	0	-82.847	0	0.4916	0	-0.8301	171-2	1
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		1,500	0	-85.6964	0	-0.4916	0	-39.9189	171-2	0.5
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		2,900	0	-69.9147	0	0.4935	0	-5.9583	171-2	1
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		1,500	0	-79.9881	0	0.4935	0	-40.966	171-2	0.5
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		3,900	0	-53.0288	0	0.4333	0	54.404	171-3	1
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		2,800	0	-55.0822	0	0.4333	0	27.3762	171-3	0.5
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		2,900	0	-57.1386	0	0.4333	0	-0.6782	171-3	0
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		3,900	0	-58.3929	0	0.4122	0	54.404	171-3	1
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		2,900	0	-59.4464	0	0.4122	0	24.8942	171-3	0.5
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		2,900	0	-67.4986	0	0.4122	0	-6.024	171-3	0
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		5,900	0	24.0318	0	-0.6935	0	31.7277	171-5	1
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		5,900	0	30.277	0	-0.5178	0	31.8861	171-6	0
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		5,338	0	31.6831	0	-0.5178	0	23.0239	171-6	0.3375
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		5,900	0	18.6641	0	0.4916	0	20.9948	171-5	1
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		5,900	0	24.8986	0	-0.5421	0	20.9272	171-6	0
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		5,875	0	33.0491	0	-0.5178	0	13.9169	171-6	0.675
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		5,338	0	26.2619	0	-0.5421	0	19.4748	171-6	0.3375
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		5,875	0	27.6579	0	-0.5421	0	-0.4453	171-6	0.675
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		1,900	0	-67.6338	0	0.4916	0	-68.2305	171-2	0

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Number	Step Type	3	P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							mm	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m	m	m
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		1,800	0	-74,007%	0	0.5421	0	-68.2979	171-1	1
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		1,800	0	-79,921%	0	0.4695	0	-76.9634	171-2	0
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		0,663	0	-75,393%	0	0.5421	0	-91.5094	171-1	1
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		0,663	0	-80,774%	0	0.5178	0	-104.068	171-1	0.6626
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		0,325	0	-76,796%	0	0.5421	0	-117.189	171-1	0.325
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		0,325	0	-82,146%	0	0.5178	0	-131.554	171-1	0.325
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		4,800	0	15,5417	0	0.4123	0	48,2799	171-4	1
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		3,500	0	11,4863	0	0.4123	0	51,8653	171-4	0.5
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		3,900	0	9,4348	0	0.4123	0	54,4041	171-4	0
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		4,800	0	8,177%	0	0.4333	0	42,9168	171-4	1
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		3,500	0	6,1241	0	0.4333	0	48,1733	171-4	0.5
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		3,800	0	4,0707	0	0.4333	0	54,404	171-4	0
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		4,500	0	21,9764	0	0.4696	0	48,5464	171-5	0.5
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Max		4,900	0	19,925	0	0.4696	0	48,384	171-5	0
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		4,500	0	15,6107	0	0.4916	0	32,4973	171-5	0.5
Story1	B13	171	Cond12	Combination	Min		4,800	0	14,5573	0	0.4916	0	42,972	171-5	0
Story1	B13	171	Cond13	Combination	Max		1,800	0	-18,678	0	-0.4416	0	31,7594	171-2	0
Story1	B13	171	Cond13	Combination	Max		1,800	0	-24,9974	0	0.2096	0	31,6919	171-1	1
Story1	B13	171	Cond13	Combination	Max		0,663	0	-26,2955	0	0.2096	0	23,0117	171-1	0.6626
Story1	B13	171	Cond13	Combination	Min		1,800	0	-24,0467	0	0.1639	0	20,9865	171-2	0
Story1	B13	171	Cond13	Combination	Min		1,800	0	-30,2886	0	0.2338	0	20,919	171-1	1
Story1	B13	171	Cond13	Combination	Max		0,325	0	-27,6796	0	0.2096	0	13,9038	171-1	0.325
Story1	B13	171	Cond13	Combination	Min		0,663	0	-31,6747	0	0.2338	0	19,4626	171-1	0.6626
Story1	B13	171	Cond13	Combination	Max		4,500	0	70,9319	0	0.164	0	-32,9133	171-5	0.5
Story1	B13	171	Cond13	Combination	Max		4,900	0	66,9285	0	0.164	0	-6,6295	171-5	0

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Number	Step Type	Section	P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							m	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m		m
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	4,500	0	65,6142	0	0.1418	0	-46.9674	171-5	0.5
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	4,500	0	65,6086	0	0.1418	0	-5,9986	171-5	0
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Max	4,500	0	62,5132	0	0.1209	0	-0,0726	171-4	1
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Max	3,500	0	60,4597	0	0.1269	0	27,3685	171-4	0.5
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Max	3,500	0	58,4063	0	0.1269	0	54,423	171-4	0
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	0,329	0	-33,0868	0	-0,2336	0	-0,4816	171-1	0.329
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	4,500	0	57,149	0	0.1058	0	6,0387	171-4	1
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	3,500	0	55,0566	0	0.1058	0	24,7665	171-4	0.5
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	3,500	0	53,0422	0	0.1058	0	54,423	171-4	0
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Max	5,500	0	70,0383	0	0.164	0	-96,2387	171-5	1
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Max	5,500	0	70,4064	0	0.2337	0	-63,3662	171-6	0
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	5,500	0	67,6676	0	0.1418	0	-78,9717	171-5	1
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	5,500	0	74,0182	0	0.2095	0	-77,0391	171-6	0
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Max	5,338	0	80,7864	0	0.2337	0	-94,5216	171-6	0.3375
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Max	3,000	0	-4,9641	0	-0.058	0	54,4331	171-3	1
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Max	2,500	0	-5,1275	0	-0.058	0	51,8677	171-3	0.5
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Max	2,500	0	-6,1909	0	-0.058	0	44,2655	171-3	0
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	3,000	0	-9,4482	0	-0.1268	0	54,423	171-3	1
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	2,500	0	-11,5703	0	-0.1268	0	43,1856	171-3	0.5
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	2,500	0	-13,5351	0	-0.1268	0	42,9214	171-3	0
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Max	2,500	0	-14,5711	0	-0.1418	0	48,344	171-2	1
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Max	1,500	0	-16,6346	0	-0.1418	0	40,5451	171-2	0.5
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	5,338	0	75,4052	0	0.2095	0	-104,071	171-6	0.3375
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	2,000	0	-19,9368	0	-0.0339	0	43,9787	171-2	1
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Min	1,500	0	-21,9922	0	-0.0339	0	32,496	171-2	0.5
Story1	B13	171	Cond13	Combination		Max	5,675	0	65,1255	0	0.2337	0	-117,205	171-6	0.675

Story	Beam	Unique Name	Original Case	Case Type	Step Type	Step Number	Station			P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							m	in	ft								
Story1	B43	121	Comb13	Combination	Min		5,675	0	76.7943	0	0.2095	0	0.3005	0	-131.57	171-6	0.675
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		5,000	0	22.2269	0	0.3006	0	0.2001	0	30.0022	171-6	1
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		5,000	0	29.4078	0	0.2001	0	0.2001	0	30.0140	171-6	0
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Min		5,000	0	19.4568	0	0.1452	0	0.2263	0	22.5642	171-5	1
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Min		5,000	0	25.7263	0	0.2132	0	0.2132	0	22.5842	171-6	0
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		5,328	0	30.4538	0	0.2001	0	0.2001	0	21.0979	171-6	0.3375
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Min		5,328	0	27.1144	0	0.2132	0	0.2132	0	13.3769	171-6	0.3375
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		5,675	0	32.2369	0	0.2001	0	0.2001	0	11.7125	171-6	0.675
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		4,400	0	21.1734	0	0.1606	0	0.1606	0	39.3172	171-5	0.5
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Min		4,000	0	19.12	0	0.1606	0	0.1606	0	47.5256	171-5	0
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Min		4,400	0	17.4434	0	0.1452	0	0.1452	0	33.7268	171-5	0.5
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Min		5,675	0	26.5004	0	0.2132	0	0.2132	0	1.7298	171-6	0.675
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Min		4,000	0	15.3859	0	0.1452	0	0.1452	0	43.7971	171-5	0
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		4,000	0	12.7366	0	0.1236	0	0.1236	0	47.4673	171-4	1
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		3,500	0	10.6834	0	0.1236	0	0.1236	0	51.4685	171-4	0.5
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		3,000	0	8.63	0	0.1236	0	0.1236	0	54.4231	171-4	0
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Min		4,000	0	9.0092	0	0.106	0	0.106	0	43.7367	171-4	1
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Min		3,500	0	6.9558	0	0.106	0	0.106	0	43.5947	171-4	0.5
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Min		3,000	0	4.9023	0	0.106	0	0.106	0	54.4231	171-4	0
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		1,000	0	68.4864	0	0.452	0	0.452	0	47.876	171-2	0
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		1,000	0	-74.84	0	0.2132	0	0.2132	0	-67.9434	171-1	1
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Min		1,000	0	-72.2165	0	0.1006	0	0.1006	0	-75.3344	171-2	0
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Min		1,000	0	-78.5795	0	0.23	0	0.23	0	-75.4319	171-1	1
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		6,663	0	-76.2261	0	0.2132	0	0.2132	0	-39.4359	171-1	0.6625
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		3,000	0	-53.8904	0	0.109	0	0.109	0	64.423	171-3	1
Story1	B43	171	Comb14	Combination	Max		2,500	0	-53.9139	0	-0.109	0	-0.109	0	26.9794	171-3	0.5

Story	Book	Unique Name	Original Case	Case Type	Step Type	Step Number	Station	P		V2		V3		T		M2		M3		Element	Elem Station
								in	out	in	out	in	out	in	out	in	out				
Story1	B13	171	Cen015	Combination	Min		3,900	0	49,6784	0	0.2315	0	0.2315	0	79,7497	171-3	1	54,4168	171-3	1	54,4168
	Story1	B13	171	Cen015	Combination	Min	2,900	0	47,6625	0	0.2315	0	0.2315	0	79,7497	171-3	0	54,4168	171-3	0	54,4168
Story1	B13	171	Cen015	Combination	Max		2,900	0	47,3770	0	0.2314	0	0.2314	0	79,7497	171-4	1	54,4168	171-4	1	54,4168
	Story1	B13	171	Cen015	Combination	Max	3,900	0	115,8696	0	0.2314	0	0.2314	0	79,7497	171-4	0	54,4168	171-4	0	54,4168
Story1	B13	171	Cen015	Combination	Max		3,900	0	113,5132	0	0.2314	0	0.2314	0	79,7497	171-4	0	54,4168	171-4	0	54,4168
	Story1	B13	171	Cen015	Combination	Min	4,900	0	116,2583	0	0.2367	0	0.2367	0	79,7497	171-5	1	54,4168	171-5	1	54,4168
Story1	B13	171	Cen015	Combination	Min		3,900	0	114,2049	0	0.2367	0	0.2367	0	79,7497	171-4	0	54,4168	171-4	0	54,4168
	Story1	B13	171	Cen015	Combination	Min	3,900	0	112,1514	0	0.2367	0	0.2367	0	79,7497	171-4	0	54,4168	171-4	0	54,4168
Story1	B13	171	Cen015	Combination	Max		4,900	0	120,1236	0	-0.256	0	-0.256	0	79,7497	171-5	0	54,4168	171-5	0	54,4168
	Story1	B13	171	Cen015	Combination	Max	4,900	0	124,0726	0	-0.256	0	-0.256	0	79,7497	171-5	0	54,4168	171-5	0	54,4168
Story1	B13	171	Cen015	Combination	Min		4,900	0	124,7814	0	0.2317	0	0.2317	0	79,7497	171-5	0	54,4168	171-5	0	54,4168
	Story1	B13	171	Cen015	Combination	Min	4,900	0	122,7079	0	0.2317	0	0.2317	0	79,7497	171-5	0	54,4168	171-5	0	54,4168
Story1	B13	171	Cen015	Combination	Max		5,900	0	124,1795	0	-0.256	0	-0.256	0	79,7497	171-5	1	54,4168	171-5	1	54,4168
	Story1	B13	171	Cen015	Combination	Max	5,900	0	134,6633	0	-0.2339	0	-0.2339	0	79,7497	171-6	0	54,4168	171-6	0	54,4168
Story1	B13	171	Cen015	Combination	Min		5,900	0	126,8148	0	0.2317	0	0.2317	0	79,7497	171-5	1	54,4168	171-5	1	54,4168
	Story1	B13	171	Cen015	Combination	Min	5,900	0	133,3152	0	-0.27	0	-0.27	0	79,7497	171-6	0	54,4168	171-6	0	54,4168
Story1	B13	171	Cen015	Combination	Max		5,328	0	136,0693	0	-0.2339	0	-0.2339	0	79,7497	171-6	0	54,4168	171-6	0	54,4168
	Story1	B13	171	Cen015	Combination	Max	5,328	0	134,7012	0	-0.27	0	-0.27	0	79,7497	171-6	0	54,4168	171-6	0	54,4168
Story1	B13	171	Cen015	Combination	Min		5,675	0	137,4534	0	0.2339	0	0.2339	0	79,7497	171-6	0	54,4168	171-6	0	54,4168
	Story1	B13	171	Cen015	Combination	Min	5,675	0	136,0873	0	-0.27	0	-0.27	0	79,7497	171-6	0	54,4168	171-6	0	54,4168
Story1	B13	171	Cen016	Combination	Max		5,675	0	-34,8423	0	0.2578	0	0.2578	0	79,7497	171-6	0	54,4168	171-6	0	54,4168
	Story1	B13	171	Cen016	Combination	Max	5,328	0	-36,2483	0	-0.2578	0	-0.2578	0	79,7497	171-6	0	54,4168	171-6	0	54,4168
Story1	B13	171	Cen016	Combination	Min		5,675	0	-30,9466	0	0.2761	0	0.2761	0	79,7497	171-6	0	54,4168	171-6	0	54,4168
	Story1	B13	171	Cen016	Combination	Min	5,328	0	-30,3727	0	-0.2761	0	-0.2761	0	79,7497	171-6	0	54,4168	171-6	0	54,4168
Story1	B13	171	Cen016	Combination	Max		5,900	0	-33,7548	0	0.2504	0	0.2504	0	79,7497	171-5	1	54,4168	171-5	1	54,4168
	Story1	B13	171	Cen016	Combination	Max	5,900	0	-33,7548	0	0.2504	0	0.2504	0	79,7497	171-5	1	54,4168	171-5	1	54,4168

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	3			V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							P	Q	R							
							in	in	in	in	in	in	in	in	in	m
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Max		5,900	0	-27,654	0	0.2576	0	144,6862	171-6	0	
	B13	171	Comb16	Combination	Min		5,900	0	-37,9486	0	0.2673	0	150,5496	171-6	1	
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Min		5,900	0	-31,7987	0	0.2701	0	150,4821	171-6	0	
	B13	171	Comb16	Combination	Max		2,900	0	-121,943	0	0.2673	0	-58,3346	171-2	1	
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Max		1,500	0	-123,397	0	0.2673	0	-119,56	171-2	0.8	
	B13	171	Comb16	Combination	Min		2,900	0	-123,437	0	0.2604	0	-62,4668	171-2	1	
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Min		1,500	0	-127,491	0	0.2504	0	-125,719	171-2	0.5	
	B13	171	Comb16	Combination	Max		3,900	0	-113,788	0	0.2421	0	54,4166	171-3	1	
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Max		2,500	0	-112,841	0	0.2421	0	-1,4966	171-3	0.5	
	B13	171	Comb16	Combination	Max		2,900	0	-114,895	0	0.2421	0	-58,4306	171-3	0	
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Min		3,900	0	-114,879	0	0.226	0	54,4166	171-3	1	
	B13	171	Comb16	Combination	Min		2,500	0	-116,932	0	0.226	0	-3,5423	171-3	0.5	
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Min		2,900	0	-118,966	0	0.226	0	-62,5216	171-3	0	
	B13	171	Comb16	Combination	Max		4,900	0	-44,2078	0	0.2261	0	104,7633	171-4	1	
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Max		3,500	0	-46,2613	0	0.2261	0	80,1064	171-4	0.5	
	B13	171	Comb16	Combination	Max		3,900	0	-48,3147	0	0.2261	0	54,4166	171-4	0	
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Min		4,900	0	-46,2991	0	0.2422	0	100,6721	171-4	1	
	B13	171	Comb16	Combination	Min		3,500	0	-50,3526	0	0.2422	0	78,0646	171-4	0.5	
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Min		3,900	0	-52,409	0	0.2422	0	54,4166	171-4	0	
	B13	171	Comb16	Combination	Max		4,500	0	-35,9982	0	0.2504	0	125,2962	171-5	0.8	
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Max		4,900	0	-37,8616	0	0.2504	0	104,6337	171-5	0	
	B13	171	Comb16	Combination	Min		4,500	0	-39,9022	0	0.2673	0	119,169	171-5	0.8	
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Min		4,900	0	-41,9566	0	0.2673	0	100,7416	171-5	0	
	B13	171	Comb16	Combination	Max		1,900	0	-123,45	0	0.2673	0	-181,791	171-2	0	
Story1	B13	171	Comb16	Combination	Max		1,900	0	-131,947	0	0.2762	0	-181,659	171-1	1	
	B13	171	Comb16	Combination	Min		1,900	0	-123,544	0	0.2604	0	-189,977	171-2	0	

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Stop Type	Stop Number	3			P	V2		V3	T	M2		M3	Element	Elem Station
							in	in	in		in	in		in	in	in			
Story1	B13	171	Cond16	Combination	Min		1,900	0	-136,951	0	0.2577	0	-190,045	0	0.2577	0	-190,045	171-1	1
Story1	B13	171	Cond16	Combination	Max		0,893	0	-133,393	0	0.7692	0	-296,635	0	0.7692	0	-296,635	171-1	0.6925
Story1	B13	171	Cond16	Combination	Min		0,893	0	-137,438	0	0.2577	0	-296,196	0	0.2577	0	-296,196	171-1	0.6925
Story1	B13	171	Cond16	Combination	Max		0,825	0	-134,719	0	0.2762	0	-271,859	0	0.2762	0	-271,859	171-1	0.325
Story1	B13	171	Cond16	Combination	Min		0,825	0	-138,824	0	0.2577	0	-282,815	0	0.2577	0	-282,815	171-1	0.325
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		0,825	0	26,9831	0	0.6066	0	166,160	0	0.6066	0	166,160	171-1	0.325
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		0,893	0	30,3692	0	0.6596	0	165,1493	0	0.6596	0	165,1493	171-1	0.6925
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		0,825	0	24,8788	0	0.6321	0	164,0984	0	0.6321	0	164,0984	171-1	0.325
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		0,893	0	26,2648	0	0.6321	0	165,6779	0	0.6321	0	165,6779	171-1	0.6925
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		1,900	0	37,8446	0	0.0773	0	144,7385	0	0.0773	0	144,7385	171-2	0
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		1,900	0	35,7532	0	0.6586	0	144,6658	0	0.6586	0	144,6658	171-1	1
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		1,900	0	33,7596	0	0.0604	0	136,5473	0	0.0604	0	136,5473	171-2	0
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		1,900	0	27,6569	0	0.6321	0	136,4796	0	0.6321	0	136,4796	171-1	1
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		3,900	0	52,402	0	0.0604	0	54,4165	0	0.0604	0	54,4165	171-3	1
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		2,500	0	50,3485	0	0.804	0	80,1641	0	0.804	0	80,1641	171-3	0.5
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		2,000	0	48,2651	0	0.804	0	134,765	0	0.804	0	134,765	171-3	0
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		2,900	0	41,9515	0	0.0773	0	104,8264	0	0.0773	0	104,8264	171-2	1
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		1,500	0	39,8981	0	0.0773	0	125,2576	0	0.0773	0	125,2576	171-2	0.5
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		3,900	0	48,2107	0	0.0644	0	54,4165	0	0.0644	0	54,4165	171-3	1
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		2,500	0	46,2572	0	0.0644	0	78,0685	0	0.0644	0	78,0685	171-3	0.5
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		2,000	0	44,2038	0	0.0644	0	100,6737	0	0.0644	0	100,6737	171-3	0
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		2,900	0	37,8576	0	0.0604	0	100,4433	0	0.0604	0	100,4433	171-2	1
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		1,500	0	35,8041	0	0.0604	0	110,1596	0	0.0604	0	110,1596	171-2	0.5
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		4,500	0	127,6948	0	-0.6904	0	-119,58	0	-0.6904	0	-119,58	171-5	0.5
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		4,900	0	125,4414	0	-0.6904	0	-58,3329	0	-0.6904	0	-58,3329	171-5	0
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		4,900	0	118,9898	0	-0.6943	0	-58,4289	0	-0.6943	0	-58,4289	171-4	1

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Number	3			P	V2		V3		T	M2		M3	Element	Elem Station
						Step	in	in		in	in	in	in		in	in	in		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		3,000	0	116.984	0	-0.643	0	-1.493	0	171-4	171-4	0.5		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		3,000	0	114.083	0	-0.643	0	-1.493	0	171-4	171-4	0		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		4,000	0	123.4008	0	-0.6773	0	-125.719	0	171-5	171-5	0.5		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		4,000	0	121.3474	0	-0.6773	0	-125.719	0	171-5	171-5	0		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		4,000	0	114.083	0	-0.6803	0	-125.719	0	171-4	171-4	1		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		3,000	0	112.8431	0	-0.6803	0	-125.719	0	171-4	171-4	0.5		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		3,000	0	110.7917	0	-0.6803	0	-125.719	0	171-4	171-4	0		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		5,000	0	125.5483	0	-0.6804	0	-181.794	0	171-5	171-5	1		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		5,000	0	126.0649	0	-0.6822	0	-181.794	0	171-6	171-6	0		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		5,000	0	126.4543	0	-0.6773	0	-189.98	0	171-5	171-5	1		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		5,000	0	115.9506	0	-0.6507	0	-190.047	0	171-6	171-6	0		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		5,338	0	137.4409	0	-0.6322	0	-226.628	0	171-6	171-6	0.3375		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		5,338	0	133.3566	0	-0.6507	0	-226.628	0	171-6	171-6	0.3375		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Max		5,675	0	138.127	0	-0.6322	0	-271.853	0	171-6	171-6	0.675		
Story1	B13	171	Cond17	Combination	Min		5,675	0	134.7227	0	-0.6507	0	-282.82	0	171-6	171-6	0.675		
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		5,675	0	-26.2469	0	-0.6383	0	161.5128	0	171-6	171-6	0.675		
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		5,675	0	-27.615	0	-0.6445	0	167.6956	0	171-6	171-6	0.675		
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		5,338	0	-77.633	0	-0.6383	0	161.5586	0	171-6	171-6	0.3375		
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		5,338	0	-29.9011	0	-0.6445	0	168.7844	0	171-6	171-6	0.3375		
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		5,000	0	-35.1153	0	-0.66	0	142.0447	0	171-5	171-5	1		
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		5,000	0	-20.019	0	-0.6383	0	141.5371	0	171-6	171-6	0		
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		5,000	0	-38.48	0	-0.6715	0	139.278	0	171-5	171-5	1		
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		5,000	0	-30.3871	0	-0.6445	0	130.2084	0	171-6	171-6	0		
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		3,000	0	-112.156	0	0.075	0	54.463	0	171-3	171-3	1		
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		2,500	0	-114.203	0	0.075	0	-21.748	0	171-3	171-3	0.5		
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		2,000	0	-116.362	0	0.075	0	-58.7926	0	171-3	171-3	0		

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Number	Step Type	3	P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							mm	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m	m	m
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		2,900	0	-122,712	0	0.0716	0	-59,757	171-2	1
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		3,600	0	-124,760	0	0.0716	0	-121,608	171-2	0.5
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		3,900	0	-113,519	0	0.0696	0	54,4163	171-3	1
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		2,500	0	-115,573	0	0.0696	0	-2,8567	171-3	0.5
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		2,900	0	-117,626	0	0.0696	0	-61,1564	171-3	0
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		2,900	0	-124,077	0	0.066	0	-61,121	171-2	1
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		1,500	0	-126,13	0	0.066	0	-123,673	171-2	0.5
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		4,500	0	-371,887	0	-0.066	0	123,5514	171-5	0.5
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		4,900	0	-39,2222	0	-0.066	0	103,4713	171-5	0
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		4,900	0	-45,5670	0	-0.0697	0	103,4913	171-4	1
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		3,500	0	-47,621	0	-0.0697	0	79,4222	171-4	0.5
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		3,900	0	-49,6744	0	-0.0697	0	54,4165	171-4	0
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		4,500	0	-39,5334	0	-0.0716	0	121,105	171-5	0.5
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		4,900	0	-40,5468	0	-0.0716	0	102,1073	171-5	0
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		4,900	0	-46,913	0	-0.0751	0	102,0075	171-4	1
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		3,500	0	-49,946	0	-0.0751	0	78,7164	171-4	0.5
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		3,900	0	-51,0382	0	-0.0751	0	54,4165	171-4	0
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		1,900	0	-126,819	0	0.0716	0	-164,523	171-2	0
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		1,900	0	-133,319	0	0.0446	0	-184,59	171-1	1
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		1,900	0	-128,164	0	0.066	0	-187,251	171-2	0
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		1,900	0	-134,487	0	0.0384	0	-187,319	171-1	1
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		0,603	0	-134,765	0	0.0446	0	-229,819	171-1	0.6626
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		0,603	0	-136,072	0	0.0384	0	-233,009	171-1	0.6626
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Max		0,325	0	-136,991	0	0.0446	0	-275,516	171-1	0.325
Story1	B13	171	Cond18	Combination	Min		0,325	0	-137,465	0	0.0384	0	-279,168	171-1	0.325
Story1	B13	171	Cond18	Combination			2,900	0	-162,817	0	0.4143	0	51,1418	171-2	1

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	3			V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							3	3	3							
							in	in	in	in	in	in	in	in	in	m
Story1	B13	171	Com2	Combination			1,500	0	-108,03	0	0.4143	0	-1,0701	171-2	0.5	
Story1	B13	171	Com2	Combination			3,800	0	-79,846	0	0.3876	0	150,635	171-3	1	
Story1	B13	171	Com2	Combination			2,400	0	-82,090	0	0.3876	0	92,871	171-3	0.5	
Story1	B13	171	Com2	Combination			2,000	0	-85,272	0	0.3876	0	50,9942	171-3	0	
Story1	B13	171	Com2	Combination			1,800	0	-109,243	0	0.4143	0	-54,8683	171-2	0	
Story1	B13	171	Com2	Combination			5,000	0	108,2428	0	-0.4143	0	-54,8683	171-5	1	
Story1	B13	171	Com2	Combination			1,000	0	-128,529	0	0.3894	0	-55,072	171-1	1	
Story1	B13	171	Com2	Combination			5,800	0	128,5289	0	0.3894	0	-55,072	171-6	0	
Story1	B13	171	Com2	Combination			0,883	0	-128,686	0	0.3894	0	-98,1414	171-1	0.6825	
Story1	B13	171	Com2	Combination			5,398	0	128,6875	0	0.3894	0	-98,1414	171-6	0.3375	
Story1	B13	171	Com2	Combination			0,325	0	-139,860	0	0.3894	0	-141,943	171-1	0.325	
Story1	B13	171	Com2	Combination			5,678	0	130,666	0	0.3894	0	-141,943	171-6	0.675	
Story1	B13	171	Com2	Combination			4,800	0	85,272	0	0.3876	0	50,9942	171-4	1	
Story1	B13	171	Com2	Combination			3,500	0	82,093	0	0.3876	0	92,871	171-4	0.5	
Story1	B13	171	Com2	Combination			3,000	0	78,846	0	0.3876	0	133,035	171-4	0	
Story1	B13	171	Com2	Combination			4,500	0	108,9301	0	-0.4143	0	-1,0701	171-5	0.5	
Story1	B13	171	Com2	Combination			4,800	0	102,8174	0	-0.4143	0	51,1418	171-5	0	
Story1	B13	171	Com3	Combination	Max		2,800	0	-69,623	0	0.7079	0	74,404	171-2	1	
Story1	B13	171	Com3	Combination	Max		1,500	0	-73,198	0	0.7079	0	38,7602	171-2	0.5	
Story1	B13	171	Com3	Combination	Min		2,800	0	-73,1931	0	0.6925	0	70,6756	171-2	1	
Story1	B13	171	Com3	Combination	Min		1,500	0	-76,9219	0	0.6925	0	33,1068	171-2	0.5	
Story1	B13	171	Com3	Combination	Max		3,800	0	-48,6741	0	0.6356	0	124,569	171-3	1	
Story1	B13	171	Com3	Combination	Max		2,500	0	-50,2428	0	0.6356	0	100,2797	171-3	0.5	
Story1	B13	171	Com3	Combination	Max		2,000	0	-53,8116	0	0.6356	0	74,2661	171-3	0	
Story1	B13	171	Com3	Combination	Min		3,800	0	-59,4917	0	0.621	0	124,5889	171-3	1	
Story1	B13	171	Com3	Combination	Min		2,500	0	-53,9765	0	0.621	0	98,4159	171-3	0.5	

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	3			P	V2		V3	T	M2		M3	Element	Elem Station
							3	3	3		kN	kN			kN-m	kN-m			
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		2,900	0	-57,5362	0	0.621	0	79,5385	171-3	0				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		1,800	0	-79,7065	0	0.7079	0	1,2122	171-2	0				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		1,800	0	-92,2187	0	0.7448	0	1,0401	171-1	1				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		1,800	0	-89,4965	0	0.6625	0	6,2463	171-2	0				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		1,800	0	-98,0265	0	0.7279	0	-6,4124	171-1	1				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		0,863	0	-94,096	0	0.7448	0	-30,5074	171-1	0.6625				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		0,863	0	-98,4365	0	0.7279	0	-38,2279	171-1	0.6625				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		0,825	0	-97,1948	0	0.7448	0	-82,8738	171-1	0.325				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min				-100,844	0	0.7279	0	-72,8564	171-1	0.325				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		5,900	0	129,4803	0	-0.6925	0	-96,746	171-5	1				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		5,900	0	145,5314	0	0.7279	0	-96,592	171-6	0				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		5,900	0	125,7502	0	-0.7079	0	-104,205	171-5	1				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		5,900	0	141,3989	0	-0.7448	0	-104,371	171-6	0				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		5,338	0	147,5473	0	-0.7279	0	-145,1041	171-6	0.3375				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		5,338	0	143,8078	0	-0.7448	0	-153,761	171-6	0.3375				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		5,075	0	149,9561	0	-0.7279	0	-193,882	171-6	0.675				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		5,675	0	146,2167	0	-0.7448	0	-203,965	171-6	0.675				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		4,900	0	108,4873	0	-0.621	0	25,3079	171-4	1				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		3,500	0	109,9288	0	-0.621	0	75,8066	171-4	0.5				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		3,900	0	99,3598	0	-0.621	0	124,5089	171-4	0				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		4,900	0	102,7697	0	0.6356	0	21,5863	171-4	1				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		3,500	0	99,2089	0	0.6356	0	73,9868	171-4	0.8				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		3,900	0	96,6322	0	0.6356	0	124,5089	171-4	0				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		4,500	0	125,9115	0	-0.6925	0	-34,7831	171-5	0.5				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Max		4,900	0	122,3428	0	-0.6925	0	25,4365	171-5	0				
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		4,500	0	122,1615	0	-0.7079	0	-40,3565	171-5	0.5				

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Number	Step Type	Station	P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							m	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m		m
Story1	B13	171	Comb3	Combination	Min		4,900	0	118,6127	0	-0,7079	0	21,7071	171-5	0
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		2,800	0	-117,794	0	0,7112	0	26,2639	171-2	1
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		1,500	0	-121,963	0	0,7112	0	-30,5353	171-2	0,5
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		2,800	0	-123,162	0	0,6891	0	20,8686	171-2	1
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		1,500	0	-128,73	0	0,6891	0	-41,5643	171-2	0,5
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		3,000	0	-94,614	0	0,6386	0	124,0089	171-3	1
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		2,500	0	-98,2827	0	0,6388	0	76,2097	171-3	0,5
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		2,800	0	-101,961	0	0,6388	0	26,1562	171-3	0
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		3,000	0	-100,178	0	0,6377	0	124,0089	171-3	1
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		2,500	0	-103,747	0	0,6377	0	73,5277	171-3	0,5
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		2,800	0	-107,316	0	0,6377	0	25,7621	171-3	0
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		5,000	0	81,3094	0	0,6891	0	2,6494	171-5	1
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		5,000	0	96,8476	0	0,7242	0	2,6833	171-6	0
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		5,000	0	75,9417	0	-0,7112	0	-7,8836	171-5	1
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		5,000	0	91,4863	0	-0,7485	0	-8,0496	171-6	0
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		5,038	0	99,2564	0	-0,7242	0	-28,5331	171-6	0,3375
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		5,338	0	90,8752	0	-0,7485	0	-41,1422	171-6	0,3375
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		5,675	0	101,6653	0	-0,7242	0	-60,6825	171-6	0,675
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		5,675	0	96,2644	0	-0,7485	0	-75,9477	171-6	0,675
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		1,000	0	-124,831	0	0,7112	0	-96,1068	171-2	0
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		1,000	0	-140,578	0	0,7485	0	-96,2748	171-1	1
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		1,000	0	-130,299	0	0,6891	0	-105,642	171-2	0
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		1,000	0	-145,969	0	0,7242	0	-106,008	171-1	1
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		0,663	0	-142,987	0	0,7485	0	-143,126	171-1	0,6626
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		0,663	0	-148,968	0	0,7242	0	-155,675	171-1	0,6626
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		0,325	0	-145,986	0	0,7485	0	-191,791	171-1	0,325

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Number	Step Type	3	P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							in	in	in	in	in	in	in	in	m
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		0.325	0	-159.777	0	0.242	0	-206.156	171-1	0.325
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		4.800	0	59.376	0	0.6178	0	75.043	171-4	1
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		3.900	0	54.7897	0	0.6178	0	100.088	171-4	0.5
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		3.900	0	51.22	0	0.6178	0	124.569	171-4	0
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		4.800	0	52.9933	0	0.6386	0	63.7402	171-4	1
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		3.900	0	49.4246	0	0.6386	0	98.066	171-4	0.5
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		3.900	0	45.8559	0	0.6388	0	124.5089	171-4	0
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		4.500	0	77.7497	0	0.6891	0	39.9281	171-5	0.5
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Max		4.800	0	74.1719	0	0.6891	0	75.2224	171-5	0
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		4.800	0	72.373	0	0.7112	0	31.879	171-5	0.5
Story1	B13	171	Comb4	Combination	Min		4.800	0	66.3642	0	0.7112	0	69.8571	171-5	0
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Max		1.900	0	-75.955	0	0.0778	0	2.8411	171-2	0
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Max		1.900	0	-91.4779	0	0.0031	0	2.575	171-1	1
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Max		3.900	0	-45.9692	0	0.0597	0	124.528	171-3	1
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Max		2.500	0	-49.039	0	0.0597	0	100.7011	171-3	0.5
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Max		2.000	0	-53.0967	0	0.0597	0	75.09	171-3	0
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Min		1.900	0	-81.2352	0	0.0557	0	-7.8518	171-2	0
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Min		1.900	0	-96.8951	0	0.0274	0	-6.0279	171-1	1
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Max		0.803	0	-93.9868	0	0.0031	0	-28.6053	171-1	0.6625
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Min		3.900	0	-51.2334	0	0.0787	0	124.5279	171-3	1
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Min		2.500	0	-54.9021	0	0.0787	0	98.0391	171-3	0.5
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Min		2.900	0	-59.3768	0	0.0787	0	63.7269	171-3	0
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Min		0.803	0	-90.268	0	0.0274	0	-41.1544	171-1	0.6625
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Max		2.000	0	-69.8181	0	0.0778	0	75.228	171-2	1
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Max		1.500	0	-72.3965	0	0.0778	0	39.9367	171-2	0.5
Story1	B13	171	Comb5	Combination	Max		0.325	0	-96.2957	0	-0.0031	0	-66.6996	171-1	0.325

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Number	Step Type	3	P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							mm	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m	m	m
Story1	B13	171	Com15	Combination	Min		2,900	0	-74,185	0	0.6557	0	69,8627	171-2	1
Story1	B13	171	Com15	Combination	Min		3,600	0	-77,745	0	0.6557	0	31,878	171-2	0.5
Story1	B13	171	Com15	Combination	Max		4,900	0	125,7442	0	-0.6557	0	-33,5366	171-5	0.5
Story1	B13	171	Com15	Combination	Max		4,900	0	123,1754	0	-0.6557	0	26,2565	171-5	0
Story1	B13	171	Com15	Combination	Min		0,625	0	-101,677	0	-0.0274	0	-75,6638	171-1	0.325
Story1	B13	171	Com15	Combination	Min		4,900	0	121,3765	0	-0.0778	0	-41,5807	171-5	0.5
Story1	B13	171	Com15	Combination	Min		4,900	0	117,8078	0	-0.0778	0	21,8842	171-5	0
Story1	B13	171	Com15	Combination	Max		4,900	0	107,3289	0	-0.0786	0	25,1318	171-4	1
Story1	B13	171	Com15	Combination	Max		3,500	0	105,7802	0	-0.0786	0	78,222	171-4	0.5
Story1	B13	171	Com15	Combination	Max		3,900	0	100,1915	0	-0.0786	0	124,5279	171-4	0
Story1	B13	171	Com15	Combination	Max		5,900	0	130,3129	0	-0.6557	0	-95,117	171-5	1
Story1	B13	171	Com15	Combination	Min		4,900	0	101,9648	0	-0.6997	0	20,7677	171-4	1
Story1	B13	171	Com15	Combination	Min		3,900	0	96,3093	0	-0.6997	0	73,54	171-4	0.5
Story1	B13	171	Com15	Combination	Min		3,900	0	94,3273	0	-0.6997	0	124,5279	171-4	0
Story1	B13	171	Com15	Combination	Max		5,900	0	145,9709	0	0.0273	0	-95,383	171-6	0
Story1	B13	171	Com15	Combination	Min		5,900	0	124,9452	0	-0.0778	0	-105,85	171-5	1
Story1	B13	171	Com15	Combination	Min		5,900	0	140,5897	0	0.0031	0	-106,046	171-6	0
Story1	B13	171	Com15	Combination	Max		5,938	0	146,3798	0	0.0273	0	-143,139	171-6	0.3375
Story1	B13	171	Com15	Combination	Min		5,938	0	142,9885	0	0.0031	0	-155,688	171-6	0.3375
Story1	B13	171	Com15	Combination	Max		5,675	0	150,7886	0	0.0273	0	-191,807	171-6	0.675
Story1	B13	171	Com15	Combination	Min		5,675	0	146,4074	0	0.0031	0	-206,172	171-6	0.675
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		5,900	0	80,5044	0	-0.6991	0	1,2039	171-5	1
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		5,900	0	96,0383	0	0.0237	0	1,0378	171-6	0
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		5,900	0	76,7743	0	-0.0745	0	-6,2546	171-5	1
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		5,900	0	92,2986	0	0.0668	0	-6,4307	171-6	0
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		3,900	0	-95,6466	0	0.0665	0	124,5279	171-3	1

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Number	Step Type	3	P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							in	in	in	in	in	in	in	in	m
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		2,500	0	-99,2143	0	0.0665	0	75,8129	171-3	0.5
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		5,338	0	98,4727	0	0.0237	0	-30,5198	171-6	0.3375
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		2,500	0	-192,763	0	0.0665	0	25,3135	171-3	0
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		3,000	0	-99,3732	0	0.0818	0	124,5279	171-3	1
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		2,500	0	-132,342	0	0.0818	0	73,9491	171-3	0.5
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		2,500	0	-196,911	0	0.0818	0	21,5869	171-3	0
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		5,338	0	94,7077	0	0.0668	0	-39,2401	171-6	0.3375
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		2,500	0	-114,827	0	0.0745	0	25,444	171-2	1
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		1,500	0	-122,196	0	0.0745	0	-34,7844	171-2	0.5
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		5,675	0	100,856	0	0.0237	0	-92,8899	171-6	0.675
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		2,500	0	-122,367	0	0.0591	0	21,7528	171-2	1
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		1,500	0	-135,925	0	0.0591	0	-40,3579	171-2	0.5
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		4,500	0	76,9397	0	0.0591	0	34,8989	171-5	0.5
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		4,500	0	73,367	0	-0.0591	0	74,4095	171-5	0
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		5,675	0	97,1166	0	0.0068	0	-72,8725	171-6	0.675
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		4,500	0	73,2066	0	-0.0745	0	33,1865	171-5	0.5
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		4,500	0	69,6389	0	0.0745	0	70,6811	171-5	0
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		4,500	0	57,5596	0	-0.0819	0	74,2717	171-4	1
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		3,500	0	53,9839	0	-0.0819	0	100,292	171-4	0.5
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		3,500	0	50,4151	0	-0.0819	0	124,528	171-4	0
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		4,500	0	53,925	0	0.0965	0	70,5441	171-4	1
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		3,500	0	50,2962	0	0.0965	0	94,4362	171-4	0.5
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		3,500	0	46,6975	0	-0.0965	0	124,5279	171-4	0
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		1,500	0	-135,764	0	0.0745	0	-96,7543	171-2	0
Story1	B13	171	Com16	Combination	Max		1,500	0	-141,411	0	-0.0068	0	-96,9203	171-1	1
Story1	B13	171	Com16	Combination	Min		1,500	0	-123,494	0	0.0591	0	-104,213	171-2	0

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Number	Step Type	3	P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							mm	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m		m
Story1	B13	171	Comb6	Combination	Min		1,000	0	-145.15	0	0.0236	0	-104.379	171-1	1
Story1	B13	171	Comb6	Combination	Max		0,003	0	-343,819	0	0.0008	0	-145,053	171-1	0.0025
Story1	B13	171	Comb6	Combination	Min		0,003	0	-147,560	0	0.0236	0	-152,773	171-1	0.0025
Story1	B13	171	Comb6	Combination	Max		0,025	0	-148,298	0	0.0008	0	-193,998	171-1	0.325
Story1	B13	171	Comb6	Combination	Min		0,025	0	-149,965	0	0.0236	0	-203,381	171-1	0.325
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Max		2,000	0	-13,056	0	0.4813	0	130,837	171-2	1
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Max		1,500	0	-17,242	0	0.4813	0	122,635	171-2	0.5
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Min		2,000	0	-15,007	0	0.4757	0	128,686	171-2	1
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Min		1,500	0	-18,584	0	0.4757	0	120,871	171-2	0.5
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Max		3,000	0	9,257	0	0.4423	0	124,517	171-3	1
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Max		2,500	0	5,083	0	0.4423	0	126,362	171-3	0.5
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Max		2,000	0	2,156	0	0.4423	0	130,204	171-3	0
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Min		3,000	0	7,893	0	0.437	0	124,517	171-3	1
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Min		2,500	0	4,324	0	0.437	0	127,570	171-3	0.5
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Min		2,000	0	0,758	0	0.437	0	128,842	171-3	0
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Max		1,000	0	-20,784	0	0.4813	0	113,289	171-2	0
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Max		1,000	0	-38,199	0	0.4763	0	112,627	171-1	1
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Min		1,000	0	-22,181	0	0.4757	0	110,402	171-2	0
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Min		1,000	0	-57,548	0	0.4702	0	110,234	171-1	1
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Max		0,003	0	-39,588	0	0.4763	0	100,345	171-1	0.0025
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Min		0,003	0	-39,949	0	0.4702	0	97,135	171-1	0.0025
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Max		0,025	0	-40,977	0	0.4763	0	86,913	171-1	0.325
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Min		0,025	0	-42,366	0	0.4702	0	81,261	171-1	0.325
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Max		4,000	0	102,378	0	-0.4369	0	-32,989	171-4	1
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Max		3,500	0	158,891	0	-0.4369	0	-46,855	171-4	0.5
Story1	B13	171	Comb7	Combination	Max		3,000	0	158,304	0	-0.4369	0	-124,515	171-4	0

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	3	P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							mm	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m	m	m
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		2,900	0	-163,802	0	0.4315	0	-36,7174	171-3	0
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		5,900	0	19,4388	0	0.4889	0	107,6715	171-5	1
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		5,900	0	34,9318	0	0.4825	0	107,5053	171-6	0
Story1	B13	171	Com18	Combination	Max		5,338	0	41,325	0	-0.464	0	103,5359	171-6	0.3375
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		5,338	0	37,2307	0	0.4825	0	93,9646	171-6	0.3375
Story1	B13	171	Com18	Combination	Max		5,675	0	43,7338	0	-0.464	0	90,9674	171-6	0.675
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		5,675	0	39,6596	0	-0.4825	0	78,6504	171-6	0.675
Story1	B13	171	Com18	Combination	Max		4,800	0	0.6979	0	0.4316	0	121,6678	171-4	1
Story1	B13	171	Com18	Combination	Max		1,900	0	-182,728	0	0.4688	0	-210,67	171-2	0
Story1	B13	171	Com18	Combination	Max		1,900	0	-198,518	0	0.4626	0	-210,896	171-1	1
Story1	B13	171	Com18	Combination	Max		3,500	0	-2,9608	0	0.4316	0	126,6339	171-4	0.5
Story1	B13	171	Com18	Combination	Max		3,900	0	-6,5295	0	0.4316	0	124,6157	171-4	0
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		4,800	0	-3,4834	0	0.4477	0	127,4785	171-4	1
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		3,500	0	-7,0021	0	0.4477	0	126,8883	171-4	0.5
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		3,900	0	-10,8308	0	-0.4477	0	124,6157	171-4	0
Story1	B13	171	Com18	Combination	Max		4,500	0	13,954	0	-0.47	0	124,6799	171-5	0.5
Story1	B13	171	Com18	Combination	Max		4,800	0	16,3853	0	-0.47	0	121,7177	171-5	0
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		1,900	0	-186,822	0	0.47	0	-218,856	171-2	0
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		1,900	0	-202,822	0	0.4641	0	-219,822	171-1	1
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		4,500	0	15,86	0	0.4889	0	118,5407	171-5	0.5
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		4,900	0	12,2913	0	0.4889	0	127,6256	171-5	0
Story1	B13	171	Com18	Combination	Max		0,603	0	-200,927	0	0.4626	0	-278,242	171-1	0.6628
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		0,603	0	-285,031	0	0.4641	0	-287,813	171-1	0.6628
Story1	B13	171	Com18	Combination	Max		0,325	0	-293,335	0	0.4626	0	-346,461	171-1	0.325
Story1	B13	171	Com18	Combination	Min		0,325	0	-207,44	0	0.4641	0	-357,417	171-1	0.325
Story1	B13	171	Com18	Combination	Max		1,900	0	-18,4323	0	0.2699	0	115,6552	171-2	0

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Number	Step Type	3	P	V2	V3	T	M2	M3	Element	Elem Station
							mm	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m	m	m
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		1,800	0	-34.8153	0	0.257	0	115.6889	171-1	1
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		1,800	0	-20.5286	0	0.28	0	107.680	171-2	0
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		1,800	0	-39.9196	0	0.2085	0	107.6208	171-1	1
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		0,663	0	-37.2342	0	0.257	0	103.5323	171-1	0.6625
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		2,800	0	-12.2965	0	0.2699	0	111.7194	171-2	1
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		0,663	0	-41.3265	0	0.2685	0	93.9609	171-1	0.6625
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		0,625	0	-39.633	0	0.257	0	90.5628	171-1	0.325
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		1,500	0	-15.8842	0	0.2699	0	124.6795	171-2	0.5
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		3,800	0	10.6168	0	0.2659	0	124.6214	171-3	1
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		2,500	0	7.0491	0	0.2659	0	128.9376	171-3	0.5
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		2,800	0	3.4793	0	0.2659	0	131.0934	171-3	0
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		0,525	0	-43.7374	0	0.2385	0	79.6861	171-1	0.325
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		2,800	0	-18.3895	0	0.28	0	127.6272	171-2	1
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		1,500	0	-19.9382	0	0.28	0	118.5403	171-2	0.5
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		3,000	0	6.5255	0	0.2699	0	124.6214	171-3	1
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		2,000	0	2.9568	0	0.2699	0	136.892	171-3	0.5
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		2,800	0	-9.612	0	0.2699	0	127.4792	171-3	0
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		4,800	0	168.8056	0	-0.2698	0	-31.6245	171-4	1
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		3,500	0	109.2589	0	-0.2698	0	47.3465	171-4	0.5
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		3,800	0	156.6682	0	-0.2698	0	124.6212	171-4	0
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		4,500	0	183.2571	0	-0.28	0	-120.198	171-5	0.5
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		4,800	0	179.6884	0	-0.28	0	-31.689	171-5	0
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		4,000	0	159.7143	0	-0.2958	0	-38.7157	171-4	1
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		3,500	0	158.1456	0	-0.2958	0	45.2949	171-4	0.5
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		3,800	0	154.5769	0	-0.2958	0	124.6211	171-4	0
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		4,500	0	179.1631	0	-0.2969	0	-126.338	171-5	0.5

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Station	3			P	V2		V3	T	M2		M3	Element	Elem Station
								in	mm	in		in	in		in	in	in			
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		4,900	0	175.9444	0	0.2969	0	-0.2969	0	-210.872	171-5	0			
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		5,900	0	186.8258	0	0.2386	0	-0.2386	0	-210.691	171-6	1			
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		5,900	0	202.6254	0	0.2386	0	0.2386	0	-210.588	171-6	0			
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		5,900	0	182.7318	0	0.2969	0	-0.2969	0	-218.858	171-5	1			
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		5,900	0	198.5211	0	0.2571	0	-0.2571	0	-219.024	171-6	0			
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		5,938	0	208.0343	0	0.2386	0	-0.2386	0	-278.245	171-6	0.3375			
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		5,938	0	200.9299	0	0.2571	0	-0.2571	0	-287.817	171-6	0.3375			
Story1	B13	171	Com19	Combination	Max		5,675	0	207.4421	0	0.2386	0	0.2386	0	-346.486	171-6	0.675			
Story1	B13	171	Com19	Combination	Min		5,675	0	209.3388	0	0.2571	0	-0.2571	0	-357.422	171-6	0.675			
Story1	B13	171	P1	Combination			1,900	0	-90.1444	0	0.3123	0	0.3123	0	-0.7704	171-2	0.5			
Story1	B13	171	P1	Combination			2,900	0	-77.8665	0	0.3123	0	0.3123	0	38.8653	171-2	1			
Story1	B13	171	P1	Combination			2,900	0	-64.8156	0	0.2922	0	0.2922	0	38.7559	171-3	0			
Story1	B13	171	P1	Combination			2,900	0	-67.1364	0	0.2922	0	0.2922	0	70.4044	171-3	0.5			
Story1	B13	171	P1	Combination			3,900	0	-59.4612	0	0.3123	0	0.3123	0	100.6943	171-3	1			
Story1	B13	171	P1	Combination			1,900	0	-83.2122	0	0.3123	0	0.3123	0	-41.6787	171-2	0			
Story1	B13	171	P1	Combination			5,900	0	83.2122	0	-0.3123	0	-0.3123	0	-41.6787	171-5	1			
Story1	B13	171	P1	Combination			1,900	0	-96.0778	0	0.2596	0	0.2596	0	-41.8155	171-1	1			
Story1	B13	171	P1	Combination			5,900	0	96.0778	0	-0.2596	0	-0.2596	0	-41.8155	171-6	0			
Story1	B13	171	P1	Combination			0.683	0	-97.8851	0	0.2596	0	0.2596	0	-74.5468	171-1	0.6625			
Story1	B13	171	P1	Combination			5,938	0	97.8851	0	0.2596	0	0.2596	0	-74.5468	171-6	0.3375			
Story1	B13	171	P1	Combination			0.825	0	-99.6922	0	0.2596	0	0.2596	0	-107.688	171-1	0.325			
Story1	B13	171	P1	Combination			5,675	0	99.6922	0	-0.2596	0	-0.2596	0	-107.688	171-6	0.675			
Story1	B13	171	P1	Combination			3,900	0	60.4612	0	-0.2922	0	-0.2922	0	100.6943	171-4	0			
Story1	B13	171	P1	Combination			3,900	0	62.1384	0	-0.2922	0	-0.2922	0	70.4044	171-4	0.5			
Story1	B13	171	P1	Combination			4,900	0	64.2166	0	-0.2922	0	-0.2922	0	38.7559	171-4	1			
Story1	B13	171	P1	Combination			4,900	0	77.6668	0	-0.3123	0	-0.3123	0	38.8653	171-5	0			

Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	S ₁ (mm)	P (kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T (kN-m)	M ₂ (kN-m)	M ₃ (kN-m)	Element	Elem Station (m)
Story1	B13	171	Px	Combination			4,500	0	80,544	0	-0.2123	0	-0.7274	171.5	0.5

LAMPIRAN TABEL ELEMEN FORCE – BEAM (GRID 2/C-D LT D) (TSD)

COMBO	Member Reference	Span/Slack	Sta	Positio n	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torlio n	Deflection Major	Deflection Minor
COHB1	1B121		350465 0	2,075	-55,441	0	88,84	0	0	0,307	1,1	0
COHB1	1B121		350465 0	4,013	-76,531	0	13,045	0	0	0,307	0,6	0
COHB1	1B121		350465 0	5,35	-98,616	0	-106,532	0	0	0,307	0	0
COHB1	1B121		350465 0	0	89,882	0	-106,386	0	0	-0,307	0	0
COHB1	1B121		350465 0	1,338	76,024	0	12,885	0	0	-0,307	0,6	0
COHB1	1B121		350465 0	2,075	55,971	0	98,841	0	0	-0,307	1,1	0
COHB1	1B121		350465 0	2,075	10,984	0	123,003	0	0	0,291	1,4	0
COHB1	1B121		350465 0	3,4	1,382	0	128,829	0	0	0,291	1,6	0
COHB1	1B121		350465 0	3,469	0,006	0	128,879	0	0	0,291	1,6	0
COHB1	1B121		350465 0	4,013	-13,556	0	125,416	0	0	0,291	1,5	0
COHB1	1B121		350465 0	5,35	-39,456	0	86,624	0	0	0,291	0	0
COHB1	1B121		350465 0	0	203,501	0	-350,508	0	0	-0,291	0	0
COHB1	1B121		350465 0	0,998	186,712	0	-238,536	0	0	-0,291	-0,3	0
COHB1	1B121		350465 0	1,338	176,519	0	-93,543	0	0	-0,291	0,1	0
COHB1	1B121		350465 0	2,075	153,23	0	123,003	0	0	-0,291	1,4	0
COHB1	1B121		350465 0	2,075	-54,924	0	54,159	0	0	0,508	0,6	0

COMB	Member Reference	Span/Stack	Size	Position	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torsion	Deflection Major	Deflection Minor
COMB1	1B121		350x65 0	4.013	-66.482	0	-25.682	0	0	0.508	0.1	0
COMB1	1B121		350x65 0	4.016	-76.196	0	-91.863	0	0	0.508	-0.1	0
COMB1	1B121		350x65 0	5.35	-78.585	0	-124.037	0	0	0.508	0	0
COMB1	1B121		350x65 0	20.692	0	0	7.367	0	0	-0.508	0	0
COMB1	1B121		350x65 0	1.338	17.111	0	39.792	0	0	-0.508	0.5	0
COMB1	1B121		350x65 0	2.163	9.052	0	50.367	0	0	-0.508	0.7	0
COMB1	1B121		350x65 0	2.675	6.065	0	54.159	0	0	-0.508	0.6	0
COMB1	1B121		350x65 0	2.675	-5.631	0	54.159	0	0	0.508	0.6	0
COMB1	1B121		350x65 0	3.189	-8.637	0	50.466	0	0	0.508	0.7	0
COMB1	1B121		350x65 0	4.013	-17.389	0	39.39	0	0	0.508	0.5	0
COMB1	1B121		350x65 0	5.36	-29.492	0	7.287	0	0	0.508	0	0
COMB1	1B121		350x65 0	0	78.785	0	-123.857	0	0	-0.508	0	0
COMB1	1B121		350x65 0	0.414	76.203	0	-91.284	0	0	-0.508	-0.1	0
COMB1	1B121		350x65 0	1.338	69.264	0	-25.48	0	0	-0.508	0.1	0
COMB1	1B121		350x65 0	2.675	55.16	0	54.159	0	0	-0.508	0.6	0
COMB1	1B121		350x65 0	0	29.705	0	7.361	0	0	0.171	0	0
COMB1	1B121		350x65 0	1.338	17.123	0	39.793	0	0	0.171	0.5	0
COMB1	1B121		350x65 0	2.163	9.063	0	50.379	0	0	0.171	0.7	0

COMBID	Member Reference	Span/Stack	Size	Position	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torsion	Deflection Major	Deflection Minor
COMB1 5	1B121		350x65 0	1.338	-42.18	0	185.388	0	0	-0.27	1	0
COMB1 5	1B121		350x65 0	1.524	-42.249	0	108.091	0	0	-0.27	1	0
COMB1 6	1B121		350x65 0	2.075	-51.234	0	54.165	0	0	-0.27	0.6	0
COMB1 6	1B121		350x65 0	2.075	61.44	0	54.165	0	0	0.27	0.6	0
COMB1 6	1B121		350x65 0	3.028	42.216	0	103.515	0	0	0.27	1	0
COMB1 6	1B121		350x65 0	4.013	59.662	0	185.385	0	0	0.27	1	0
COMB1 6	1B121		350x65 0	5.36	27.778	0	160.493	0	0	0.27	0	0
COMB1 6	1B121		350x65 0	0	116.065	0	-277.174	0	0	-0.27	0	0
COMB1 6	1B121		350x65 0	0.617	129.303	0	-168.338	0	0	-0.27	-0.5	0
COMB1 6	1B121		350x65 0	1.338	113.433	0	-102.405	0	0	-0.27	-0.3	0
COMB1 6	1B121		350x65 0	2.075	112.439	0	94.165	0	0	-0.27	0.6	0
COMB1 7	1B121		350x65 0	2.075	-112.207	0	54.17	0	0	0.066	0.6	0
COMB1 7	1B121		350x65 0	4.013	-120.765	0	-102.287	0	0	0.066	-0.3	0
COMB1 7	1B121		350x65 0	4.534	-129.655	0	-168.459	0	0	0.066	-0.5	0
COMB1 7	1B121		350x65 0	5.35	-135.699	0	-277.256	0	0	0.066	0	0
COMB1 7	1B121		350x65 0	0	-27.575	0	160.568	0	0	-0.066	0	0
COMB1 7	1B121		350x65 0	1.338	-40.156	0	185.388	0	0	-0.066	1	0
COMB1 7	1B121		350x65 0	1.524	-42.246	0	108.091	0	0	-0.066	1	0

COMB	Member Reference	Span/Stack	Size	Position	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torsion	Deflection Major	Deflection Minor
COMB1	18121		350x65 0	2.075	-51.281	0	54.17	0	0	-0.066	0.6	0
COMB1	18121		350x65 0	2.075	51.437	0	54.17	0	0	0.066	0.6	0
COMB1	18121		350x65 0	3.828	42.212	0	108.515	0	0	0.066	1	0
COMB1	18121		350x65 0	4.013	39.879	0	116.586	0	0	0.066	1	0
COMB1	18121		350x65 0	5.35	27.776	0	160.488	0	0	0.066	0	0
COMB1	18121		350x65 0	0	116.059	0	-277.178	0	0	-0.066	0	0
COMB1	18121		350x65 0	0.817	129.397	0	-168.342	0	0	-0.066	-0.5	0
COMB1	18121		350x65 0	1.318	113.487	0	-102.486	0	0	-0.066	-0.3	0
COMB1	18121		350x65 0	2.075	112.443	0	54.17	0	0	-0.066	0.6	0
COMB2	18121		350x65 0	2.075	-76.414	0	132.252	0	0	0.424	1.5	0
COMB2	18121		350x65 0	4.013	-101.631	0	146.978	0	0	0.424	0.8	0
COMB2	18121		350x65 0	5.35	-128.353	0	-140.512	0	0	0.424	0	0
COMB2	18121		350x65 0	0	128.921	0	-140.599	0	0	-0.424	0	0
COMB2	18121		350x65 0	1.318	100.88	0	16.341	0	0	-0.424	0.8	0
COMB2	18121		350x65 0	2.075	77.04	0	132.252	0	0	-0.424	1.5	0
COMB3	18121		350x65 0	2.075	-95.376	0	123.792	0	0	0.732	1.4	0
COMB3	18121		350x65 0	4.013	-119.916	0	-16.853	0	0	0.732	0.6	0
COMB3	18121		350x65 0	5.35	-145.816	0	-197.881	0	0	0.732	0	0

COMBID	Member Reference	Span/Stack	Size	Position	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torsion	Deflection Major	Deflection Minor
COMB3	18121		350x65 0	0	57.224	0	-66.364	0	0	-0.732	0	0
COMB3	18121		350x65 0	1.318	70.142	0	48.323	0	0	-0.732	1	0
COMB3	18121		350x65 0	2.474	48.616	0	114.213	0	0	-0.732	1.4	0
COMB3	18121		350x65 0	2.675	46.854	0	123.702	0	0	-0.732	1.4	0
COMB4	18121		350x65 0	2.675	-46.236	0	123.192	0	0	0.732	1.4	0
COMB4	18121		350x65 0	2.679	-46.076	0	114.176	0	0	0.732	1.4	0
COMB4	18121		350x65 0	4.013	-70.828	0	48.869	0	0	0.732	1	0
COMB4	18121		350x65 0	5.35	-96.723	0	-66.567	0	0	0.732	0	0
COMB4	18121		350x65 0		146.317	0	-197.687	0	0	-0.732	0	0
COMB4	18121		350x65 0	1.318	119.235	0	-17.203	0	0	-0.732	0.6	0
COMB4	18121		350x65 0	2.679	95.947	0	123.192	0	0	-0.732	1.4	0
COMB5	18121		350x65 0	2.675	-95.389	0	123.209	0	0	0.653	1.4	0
COMB5	18121		350x65 0	4.013	-110.628	0	-16.662	0	0	0.653	0.6	0
COMB5	18121		350x65 0	5.35	-145.628	0	-197.687	0	0	0.653	0	0
COMB5	18121		350x65 0		97.237	0	-66.379	0	0	-0.653	0	0
COMB5	18121		350x65 0	1.318	70.155	0	48.324	0	0	-0.653	1	0
COMB5	18121		350x65 0	2.474	48.628	0	114.221	0	0	-0.653	1.4	0
COMB5	18121		350x65 0	2.675	46.866	0	123.209	0	0	0.653	1.4	0

COMB	Member Reference	Span/Stack	Size	Position	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torsion	Deflection Major	Deflection Minor
COMB6	18121		350x65 0	2.675	-46.246	0	123.809	0	0	0.063	1.4	0
COMB6	18121		350x65 0	2.675	-46.09	0	114.183	0	0	0.063	1.4	0
COMB6	18121		350x65 0	4.013	-70.836	0	-48.81	0	0	0.063	1	0
COMB6	18121		350x65 0	5.36	-96.736	0	-66.873	0	0	0.063	0	0
COMB6	18121		350x65 0	0	146.33	0	-197.760	0	0	-0.063	0	0
COMB6	18121		350x65 0	1.338	119.248	0	-17.538	0	0	-0.063	0.6	0
COMB6	18121		350x65 0	2.675	96.968	0	123.809	0	0	-0.063	1.4	0
COMB7	18121		350x65 0	2.675	-152.656	0	123.798	0	0	0.495	1.4	0
COMB7	18121		350x65 0	4.013	-177.196	0	-93.468	0	0	0.495	0.1	0
COMB7	18121		350x65 0	4.795	-190.071	0	-240.006	0	0	0.495	-0.3	0
COMB7	18121		350x65 0	5.36	-203.096	0	-351.086	0	0	0.495	0	0
COMB7	18121		350x65 0	0	29.953	0	86.842	0	0	-0.495	0	0
COMB7	18121		350x65 0	1.338	12.871	0	124.529	0	0	-0.495	1.5	0
COMB7	18121		350x65 0	1.907	0.002	0	126.43	0	0	-0.495	1.6	0
COMB7	18121		350x65 0	1.951	-0.664	0	129.111	0	0	-0.495	1.6	0
COMB7	18121		350x65 0	2.675	-10.417	0	123.798	0	0	-0.495	1.4	0
COMB8	18121		350x65 0	2.675	10.968	0	123.798	0	0	0.495	1.4	0
COMB8	18121		350x65 0	3.4	1.385	0	129.227	0	0	0.495	1.6	0

COMB	Member Reference	Span/Stack	Size	Position	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torsion	Deflection Major	Deflection Minor
COMB8	18121		350x65 0	3.489	0.006	0	128.475	0	0	0.495	1.6	0
COMB8	18121		350x65 0	4.013	-13.552	0	129.415	0	0	0.495	1.5	0
COMB8	18121		350x65 0	5.35	-39.432	0	86.848	0	0	0.495	0	0
COMB8	18121		350x65 0	0	203.597	0	-350.904	0	0	-0.495	0	0
COMB8	18121		350x65 0	0.558	195.708	0	-229.551	0	0	-0.495	-0.3	0
COMB8	18121		350x65 0	1.338	176.515	0	-93.944	0	0	-0.495	0.1	0
COMB8	18121		350x65 0	2.575	153.227	0	123.798	0	0	-0.495	1.4	0
COMB9	18121		350x65 0	2.575	-153.86	0	123.803	0	0	0.291	1.4	0
COMB9	18121		350x65 0	4.013	-177.199	0	-93.458	0	0	0.291	0.1	0
COMB9	18121		350x65 0	4.795	-190.075	0	-240.09	0	0	0.291	-0.3	0
COMB9	18121		350x65 0	5.36	-203.099	0	-351.103	0	0	0.291	0	0
COMB9	18121		350x65 0	0	29.957	0	86.838	0	0	-0.291	0	0
COMB9	18121		350x65 0	1.338	12.975	0	124.93	0	0	-0.291	1.5	0
COMB9	18121		350x65 0	1.907	0.002	0	128.433	0	0	-0.291	1.6	0
COMB9	18121		350x65 0	1.951	-0.85	0	129.414	0	0	-0.291	1.6	0
COMB9	18121		350x65 0	2.575	-10.413	0	123.803	0	0	-0.291	1.4	0
PX	18121		350x65 0	2.575	-57.659	0	100.108	0	0	0.32	1.1	0
PX	18121		350x65 0	4.013	-77.186	0	12.878	0	0	0.32	0.6	0

COMBD	Member Reference	Span/Stack	Size	Position	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torsion	Deflection Major	Deflection Minor
PX	18121		350x65 0	5.35	-97.837	0	-106.506	0	0	0.32	0	0
PX	18121		350x65 0	0	98.251	0	-106.747	0	0	-0.32	0	0
PX	18121		350x65 0	1.338	78.625	0	12.478	0	0	-0.32	0.6	0
PX	18121		350x65 0	2.075	68.127	0	100.108	0	0	-0.32	1.1	0
SHEAR	18121		350x65 0	2.075	-65.579	0	114.428	0	0	0.364	1.3	0
SHEAR	18121		350x65 0	4.013	-68.119	0	14.742	0	0	0.364	0.7	0
SHEAR	18121		350x65 0	5.35	-111.625	0	-122.125	0	0	0.364	0	0
SHEAR	18121		350x65 0	0	112.391	0	-121.945	0	0	-0.363	0	0
SHEAR	18121		350x65 0	1.338	87.486	0	14.79	0	0	-0.363	0.7	0
SHEAR	18121		350x65 0	2.075	66.109	0	114.428	0	0	-0.363	1.3	0

23

LAMPIRAN TABEL ELEMEN FORCE – COLUMN (GRID 2D LT D) (ETABS)

TABLE: Element Forces - Columns															
Story	Column	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Station	V1	V2	V3	Y	M2	M3	Element	Elem Station
							in	in	in	in	in	in	in		in
Story2	C14	266	Comb12	Combination			3.35	-3269.4861	0.051	-1.1401	0	2.3755	-0.0303	266	3.35
Story2	C14	266	Comb1	Combination			1.675	-3326.2321	0.051	-1.1401	0	0.4058	0.0551	266	1.675
Story2	C14	266	Comb1	Combination			0	-3323.2361	0.051	-1.1401	0	-1.4439	0.1406	266	0
Story2	C14	266	Comb10	Combination	Max		3.35	-3947.7862	-151.4634	-50.9681	2.1764	65.3133	206.6344	266	3.35
Story2	C14	266	Comb10	Combination	Min		3.35	-3944.107	-154.1088	-53.8543	-2.1764	65.6026	205.1348	266	3.35
Story2	C14	266	Comb10	Combination	Max		1.675	-3969.4036	-151.4634	-50.9681	2.1764	-19.7669	-48.6	266	1.675
Story2	C14	266	Comb10	Combination	Min		1.675	-3969.7253	-154.1088	-53.8543	-2.1764	-29.8927	-49.4979	266	1.675
Story2	C14	266	Comb10	Combination	Max		0	-3996.622	-151.4634	-50.9681	2.1764	-196.1404	-302.3947	266	0
Story2	C14	266	Comb10	Combination	Min		0	-3996.3437	-154.1088	-53.8543	-2.1764	-111.0388	-307.6302	266	0
Story2	C14	266	Comb11	Combination	Max		3.35	-1771.8745	-49.4782	171.0389	5.9468	-204.8074	-57.3178	266	3.35
Story2	C14	266	Comb11	Combination	Min		3.35	-1772.5537	-42.1021	163.1497	-5.9468	-214.9501	-56.8834	266	3.35
Story2	C14	266	Comb11	Combination	Max		1.675	-1766.4151	-49.4782	171.0389	5.9468	71.5401	16.9626	266	1.675
Story2	C14	266	Comb11	Combination	Min		1.675	-1767.2944	-42.1021	163.1497	-5.9468	68.4664	13.5382	266	1.675
Story2	C14	266	Comb11	Combination	Max		0	-1801.1593	-49.4782	171.0389	5.9468	358.0393	96.6685	266	0
Story2	C14	266	Comb11	Combination	Min		0	-1802.0351	-42.1021	163.1497	-5.9468	341.7442	84.3843	266	0
Story2	C14	266	Comb12	Combination	Max		3.35	-1771.7919	-46.671	172.7707	8.5964	-202.8909	68.3499	266	3.35
Story2	C14	266	Comb12	Combination	Min		3.35	-1773.0172	-50.9975	161.418	-8.5964	-217.1766	66.1648	266	3.35
Story2	C14	266	Comb12	Combination	Max		1.675	-1766.4826	-46.671	172.7707	8.5964	72.2144	-12.859	266	1.675
Story2	C14	266	Comb12	Combination	Min		1.675	-1767.7576	-50.9975	161.418	-8.5964	67.7941	-16.4789	266	1.675
Story2	C14	266	Comb12	Combination	Max		0	-1801.2332	-46.671	172.7707	8.5964	361.6053	-81.0679	266	0
Story2	C14	266	Comb12	Combination	Min		0	-1802.4985	-50.9975	161.418	-8.5964	318.1692	-101.8617	266	0

TABLE: Element Forces - Columns																
Story	Column	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Station	V1	V2	V3	Y	M1	M2	M3	Element	Elem Station
							in	in	in	in	in	in	in	in		in
23	Story2	C14	266	Comb13	Combination	Max	3.35	-1809.4055	51.0534	-102.6672	8.5604	219.7794	-55.2181	266	3.35	
	Story2	C14	266	Comb13	Combination	Min	3.35	-1810.6708	40.7260	-174.0100	-8.5604	205.1938	-66.0831	266	3.35	
	Story2	C14	266	Comb13	Combination	Max	1.675	-1824.1461	51.0534	-102.6672	8.5604	-67.2837	16.5113	266	1.675	
	Story2	C14	266	Comb13	Combination	Min	1.675	-1825.4114	40.7260	-174.0100	-8.5604	-71.704	12.3694	266	1.675	
	Story2	C14	266	Comb13	Combination	Max	0	-1826.8868	51.0534	-102.6672	8.5604	-330.7513	102.0457	266	0	
	Story2	C14	266	Comb13	Combination	Min	0	-1840.1321	40.7260	-174.0100	-8.5604	-363.1874	81.2169	266	0	
	Story2	C14	266	Comb14	Combination	Max	3.35	-1809.8689	-42.2462	-184.399	5.9468	217.553	66.8501	266	3.35	
	Story2	C14	266	Comb14	Combination	Min	3.35	-1810.7462	-49.4223	-172.2862	-5.9468	207.4103	57.2646	266	3.35	
	Story2	C14	266	Comb14	Combination	Max	1.675	-1824.8095	-42.2462	-184.399	5.9468	-67.656	-13.4776	266	1.675	
	Story2	C14	266	Comb14	Combination	Min	1.675	-1826.4908	-49.4223	-172.2862	-5.9468	-71.0297	-13.9322	266	1.675	
	Story2	C14	266	Comb14	Combination	Max	0	-1826.3502	-42.2462	-184.399	5.9468	-343.2683	84.2485	266	0	
	Story2	C14	266	Comb14	Combination	Min	0	-1840.2295	-49.4223	-172.2862	-5.9468	-359.6124	-86.7145	266	0	
	Story2	C14	266	Comb15	Combination	Max	3.35	-1784.9112	154.2146	51.1342	2.1764	-60.1873	-205.2134	266	3.35	
	Story2	C14	266	Comb15	Combination	Min	3.35	-1785.2329	151.5892	46.2479	-2.1764	-63.608	-208.713	266	3.35	
	Story2	C14	266	Comb15	Combination	Max	1.675	-1799.6518	154.2146	51.1342	2.1764	21.7118	49.5685	266	1.675	
	Story2	C14	266	Comb15	Combination	Min	1.675	-1799.9765	151.5892	46.2479	-2.1764	20.618	-48.6885	266	1.675	
Story2	C14	266	Comb15	Combination	Max	0	-1814.2925	154.2146	51.1342	2.1764	107.5917	307.9059	266	0		
Story2	C14	266	Comb15	Combination	Min	0	-1814.7142	151.5892	46.2479	-2.1764	101.4333	302.6105	266	0		
Story2	C14	266	Comb16	Combination	Max	3.35	-1785.4896	-148.9079	94.0205	6.5291	-96.4860	212.1794	266	3.35		
Story2	C14	266	Comb16	Combination	Min	3.35	-1785.4593	-150.7841	45.5616	-6.5291	-97.6187	201.6806	266	3.35		
Story2	C14	266	Comb16	Combination	Max	1.675	-1800.2315	-148.9079	94.0205	6.5291	22.8656	-47.7482	266	1.675		
Story2	C14	266	Comb16	Combination	Min	1.675	-1801.1966	-156.7841	45.5616	-6.5291	19.4642	-50.434	266	1.675		
Story2	C14	266	Comb16	Combination	Max	0	-1814.9722	-148.9079	94.0205	6.5291	113.3489	-297.161	266	0		
Story2	C14	266	Comb16	Combination	Min	0	-1815.9373	-156.7841	45.5616	-6.5291	95.4749	-313.6274	266	0		

23	TABLE Element Focus: Columns																
	Story	Column	Unique Name	Outlet Case	Case Type	Step Type	Step Number	Station	Sto	V1	V2	V3	T	M1	M2	M3	Elem Station
Story2	C14	266	Cem117	Combination	Max	3.35	1795.9837	156.84	-48.6109	6.5291	70.2216	-201.7139	266	3.35			
Story2	C14	266	Cem117	Combination	Min	3.35	-1799.3318	148.9638	58.2697	-6.5291	-141.9838	202.4226	266	3.35			
Story2	C14	266	Cem117	Combination	Max	1.675	-1810.7073	150.84	-48.6109	6.5291	-141.9838	202.4226	266	1.675			
Story2	C14	266	Cem117	Combination	Min	1.675	-1811.0724	148.9638	58.2697	-6.5291	-22.5652	47.8066	266	1.675			
Story2	C14	266	Cem117	Combination	Max	0	-1826.448	156.84	-48.6109	6.5291	-117.4857	313.2014	266	0			
Story2	C14	266	Cem117	Combination	Min	0	-1826.4131	146.9638	-50.2697	-6.5291	-141.9832	297.2115	266	0			
Story2	C14	266	Cem118	Combination	Max	3.35	-1797.1886	-151.5333	-49.4972	2.1764	65.5109	-208.7979	266	3.35			
Story2	C14	266	Cem118	Combination	Min	3.35	-1797.5115	-154.1587	-52.3835	-2.1764	62.8002	-206.1902	266	3.35			
Story2	C14	266	Cem118	Combination	Max	1.675	-1811.9304	-151.5333	-49.4972	2.1764	-201.076	-48.6381	266	1.675			
Story2	C14	266	Cem118	Combination	Min	1.675	-1812.2321	-154.1587	-52.3833	-2.1764	-212.334	-48.5381	266	1.675			
Story2	C14	266	Cem118	Combination	Max	0	-1826.6711	-151.5333	-49.4972	2.1764	-103.05154	-302.4665	266	0			
Story2	C14	266	Cem118	Combination	Min	0	-1826.6928	-154.1587	-52.3815	-2.1764	-108.0737	-307.7519	266	0			
Story2	C14	266	Cem12	Combination	Max	3.35	-4122.679	0.0006	-2.5932	0	4.9834	-0.079	266	3.35			
Story2	C14	266	Cem12	Combination	Min	1.675	-4146.1413	0.0006	-2.5932	0	6.639	0.0727	266	1.675			
Story2	C14	266	Cem12	Combination	Max	0	-4168.2026	0.0006	-2.5932	0	-3.7037	0.2243	266	0			
Story2	C14	266	Cem13	Combination	Max	3.35	-3918.127	49.5381	169.566	5.9488	-292.065	-57.3832	266	3.35			
Story2	C14	266	Cem13	Combination	Min	3.35	-3919.1492	42.352	161.0789	-5.9488	212.1477	-69.5938	266	3.35			
Story2	C14	266	Cem13	Combination	Max	1.675	-3943.8883	49.5381	169.566	5.9488	71.8748	16.0007	266	1.675			
Story2	C14	266	Cem13	Combination	Min	1.675	-3944.7676	42.352	161.0789	-5.9488	68.8971	13.5764	266	1.675			
Story2	C14	266	Cem13	Combination	Max	0	-3969.5097	49.5381	169.566	5.9488	355.9053	96.9603	266	0			
Story2	C14	266	Cem13	Combination	Min	0	-3970.3895	42.352	161.0789	-5.9488	329.9322	84.510	266	0			
Story2	C14	266	Cem14	Combination	Max	3.35	-3919.1474	-40.6211	171.2996	8.9604	-199.7785	68.3045	266	3.35			
Story2	C14	266	Cem14	Combination	Min	3.35	-3919.6127	-50.9476	169.9471	-8.9604	214.5741	66.1394	266	3.35			
Story2	C14	266	Cem14	Combination	Max	1.675	-3943.8857	-40.6211	171.2988	8.9604	-72.5531	72.9936	266	1.675			

Story	TABLE: Element Forces - Columns														
	Column	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Station	M ₁ kN-m	V ₁ kN	Y kN-m	M ₂ kN-m	V ₂ kN	Element	Elem Station	
Story2	C14	266	Comb4	Combination	Min		1.675	-39.45,231	-50.9476	159.9471	68.1128	-16.4328	266	1.675	
	C14	266	Comb4	Combination	Max		0	-3909.5841	-49.6211	171.2096	8.5904	359.4903	-95.0412	266	0
	C14	266	Comb4	Combination	Min		0	-3579.8434	-50.9476	169.3471	-8.5504	336.0442	-101.77	266	0
	C14	266	Comb5	Combination	Max		3.35	-39.56,001	51.1030	-164.1361	8.5904	222.5918	-55.2635	266	3.35
	C14	266	Comb5	Combination	Min		3.35	-3957.2953	40.7768	-175.4608	-8.5504	207.9612	-69.0286	266	3.35
	C14	266	Comb5	Combination	Max		1.675	-3961.6135	61.1033	-164.1361	8.5904	-66.9461	16.5650	266	1.675
	C14	266	Comb5	Combination	Min		1.675	-3962.8946	40.7768	-175.4608	-8.5504	-71.3653	13.0376	266	1.675
	C14	266	Comb5	Combination	Max		0	-4007.2377	51.1033	-164.1361	8.5904	-341.6763	102.1675	266	0
	C14	266	Comb5	Combination	Min		0	-4098.603	40.7768	-175.4608	-8.5504	-365.3124	81.3387	266	0
	C14	266	Comb6	Combination	Max		3.35	-3956.4944	-42.1963	-105.9699	5.9468	220.3094	66.5047	266	3.35
	C14	266	Comb6	Combination	Min		3.35	-3957.2437	-49.3724	-121.719	-5.9468	210.2127	57.2592	266	3.35
	C14	266	Comb6	Combination	Max		1.675	-3962.0828	-42.1963	-105.9699	5.9468	-67.6193	-13.4397	266	1.675
	C14	266	Comb6	Combination	Min		1.675	-3942.962	-49.3724	-121.719	-5.9468	-70.091	-15.494	266	1.675
	C14	266	Comb6	Combination	Max		0	-4007.7011	-42.1963	-105.9699	5.9468	-345.4514	-84.1185	266	0
	C14	266	Comb6	Combination	Min		0	-4008.5804	-49.3724	-121.719	-5.9468	-361.7374	-96.5928	266	0
	C14	266	Comb7	Combination	Max		3.35	-3951.5997	154.2545	49.6593	2.1764	-57.3949	-205.5598	266	3.35
C14	266	Comb7	Combination	Min		3.35	-3951.8254	151.6391	46.7771	-2.1764	-61.1866	-208.7584	266	3.35	
C14	266	Comb7	Combination	Max		1.675	-3957.125	154.2545	49.6593	2.1764	22.0806	49.6346	266	1.675	
C14	266	Comb7	Combination	Min		1.675	-3957.4467	151.6391	46.7771	-2.1764	20.9467	48.7367	266	1.675	
C14	266	Comb7	Combination	Max		0	-3952.7434	154.2545	49.6593	2.1764	105.5969	398.0277	266	0	
C14	266	Comb7	Combination	Min		0	-3952.0651	151.6391	46.7771	-2.1764	99.3983	302.7322	266	0	
C14	266	Comb8	Combination	Max		3.35	-3952.0864	-148.6981	52.5466	6.5291	-53.6441	212.134	266	3.35	
C14	266	Comb8	Combination	Min		3.35	-3953.0514	-156.7542	49.8907	-6.5291	-64.8163	201.6352	266	3.35	
C14	266	Comb8	Combination	Max		1.675	-3957.7047	-148.6981	52.5466	6.5291	21.2543	-47.702	266	1.675	

LAMPIRAN TABEL ELEMEN FORCE – COLUMN (GRID 2/D LT 1) (TSD)

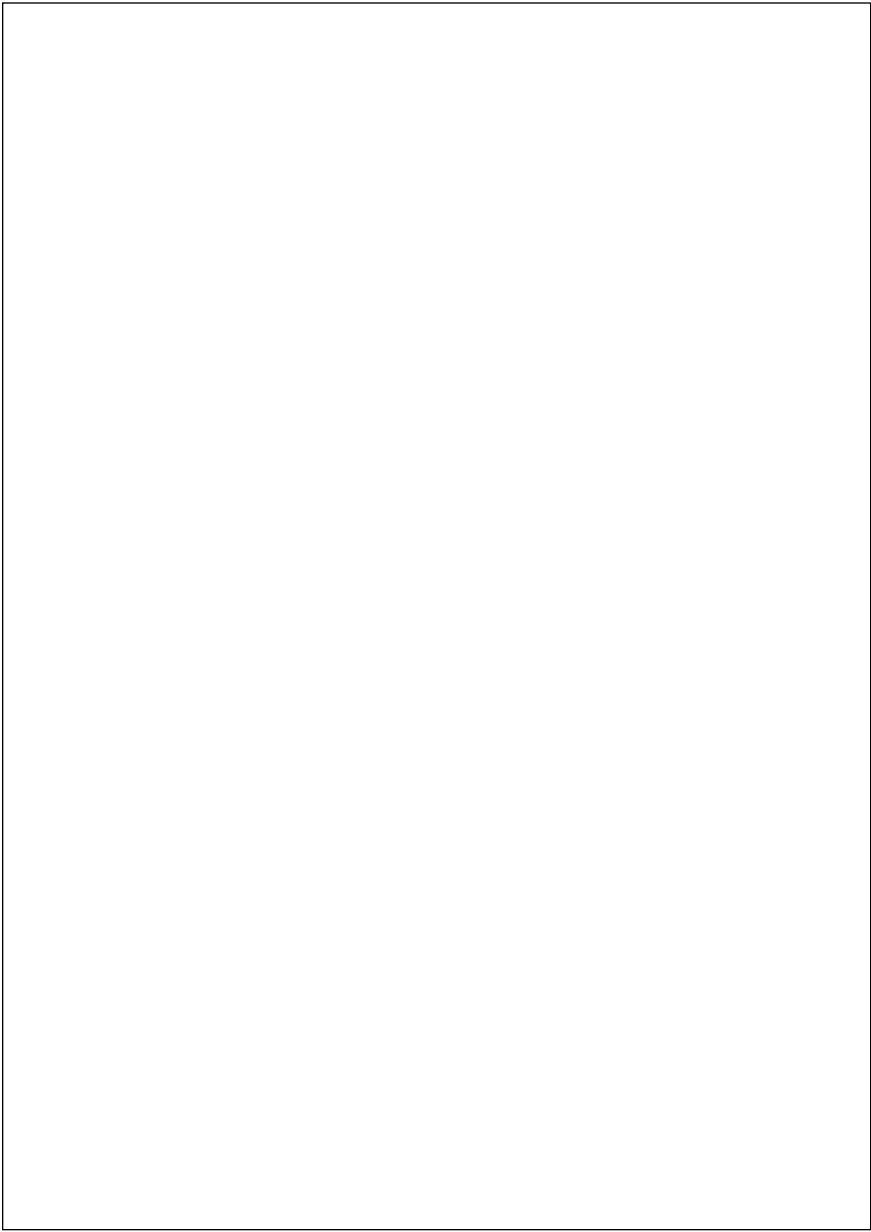
COMB	Member Reference	Size	Position	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torsion	Deflection Major	Deflection Minor
COMB5	C497	650/750	3,35	-170,254	45,948	-215,085	62,17	3952,475	0,001	0	0
COMB5	C497	650/750	3,331	-170,254	45,948	-178,583	52,103	3955,625	0,001	0	0
COMB5	C497	650/750	3,016	-170,254	45,948	-159,033	45,628	3957,561	0,001	0	0
COMB5	C497	650/750	1,675	-170,254	45,948	89,291	-14,789	3976,088	0,001	0,2	-0,1
COMB5	C497	650/750	1,033	-170,254	45,948	178,643	-44,3	3987,91	0,001	0,3	-0,1
COMB5	C497	650/750	0,978	-170,254	45,948	188,025	-48,631	3988,753	0,001	0,3	-0,1
COMB5	C497	650/750	0	-170,254	45,948	354,467	-94,748	4003,102	0,001	0	0
COMB6	C497	650/750	0	-170,254	-45,814	354,467	91,436	4004,094	0	0	0
COMB6	C497	650/750	0,977	-170,254	-45,814	188,148	45,681	3985,680	0	0,3	0,1
COMB6	C497	650/750	1,033	-170,254	-45,814	178,643	44,124	3988,702	0	0,3	0,1
COMB6	C497	650/750	1,675	-170,254	-45,814	89,291	14,698	3978,41	0	0,2	0,1
COMB6	C497	650/750	3,331	-170,254	-45,814	-178,583	-52,002	3956,147	0	0	0
COMB6	C497	650/750	3,35	-170,254	-45,814	-215,085	-62,039	3952,706	0	0	0
COMB13	C497	650/750	0	-168,639	45,904	351,091	-61,654	1816,235	0	0	0
COMB13	C497	650/750	0,977	-168,639	45,904	187,155	-46,785	1827,651	0	0,3	-0,1
COMB13	C497	650/750	1,008	-168,639	45,904	177,295	-44,101	1827,105	0	0,3	-0,1
COMB13	C497	650/750	1,675	-168,639	45,904	69,52	-14,765	1821,49	0	0,2	-0,1
COMB13	C497	650/750	3,016	-168,639	45,904	-156,585	45,782	1805,687	0	0	0
COMB13	C497	650/750	3,339	-168,639	45,904	-177,333	52,429	1808,004	0	0	0
COMB13	C497	650/750	3,38	-168,639	45,904	-212,051	62,125	1806,745	0	0	0
COMB14	C497	650/750	0	-168,639	-45,855	351,091	91,53	1816,657	0	0	0
COMB14	C497	650/750	0,977	-168,639	-45,855	187,221	45,727	1817,560	0	0,3	0,1

COMB	Member Reference	Size	Position	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torsion	Deflection Major	Deflection Minor
COMB14	C497	650/750	1.018	-188,639	-46,855	177,294	44,028	387,438	0	0.3	0.1
COMB14	C497	650/750	1.675	-188,639	-46,855	69,52	14,723	382,182	0	0.2	0.1
COMB14	C497	650/750	3.015	-188,639	-46,855	-156,458	-48,723	3810,195	0	0	0
COMB14	C497	650/750	3.139	-188,639	-46,855	-177,333	-52,4	3888,508	0	0	0
COMB14	C497	650/750	3.35	-188,639	-46,855	-212,951	-82,085	387,065	0	0	0
COMB9	C497	650/750	0	52,738	152,866	108,638	-386,863	3892,116	0.001	0	0
COMB9	C497	650/750	0.877	-52,738	152,866	57,236	-156,829	3877,971	0.001	0.1	-0.3
COMB9	C497	650/750	1.011	52,738	152,866	54,971	-148,187	3876,897	0.001	0.1	-0.3
COMB9	C497	650/750	1.675	52,738	152,866	20,533	-48,191	3868,603	0.001	0.1	-0.2
COMB9	C497	650/750	3.016	52,738	152,866	-50,197	155,917	3846,403	0.001	0	0
COMB9	C497	650/750	3.106	52,738	152,866	-54,961	168,798	3845,921	0.001	0	0
COMB9	C497	650/750	3.35	52,738	152,866	-67,833	207,861	3841,889	0.001	0	0
COMB10	C497	650/750	0	52,737	-152,866	108,638	385,151	3893,189	0	0	0
COMB10	C497	650/750	0.877	-52,737	-152,866	57,298	-155,779	3878,648	0	0.1	0.3
COMB10	C497	650/750	1.011	52,737	-152,866	54,97	-145,069	3877,869	0	0.1	0.3
COMB10	C497	650/750	1.675	52,737	-152,866	20,503	49,1	3867,979	0	0.1	0.2
COMB10	C497	650/750	3.015	52,737	-152,866	-50,175	-155,787	3847,861	0	0	0
COMB10	C497	650/750	3.106	52,737	-152,866	-54,961	-189,64	3846,594	0	0	0
COMB10	C497	650/750	3.35	52,737	-152,866	-67,833	-206,55	3842,81	0	0	0
COMB17	C497	650/750	0	51,123	152,857	108,562	-305,37	3815,649	0	0	0
COMB17	C497	650/750	0.877	-51,123	152,857	56,399	-156,864	3816,448	0	0.1	-0.3
COMB17	C497	650/750	1.012	51,123	152,857	53,613	-147,548	3815,968	0	0.1	-0.3
COMB17	C497	650/750	1.675	51,123	152,857	20,731	-48,167	3810,504	0	0.1	-0.2
COMB17	C497	650/750	3.015	51,123	152,857	-47,768	155,871	1798,603	0	0	0
COMB17	C497	650/750	3.129	51,123	152,857	-53,595	173,215	1797,605	0	0	0

COMB	Member Reference	Size	Position	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torsion	Deflection Major	Deflection Minor
COMB17	C497	650/750	3,35	-51,122	152,857	-84,699	207,068	1795,659	0	0	0
COMB18	C497	650/750	0	-51,122	-152,968	106,362	305,245	3206,122	0	0	0
COMB19	C497	650/750	0,977	-51,122	-152,968	59,405	155,825	3917,119	0	0,1	0,3
COMB20	C497	650/750	1,072	-51,122	-152,968	55,612	147,472	1917,038	0	0,1	0,3
COMB21	C497	650/750	1,675	-51,122	-152,968	20,731	43,125	1811,276	0	0,1	0,2
COMB22	C497	650/750	3,015	-51,122	-152,968	-47,787	-158,813	1799,578	0	0	0
COMB23	C497	650/750	3,129	-51,122	-152,968	-53,095	-173,166	1798,777	0	0	0
COMB24	C497	650/750	3,35	-51,122	-152,968	-64,699	-296,595	1796,651	0	0	0
SHEAR	C497	650/750	0	-2,273	0,066	3,568	0,156	3988,119	0	0	0
PX	C497	650/750	0	-2,044	0,055	3,095	-0,129	3198,667	0	0	0
COMB2	C497	650/750	0	-2,076	0,076	4,392	-0,174	4198,52	0,001	0	0
COMB2	C497	650/750	1,075	-2,076	0,076	-0,444	-0,047	4445,458	0,001	0	0
SHEAR	C497	650/750	1,675	-2,273	0,066	-0,407	-0,045	3992,003	0	0	0
COMB2	C497	650/750	3,35	-2,076	0,076	-5,351	0,08	4122,095	0,001	0	0
PX	C497	650/750	1,675	-2,044	0,085	-0,229	-0,036	3179,448	0	0	0
COMB1	C497	650/750	0	-1,383	0,045	1,993	-0,113	3322,715	0	0	0
PX	C497	650/750	3,35	-2,044	0,055	-3,754	0,937	3169,23	0	0	0
SHEAR	C497	650/750	3,35	-2,273	0,066	-4,382	0,066	3947,592	0	0	0
COMB1	C497	650/750	1,675	-1,383	0,045	-0,225	-0,038	3295,093	0	0	0
COMB1	C497	650/750	3,35	-1,383	0,045	-2,042	0,937	3268,903	0	0	0
COMB7	C497	650/750	3,35	47,991	152,968	59,060	207,081	3932,023	0,001	0	0
COMB7	C497	650/750	3,183	47,991	152,968	51,077	181,901	3934,57	0,001	0	0
COMB7	C497	650/750	3,016	47,991	152,968	43,021	155,917	3937,137	0,001	0	0
COMB7	C497	650/750	1,675	47,991	152,968	-21,316	-89,191	3957,637	0,001	-0,1	-0,2
COMB7	C497	650/750	1,055	47,991	152,968	-51,075	-144,864	3957,119	0,001	-0,1	-0,3

COMB	Member Reference	Size	Position	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torsion	Deflection Major	Deflection Minor
COMB7	C497	650/750	0.977	47,991	152,988	-54,788	-156,929	3948,205	0.001	-0.1	-0.3
COMB7	C497	650/750	0	47,991	152,988	-101,701	-386,464	3883,25	0.001	0	0
COMB8	C497	650/750	3.35	47,991	-152,988	19,077	-208,05	3813,095	0	0	0
COMB8	C497	650/750	3.183	47,991	-152,987	51,077	-181,462	3815,642	0	0	0
COMB8	C497	650/750	3.015	47,991	-152,866	43,001	-158,767	3818,215	0	0	0
COMB8	C497	650/750	1.675	47,991	-152,866	-21,518	49,1	3818,709	0	-0.1	0.2
COMB8	C497	650/750	1.065	47,991	-152,866	-31,079	143,881	3848,191	0	-0.1	0.3
COMB8	C497	650/750	0.977	47,991	-152,866	-54,807	155,779	3869,38	0	-0.1	0.3
COMB8	C497	650/750	0	47,991	-152,866	-101,701	385,151	3884,222	0	0	0
COMB15	C497	650/750	3.35	49,606	152,987	62,003	207,068	1786,163	0	0	0
COMB15	C497	650/750	3.157	49,606	152,987	52,413	177,464	1787,995	0	0	0
COMB15	C497	650/750	3.015	49,606	152,987	45,41	155,871	1789,237	0	0	0
COMB15	C497	650/750	1.675	49,606	152,987	-21,087	-49,167	1801,038	0	-0.1	-0.2
COMB15	C497	650/750	1.044	49,606	152,987	-52,405	-145,735	1816,098	0	-0.1	-0.3
COMB15	C497	650/750	0.977	49,606	152,987	-55,697	-156,884	1807,18	0	-0.1	-0.3
COMB15	C497	650/750	0	49,606	152,987	-104,177	-305,37	1815,783	0	0	0
COMB16	C497	650/750	3.35	49,606	-152,988	62,003	-206,095	1717,065	0	0	0
COMB16	C497	650/750	3.157	49,606	-152,988	52,413	-177,433	1789,467	0	0	0
COMB16	C497	650/750	3.015	49,606	-152,988	45,399	-155,813	1790,312	0	0	0
COMB16	C497	650/750	1.675	49,606	-152,988	-21,087	43,125	1802,11	0	-0.1	0.2
COMB16	C497	650/750	1.044	49,606	-152,988	-52,405	145,862	1807,668	0	-0.1	0.3
COMB16	C497	650/750	0.977	49,606	-152,988	-55,703	155,825	1808,253	0	-0.1	0.3
COMB16	C497	650/750	0	49,606	-152,988	-104,176	385,345	1816,666	0	0	0
COMB3	C497	650/750	3.35	165,508	45,548	207,122	62,117	3921,688	0	0	0
COMB3	C497	650/750	3.155	165,508	45,548	174,772	53,189	3924,177	0	0	0

COMB	Member Reference	Size	Position	Shear Major	Shear Minor	Moment Major	Moment Minor	Axial Force	Torsion	Deflection Major	Deflection Minor
COMB2	C497	650/750	3.016	165.598	45.948	151.855	46.828	3946.694	0	0	0
COMB3	C497	650/750	1.675	165.598	45.948	-70.104	-14.789	3947.201	0	-0.2	-0.1
COMB3	C497	650/750	1.643	165.598	45.948	-174.747	-43.838	3956.87	0	-0.3	-0.1
COMB3	C497	650/750	0.978	165.598	45.948	-165.598	-46.831	3957.603	0	-0.3	-0.1
COMB3	C497	650/750	0	165.598	45.948	-347.33	-51.748	3972.815	0	0	0
COMB4	C497	650/750	3.35	165.598	-45.814	207.122	40.039	3921.409	0	0	0
COMB4	C497	650/750	3.105	165.598	-45.814	174.772	-53.085	3924.888	0	0	0
COMB4	C497	650/750	1.675	165.598	-45.814	-70.104	14.688	3947.523	0	-0.2	0.1
COMB4	C497	650/750	1.643	165.598	-45.814	-174.747	43.684	3957.561	0	-0.3	0.1
COMB4	C497	650/750	0.977	165.598	-45.814	-185.647	46.681	3958.168	0	-0.3	0.1
COMB4	C497	650/750	0	165.598	-45.814	-347.33	91.436	3973.527	0	0	0
COMB11	C497	650/750	3.35	167.123	45.804	210.066	65.125	1773.637	0	0	0
COMB11	C497	650/750	3.147	167.123	45.804	176.119	52.893	1777.645	0	0	0
COMB11	C497	650/750	3.016	167.123	45.804	154.197	46.782	1778.8	0	0	0
COMB11	C497	650/750	1.675	167.123	45.804	-49.876	-14.765	1790.403	0	-0.2	-0.1
COMB11	C497	650/750	1.039	167.123	45.804	-176.087	-43.938	1796.167	0	-0.3	-0.1
COMB11	C497	650/750	0.877	167.123	45.804	-386.453	-48.786	1796.743	0	-0.3	-0.1
COMB11	C497	650/750	0	167.123	45.804	-348.807	94.654	1805.248	0	0	0
COMB12	C497	650/750	3.35	167.123	-45.855	210.066	-42.084	1776.179	0	0	0
COMB12	C497	650/750	3.147	167.123	-45.855	176.119	-52.773	1777.807	0	0	0
COMB12	C497	650/750	3.015	167.123	-45.855	154.071	-46.723	1779.128	0	0	0
COMB12	C497	650/750	1.675	167.123	-45.855	-49.876	14.723	1790.504	0	-0.2	0.1
COMB12	C497	650/750	1.039	167.123	-45.855	-176.087	43.865	1796.119	0	-0.3	0.1
COMB12	C497	650/750	0.877	167.123	-45.855	-186.518	46.727	1797.069	0	-0.3	0.1
COMB12	C497	650/750	0	167.123	-45.855	-348.807	94.53	1805.67	0	0	0



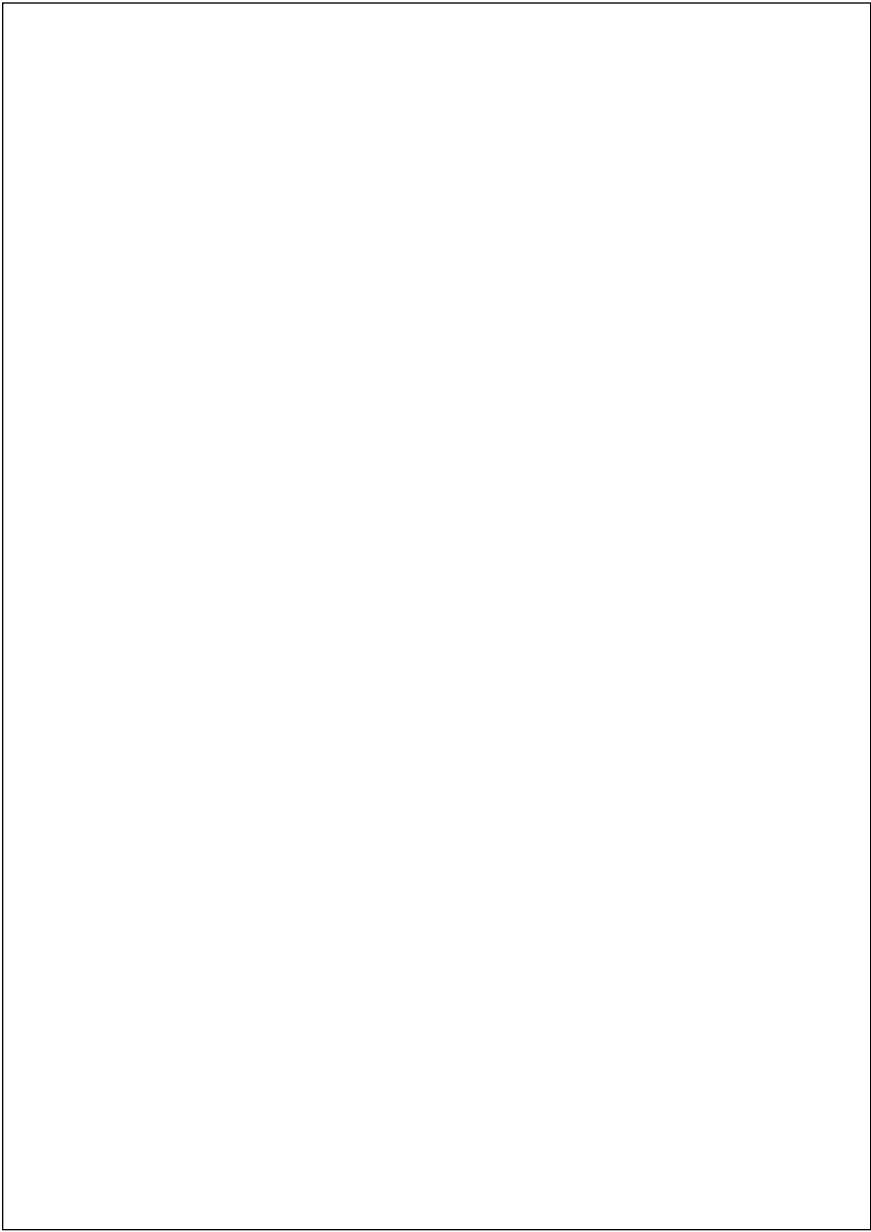
LAMPIRAN TABEL BERAT BANGUNAN

ETABS

20	Story	Diaphragm	Mass X kg	Mass Y kg	XCM m	YCM m	Cum Mass X kg	Cum Mass Y kg	XCCM m	YCCM m	XCR m	YCR m
	Story10	D1	464691	464691	15	9	464691	464691	15	9		
	Story9	D1	557755.6	557755.6	15	9	1022446.6	1022446.6	15	9		
	Story8	D1	557755.6	557755.6	15	9	1580202.2	1580202.2	15	9		
	Story7	D1	557755.6	557755.6	15	9	2137957.8	2137957.8	15	9		
	Story6	D1	557755.6	557755.6	15	9	2695713.4	2695713.4	15	9		
	Story5	D1	587681.8	587681.8	15	9	3283395.2	3283395.2	15	9		
	Story4	D1	594257.8	594257.8	15	9	3877653	3877653	15	9		
	Story3	D1	594257.8	594257.8	15	9	4471910.79	4471910.79	15	9		
	Story2	D1	594257.8	594257.8	15	9	5066168.59	5066168.59	15	9		
	Story1	D1	594257.8	594257.8	15	9	5660426.38	5660426.38	15	9		

TSD

Story	Weight (kN)	Weight (kg)
Story10	4628.235	471948.627
Story9	5469.714	557755.605
Story8	5469.714	557755.605
Story7	5469.714	557755.605
Story6	5469.714	557755.605
Story5	5769.745	588450.452
Story4	5827.678	594257.774
Story3	5827.678	594257.774
Story2	5827.678	594257.774
Story1	5827.678	594257.774



41	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	TABLE 1: Step Process				T	MV	MY
						P	VX	VY	Location			
TABLE 2: Step Process	Story0	Ex	LandState	Step Bx Step	1	Top	0	-9340.56	0	44461.40116.9	0	0
	Story10	Ex	LandState	Step Bx Step	2	Bottom	0	-9340.56	0	44461.40116.9	0	-197466230
	Story1	Ex	LandState	Step Bx Step	1	Top	0	-9340.56	0	48007514116.6	0	0
	Story10	Ex	LandState	Step Bx Step	2	Bottom	0	-9340.56	0	48007514116.6	0	-197466230
	Story10	Ex	LandState	Step Bx Step	3	Top	0	-9340.56	0	400175201.2	0	0
	Story10	Ex	LandState	Step Bx Step	4	Bottom	0	-9340.56	0	400175201.2	0	-197466230
	Story10	Ex	LandState	Step Bx Step	5	Top	0	-9340.56	0	74102133.2	0	0
	Story10	Ex	LandState	Step Bx Step	6	Bottom	0	-9340.56	0	74102133.2	0	-197466230
	Story10	Ex	LandState	Step Bx Step	7	Top	0	-9340.56	0	815112698	0	0
	Story10	Ex	LandState	Step Bx Step	8	Bottom	0	-9340.56	0	815112698	0	-197466230
	Story10	Ex	LandState	Step Bx Step	9	Top	0	-9340.56	0	6669211025	0	0
	Story10	Ex	LandState	Step Bx Step	10	Bottom	0	-9340.56	0	6669211025	0	-197466230
	Story9	Ex	LandState	Step Bx Step	1	Top	0	-93221.83	0	802900414.2	0	0
	Story9	Ex	LandState	Step Bx Step	2	Bottom	0	-93221.83	0	802900414.2	0	-197466230
	Story9	Ex	LandState	Step Bx Step	3	Top	0	-93221.83	0	902720607.7	0	0
	Story9	Ex	LandState	Step Bx Step	4	Bottom	0	-93221.83	0	902720607.7	0	-197466230
	Story9	Ex	LandState	Step Bx Step	5	Top	0	-93221.83	0	903696790	0	0
	Story9	Ex	LandState	Step Bx Step	6	Bottom	0	-93221.83	0	903696790	0	-197466230
	Story9	Ex	LandState	Step Bx Step	7	Top	0	-93221.83	0	-1488227290	0	0
	Story9	Ex	LandState	Step Bx Step	8	Bottom	0	-93221.83	0	-1488227290	0	-197466230
	Story9	Ex	LandState	Step Bx Step	9	Top	0	-93221.83	0	1637160129	0	0
	Story9	Ex	LandState	Step Bx Step	10	Bottom	0	-93221.83	0	1637160129	0	-197466230
	Story9	Ex	LandState	Step Bx Step	11	Top	0	-93221.83	0	1330042651	0	0
	Story9	Ex	LandState	Step Bx Step	12	Bottom	0	-93221.83	0	1330042651	0	-197466230
	Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	1	Top	0	-140230.58	0	1620775175	0	0
	Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	2	Bottom	0	-140230.58	0	1620775175	0	-115541583.4
	Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	3	Top	0	-140230.58	0	1388232693	0	0
	Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	4	Bottom	0	-140230.58	0	1388232693	0	-115541583.4
	Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	5	Top	0	-140230.58	0	11138829658	0	0
	Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	6	Bottom	0	-140230.58	0	11138829658	0	-197466230
	Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	7	Top	0	-140230.58	0	2103546676	0	0
	Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	8	Bottom	0	-140230.58	0	2103546676	0	-115541583.4
Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	9	Top	0	-140230.58	0	2313804488	0	0	
Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	10	Bottom	0	-140230.58	0	2313804488	0	-197466230	
Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	11	Top	0	-140230.58	0	54403533.8	0	0	
Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	12	Bottom	0	-140230.58	0	54403533.8	0	-197466230	
Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	13	Top	0	-140230.58	0	59449353.4	0	0	
Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	14	Bottom	0	-140230.58	0	59449353.4	0	-197466230	
Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	15	Top	0	-140230.58	0	59449353.8	0	0	
Story8	Ex	LandState	Step Bx Step	16	Bottom	0	-140230.58	0	59449353.8	0	-197466230	

41	Story	TABLE: Story Forces										
		Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf	T kgf	MX kgf-m	MY kgf-m
Story 8	Ex	LinState	Step By Step	2	Bottom	0	0	0	-140250.58	-23180448.8	11554158.34	0.000028
Story 8	Ex	LinState	Step By Step	3	Top	0	0	0	-140250.58	-18931276.3	59449353.24	0.0001319
Story 8	Ex	LinState	Step By Step	3	Bottom	0	0	0	-140250.58	-18931276.3	11554158.34	0.000262
Story 7	Ex	LinState	Step By Step	1	Top	0	0	-1731194.3	0	155807219.5	-40000207	-11554158.34
Story 7	Ex	LinState	Step By Step	1	Bottom	0	0	-1731194.3	0	155807219.5	-40000262	-184789236.5
Story 7	Ex	LinState	Step By Step	2	Top	0	0	-1731194.3	0	171387941.5	-40000262	-11554158.34
Story 7	Ex	LinState	Step By Step	2	Bottom	0	0	-1731194.3	0	171387941.5	-40000459	-184789236.5
Story 7	Ex	LinState	Step By Step	3	Top	0	0	-1731194.3	0	140126897.6	-40000268	-11554158.34
Story 7	Ex	LinState	Step By Step	3	Bottom	0	0	-1731194.3	0	140126897.6	-40000268	-184789236.5
Story 7	Ex	LinState	Step By Step	1	Top	0	0	-1731194.3	0	-258678699.2	11554158.34	0.0005847
Story 7	Ex	LinState	Step By Step	1	Bottom	0	0	-1731194.3	0	-258678699.2	184789236.5	0.0004153
Story 7	Ex	LinState	Step By Step	2	Top	0	0	-1731194.3	0	-258646656.1	11554158.34	0.0005842
Story 7	Ex	LinState	Step By Step	2	Bottom	0	0	-1731194.3	0	-258646656.1	184789236.5	0.0004149
Story 7	Ex	LinState	Step By Step	3	Top	0	0	-1731194.3	0	-233710829.3	11554158.34	0.000482
Story 7	Ex	LinState	Step By Step	3	Bottom	0	0	-1731194.3	0	-233710829.3	184789236.5	0.000491
Story 6	Ex	LinState	Step By Step	1	Top	0	0	-198611.8	0	178750810.1	-40000258	-184789236.5
Story 6	Ex	LinState	Step By Step	1	Bottom	0	0	-198611.8	0	178750810.1	-40000258	-184789236.5
Story 6	Ex	LinState	Step By Step	2	Top	0	0	-198611.8	0	186675483.0	-40000438	-184789236.5
Story 6	Ex	LinState	Step By Step	2	Bottom	0	0	-198611.8	0	186675483.0	-40000438	-184789236.5
Story 6	Ex	LinState	Step By Step	3	Top	0	0	-198611.8	0	166675557.2	-400004318	-184789236.5
Story 6	Ex	LinState	Step By Step	3	Bottom	0	0	-198611.8	0	166675557.2	-400004318	-184789236.5
Story 6	Ex	LinState	Step By Step	1	Top	0	0	-198611.8	0	-297917698.4	184789236.5	0.0004193
Story 6	Ex	LinState	Step By Step	1	Bottom	0	0	-198611.8	0	-297917698.4	2642339561	0.0006077
Story 6	Ex	LinState	Step By Step	2	Top	0	0	-198611.8	0	-327730608.3	184789236.5	0.0004238
Story 6	Ex	LinState	Step By Step	2	Bottom	0	0	-198611.8	0	-327730608.3	2642339561	0.0006112
Story 6	Ex	LinState	Step By Step	3	Top	0	0	-198611.8	0	-268125286	2642339561	0.0006181
Story 6	Ex	LinState	Step By Step	3	Bottom	0	0	-198611.8	0	-268125286	2642339561	0.0006181
Story 5	Ex	LinState	Step By Step	1	Top	0	0	-218484.94	0	1966736447.5	-40000004	-2642339561
Story 5	Ex	LinState	Step By Step	1	Bottom	0	0	-218484.94	0	1966736447.5	-40000129	-3516279328
Story 5	Ex	LinState	Step By Step	2	Top	0	0	-218484.94	0	216300992.3	-40000391	-2642339561
Story 5	Ex	LinState	Step By Step	2	Bottom	0	0	-218484.94	0	216300992.3	-40000822	-3516279328
Story 5	Ex	LinState	Step By Step	3	Top	0	0	-218484.94	0	176972802.8	-40000619	-2642339561
Story 5	Ex	LinState	Step By Step	3	Bottom	0	0	-218484.94	0	176972802.8	-40000825	-3516279328
Story 5	Ex	LinState	Step By Step	1	Top	0	0	-218484.94	0	-312727411.5	1516759128	0.0008012
Story 5	Ex	LinState	Step By Step	1	Bottom	0	0	-218484.94	0	-312727411.5	1516759128	0.0008012
Story 5	Ex	LinState	Step By Step	2	Top	0	0	-218484.94	0	-3603001538	2642339561	0.0005934
Story 5	Ex	LinState	Step By Step	2	Bottom	0	0	-218484.94	0	-3603001538	2642339561	0.0005934

41	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
	Story 5	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Top	kgf	0	-21848.104	-34654.6713	26.6233961	0.001587
	Story 5	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Bottom	0	0	-21848.104	-34654.6713	35.16279228	0.0000335
	Story 4	Ex	LinState	Step B1 Step	1	Top	0	-23338.3034	0	2091447.666	-0.0008071	-35162.79328
	Story 4	Ex	LinState	Step B1 Step	1	Bottom	0	-23338.3034	0	2091447.666	-0.001035	-44458.11490
	Story 4	Ex	LinState	Step B1 Step	2	Top	0	-23338.3034	0	2300592.103	-0.0007938	-35162.79328
	Story 4	Ex	LinState	Step B1 Step	2	Bottom	0	-23338.3034	0	2300592.103	-0.001024	-44458.11490
	Story 4	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Top	0	-23338.3034	0	1883303630	-0.0008307	-35162.79328
	Story 4	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Bottom	0	-23338.3034	0	1883303630	-0.001047	-44458.11490
	Story 4	Ex	LinState	Step B1 Step	1	Top	0	-23338.3034	0	333238.104	-0.0008307	-35162.79328
	Story 4	Ex	LinState	Step B1 Step	1	Bottom	0	-23338.3034	0	333238.104	-0.001047	-44458.11490
	Story 4	Ex	LinState	Step B1 Step	2	Top	0	-23338.3034	0	-38543.20171	35.16279228	0.0007935
	Story 4	Ex	LinState	Step B1 Step	2	Bottom	0	-23338.3034	0	-38543.20171	44458.11490	0.001025
	Story 4	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Top	0	-23338.3034	0	-31377.71049	35.16279228	0.0007961
	Story 4	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Bottom	0	-23338.3034	0	-31377.71049	44458.11490	0.001038
	Story 3	Ex	LinState	Step B1 Step	1	Top	0	-241022.65	0	2169203856	-0.00103	-44458.11490
	Story 3	Ex	LinState	Step B1 Step	1	Bottom	0	-241022.65	0	2169203856	-0.001271	-54090.0293
	Story 3	Ex	LinState	Step B1 Step	2	Top	0	-241022.65	0	2386172342	-0.001262	-54090.0293
	Story 3	Ex	LinState	Step B1 Step	2	Bottom	0	-241022.65	0	2386172342	-0.001262	-54090.0293
	Story 3	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Top	0	-241022.65	0	1952283471	-0.001044	-44458.11490
	Story 3	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Bottom	0	-241022.65	0	1952283471	-0.001044	-54090.0293
	Story 3	Ex	LinState	Step B1 Step	1	Top	0	-241022.65	0	-3613339761	44458.11490	0.001028
	Story 3	Ex	LinState	Step B1 Step	1	Bottom	0	-241022.65	0	-3613339761	54090.0293	0.001272
	Story 3	Ex	LinState	Step B1 Step	2	Top	0	-241022.65	0	-3978877377	44458.11490	0.001028
	Story 3	Ex	LinState	Step B1 Step	2	Bottom	0	-241022.65	0	-3978877377	54090.0293	0.001272
	Story 3	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Top	0	-241022.65	0	-3323800785	44458.11490	0.001031
	Story 3	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Bottom	0	-241022.65	0	-3323800785	54090.0293	0.001272
	Story 2	Ex	LinState	Step B1 Step	1	Top	0	-24544.348	0	2306931262	-0.001266	-54090.0293
	Story 2	Ex	LinState	Step B1 Step	1	Bottom	0	-24544.348	0	2306931262	-0.001515	-6391675997
	Story 2	Ex	LinState	Step B1 Step	2	Top	0	-24544.348	0	2429890411	-0.001256	-54090.0293
	Story 2	Ex	LinState	Step B1 Step	2	Bottom	0	-24544.348	0	2429890411	-0.001505	-6391675997
	Story 2	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Top	0	-24544.348	0	1988092154	-0.001276	-54090.0293
	Story 2	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Bottom	0	-24544.348	0	1988092154	-0.001526	-6391675997
	Story 2	Ex	LinState	Step B1 Step	1	Top	0	-24544.348	0	-3683653177	54090.0293	0.001268
	Story 2	Ex	LinState	Step B1 Step	1	Bottom	0	-24544.348	0	-3683653177	6391675997	0.001526
	Story 2	Ex	LinState	Step B1 Step	2	Top	0	-24544.348	0	-4049817351	54090.0293	0.001268
	Story 2	Ex	LinState	Step B1 Step	2	Bottom	0	-24544.348	0	-4049817351	6391675997	0.001526
	Story 2	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Top	0	-24544.348	0	-3313486923	54090.0293	0.001272
	Story 2	Ex	LinState	Step B1 Step	3	Bottom	0	-24544.348	0	-3313486923	6391675997	0.001526

41	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
							kN	kN	kN	kN	kN	kN
	Story 2	Ex	LinState	Step By Step	3	Bottom	0	-246849.69	-246849.69	-333326.70806	-639167.5997	-639167.5997
	Story 1	Ex	LinState	Step By Step	1	Top	0	-246849.69	0	222164.7204	-639167.5997	-639167.5997
	Story 1	Ex	LinState	Step By Step	1	Bottom	0	-246849.69	0	222164.7204	-639167.5997	-639167.5997
	Story 1	Ex	LinState	Step By Step	2	Top	0	-246849.69	0	244381.1924	-639167.5997	-639167.5997
	Story 1	Ex	LinState	Step By Step	2	Bottom	0	-246849.69	0	244381.1924	-639167.5997	-639167.5997
	Story 1	Ex	LinState	Step By Step	3	Top	0	-246849.69	0	1999485248	-639167.5997	-639167.5997
	Story 1	Ex	LinState	Step By Step	3	Bottom	0	-246849.69	0	1999485248	-639167.5997	-639167.5997
	Story 1	Ex	LinState	Step By Step	1	Top	0	0	-246849.69	-333326.70806	639167.5997	639167.5997
	Story 1	Ex	LinState	Step By Step	1	Bottom	0	0	-246849.69	-333326.70806	639167.5997	639167.5997
	Story 1	Ex	LinState	Step By Step	2	Top	0	0	-246849.69	-407401.0874	639167.5997	639167.5997
	Story 1	Ex	LinState	Step By Step	2	Bottom	0	0	-246849.69	-407401.0874	639167.5997	639167.5997
	Story 1	Ex	LinState	Step By Step	3	Top	0	0	-246849.69	-333326.70806	639167.5997	639167.5997
	Story 1	Ex	LinState	Step By Step	3	Bottom	0	0	-246849.69	-333326.70806	639167.5997	639167.5997

TSD

Level [m]	Reference	Σ Shear Dir 1 [kN]	Σ Shear Dir 2 [kN]
40,000	St. 10 (10)	491,136	491,136
36,000	St. 9 (9)	978,817	978,817
32,000	St. 8 (8)	1380,244	1380,244
28,000	St. 7 (7)	1702,184	1702,184
24,000	St. 6 (6)	1951,728	1951,728
20,000	St. 5 (5)	2146,483	2146,483
16,000	St. 4 (4)	2282,529	2282,529
12,000	St. 3 (3)	2367,101	2367,101
8,000	St. 2 (2)	2410,376	2410,376
4,000	St. 1 (1)	2424,141	2424,141



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: fluntirta.ac.id

FORM PERSETUJUAN TANGGAL SIDANG

Nama : Rizki Ardiyansah
NIM : 3336210023
Jurusan : Teknik Sipil
Rencana Sidang : Seminar Proposal/ Seminar Hasil/ Sidang Akhir *)
Waktu Sidang :
Hari/ Tanggal : Rabu, 4 Juni 2025
Jam : 08.00 - selesai

No	Nama Dosen	Pembimbing	Penguji	Tanda Tangan
1	Bachaki, S.T., M.Eng	I		Tanggal: 04/06/2025 Paraf:
2	Dr., Soelarso, S.T., M.Eng	II		Tanggal: Paraf:
3	Zulmahdi Darwis, S.T., M.Eng		I	Tanggal: 04/06/2025 Paraf:
4	Midia Rahma, S.Pd., M.T		II	Tanggal: Paraf:

Cilegon, 2025
Koordinator TA

Firyal Nabila, S.T., M.Eng.
NIP. 199810252024062001

*) coret yang tidak perlu

Dipindai dengan CamScanner

Dipindai dengan CamScanner



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: fl.unirta.ac.id

FORM PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING TA

Nama : Rizki Ardiyansah
NIM : 3336210023
Program Studi : Teknik Sipil
Semester : Ganjil/Genap *) Tahun Akademik 2025
KBK : Struktur
Judul Tugas Akhir : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

No	Uraian	Nama Dosen	Paraf Dosen
1.	Pembimbing 1	1. Bachaki, S.T., M.Eng	1.
2.	Pembimbing 2	2. Dr., Soelarso, S.T., M.Eng	2.

Cilegon, 27 Mei 2025
Ketua KBK

Dr., Soelarso, S.T., M.Eng
NIP. 198010012008121004

*) coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-01

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

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 : Rizki Ardiyansah

Nomor Mahasiswa : 3336210023

Alamat Mahasiswa : Kavling kemuning, Ciracas, Serang, Banten

Dosen Pembimbing : Bachaki, S.T., M.Eng

dengan prestasi studi 3,8 sampai dengan tanggal: 5 Juni 2025 seperti terlampir. Dengan ini saya mengajukan permohonan untuk dapat menyelenggarakan seminar proposal skripsi.

Cilegon, 5 Juni 2025

Pemohon,

Rizki Ardiyansah

PEMERIKSAAN (oleh Koord. Skripsi)

No	Perihal	Catatan
1.	Hasil studi kumulatif (≥ 116 sks dan IPK $\geq 2,00$)	143 SKS & IPK 3,8
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, 2025
Koordinator Skripsi,

Firyanl Nabila, S.T., M.Eng.
NIP. 199810252024062001

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 Soediman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: untirta.ac.id

Smp-02

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNTIRTA

Pada hari ini Rabu tanggal 5 bulan Juni tahun 2025, telah dilaksanakan Seminar Proposal Skripsi dari mahasiswa/mahasiswi, yaitu :

Nama : Rizki Ardiyansah

NPM : 3336210023

Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

Dosen pembimbing I : Baehaki, S.T., M.Eng

Dosen pembimbing II: Dr., Soelarso, S.T., M.Eng

Dosen Penguji I : Zulmahdi Darwis, S.T., M.Eng

Dosen Penguji II : Midia Rahma, S.Pd., M.T

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, 5 Juni 2025

Dosen Penguji I

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

Dosen Penguji II

Midia Rahma, S.Pd., M.T
NIP. 199601192024062002

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

Dr. Soelarso, S.T., M.Eng
NIP. 198010012008121004

Ket : *) coret yang tidak perlu
CC : Arsip

Dipindai dengan CamScanner

Dipindai dengan CamScanner



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: fl.untirta.ac.id

Smp-03

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Kamis, 5 Juni 2025 Waktu : 08.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
	-	awal kalimat gunakan kata menggunakan kata kepun kata samping dan pengandaian.	K
	-	kurang belah. - Dipergeser ke arah dari pendirian <u>sebel</u>	K

Cilegon, 5 Juni 2025
Dosen Penguji I


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

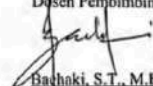
Smp-03

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Kamis, 5 Juni 2025 Waktu : 08.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
①		Pemalcaian jenis pelat pada ETABS & TSD (shell / slab on beam)	f
②		Tujuan diperjelas apa yang mau di tuju	f
③		rumusan masalah diperjelas	f
④		Manfaat penelitian berdasarkan knyan yg telah tercapai	f
⑤		teori mawulkan yang dipakai dalam proposal	f

Cilegon, 5 Juni 2025
Dosen Pembimbing I


Baghoki, 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 : Kamis, 5 Juni 2025 Waktu : 08.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		tujuan tidak memakai tanda tanya (?)	

Cilegon, 5 Juni 2025
Dosen Penguji II


Midia Rahma, S.Pd., M.T
NIP. 199601192024062002



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.unirta.ac.id

Smp-01

DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Kamis, 5 Juni 2025

Waktu : 08.00 - Selesai

Nama Peserta : Rizki Ardiyansah

NPM : 3336210023

Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Bachaki, S.T., M.Eng	198705082015041001	1.
2.	Dr., Soelarlo, S.T., M.Eng	198010012005121004	2.
3.	Zulmahdi Darwis, S.T., M.Eng	197706182008011005	3.
4.	Midia Rahma, S.Pd., M.T	199601192024062002	4.

Cilegon, 2025
Koordinator Skripsi

Firvaal Nabila, S.T., M.Eng
NIP. 199810252024062001

Dipindai dengan CamScanner

Dipindai dengan CamScanner



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: fl.unirta.ac.id

Smp-05

DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Kamis, 5 Juni 2025
Waktu : 08.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah
NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	NAMA	NPM	TANDA-TANGAN	KET.
1.	Tegar Andriansyah	3336200031	1.	
2.	Mohamad Syahron A	3336210093	2.	
3.	Ahmad Fauzan Andriansyah	3336210050	3.	
4.	Deden Bustemi	3336210020	4.	
5.	M. Farwa A	3336210099	5.	
6.	H. Gema Pamedhan	3336210045	6.	
7.	Gusti Shandika Ramani	3336210010	7.	
8.	Alhamul ALIF RIFDI	3336210073	8.	
9.	Faqih Setiawan	3336230001	9.	
10.	M. Anbari Riwani	3336230045	10.	
11.	Siti Dyah Hurechya	3336210057	11.	
12.	Happy Treacy A	3336210083	12.	
13.	Shinta Jaman Almutri	3336210109	13.	
14.			14.	
15.			15.	

Cilegon, 2025
Koordinator Skripsi

Firyaal Nabila, S.T.M.Eng.
NIP. 199810252024062001



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: fl.untirta.ac.id

Smp-06

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Rizki Ardiyansah
NPM : 3336210023

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN

Cilegon, 2025
Dosen Pembimbing II


Dr. Soelarso, S.T., M.Eng
NIP. 198010012008121004

 Dipindai dengan CamScanner

 Dipindai dengan CamScanner



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.unirta.ac.id

Smp-06

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Rizki Ardiyansah
NPM : 3336210023

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
1.		Tujuan tidak memalcai tanda tanya (?)		

Cilegon, 2025
Dosen Penguji II


Midia Rahma, S.Pd., M.T
NIP. 199601192024062002



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 : Rizki Ardiyansah
NPM : 3336210023

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN

Cilegon, 2025

Dosen Penguji I

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

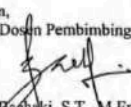


BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Rizki Ardiyansah
NPM : 3336210023

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
1		Jenis Pelat (TAB (Shell) & STD (slab on beam)		
2		Rumusan Masalah (gempa, Simpangan, Detailing struktur)		
3		Tujuan menjawab rumusan masalah		
4		Manfaat penelitian setelah tujuan tercapai		
5		Teori dipasai untuk proposisi		

Cilegon, 2025
Dosen Pembimbing I


Rizki, 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-07

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Rizki Ardiyansah
NIM : 3336210023
Program Studi : Teknik Sipil
Semester : 8
Pembimbing I : Bachaki, S.T., M.Eng
Judul Tugas Akhir : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG
SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL
DESIGNER

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	21/05/2025	Bimbingan Proposal (tujuan langsung mengantar, tujuan proposal)	
2.	27/05/2025	Seminar Proposal	
3.	13/06/2025	Revisi Bab 5 (Detailing)	
4.	16/06/2025	Bimbingan BAB 5 & 6	
5.	19/06/2025	Seminar Hasil	
6.	23/06/2025	Sidang Akhir 20/2025	

Cilegon, 27 Mei 2025
Mahasiswa,

Rizki Ardiyansah
NIM. 3336210023

Mengetahui,
Pembimbing I Skripsi,

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



FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Rizki Ardiyansah
NIM : 3336210023
Program Studi : Teknik Sipil
Semester : 8
Pembimbing II : Dr., Soedarso, S.T., M.Eng
Judul Tugas Akhir : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR
GEDUNG SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN TEKLA
STRUCTURAL DESIGNER

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	21/05/2018	Bimbingan Proposal (memahami teori dasar)	
2	27/05/2018	Seminar Proposal	
3.	13/06/2018	BAB 5-6	
4	16/06/2018	BAB 1-6	
5	19/06/2018	Seminar Hasil	
6	23/06/2018	Sidang Akhir	

Cilegon, 27 Mei 2018
Mahasiswa,

Rizki Ardiyansah
NIM. 3336210023

Mengetahui,
Pembimbing II Skripsi,

Dr., Soedarso, S.T., M.Eng
NIP. 198010012008121004



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman : www.ft.untirta.ac.id email: 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 : Rizki Ardiyansah
Nomor Mahasiswa : 3336210023
Alamat Mahasiswa : Ciracas, Serang, Banten
Dosen Pembimbing : Baehaki S.T., M.Eng

dengan prestasi studi 3,8 sampai dengan tanggal: 23 Juni 2025 seperti terlampir. Dengan ini saya mengajukan permohonan untuk dapat menyelenggarakan sidang akhir skripsi.

Cilegon, 23 Juni 2025

Pemohon,

Rizki Ardiyansah

PEMERIKSAAN (oleh Koord. Skripsi)

No	Perihal	Catatan
1.	Hasil studi kumulatif (≥ 139 sks dan IPK $\geq 2,00$)	147 sks, IPK 3,8
2.	Hasil studi kumulatif (nilai D ≤ 10 %)	Nilai D 0 %
3.	Draf bimbingan telah disetujui Dosen Pembimbing (SIKANG)	
4.	Daftar hadir dosen (Ahr-02)	
5.	Formulir saran & masukan (Ahr-03)	
6.	Formulir Penilaian Skripsi (Ahr-04)	
7.	Berita Acara Sidang Akhir (Ahr-05)	
8.	Formulir Rekapitulasi Penilaian Skripsi (Ahr-06)	
9.	Formulir Revisi Laporan Skripsi (Ahr-07)	
10.	Transkrip Nilai Mahasiswa ditandatangani Mahasiswa	
11.	Form bukti pelaksanaan seminar hasil (Hsl-01 sampai Hsl-06)	
12.	Sertifikat TOEFL Lab. Bahasa FT. Untirta (Min. Score 425)	

Sidang Akhir tersebut dapat dilaksanakan, waktu dan tempat seminar harap dikonsultasikan dengan Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji.

Cilegon, 2025

Koordinator Skripsi,

Firyaal Nabila, S.T., M.Eng
NIP. 199810252024062001

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

Ahr-02

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.unirta.ac.id

DAFTAR HADIR SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025

Waktu : 08.00 - Selesai

Nama Peserta : Rizki Ardiyansah

NPM : 3336210023

Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG
SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Baehaki, S.T., M.Eng	198705082015041001	1.
2.	Dr., Soelarso, S.T., M.Eng	198010012008121004	2.
3.	Zulmahdi Darwis, S.T., M.Eng	197706182008011005	3.
4.	Midia Rahma, S.Pd., MT	199601192024062002	4.

Cilegon, 2025
Koordinator Skripsi

Firyaal Nabila, S.T., M.Eng.
NIP. 199810252024062001



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

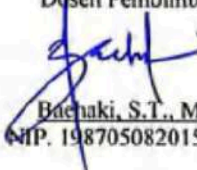
Ahr-03

SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025 Waktu : 08.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.

Cilegon, 30 Juni 2025
Dosen Pembimbing I


Bachaki, S.T., M.Eng
NPM. 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

Ahr-03

SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025 Waktu : 08.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.

Cilegon, 30 Juni 2025
Dosen Pembimbing I


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

Ahr-03

SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025 Waktu : 08.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
-		latar belakang ditambahkan penelitian sebelumnya.	
-		Anal kalimat sudah tidak menggunakan kata depan. pengandaian sangat.	

Cilegon, 30 Juni 2025
Dosen Penguji I

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

Ahr-03

SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025 Waktu : 08.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		cek, perbedaan hasil antara etabs & Tekla	

Cilegon, 30 Juni 2025
Dosen Pembimbing II

Dr. Soelarso, S.T., M.Eng
NIP. 198010012008121004



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

Ahr-03

SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025 Waktu : 08.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		Tambahkan kesimpulan pada setiap bahasan rumusan masalah terkait lebih lanjut terkait mana software ETABS dan TSD.	

Cilegon, 30 Juni 2025
Dosen Penguji II


Midia Rahma, S.Pd., M.T
NIP. 199601192024062002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

Ahr-04

DRAFT FORMAT PENILAIAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Judul Tugas Akhir: PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR
GEDUNG SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN
TEKLA STRUCTURAL DESIGNER
Hari/Tgl: :Senin, 30 Juni 2025
Waktu: : 08.00 - Selesai
Nama Mahasiswa: : Rizki Ardiyansah
NPM: : 3336210023

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENGUASAAN (0-100)
A	METODOLOGI	
1.	Rumusan Masalah & Tujuan Penelitian	.....
2.	Prosedur Pengumpulan Data & Analisis Data	.....
3.	Interpretasi Hasil	.....
4.	Penarikan Kesimpulan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RA) = Jumlah Nilai / 4	.....
B	ISI SKRIPSI	
1.	Relevansi Teori dan Pembahasan	.....
2.	Tata Tulis	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RB) = Jumlah Nilai / 2	.....
C	PROSES BIMBINGAN	
1.	Intensitas Bimbingan	.....
2.	Sikap Saat Bimbingan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RC) = Jumlah Nilai / 2	.....
D	PROSES SIDANG AKHIR	
1.	Kemampuan Presentasi	.....
2.	Penguasaan Materi	.....
3.	Kemampuan Menjawab	.....
4.	Sikap Saat Presentasi	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RD) = Jumlah Nilai / 4	.....
NILAI AKHIR = (RA + RB + RC + RD)/4		

Cilegon, 30 Juni 2025

Penguji II,


Midia Rahma, S.Pd., M.T
NIP. 199601192624062002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-04

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman: : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

DRAFT FORMAT PENILAIAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Judul Tugas Akhir: PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER
Hari/Tgl: Senin, 30 Juni 2025
Waktu: 08.00 - Selesai
Nama Mahasiswa: Rizki Ardiyansah
NPM: 3336210023

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENGUASAAN (0-100)
A	METODOLOGI	
1.	Rumusan Masalah & Tujuan Penelitian	
2.	Prosedur Pengumpulan Data & Analisis Data	
3.	Interpretasi Hasil	
4.	Penarikan Kesimpulan	
	Jumlah Nilai	
	Rata-Rata Nilai (RA) = Jumlah Nilai / 4	
B	ISI SKRIPSI	
1.	Relevansi Teori dan Pembahasan	
2.	Tata Tulis	
	Jumlah Nilai	
	Rata-Rata Nilai (RB) = Jumlah Nilai / 2	
C	PROSES BIMBINGAN	
1.	Intensitas Bimbingan	
2.	Sikap Saat Bimbingan	
	Jumlah Nilai	
	Rata-Rata Nilai (RC) = Jumlah Nilai / 2	
D	PROSES SIDANG AKHIR	
1.	Kemampuan Presentasi	
2.	Penguasaan Materi	
3.	Kemampuan Menjawab	
4.	Sikap Saat Presentasi	
	Jumlah Nilai	
	Rata-Rata Nilai (RD) = Jumlah Nilai / 4	
NILAI AKHIR = (RA + RB + RC + RD)/4		

Cilegon, 30 Juni 2025
Pembimbing II,

Dr., Soelarlo, S.T., M.Eng
NIP. 198010012008121004



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten

Laman : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

Ahr-04

DRAFT FORMAT PENILAIAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Judul Tugas Akhir: PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER
Hari/Tgl: Senin, 30 Juni 2025
Waktu: 08.00 - Selesai
Nama Mahasiswa: Rizki Ardiyansah
NPM: 3336210023

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENGUASAAN (0-100)
A	METODOLOGI	
1.	Rumusan Masalah & Tujuan Penelitian	.....
2.	Prosedur Pengumpulan Data & Analisis Data	.....
3.	Interpretasi Hasil	.....
4.	Penarikan Kesimpulan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RA) = Jumlah Nilai / 4	.....
B	ISI SKRIPSI	
1.	Relevansi Teori dan Pembahasan	.....
2.	Tata Tulis	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RB) = Jumlah Nilai / 2	.....
C	PROSES BIMBINGAN	
1.	Intensitas Bimbingan	.....
2.	Sikap Saat Bimbingan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RC) = Jumlah Nilai / 2	.....
D	PROSES SIDANG AKHIR	
1.	Kemampuan Presentasi	.....
2.	Penguasaan Materi	.....
3.	Kemampuan Menjawab	.....
4.	Sikap Saat Presentasi	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RD) = Jumlah Nilai / 4	.....
NILAI AKHIR = (RA + RB + RC + RD)4		

Cilegon, 30 Juni 2025

Penguji I,

Zulmahdi Darwis, S.T., M.Eng

NIP. 197706182008011005



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-04

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman : www.fl.untirta.ac.id, email: fl.untirta.ac.id

DRAFT FORMAT PENILAIAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Judul Tugas Akhir: PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER
Hari/Tgl: Senin, 30 Juni 2025
Waktu: 08.00 - Selesai
Nama Mahasiswa: Rizki Ardiyansah
NPM: 3336210023

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENGUASAAN (0-100)
A	METODOLOGI	
1.	Rumusan Masalah & Tujuan Penelitian	.....
2.	Prosedur Pengumpulan Data & Analisis Data	.....
3.	Interpretasi Hasil	.....
4.	Penarikan Kesimpulan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RA) = Jumlah Nilai / 4	.....
B	ISI SKRIPSI	
1.	Relevansi Teori dan Pembahasan	.....
2.	Tata Tulis	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RB) = Jumlah Nilai / 2	.....
C	PROSES BIMBINGAN	
1.	Intensitas Bimbingan	.....
2.	Sikap Saat Bimbingan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RC) = Jumlah Nilai / 2	.....
D	PROSES SIDANG AKHIR	
1.	Kemampuan Presentasi	.....
2.	Penguasaan Materi	.....
3.	Kemampuan Menjawab	.....
4.	Sikap Saat Presentasi	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RD) = Jumlah Nilai / 4	.....
NILAI AKHIR = (RA + RB + RC + RD)/4		

Cilegon, 30 Juni 2025

Pembimbing I,

Baehaki, S.T., M.Eng

NIP. 198705082015041001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman : www.fl.unirta.ac.id, email: fl.unirta.ac.id

Ahr-05

BERITA ACARA SIDANG SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Pada hari ini, Tanggal 30 Bulan Juni Tahun 2025, bertempat di Ruang Sidang Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, telah dilaksanakan Ujian Sidang Skripsi/Tugas Akhir atas nama:

Nama Mahasiswa : Rizki Ardiyansah
NIM : 3336210023
Penguji : Ketua Sidang : Beshaki, S.T., M.Eng
Penguji I : Zulmahdi Darwis, S.T., M.Eng
Penguji II : Midia Rahma, S.Pd., M.T
Penguji III : Dr. Soelarno, S.T., M.Eng
Judul Skripsi/Tugas Akhir : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG
SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN TEKLA
STRUCTURAL DESIGNER
Waktu : 08.00 - Selesai
Catatan Kegiatan :

lulus bergaya

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenar – benarnya untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya

Cilegon, 30 Juni 2025

Ketua
Sidang : Beshaki, S.T., M.Eng
NIP. 198705082015041001

Penguji 1 : Zulmahdi Darwis, S.T., M.Eng
NIP. 197706182008011005

Penguji 2 : Midia Rahma, S.Pd., M.T
NIP. 199601192024062002

Penguji 3 : Dr. Soelarno, S.T., M.Eng
NIP. 198010012008121004

[Handwritten signatures of the examiners]



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten

Laman : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

Ahr-06

FORM REKAPITULASI PENILAIAN
UJIAN SIDANG SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Rizki Ardiyansah
NIM : 3336210023
Judul Skripsi/Tugas Akhir : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR
GEDUNG SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN TEKLA
STRUCTURAL DESIGNER
Waktu : 08.00 – Selesai

No	Penguji	Rentang Nilai	Nilai
1	Bachaki, S.T., M.Eng	10 – 100	
2	Zulmahdi Darwis, S.T., M.Eng	10 – 100	
3	Midia Rahma, S.Pd., M.T	10 – 100	
4	Dr., Soelarso, S.T., M.Eng	10 – 100	
Total Nilai			
Nilai Huruf Mutu			

Cilegon, 30 Juni 2025

Ketua
Sidang : Bachaki, S.T., M.Eng
NIP. 198705082015041001

Penguji 1 : Zulmahdi Darwis, S.T., M.Eng
NIP. 197706182008011005

Penguji 2 : Midia Rahma, S.Pd., M.T
NIP. 199601192024062002

Penguji 3 : Dr., Soelarso, S.T., M.Eng
NIP. 198010012008121004



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten

Laman: : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

Ahr-07

FORM REVISI LAPORAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Rizki Ardiyansah
NIM : 3336210023
Tanggal Sidang : Senin, 30 Juni 2025
Waktu : 08.00 - Selesai
Judul Skripsi/Tugas Akhir : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR
GEDUNG SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN TEKLA
STRUCTURAL DESIGNER

No	NAMA PENGUGUJI	HAL YANG PERLU DIREVISI	PARAF
1	Baehaki, S.T., M.Eng	- penguraian hasil survey - penguraian over/under rekomendasi	Tgl: [Signature]
2	Zulmahdi Darwis, S.T., M.Eng		Tgl: [Signature]
3	Midia Rahma, S.Pd., M.T		Tgl: [Signature]
4	Dr., Soelarso, S.T., M.Eng		Tgl: [Signature]

Cilegon, 30 Juni 2025

Ketua Pengguji

[Signature]

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-01

**BERITA ACARA SEMINAR HASIL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNTIRTA**

Pada hari ini Jum'at tanggal 20 bulan Juni tahun 2025, telah dilaksanakan Seminar Hasil Skripsi dari mahasiswa/mahasiswi, yaitu :

Nama : Rizki Ardiyansah
NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG
SRPMK MENGGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL
DESIGNER

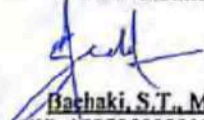
Dosen pembimbing I : Bachaki, S.T., M.Eng
Dosen pembimbing II: Dr., Soelarso, S.T., M.Eng

Dari Seminar Hasil Skripsi ini dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah dinyatakan MEMENUHI PERSYARATAN / TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN untuk melanjutkan ke Sidang Akhir *)

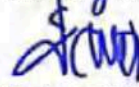
Demikian Berita Acara ini dibuat dan selanjutnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 2025

Dosen Pembimbing I


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

Dosen Pembimbing II


Dr., Soelarso, S.T., M.Eng
NIP. 198010012008121004

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 : Jum'at, 20 Juni 2025 Waktu : 09.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.

Cilegon, 2025
Dosen Pembimbing II

Dr. Soelarso, S.T., M.Eng
NIP. 198010012008121004

Dipindai dengan CamScanner

Dipindai dengan CamScanner



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.unirta.ac.id

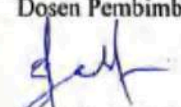
Hsl-02

**SARAN / MASUKAN
SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Hari/Tgl : Jum'at, 20 Juni 2025 Waktu : 09.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.

Cilegon, 2025
Dosen Pembimbing I


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



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-03

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jum'at, 20 Juni 2025
Waktu : 09.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah
NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Bachaki, S.T., M.Eng	198705082015041001	1.
2.	Dr., Soelarso, S.T., M.Eng	198010012008121004	2.

Cilegon, 2025
Koordinator Skripsi

Firyaal Nabila, S.T., M.Eng.
NIP. 199810252024062001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-04

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jum'at, 20 Juni 2025
Waktu : 09.00 - Selesai
Nama Peserta : Rizki Ardiyansah
NPM : 3336210023
Judul Skripsi : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SRPMK
MENGUNAKAN ETABS DAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

NO	NAMA	NPM	TANDA-TANGAN	KET.
1.	Fitra Romadhoni	3336210054	1.	
2.	M. MAULAN FARRAS M.	3336210039	2.	
3.	Andien Puspita Syahrani	3336210071	3.	
4.	Seseriyu Apriyantiangam Simbolon	3336210028	4.	
5.	Tamran Siandika	3336210076	5.	
6.	Syahrul Anza Nurazdy	3336210019	6.	
7.	RENDY YUSTIANA Y	3336210166	7.	
8.	Robby Firman H	3336210099	8.	
9.	Rizka A.	3336210021	9.	
10.	Akmal Sulbon Al-Mubt	3336210091	10.	
11.			11.	
12.			12.	
13.			13.	
14.			14.	
15.			15.	

Cilegon, 2025
Koordinator Skripsi

Firyan Nabila, S.T., M.Eng.
NIP. 199810252024062001



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 : Rizki Ardiyansah
NPM : 3336210023

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN

Cilegon, 2025
Dosen Pembimbing I

Bachaki, 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-05

BUKTI PERBAIKAN LAPORAN HASIL SKRIPSI

Nama Peserta : Rizki Ardiyansah

NPM : 3336210023

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN

Cilegon, 23-06 - 2025
Dosen Pembimbing II

Dr. Soelargo, S.T., M.Eng
NIP. 198010012008121004

Dipindai dengan CamScanner

Dipindai dengan CamScanner



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-06

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

BUKTI KEHADIRAN TELAH MENGIKUTI SEMINAR

Nama Peserta : Rizki Ardiyansah
NPM : 3336210023

SEMINAR YANG PERNAH DIKUTI

NO	JUDUL	Mahasiswa	Paraf ¹
1	Analisis Produktivitas Pekerja Pencahangan Pang. pancing menggunakan pisces Hammer (studi kasus : Proyek Samudra Manne Indonesia 3 Bojonegara)	Dodi Arya Rafaelly (333120072)	
2	Analisis perbandingan preferensi penumpang pada moda transportasi Kavel dengan bus AKAP (Auk Karang - Bandung)	Diva Goluh Rusnanti (3336210080)	
3	Analisis kebutuhan Fasilitas Pedestrian Berbasis konsep Active Living & Inklusif pada kampus di Kepandean UNTAM	Muhammad Rendi Ardiyansah (3336210023)	
4	Analisis tingkat Pelayanan stasiun Batu Acer berdasarkan preferensi penumpang	Mulyarah (3336210007)	
5	Pengaruh Benamirahan Abu Sawit dan Semen Portland terhadap nilai CBR unsoaked CBR (kasus : N. Raya Sobang, Ciamis, kec. Sobang)	Rafaelly (3336210007)	
6	Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Serbuk Limbah Karet Ban terhadap nilai CBR unsoaked	Zahra Aninda Nur. P (3336210063)	
7	Stabilisasi tanah lempung menggunakan Zeolit bayah dan semen Portland terhadap nilai CBR unsoaked	MZA Yulia Putri (3336210001)	
8	Stabilisasi tanah lempung menggunakan Serbuk Limbah karet ban terhadap nilai CBR unsoaked	Siti Djulia (3336210057)	
9	Analisis kebutuhan fasilitas perungang Halk BAT di koridor 1 kota Serang	Robby Firman Hidayat (3336210057)	
10	Evaluasi zona selamat sekolah (ZSS) di kabupaten pandeglang	Faldi Ramadhani (3336210062)	

¹ paraf pembimbing 1 skripsi



UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

Jalan Raya Jakarta KM. 04 Pakupatan Kota Serang - Banten, Telp. 0254-280330, Faks. (0254)-281254

TRANSKRIP AKADEMIK

Sementara

Diberikan Kepada : RIZKI ARDIYANSAH
Tempat, Tanggal Lahir : JAKARTA, 08 Januari 2003
Nomor Pokok Mahasiswa : 3336210023
Tanggal Kelulusan : -
Program Pendidikan : (S1)
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Terakreditasi B
Nomor: 1824/SK/BAN-PT/Ak-PPJ/S/II/2022 Tanggal 30 Maret 2022

No	Nomor Kode dan Nama Matakuliah		Prestasi			
			HM	AM	K	M
1	UNI622101	Agama	A	4,00	2	8,00
2	TSP622105	Dasar-dasar Transportasi	B+	3,50	2	7,00
3	TEKSP622101	Fisika Dasar I	A-	3,75	2	7,50
4	TSP622103	Gambar Teknik	B+	3,50	2	7,00
5	TEKSP622105	Ilmu Lingkungan	A	4,00	2	8,00
6	TSP622107	Ilmu Ukur Tanah	A-	3,75	2	7,50
7	TEKSP622103	Kalkulus I	A	4,00	3	12,00
8	TEKSP622109	Praktikum Fisika Dasar	A	4,00	1	4,00
9	TEKSP622107	Statistik dan Probabilitas	B	3,00	2	6,00
10	TEKSP622102	Fisika Dasar 2	A	4,00	2	8,00
11	TEKSP622104	Kalkulus 2	A	4,00	3	12,00
12	TSP622106	Kesehatan dan keselamatan kerja	A-	3,75	2	7,50
13	TEKSP622106	Kimia Dasar	B	3,00	2	6,00
14	TSP622102	Konstruksi Bangunan	A-	3,75	2	7,50
15	UNI622102	Moderasi Beragama	A	4,00	2	8,00
16	TSP622110	Praktikum Gambar Teknik	A-	3,75	1	3,75
17	TSP622112	Praktikum Ilmu Ukur Tanah	A	4,00	1	4,00
18	TSP622104	Struktur Statis Tertentu	A-	3,75	3	11,25
19	TSP622108	Teknik Lalu Lintas	A	4,00	2	8,00
20	TSP622205	Bandar Udara	A-	3,75	2	7,50
21	TSP622201	Hidrologi	A	4,00	2	8,00
22	TEKSP622201	Kalkulus 3	A	4,00	2	8,00
23	TSP622211	Mekanika Bahan	A	4,00	3	12,00
24	TSP622209	Mekanika Fluida dan Hidrolika	A	4,00	2	8,00
25	TSP622213	Mekanika Tanah 1	A	4,00	2	8,00
26	TSP622203	Pemindahan Tanah Mekanis & Alat Berat	A	4,00	2	8,00
27	TSP622215	Praktikum Hidrolika	A	4,00	1	4,00
28	TSP622217	Praktikum Teknologi Beton	A-	3,75	1	3,75
29	TSP622207	Rel Kereta Api	A-	3,75	2	7,50
30	TSP622202	Drainase	A-	3,75	2	7,50

Nama: RIZKI ARDIYANSAH

Nomor Pokok Mahasiswa: 3336210023

No	Nomor Kode dan Nama Matakuliah		Prestasi			
			HM	AM	K	M
31	TSP622204	Irigasi dan Bangunan Air	A	4,00	2	8,00

32	TEKSP622202	Kalkulus 4	B+	3,50	2	7,00
33	TSP622212	Manajemen Proyek	A	4,00	2	8,00
34	TSP622210	Mekanika Tanah 2	A	4,00	2	8,00
35	TSP622206	Pemograman Teknik Sipil	A-	3,75	2	7,50
36	TSP622218	Praktikum Mekanika Tanah	A-	3,75	1	3,75
37	TSP622214	Struktur Beton 1	B	3,00	2	6,00
38	TSP622208	Struktur Statis Tak Tentu	A	4,00	3	12,00
39	TSP622216	Teknik Pantai	A-	3,75	2	7,50
40	TSP622303	Analisa Struktur Metode Matriks	A-	3,75	3	11,25
41	UNI622305	Bahasa Indonesia	B+	3,50	2	7,00
42	UNI622303	Kewarganegaraan	A	4,00	2	8,00
43	TEKSP622301	Metode Numerik	A-	3,75	2	7,50
44	UNI622301	Pancasila	A	4,00	2	8,00
45	TSP622301	Perencanaan Struktur Geometri Jalan	B+	3,50	2	7,00
46	TSP622305	Rekayasa Pondasi 1	B+	3,50	2	7,00
47	TSP622307	Struktur Baja 1	A	4,00	2	8,00
48	TSP622309	Struktur Beton 2	A	4,00	2	8,00
49	TSP622300	Kerja Praktek	A	4,00	2	8,00
50	UNI622304	Kuliah Kerja Mahasiswa (KKM)	A	4,00	3	12,00
51	TSP622312	Metodologi Penelitian	A-	3,75	2	7,50
52	TSP622304	Perencanaan Perkerasan Jalan	A-	3,75	2	7,50
53	TSP622314	Praktikum Perkerasan Jalan	A	4,00	1	4,00
54	TSP622306	Rekayasa Pondasi 2	C+	2,50	2	5,00
55	TSP622308	Struktur Baja 2	A	4,00	2	8,00
56	TSP622302	Struktur Kayu	A-	3,75	2	7,50
57	UNI622302	Studi Kebantenan	A	4,00	2	8,00
58	TSP622310	Teknik Gempa	A	4,00	2	8,00
59	UNI622401	English for Academic Purpose	A	4,00	3	12,00
60	UNI622405	Ketahanan Pangan	B+	3,50	2	7,00
61	TSP622403	Kewirausahaan Teknik Sipil	A-	3,75	2	7,50
62	TSP622410	Manajemen Lalu lintas	A	4,00	2	8,00
63	TSP622407	Metode Pelaksanaan Konstruksi	A-	3,75	2	7,50

Nama: RIZKI ARDIYANSAH

Nomor Pokok Mahasiswa: 3336210023

No	Nomor Kode dan Nama Matakuliah	Prestasi				
		HM	AM	K	M	
64	TSP622405	Pelabuhan	A	4,00	2	8,00
65	TSP622401	Perencanaan Struktur Gedung	A	4,00	2	8,00
66	TSP622412	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	A-	3,75	2	7,50
67	TSP622414	Teknik Lalu lintas Lanjut	A	4,00	2	8,00
68	UNI622403	Teknologi dan Transformasi Digital	A-	3,75	2	7,50
69	TSP622404	Aspek Hukum Teknik Sipil	A	4,00	2	8,00
70	TSP622428	Building Information Modelling	A	4,00	2	8,00
71	TSP622402	Jembatan	B-	2,75	2	5,50
72	TSP622400	Skripsi	A	4,00	3	12,00
73	TSP622427	Struktur Beton 3	A	4,00	2	8,00
74	TSP622425	Teknologi Bambu dan Kayu	A	4,00	2	8,00
Judul:						
		Jumlah		150	571	
		Indeks Prestasi : 3,81				
		Predikat Kelulusan : Dengan Pujian				

Keterangan:

HM = Huruf Mutu AM = Angka Mutu

K = Kredit M = Mutu

Ketua Jurusan

Serang, 28 Juli 2025



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

NIP



UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
UPA BAHASA (LANGUAGE CENTER)

**ENGLISH PROFICIENCY TEST (EPT)
SCORE RECORD**

No. 4075/EPT.PB/2025

NAME : RIZKI ARDIYANSAH
PLACE & DATE OF BIRTH : JAKARTA, 8 JANUARY 2003
SEX : MALE
NATIVE COUNTRY : INDONESIA
NATIVE LANGUAGE : INDONESIAN
SCORES : LISTENING : 47
STRUCTURE AND WRITTEN EXPRESSION : 46
READING : 43
TOTAL SCORE : 453

TEST DATE : 18/6/2025

THIS ENGLISH PROFICIENCY TEST (EPT) IS ADMINISTERED BY THE LANGUAGE CENTRE
OF SULTAN AGENG TIRTAYASA UNIVERSITY (UNTIRTA).



AUTHORISED BY
THE HEAD OF LANGUAGE CENTRE

IL BAYA JKT KM 4 JL. PAKUPATAN, PENANGKARAN,
Kec. CIPUCOK JAYA, KOTA SEBANG, BANTEN 43124

UDI SAMANHUDI, PH.D.
NIP. 1983012310060041001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut :

Judul : PERBANDINGAN PERANCANGAN STRUKTUR
GEDUNG SRPMK MENGGUNAKAN *ETABS* DAN
TEKLA STRUCTURAL DESIGNER
Nama : Rizki Ardiyansah
Nim : 3336210023
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut 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 sebagian atau 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 akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, Juni 2025


METERAI
TEMPEL
RS 777AMX419704498
Rizki Ardiyansah
NIM. 3336210023

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

13%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

10%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	dspace.uui.ac.id Internet Source	2%
2	repository.its.ac.id Internet Source	2%
3	Submitted to University of Greenwich Student Paper	1%
4	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	1%
5	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	1%
6	Submitted to Universitas Bung Hatta Student Paper	1%
7	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1%
8	repository.unbari.ac.id Internet Source	<1%
9	digilib.polban.ac.id Internet Source	<1%

10	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
11	123dok.com Internet Source	<1 %
12	Submitted to UM Surabaya Student Paper	<1 %
13	Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Student Paper	<1 %
14	eskripsi.usm.ac.id Internet Source	<1 %
15	Submitted to Liverpool John Moores University Student Paper	<1 %
16	Submitted to Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta Student Paper	<1 %
17	Submitted to Universitas Andalas Student Paper	<1 %
18	Submitted to Landmark University Student Paper	<1 %
19	repository.uir.ac.id Internet Source	<1 %
20	eprints.itn.ac.id Internet Source	<1 %

21	digilib.unila.ac.id Internet Source	<1 %
22	eprints.umsb.ac.id Internet Source	<1 %
23	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral Student Paper	<1 %
24	Submitted to Universitas Bengkulu Student Paper	<1 %
25	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1 %
26	Submitted to itera Student Paper	<1 %
27	Achmad Muzaki, Retno Trimurtiningrum. "Analisis Kinerja Struktur Gedung Perkantoran Pabrik Pupuk Gresik dengan Pembebanan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019 terhadap Simpangan Antar Lantai dan Pengaruh P-Delta", Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, 2024 Publication	<1 %
28	Devi Setiawan, Syfa Apriliyani. "ANALISIS KARAKTERISTIK DAN TINGKAT PELAYANAN PEDESTRIAN DI KAWASAN PUSAT PERTOKOAN DI JALAN BRAGA BANDUNG	<1 %

DENGAN METODE GREENSHIELDS", JURNAL MOMEN TEKNIK SIPIL, 2024

Publication

29	repository.ummat.ac.id Internet Source	<1 %
30	eprints3.upgris.ac.id Internet Source	<1 %
31	repository.usm.ac.id Internet Source	<1 %
32	Submitted to Forum Perpustakaan Perguruan Tinggi Indonesia Jawa Tengah Student Paper	<1 %
33	repositori.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
34	Submitted to Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Gadjah Mada Student Paper	<1 %
35	Submitted to Universitas Merdeka Malang Student Paper	<1 %
36	es.scribd.com Internet Source	<1 %
37	Budi Rahmad Tangahu, Kasmat Saleh Nur, Mirzan Gani. "Analisis Pengaruh Faktor Modifikasi Respon SRPMK Struktur Gedung	<1 %

Beton Bertulang Pada Balok Kategori Desain Seismik D", Jurnal Teknik, 2019

Publication

38	Submitted to University of Massachusetts - Amherst Student Paper	<1 %
39	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1 %
40	repository.unja.ac.id Internet Source	<1 %
41	Submitted to British University In Dubai Student Paper	<1 %
42	Submitted to Yonkers High School Student Paper	<1 %
43	Submitted to Rektorat (ADM) Student Paper	<1 %
44	www.scribd.com Internet Source	<1 %
45	erepository.uwks.ac.id Internet Source	<1 %
46	alarsymedia.com Internet Source	<1 %
47	mohammadagung62.blogspot.com Internet Source	<1 %

48	pdfcoffee.com Internet Source	<1 %
49	Submitted to Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya Student Paper	<1 %
50	repository.unisma.ac.id Internet Source	<1 %
51	repository.uhn.ac.id Internet Source	<1 %
52	repository.podomorouniversity.ac.id Internet Source	<1 %
53	Submitted to North South University Student Paper	<1 %
54	Submitted to Sultan Agung Islamic University Student Paper	<1 %
55	Submitted to Konsorsium Perguruan Tinggi Swasta Indonesia Student Paper	<1 %
56	Ton Duc Thang University Publication	<1 %
57	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1 %
58	Submitted to Universitas Muhammadiyah Purwokerto Student Paper	<1 %

59	Submitted to University of Malaya Student Paper	<1 %
----	--	------

60	Eko Walujodjati, Ripan Maulidan, Risa Kristalia. "Pengaruh Perubahan Dimensi Kolom Pada Kapasitas Struktur Tahan Gempa Gedung Beton Bertulang", INTER TECH, 2024 Publication	<1 %
----	---	------

61	Alif Alif, Hence Michael Wuaten, Wahyu Mahendra Tyas Admaja. "Kajian Seismik Perencanaan Gedung Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda Berdasarkan Sni 1726:2019", Kurva S : Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil, 2024 Publication	<1 %
----	--	------

62	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	<1 %
----	--	------

63	repositori.uma.ac.id Internet Source	<1 %
----	---	------

64	repository.unj.ac.id Internet Source	<1 %
----	---	------

65	"Seismic Behaviour and Design of Irregular and Complex Civil Structures III", Springer Science and Business Media LLC, 2020 Publication	<1 %
----	--	------

66	Submitted to Tabor College Student Paper	<1 %
----	---	------

67	Khoerul Fitrianto, Weimintoro Weimintoro. "Analisis Pembebanan Pada Upper Structure Gedung Rumah Sakit Rujukan Kelas B Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Tengah, Desa Pembuang Hulu I, Kecamatan Hanau, Kabupaten Seruyan", JURNAL ENGINEERING, 2024 Publication	<1 %
----	---	------

68	Trias Widorini, Ngudi Hari Crista, Bambang Purnijanto. "Analisis Dinding Geser pada Desain Bangunan Gedung Bertingkat yang Tidak Beraturan", Teknika, 2021 Publication	<1 %
----	--	------

69	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
----	---	------

70	Lintang Enggartiasto, Faizal Mahmud, Kukuh Wisnuaji Widiatmoko. "EVALUASI TINGKAT KELAYAKAN STRUKTUR GEDUNG EKSISTING 8 LANTAI DI KOTA SEMARANG", Teknika, 2023 Publication	<1 %
----	---	------

71	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
----	---	------

72	"Indonesia", Walter de Gruyter GmbH, 2021 Publication	<1 %
----	--	------

73	Duy-Liem Nguyen, Duy-Ngo Tong. "Chapter 8 Bending Resistance of Steel-Bar Reinforced	<1 %
----	---	------

Concrete Beam with Extreme Compression Zones Using High-Performance Composite", Springer Science and Business Media LLC, 2018

Publication

74

tekniksipil.umy.ac.id

Internet Source

<1 %

75

Submitted to LL Dikti IX Turnitin Consortium

Student Paper

<1 %

76

Submitted to UPN Veteran Jawa Timur

Student Paper

<1 %

77

Submitted to Universitas Negeri Surabaya

Student Paper

<1 %

78

Zulkifli Pakaya, Satar Saman, Moh. Faisal Dunggio. "GORONTALO FUTSAL CENTER DENGAN PENDEKATAN ARSITEKTUR METAFORA", JAMBURA Journal of Architecture, 2021

Publication

<1 %

79

eprints.umm.ac.id

Internet Source

<1 %

80

I Gede Gegiranang Wiryadi, I Putu Agus Putra Wirawan, I Ketut Diartama Kubon Tubuh, I Made Andika Candra. "LEVEL KINERJA STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS PARIWISATA

<1 %

UNIVERSITAS UDAYANA BERDASARKAN FEMA 356 DAN ATC-40", Jurnal Teknik Gradien, 2022

Publication

81

Submitted to Walters State Community College

Student Paper

<1 %

82

eprints2.undip.ac.id

Internet Source

<1 %

83

perpus.usn.ac.id

Internet Source

<1 %

84

Seong-Ha Jeon, Ji-Hun Park. "Seismic Fragility of Ordinary Reinforced Concrete Shear Walls with Coupling Beams Designed Using a Performance-Based Procedure", Applied Sciences, 2020

Publication

<1 %

85

repositori.unsil.ac.id

Internet Source

<1 %

86

Tanjung Rahayu. "PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PERKANTORAN 7 LANTAI", JURNAL MOMEN TEKNIK SIPIL, 2021

Publication

<1 %

87

"Aceleración de piso en edificios de hormigón armado estructurados en base a muros sometidos a excitaciones sísmicas", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2012

Publication

<1 %

88	Bungale S. Taranath. "Wind and Earthquake Resistant Buildings - Structural Analysis and Design", CRC Press, 2019 Publication	<1 %
----	---	------

89	International Commission on Large Dams. "Twenty-Eighth International Congress on Large Dams: Vingt-Huitième Congrès International Des Grands Barrages", CRC Press, 2025 Publication	<1 %
----	--	------

90	Seto Ditosurya Aranta, Inggar Sephia Irawati. "Evaluasi Kinerja Struktur Pada Desain Struktural Gedung Rumah Sakit Dengan Metode Pushover", Jurnal Permukiman, 2025 Publication	<1 %
----	--	------

91	Submitted to Technological Institute of the Philippines Student Paper	<1 %
----	--	------

92	Submitted to Universidad Continental Student Paper	<1 %
----	---	------

93	Submitted to Universitas Islam Riau Student Paper	<1 %
----	--	------

94	Akbar Giynasiar Fatah, Ahmad Ridwan, Sigit Winarto. "Studi Perencanaan Bangunan Atas Gedung Permata Indah di Desa Kedung Dowo	<1 %
----	---	------

95

Listika Yusi Risnani. "KEMAM-PUAN CALON GURU (PRE-SERVICE TEACHER) BIOLOGI MERENCANAKAN PEMBELAJARAN BERBASIS KETERAMPILAN PROSES SAINS (SCIENCE PROCESS SKILLS)", BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi), 2017

Publication

<1 %

96

Winston - Pontoh. "Goodwill No. 1 Vol. 4 Juni 2013", JURNAL RISET AKUNTANSI DAN AUDITING "GOODWILL", 2013

Publication

<1 %

97

repository.usu.ac.id

Internet Source

<1 %

98

vdocuments.pub

Internet Source

<1 %

99

Christina H. K. Mailangkay, Reky S. Windah, Servie O. Dapas. "Analisis dan Desain Balok Beton Bertulang Menggunakan Tabel Berdasarkan SNI 2847:2019", TEKNO, 2024

Publication

<1 %

100

F. M. M. Abdullah, A. M. L. N. Gunathilaka. "Structural Effect on Columns of Existing Low-Rise Buildings due to Installation of Rooftop

<1 %

Towers - A Case Study", Engineer: Journal of the Institution of Engineers, Sri Lanka, 2025

Publication

-
- | | | |
|------------|---|--------|
| 101 | I Putu Dion Arditya, Agus Aan Jiwa Permana, Ketut Agus Seputra. "Implementasi Metode Item-Based Collaborative Filtering dalam Rekomendasi Barang pada Aplikasi Mobile Go-BUMDes", MASALIQ, 2025 | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 102 | O. Alshibami, S. Boussakta, M. Aziz. "Fast algorithm for the 2-D new Mersenne number transform", Signal Processing, 2001 | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 103 | qdoc.tips
Internet Source | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 104 | "Selected Articles from the 8th International Conference on Architecture and Civil Engineering", Springer Science and Business Media LLC, 2025 | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 105 | Bilinskis. "Adapting Signal Processing to Sampling Nonuniformities", Digital Alias-free Signal Processing, 04/04/2007 | $<1\%$ |
| <hr/> | | |
| 106 | Remigildus Cornelis, Raynaldo Lewlelek, Andi Kumalawati. "Efek Rasio Ketinggian dan Luasan Lantai Setback Dua Arah Terhadap | $<1\%$ |

107

Suci Fadhilah Ramadhani, Jonathan Saputra,
Anis Rosyidah. "Efek Torsi Bangunan
Terhadap Respon Struktur Pada Sistem
Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem
Ganda", Dinamika Rekayasa, 2022

<1 %

Publication

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On