

**ANALISIS *ENGINE PROPELLER MATCHING*
PADA KAPAL NELAYAN
DI PERAIRAN KARANGANTU KOTA SERANG**

SKRIPSI



Disusun Oleh

Muhammad Gunawan

3331200089

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN
2024**

ANALISIS *ENGINE PROPELLER MATCHING*
PADA KAPAL NELAYAN
DI PERAIRAN KARANGANTU KOTA SERANG

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar **Sarjana Teknik (S.T.)**
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa



Disusun Oleh

Muhammad Gunawan

3331200089

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN

2024

TUGAS AKHIR

Analisis Engine Propeller Matching pada Kapal Nelayan di Perairan Karangantu Kota Serang

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Muhammad Gunawan
3331200089

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 27 Juni 2024

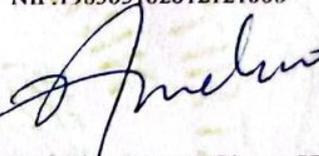
Pembimbing Utama

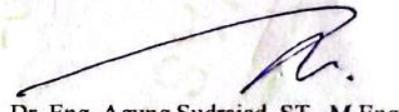

Dr. Eng. Agung Sudrajad, ST., M.Eng.
NIP.197505152014041001

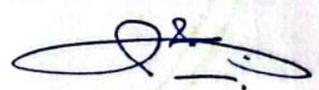

Ir. Dedy Triawan Suprayogi, ST., M. Eng., Ph. D.
NIP.198206212022031001

Anggota Dewan Penguji


Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng
NIP.198305102012121006


Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.
NIP. 198902262015041002


Dr. Eng. Agung Sudrajad, ST., M.Eng.
NIP.197505152014041001


Ir. Dedy Triawan Suprayogi, ST., M. Eng., Ph. D.
NIP.198206212022031001

**Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Tanggal, 12 Juli 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA


Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.
NIP. 198305102012121006



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Gunawan

NPM : 3331200089

Judul : *Analisis Engine Propeller Matching* Pada Kapal Nelayan Di
Perairan Karangantu Kota Serang

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, Juli 2024



Muhammad Gunawan

NPM.3331200089

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil'alamin puji syukur kehadiran Allah SWT. Berkat rahmat dan karunia-nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir (Skripsi) dengan tepat waktu. Salah satu tujuan dari penulis dalam menulis Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST) pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Laporan Tugas Akhir yang penulis buat ini berdasarkan data-data yang telah didapatkan pada saat pelaksanaan pengambilan data penelitian pada tanggal 1 Mei 2024 di perairan Karangantu, Kota Serang.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada beberapa pihak yang turut serta mendukung proses pembuatan laporan ini hingga selesai. Yaitu:

1. Bapak. Ir. Dhimas Satria S.T., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak. Dr. Mekro Permana Pinem S.T., M.T. Selaku Sekretaris Jurusan sekaligus Plt. Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Bapak. Dr.Eng. Ir. Agung Sudrajad, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak. Ir. Dedy Triawan Suprayogi, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., C.Eng. Selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir sekaligus Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Ibu. Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Seluruh Civitas Akademika Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, tanpa mengurangi rasa hormat penulis tidak dapat menyebutkan satu persatu.
7. Kepala Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas III Karangantu, Kepala POS TNI AL Karangantu, Pimpinan Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu beserta Jajarannya. Yang telah memberikan izin

kepada penulis agar dapat melakukan penelitian di perairan Karangantu, Kota Serang.

8. Bapak. Ajat, Bapak. Subagyo, Bapak. Anis. Selaku warga lokal dan pengurus kapal pancing Putri Tunggal yang telah membantu dalam proses pengambilan data penelitian.
9. Bapak. Syafe'i dan Ibu. Amnah serta Nur Amelia. Sebagai orang tua dan adik yang selalu memberi dukungan baik moril ataupun materi serta memberikan pandangan positif kepada penulis untuk bisa menyelesaikan penelitian dan menyusun Laporan Tugas Akhir dengan tepat waktu.
10. Keluarga besar Asisten Laboratorium Fisika Terapan Fakultas Teknik Untirta. Sebagai kerabat dekat penulis yang selalu memberikan saran dan masukan serta dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
11. Keluarga besar Angkatan Kapal (Mahasiswa/i Angkatan 2020 Jurusan Teknik Mesin) selaku kawan seperjuangan yang memberikan motivasi dan dorongan dalam menyelesaikan segala bentuk tahapan Tugas Akhir.

Demikian penulisan Laporan Tugas Akhir, penulis berharap dengan disusunnya Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Terima kasih.

Cilegon, Juni 2024

Penulis

ABSTRAK

ANALISIS *ENGINE PROPELLER MATCHING* PADA KAPAL NELAYAN DI PERAIRAN KARANGANTU KOTA SERANG

Disusun Oleh:

Muhammad Gunawan

NPM. 3331200089

Kapal perikanan merujuk pada kapal, perahu, atau alat apung lainnya yang digunakan untuk melakukan penangkapan ikan, termasuk juga untuk kegiatan survei atau eksplorasi perikanan. Dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk menentukan besar hambatan dan propulsi kapal untuk mendapatkan *matching point* antara *engine* dan *propeller* serta mengetahui perbandingan penggunaan *land use engine* dan *marine use engine* pada kapal nelayan di perairan Karangantu. Hasil dari penelitian ini dapat diaplikasikan pada pengoperasian *engine* berdasarkan putaran *engine* dan *propeller* hasil dari perpotongan pada analisis *engine propeller matching*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan kecepatan 4 knot, 5 knot, 6 knot, 7 knot dan 8 knot yang kemudian dilakukan pengukuran besar putaran *engine* dan putaran *propeller*. Didapat nilai hambatan (RT) pada setiap variasi kecepatan sebesar 339,94 N, 624,92 N, 1276,69 N, 2283,52 N dan 3644,57 N dengan nilai *thrust* (T) sebesar 1559,55 N, 2038,58 N, 2591,29 N, 3774,56 N dan 3708,13 N. Didapat titik perpotongan antara *engine* dan *propeller* berdasarkan analisis *engine propeller matching* yaitu di 87% putaran *engine* dan *propeller* dimana putaran *engine* (n_{engine}) sebesar 2784 rpm dan putaran *propeller* ($n_{propeller}$) sebesar 674 rpm (*gearbox ratio* 1:4,3). Sehingga didapat besar kecepatan dinas yang direkomendasikan sebesar 7,8 knot dengan besar hambatan (RT) 3220,81 N dan *thrust* (T) 3617,17 N. Penggunaan *land use engine* pada kapal nelayan sangat tidak ideal dimana modifikasi pada sistem pendingin dan kopling dapat menyebabkan turunya performa dari *engine* yang digunakan. Sehingga direkomendasikan untuk mengganti *engine* dengan Yanmar 4JH5E untuk penggunaan *engine* yang lebih efisien.

Kata kunci: *engine propeller matching, kapal nelayan, land use engine, propeller.*

ABSTRACT

ANALYSIS OF ENGINE PROPELLER MATCHING ON FISHING VESSELS IN THE WATERS OF KARANGANTU SERANG CITY

Authored by:

Muhammad Gunawan

NPM. 3331200089

Fishing vessels refer to ships, boats, or other floating devices used for fishing activities, including surveys or fisheries exploration. The purpose of this study is to determine the resistance and propulsion of the vessel to find a matching point between the engine and the propeller, as well as to understand the comparison of land use engine and marine use engine on fishing vessels in the waters of Karangantu. The results of this study can be applied to engine operation based on engine and propeller revolutions resulting from the intersection in the engine-propeller matching analysis. The study was conducted using speeds of 4 knots, 5 knots, 6 knots, 7 knots, and 8 knots, followed by measurements of engine revolutions and propeller revolutions. The values of resistance (RT) at each successive speed variation were found to be 339.94 N, 624.92 N, 1276.69 N, 2283.52 N, and 3644.57 N, respectively, with thrust (T) values of 1559.55 N, 2038.58 N, 2591.29 N, 3774.56 N, and 3708.13 N, respectively. The intersection point between the engine and the propeller, based on the engine-propeller matching analysis, was found to be at 87% of the engine and propeller revolutions, where the engine revolution (n_{engine}) was 2784 rpm and the propeller revolution ($n_{propeller}$) was 674 rpm (gearbox ratio 1:4.3). Thus, the recommended service speed is 7.8 knots with resistance (RT) of 3220.81 N and thrust (T) of 3617.17 N. The use of land use engines on fishing vessels is highly unsuitable, as modifications to the cooling system and clutch can lead to a decrease in engine performance. Therefore, it is recommended to replace the engine with a Yanmar 4JH5E for more efficient engine use.

Keywords: *engine propeller matching, fishing vessel, land use engine, propeller.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL	xiv
BAB I 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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kapal Nelayan	4
2.2 Propulsi dan Tahanan Kapal	6
2.3 Mesin Penggerak	8
2.4 <i>Propeller</i>	10
2.4.1 Prinsip Kerja <i>Propeller</i>	11
2.4.2 Geometri <i>Propeller</i>	11
2.4.3 Karakteristik <i>Propeller</i>	14
2.5 Korelasi Mesin dan <i>Propeller</i>	15
2.6 <i>Matching Point Engine and Propeller</i>	16
2.7 Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu	17
2.8 <i>State of The Art</i>	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	20
3.2 <i>Set-up Experiment</i>	21
3.3 Prosedur Penelitian	21
3.3.1 Langkah persiapan.....	21
3.3.2 Langkah pengambilan data	23

3.3.3	Alat ukur yang digunakan.....	24
3.4	Permodelan.....	25
3.5	Analisis <i>Engine Propeller Matching</i>	26
3.6	Penyusunan Laporan.....	26
BAB IV ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Pengambilan Data Putaran (n)	27
4.2	Penentuan Hambatan Kapal	27
4.3	Perhitungan Daya	30
4.3.1	Perhitungan <i>Effective Power</i> (P_E)	30
4.3.2	Perhitungan <i>Delivery Power</i> (P_D)	31
4.3.3	Perhitungan <i>Shaft Power</i> (P_S)	33
4.3.4	Perhitungan <i>Continous Service Rating Break Power</i> (P_{B-CSR}).....	34
4.3.5	Perhitungan <i>Maximum Continous Rating Break Power</i> (P_{B-MCR})..	35
4.4	Perhitungan Propulsi.....	37
4.4.1	Perhitungan Kecepatan <i>Advance</i> dan Koefisien <i>Advance</i>	37
4.4.2	Penentuan nilai KT , KQ dan Efisiensi <i>Propeller</i>	38
4.4.3	Perhitungan <i>Thrust</i> , Torsi dan Beban <i>Propeller</i>	40
4.5	<i>Engine Propeller Matching</i>	42
4.6	Evaluasi Penggunaan <i>Engine</i> pada Kapal.....	47
4.6.1	Faktor yang Dapat Mempengaruhi Kinerja <i>Engine</i> pada Kapal Nelayan Objek Penelitian	47
4.6.2	Perbandingan <i>Land Use Engine</i> Dan <i>Marine Use Engine</i>	50
4.6.3	Rekomendasi <i>Engine</i>	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konsep Konversi Energi Kapal	7
Gambar 2.2 Gaya pada Foil.....	11
Gambar 2.3 <i>Balance Skew</i>	12
Gambar 2.4 <i>Biased Skew</i>	13
Gambar 2.5 Tipe <i>Blade Area Rasio</i>	13
Gambar 2.6 Cara Pengukuran Dimensi <i>Propeller</i>	14
Gambar 2.7 Hubungan antara J dan η_0	15
Gambar 2.8 Daya yang Bekerja pada Penggerak Kapal	16
Gambar 2.9 <i>Matching Point Engine</i> dan <i>Propeller</i>	17
Gambar 2.10 Pelabuhan Perikanan Karangantu	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2 <i>Set-up Experiment</i>	21
Gambar 3.3 Survey Lokasi Penelitian	21
Gambar 3.4 Kapal Nelayan Objek Penelitian	22
Gambar 3.5 <i>Propeller</i> yang Digunakan	22
Gambar 3.6 Pengukuran Dimensi Kapal	23
Gambar 3.7 Pengukuran Dimensi <i>Propeller</i>	23
Gambar 3.8 Membersihkan Titik Pengukuran <i>Tachometer</i>	23
Gambar 3.9 Pembacaan <i>GPS Speedometer</i>	24
Gambar 3.10 Pengukuran Putaran <i>Engine</i> dan <i>Propeller</i>	24
Gambar 3.11 <i>Tachometer</i>	25
Gambar 3.12 Meteran	25
Gambar 3.13 Permodelan 3D Lambung Kapal Nelayan.....	26
Gambar 4.1 Simulasi Hambatan.....	27
Gambar 4.2 Grafik Tahanan vs Kecepatan	29
Gambar 4.3 Grafik C_T vs Kecepatan	29
Gambar 4.4 Perbandingan Daya dengan Kecepatan.....	36
Gambar 4.5 Grafik <i>Open Water Propeller B4-35</i>	39
Gambar 4.6 Grafik Perpotongan <i>Engine</i> dan <i>Propeller</i>	45

Gambar 4.7 Pendinginan Air Terbuka	48
Gambar 4.8 Pompa Sentrifugal	48
Gambar 4.9 <i>Exhaust</i>	49
Gambar 4.10 Kopling Modifikasi	50
Gambar 4.11 Diagram Proses <i>Land Use Engine</i> yang Digunakan	50
Gambar 4.12 Diagram Proses <i>Marine Use Engine</i>	51
Gambar 4.13 Yanmar 4JH5E	52
Gambar 4.14 Grafik Perpotongan <i>Engine</i> baru dan <i>Propeller</i>	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Jenis Kapal Perikanan Berdasarkan Jenis Penggeraknya	4
Tabel 2.2 Jenis Mesin Penggerak Kapal	8
Tabel 3.1 Spesifikasi Kapal.....	22
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Propeller</i>	22
Tabel 4.1 Data Putaran Mesin dan <i>Propeller</i> Kapal.....	27
Tabel 4.2 Hambatan Kapal.....	28
Tabel 4.3 Nilai <i>Effective Power</i> (P_E)	31
Tabel 4.4 Nilai <i>Delivery Power</i> (P_D)	33
Tabel 4.5 Nilai <i>Shaft Power</i> (P_S).....	34
Tabel 4.6 Nilai <i>Continous Service Rating Break Power</i> (P_{B-CSR}).....	35
Tabel 4.7 Nilai <i>Maximum Continous Rating Break Power Power</i> (P_{B-MCR})	36
Tabel 4.8 Hasil Pembacaan Grafik <i>Propeller</i> B4-35	39
Tabel 4.9 Propulsi Kapal pada Kecepatan 4 knot hingga 8 Knot.....	42
Tabel 4.10 Data <i>Engine Propeller Matching</i>	43
Tabel 4.11 Titik Potong Besar Daya <i>Engine</i> dan <i>Propeller</i>	46
Tabel 4.12 Perbedaan Land Use Engine dengan Marin Use Engine	51
Tabel 4.13 Kekurangan atau Kelemahan Land Use Engine	51
Tabel 4.14 Spesifikasi Yanmar 4JH5E	52

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

Nama	Singkatan
Undang- Undang	UU
Nomor	No.
Pelabuhan Perikanan Nusantara	PPN
Lintang Selatan	LS
Bujur Timur	BT
<i>Gross Tonage</i>	GT
<i>Net Tonage</i>	NT
Dan Kawan- Kawan	Dkk
<i>Blade Area Ratio</i>	BAR
3 Dimensi	3D
<i>Global Positioning System</i>	GPS

Simbol	Nama	Satuan
RT	Hambatan Total	N
ρ	Massa Jenis	kg/m^3
C_T	Koefisien Hambatan Total	-
S	Luas Area Basah Kapal	m^3
V_S	Kecepatan Dinas	m/s
η_{rr}	Efisiensi Propulsif	%
Z	Jumlah Daun <i>Propeller</i>	-
V_a	Kecepatan <i>Advance</i>	m/s
T	<i>Thrust</i>	N
KQ	Koefisien Torsi	-
KT	Koefisien <i>Thrust</i>	-
J	Koefisien <i>Advance</i>	-
Q	Trosi	Nm
D	Diameter <i>Propeller</i>	m

Simbol	Nama	Satuan
	Efisiensi <i>Propeller</i> di Air Terbuka	%
η_{GB}	Efisiensi <i>Gearbox</i>	%
η_S	Efisiensi Poros	%
P_E	Daya Efektif	W atau HP
P_D	Daya yang Disalurkan	W atau HP
P_S	Daya pada Poros	W atau HP
P_C	Efektifitas Proses Pendorongan	%
P_{B-CSR}	Daya Rem Tingkat Dinas Berkelanjutan	W atau HP
P_{B-MCR}	Daya Rem Tingkat Maksimal Berkelanjutan	W atau HP
$P_{propeller}$	Beban pada <i>Propeller</i>	W atau HP
n	Laju Putaran	rpm atau rps
n_{engine}	Laju Putaran Mesin	rpm atau rps
$n_{propeller}$	Laju Putaran <i>Propeller</i>	rpm atau rps
C_B	Koefisien Blok	-
C_P	Koefisien Prismatic	-
t	<i>Thrust Deduction Factor</i>	-
w	<i>Wake Fraction</i>	-
η_H	Efisiensi Badan Kapal	%
P/D	Perbandingan <i>Pitch</i> dan Diameter <i>Propeller</i>	-
	Perbandingan Luas Area <i>Propeller</i> dan Luas	
A_e/A_o	Area Lingkaran dari Diameter per Jumlah Daun <i>Propeller</i>	-

“The good life is one inspired by love
and guided by knowledge”

-Bertrand Russell

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal berdasarkan UU Republik Indonesia No.17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran menyebutkan bahwa Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis apapun, yang digerakkan dengan tenaga mekanik, tenaga angin, atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah. Berdasarkan penjelasan dari undang-undang tersebut maka dapat disimpulkan segala bentuk kendaraan di air merupakan kapal. Dalam Undang-undang No.45 Tahun 2009 tentang perikanan menyebutkan bahwa kapal perikanan merujuk pada kapal, perahu, atau alat apung lainnya yang digunakan untuk melakukan penangkapan ikan, termasuk juga untuk kegiatan survei atau eksplorasi perikanan. Kapal dapat bergerak salah satunya dengan menggunakan tenaga mekanik atau mesin penggerak yang biasanya tersambung dengan *propeller*.

Di Indonesia, penggunaan kapal dilakukan secara *massive* dimana berdasarkan keputusan *United Nation Convention on the Law of the Sea (UNCLOS 1982)* menyatakan bahwa Indonesia memiliki luas territorial wilayah laut sebesar 3,2 juta km², zona perairan ekonomi eksklusif sebesar 2,7 juta km² sehingga total luas laut Indonesia sebesar 5,9 juta km². Dengan potensi sumber daya laut yang melimpah untuk pertumbuhan, pengembangan ekonomi perikanan maka dibuat Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN). PPN Karangantu terletak pada koordinat 06° 02' LS - 106° 09' BT, awalnya adalah sebuah desa pantai yang secara tradisional tumbuh dari kelompok penduduk di muara kali Cibanten. Seiring dengan sejarah perkembangan pemukiman nelayan, Karangantu menjadi pelabuhan nelayan yang signifikan, memainkan peran penting sebagai pusat kegiatan perikanan yang memasok sebagian besar kebutuhan ikan di Provinsi Banten.

Pada tahun 2022 tercatat terdapat 36.645 kedatangan kapal dengan motor penggerak ke PPN Karangantu dengan ukuran <5 GT hingga 30 GT. Banyak diantara kapal tersebut menggunakan mesin *marinized* atau otomotif diesel sebagai mesin penggerak utamanya. Perlu adanya analisis mengenai penggunaan mesin dan *propeller* pada kapal nelayan di PPN Karangantu. Karakteristik dari mesin dan *propeller* pada kapal akan mempengaruhi efektifitas penggunaan kapal. Dengan adanya analisis *engine propeller matching*, diharapkan dapat membantu masyarakat dalam perancangan *engine* dan *propeller* kapal sehingga mendapatkan performa yang ideal.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang ada pada penelitian ini ialah:

1. Bagaimana karakteristik dari *engine* dan *propeller* yang digunakan pada kapal nelayan di perairan Karangantu?
2. Bagaimana perbandingan penggunaan *land use engine* dan *marine use engine* pada kapal nelayan di perairan Karangantu?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Menentukan tahanan kapal dan propulsi kapal untuk mendapatkan *matching point* antara *engine* dan *propeller* kapal nelayan.
2. Menganalisis perbedaan penggunaan *land use engine* dan *marine use engine* pada kapal nelayan di perairan Karangantu.

1.4 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah yang ada pada penelitian ini yaitu:

1. Kapal yang diteliti merupakan kapal nelayan di pelabuhan Karangantu.
2. Hanya melakukan penelitian pada spesifikasi kapal nelayan tertentu.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat yaitu dapat membantu proses perancangan dalam pemilihan *engine* dan *propeller* kapal yang akan digunakan oleh nelayan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal Nelayan

Jika ditinjau dari luas wilayah perairan Indonesia maka laut menjadi salah satu sumber daya bahkan sumber mata pencaharian. Dalam Undang-undang No.45 Tahun 2009 tentang perikanan menyebutkan bahwa Nelayan adalah orang yang mata pencahariannya melakukan penangkapan ikan. Nelayan kecil merujuk kepada individu yang mencari nafkah dengan menangkap ikan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari (Badriyah, Dkk, 2019). Dalam usaha menangkap ikan di laut, kapal menjadi modal utama bagi nelayan untuk menjalankan kegiatan operasional tersebut. Kapal yang dibutuhkan seorang nelayan dalam menjalankan kegiatan menangkap ikan dapat disebut kapal perikanan. Dalam Undang-undang No.45 Tahun 2009 tentang perikanan menyebutkan bahwa kapal perikanan merujuk pada kapal, perahu, atau alat apung lainnya yang digunakan untuk melakukan penangkapan ikan, termasuk juga untuk kegiatan survei atau eksplorasi perikanan. Kapal perikanan atau kapal nelayan dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan penggeraknya yang dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah.

Tabel 2.1 Jenis Kapal Perikanan Berdasarkan Jenis Penggeraknya

No	Kategori	Jenis	Ukuran
1	Perahu/kapal (powered boat)	Motor tempel	-
		Kapal motor	Lebih kecil dari 5 GT
			10 s.d 20 GT
			20 s.d 30 GT
			30 s.d 50 GT
			50 s.d 100 GT
			100 s.d 200 GT
			200 s.d 300 GT
			300 s.d 500 GT
			500 s.d 1000 GT
Lebih kecil dari 1000 GT			

No	Kategori	Jenis	Ukuran
2	Perahu/kapal tanpa motor (<i>non-powered boat</i>)	Perahu papan (<i>plank/build boat</i>)	Besar
			Sedang
			Kecil
		Jungkung	-

Kapal-kapal ikan ini mencakup berbagai jenis, mulai dari perahu sampan kecil (tanpa motor) yang digerakkan oleh tenaga dayung atau layar, perahu motor tempel yang terbuat dari kayu, hingga kapal ikan besar yang dibuat dari kayu, *fiberglass*, atau besi baja dengan tenaga penggerak mesin diesel (Badriyah, Dkk, 2019). Motor diesel merupakan salah satu mesin penggerak utama pada kapal kecil atau katinting yang banyak digunakan oleh nelayan kelas menengah ke bawah. Mesin diesel memiliki daya yang memadai untuk menggerakkan *propeller* kapal, memungkinkan kapal tersebut dapat berlayar di perairan (Yaqin, Dkk, 2020). Jenis dan bentuk kapal ikan ini bervariasi sesuai dengan tujuan usaha, kondisi perairan, daerah penangkapan ikan (*fishing ground*), dan faktor-faktor lainnya, sehingga menyebabkan variasi dalam ukuran kapal. Ukuran kapal nelayan juga dapat di notasikan kedalam satuan tonase.

Dalam Peraturan Menteri Perhubungan (Permenhub) No. 8 Tahun 2013 tentang Pengukuran Kapal menjelaskan bahwa tonase kapal adalah ukuran volume kapal yang diukur dalam tonase kotor (*gross tonnage / GT*) dan tonase bersih (*net tonnage / NT*). Penjelasan mengenai dimensi kapal yang dibutuhkan dalam menentukan tonase kapal yaitu:

1. Volume kapal merupakan jumlah volume ruang di bawah geladak yang diukur ditambah dengan jumlah volume ruangan di atas geladak yang tertutup rapat dan memiliki ukuran minimal $1m^3$.
2. Panjang kapal, diukur dari geladak yang berada di belakang haluan hingga geladak yang berada di depan buritan secara horizontal, sering disebut sebagai panjang geladak ukur.
3. Lebar kapal adalah jarak horizontal yang diukur antara kedua sisi luar lambung kapal pada titik terlebar, tidak termasuk papan tambahan. Ini disebabkan oleh asumsi metode pengukuran di dalam negeri yang

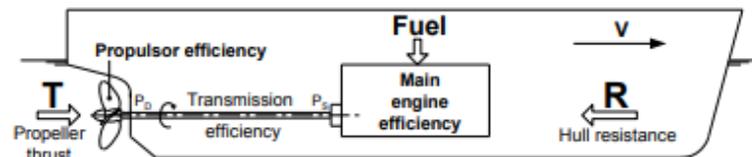
mengatakan bahwa kapal-kapal di Indonesia umumnya terbuat dari kayu.

4. Tinggi kapal adalah jarak vertikal yang diukur dari dasar lunak kapal hingga bagian bawah geladak pada titik terlebar, hingga ketinggian yang dibayangkan secara horizontal yang melintasi bagian atas lambung yang tetap.
5. Dalam metode pengukuran dalam negeri, faktor ditentukan berdasarkan bentuk lambung atau jenis kapal, yaitu:
 - a) 0,85 untuk kapal-kapal dengan bentuk lambung penuh atau untuk kapal-kapal dengan dasar datar, umumnya digunakan untuk kapal-kapal tongkang.
 - b) 0,70 diperuntukkan bagi kapal-kapal dengan bentuk lambung hampir penuh atau dengan dasar sedikit miring dari tengah ke sisi kapal, yang umumnya digunakan untuk kapal motor.
 - c) 0,50 diterapkan untuk kapal-kapal yang tidak termasuk dalam golongan (a) dan (b), umumnya digunakan untuk kapal layar atau kapal layar yang didukung oleh motor (Sunardi, 2019).

2.2 Propulsi dan Tahanan Kapal

Saat bergerak, kapal mengalami gaya hambatan yang perlu diatasi oleh gaya dorong (*thrust*) yang dihasilkan oleh sistem penggerak kapal. Penting bagi kapal memiliki sistem penggerak yang sesuai dengan desain lambungnya agar interaksi antara keduanya optimal, sehingga kinerja sistem propulsi kapal dapat mencapai efisiensi yang maksimal (Prasetyo, Dkk, 2020). Sistem propulsi adalah sistem yang melibatkan pergerakan kapal dari mesin hingga *propeller*. Sistem propulsi kapal terdiri dari tiga bagian inti yaitu mesin utama, sistem transmisi, dan *propeller* (Sudrajad, 2017). Kapal dapat beroperasi dikarenakan memiliki suatu komponen alat penggerak kapal (propulsor) yang berfungsi sebagai penggerak untuk memindahkan kapal dari suatu tempat ketempat lainnya. Secara umum, propulsor dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu propulsor mekanik dan non-mekanik. Propulsor non-mekanik biasanya terdapat pada kapal

konvensional tanpa menggunakan motor penggerak seperti dayung manual. Sedangkan propulsor mekanik menggunakan motor penggerak dan menggunakan baling-baling (*propeller*) (Abidin dan Adjie, 2012). Upaya untuk menggerakkan baling-baling dapat disebut juga dengan istilah *powering* dimana upaya ini mengubah energi bahan bakar menjadi *thrust* yang sesuai dengan hambatan pada kapal agar menghasilkan kecepatan yang dibutuhkan (Utama, 2018).



Gambar 2.1 Konsep Konversi Energi Kapal

(Sumber: Utama, 2018)

Rotasi *propeller* menyebabkan air di bagian depannya terhisap ke arah belakang *propeller*. Ini mengakibatkan peningkatan tahanan pada badan kapal (Ridwan, M. 2008). Tahanan kapal merupakan suatu nilai yang akan menentukan kecepatan kapal dikarenakan untuk dapat mencapai kecepatan tertentu, *thrust* kapal harus lebih besar dari tahanan kapal. Tahanan kapal adalah gaya hambatan yang dihasilkan oleh media fluida yang dilalui oleh kapal saat beroperasi pada kecepatan tertentu. Besarnya tahanan total ini merupakan hasil dari penjumlahan semua komponen gaya hambatan (tahanan) yang bekerja pada kapal, termasuk tahanan gesek, tahanan gelombang, tahanan udara, dan sebagainya. Secara sederhana, tahanan total kapal dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut;

$$RT = \frac{1}{2} \rho C_T S V_s^2 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

- RT = hambatan total (N)
- ρ = massa jenis air laut (kg/m^3)
- C_T = koefisien hambatan total
- S = luas basah dari badan kapal (m^2)
- V_s = kecepatan dinas (m/s)

Nilai hambatan tersebut dapat menjelaskan efisiensi dari badan kapal. Parameter efisiensi badan kapal adalah perbandingan antara tenaga yang efektif dan daya dorong *propeller* terhadap air. Biasanya, kapal dengan *single propeller* memiliki efisiensi propulsive (η_{rr}) antara 1,1 hingga 1,5, dengan koefisien blok yang besar. Untuk kapal dengan dua *propeller* dan bentuk buritan konvensional, nilai parameter efisiensi badan kapalnya berkisar antara 0,95 hingga 1,05, dengan nilai tertinggi untuk koefisien blok yang besar. Untuk kapal *twin-skeg* dengan dua *propeller*, nilai parameter efisiensi badan kapalnya hampir sama dengan kapal *single propeller* (Ridwan, M. 2008).

2.3 Mesin Penggerak

Mesin merupakan sumber penggerak utama pada kapal dengan propulsor mekanik. Pada kapal nelayan umumnya digunakan mesin diesel untuk penggerakannya. Untuk memastikan bahwa kapal dapat bergerak dengan aman sesuai dengan kecepatan yang direncanakan, diperlukan penyesuaian mesin yang digunakan. Dalam kegiatan operasional penangkapan ikan, penting untuk memiliki stabilitas kapal dan mesin yang memiliki daya dorong yang cukup untuk mengatasi hambatan pergerakan kapal. Kemampuan kapal untuk bergerak memainkan peran penting dalam menentukan keberhasilan operasi penangkapan ikan (Axelius, Dkk, 2022). Berikut adalah beberapa jenis mesin penggerak yang umum digunakan pada kapal penangkap ikan.

Tabel 2.2 Jenis Mesin Penggerak Kapal

No	Kategori	Jenis Mesin	Keterangan
1	Desain untuk peruntukan	<i>Marine Diesel Engine (Marine Use)</i>	Untuk memenuhi kebutuhan penggunaan di air atau laut, kapal laut sering menggunakan <i>Marine Diesel Engine</i> sebagai mesin penggerakannya. Mesin ini dirancang untuk dapat menahan getaran akibat terjangan ombak di laut, dan pompa oli tetap dapat berfungsi dengan baik bahkan saat kapal

No	Kategori	Jenis Mesin	Keterangan
			<p>miring hingga sudut 60 derajat. Material yang digunakan dalam pembuatan mesin <i>Marine Engine</i> dibuat lebih tangguh dan tahan terhadap korosi agar tidak mudah rusak atau berkarat ketika terpapar air laut. Proses pendinginan pada <i>Marine Engine</i> dilakukan secara tertutup dengan menggunakan sirkulasi air laut yang dibantu oleh <i>sea water pump</i> yang dipasang di bawah dek kapal. <i>Marine Engine</i> juga dilengkapi dengan sistem pengaman, di mana jika <i>propeller</i> terangkat dari air, mesin secara otomatis akan menurunkan kecepatan untuk mencegah terjadinya <i>over speed</i> yang dapat merusak mesin secara mendadak.</p>
		<p><i>Marinized Engine (Stationary Diesel Engine and Automotive Diesel)</i></p>	<p>Mesin yang umumnya dipergunakan di daratan dapat diadaptasi untuk digunakan pada kapal yang beroperasi di laut, dan disebut sebagai <i>Marinized Engine</i>. Modifikasi yang dilakukan umumnya meliputi sistem pendinginan mesin dan juga transmisi dengan menggunakan bahan bakar solar. Mesin diesel yang biasanya digunakan adalah mesin diesel darat, baik itu tipe <i>Stationary Diesel</i> maupun <i>Automotive Diesel Engine</i>, yang biasa digunakan pada transportasi di darat seperti truk, mobil, bis, dan kendaraan lainnya. Mesin diesel darat (<i>non-automotive</i>) yang digunakan untuk generator dan mesin bubut juga dapat dimodifikasi untuk digunakan sebagai mesin kapal laut. <i>Mesin Marinized Engine</i> umumnya dipilih untuk digunakan pada kapal tradisional dan kapal berukuran kecil.</p>

No	Kategori	Jenis Mesin	Keterangan
2	Tata letak	<i>Outboard Type</i> (MotorLuar)	Secara visual, mesin <i>outboard</i> dapat dilihat dengan jelas karena mesin ini terletak di luar kapal dan umumnya dipasang di salah satu sisi <i>bulwark</i> atau <i>transom</i> buritan kapal, di bagian belakang kapal. Mesin <i>outboard</i> memiliki ciri khusus dimana dinding lambung kapal tidak ditembus oleh <i>propeller shaft</i> . Seluruh komponen transmisi, <i>shaft</i> , sistem pembakaran, pendinginan, dan <i>propeller</i> tergabung menjadi satu unit atau satu bagian yang menyatu untuk menyalurkan dan menghasilkan tenaga. Mesin <i>outboard</i> menggunakan sistem hidrolik untuk mengatur kemudi kapal.
		<i>Inboard Type</i> (MotorDalam)	Mesin yang terpasang pada pondasi dan berada di bawah geladak atau pada kasko (lambung kapal) dikategorikan sebagai mesin <i>inboard</i> . Mesin <i>inboard</i> memiliki ciri khusus dimana dinding lambung kapal ditembus oleh <i>propeller shaft</i> . Mesin yang menghasilkan tenaga ini menyalurkan tenaganya melalui <i>drive shaft</i> yang terhubung dengan transmisi sebelum tersambung ke propeler kapal.

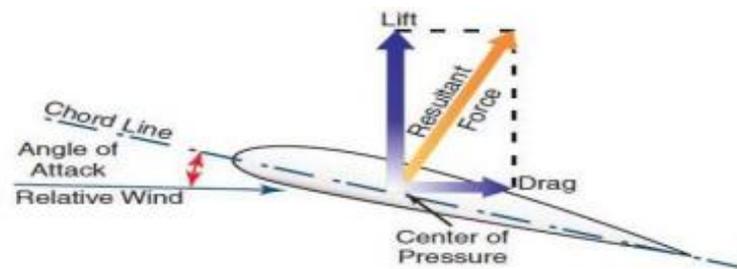
2.4 *Propeller*

Kapal berfungsi dengan menggunakan *propeller* yang dijalankan oleh mesin dan mengubah putarannya melalui poros *propeller*. *Propeller* merupakan alat penggerak mekanik yang memanfaatkan putaran dari mesin penggerak untuk menghasilkan gaya dorong (*thrust*) pada kapal. *Propeller B-Series* atau dikenal juga dengan *Wageningen propeller* yang dikembangkan oleh *Maritime Research Institute Netherlands (MARIN)* merupakan *propeller* yang sering digunakan dikarenakan bentuk dari *propeller B-Series* sangat sederhana. Selain itu, *Propeller B-Series* juga

memiliki database yang cukup lengkap dan bervariasi mulai dari 2 bilah sampai 7 bilah *propeller* (Aldara, 2023).

2.4.1 Prinsip Kerja *Propeller*

Prinsip kerja dari *propeller* mengacu pada hukum Bernoulli tentang konsep aliran fluida bahwa ketika kecepatan dalam aliran fluida meningkat, dampaknya adalah penurunan tekanan pada zat tersebut. Hal ini menunjukkan terjadinya penurunan energi potensial dalam aliran fluida tersebut (Fitriadi, Dkk, 2017). Hal ini juga menjelaskan tentang hidrodinamika yang terjadi apabila *propeller* berputar. Hidrodinamika merupakan fenomena di mana terjadi perbedaan kecepatan antara bagian atas dan bawah hidrofoil. Ketika fluida mengalir melalui bagian atas hidrofoil, kecepatannya lebih tinggi dibandingkan dengan fluida yang mengalir melalui bagian bawahnya. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan tekanan antara aliran fluida di bagian atas dan bagian bawah hidrofoil. Sebagaimana yang diketahui, tekanan dan kecepatan memiliki hubungan yang berbanding terbalik.



Gambar 2.2 Gaya pada Foil

(Sumber : Zain, Dkk, 2018)

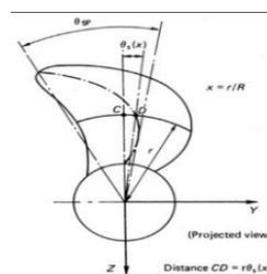
2.4.2 Geometri *Propeller*

Terdapat beberapa istilah geometri dasar dari suatu *propeller* yaitu:

1. Permukaan daun baling-baling yang menghadap ke belakang disebut sisi muka, atau paras, (*face*) atau sisi tekanan tinggi, sedangkan sisi sebaliknya disebut punggung atau sisi belakang, (*back*) atau sisi tekanan rendah. Bentuk sisi tekanan tinggi yang

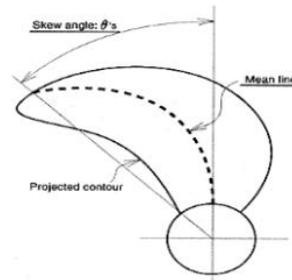
paling sederhana adalah permukaan berbentuk spiral (*helicoidal surface*). Permukaan ini dapat didefinisikan sebagai permukaan yang dibentuk oleh sebuah garis lurus, yang disebut *generatriks* atau garis generator (*generatrix*, atau *generator line*) yang berputar mengelilingi suatu sumbu yang melalui salah satu ujungnya dan sekaligus bergerak sepanjang sumbu tersebut (Zain, Dkk, 2018).

2. Jarak aksial yang ditempuh dalam setiap putaran disebut langkah atau jarak ulir P (*pitch*). Jika langkah ulir tersebut tetap, maka berarti bahwa P untuk semua jari-jari dalam baling-baling demikian itu sama (Zain, Dkk, 2018). Nilai perbandingan antara *pitch* dan diameter dari *propeller* dapat menunjukkan karakteristik dari *propeller* tersebut berdasarkan grafik *wageningen b-series propeller*.
3. *Skew angle*, yaitu sudut antara pusat garis sumbu poros propeler hingga ujung bilah (*blade tip*) yang akan menentukan seberapa lancipnya *propeller* tersebut. *Blade tip* adalah titik di mana *trailing edge* dan *leading edge* pada permukaan *propeller* bertemu, dan merupakan jarak maksimum dari radius *propeller*. *Skew* pada *propeller* berfungsi untuk mengurangi beban dan tekanan pada propeler saat memecah aliran fluida. Terdapat 2 jenis *skew angle* pada *propeller* yaitu *balance skew* dan *biased skew* (Zain, Dkk, 2018).



Gambar 2.3 *Balance Skew*

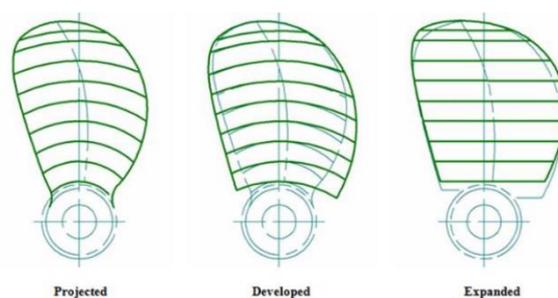
(Sumber :Zain, Dkk, 2018)



Gambar 2.4 *Biased Skew*

(Sumber :Zain, Dkk, 2018)

4. *Blade Area Ratio (BAR)*, adalah perbandingan antara luas daun baling-baling (*blade area*) dengan luas perputaran penuh *blade tip*, yang sering disebut sebagai A_0 . Dalam praktiknya, terdapat tiga jenis BAR, yaitu *Projected Area*, *Developed Area*, dan *Expanded Area*. *Projected outline* (A_p) adalah area atau luasan dari *blade propeller* jika dilihat dari pusat garis sumbu poros, *expanded blade outline* (A_e) adalah area atau lengkungan dari irisan perpotongan daun *propeller* dengan silinder yang dibuka, sedangkan *developed area* (A_d) adalah ketika daun baling-baling diproyeksikan ke bidang gambar, sehingga setiap potongan daun akan memiliki sudut putar yang berbeda (Santoso, Dkk, 2018).

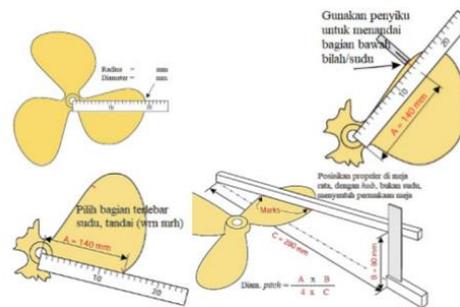


Gambar 2.5 Tipe *Blade Area Rasio*

(Sumber : Santoso, Dkk, 2018)

5. Jumlah daun (Z), merupakan jumlah daun yang terdapat pada satu *propeller*.

Dalam pengukuran dimensi dari *propeller* dapat diukur secara manual dengan cara yang dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.6 Cara Pengukuran Dimensi *Propeller*

(Sumber : Abdillah, Dkk, 2022)

2.4.3 Karakteristik *Propeller*

Karakteristik dari suatu *propeller* dapat dijelaskan dalam sebuah grafik dengan beberapa koefisien yang menunjukkan suatu ukuran dari *propeller* tersebut. Secara umum, karakteristik dari *propeller* yang bekerja dalam air terbuka (*open water*) bergantung pada *advance velocity* (V_a), *thrust force* (T), laju putaran (n), dan geometri dari *propeller* tersebut. Model persamaan dari karakteristik *propeller* ialah sebagai berikut:

$$KQ = \frac{Q}{\rho n^2 D^5} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$KT = \frac{T}{\rho n^2 D^4} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$J = \frac{V_a}{n D} \dots \dots \dots (2.4)$$

$$\eta_0 = \frac{J KT}{2 \pi KQ} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

KQ = koefisien torsi *propeller*

KT = koefisien *thrustpropeller*

J = koefisien *advance propeller*

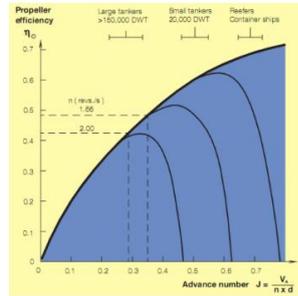
η_0 = efisiensi *propeller* di air terbuka

Q = torsi (Nm)

T = *thrust* (m)

ρ = massa jenis (kg/m^3)

- n = laju putaran (rpm)
- D = diameter *propeller* (m)
- V_a = kecepatan *advance* (m/s)



Gambar 2.7 Hubungan antara J dan η₀

(Sumber : Ridwan. M, 2008)

2.5 Korelasi Mesin dan Propeller

Untuk mendorong kapal pada kecepatan tertentu, diperlukan gaya dorong yang dihasilkan oleh *propeller*. *Propeller* ini mendapatkan putaran dan torsi dari mesin utama. Mesin utama menghasilkan tenaga dari bahan bakar yang dimana tidak semua bahan bakar terkonversi menjadi tenaga pada mesin. Sehingga, begitupun tenaga atau daya pada *propeller* tidak sepenuhnya sama dengan daya yang ada pada mesin utama namun tetap berbanding lurus (apabila bahan bakar ditingkatkan maka putaran mesin dan *propeller* akan ikut meningkat). Diantara mesin dan *propeller* tentu terdapat komponen transmisi untuk meneruskan putaran mesin menuju *propeller* dan tentu memiliki nilai efisiensi tertentu. Perhitungan daya pada penggerak kapal dapat dijelaskan oleh persamaan berikut.

$$P_E = RT V_s \dots\dots\dots (2.6)$$

$$P_D = \frac{P_E}{P_c} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$P_s = \frac{P_D}{\eta_s} \dots\dots\dots (2.8)$$

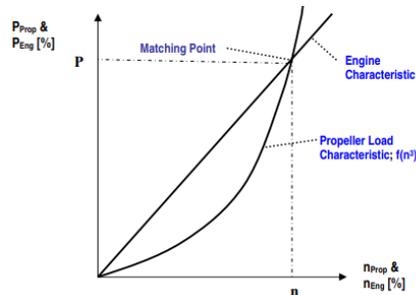
$$P_{B-CSR} = \frac{P_s}{\eta_{GB}} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$P_{B-MCR} = P_{B-CSR} \times 1,15 \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

P_E = daya efektif (W)

diinginkan. Oleh karena itu, penentuan putaran operasi dari motor penggerak menjadi kunci kesuksesan dalam operasional sistem propulsi kapal secara keseluruhan (Adjie, S.W., 2005).



Gambar 2.9 Matching Point Engine and Propeller

(Sumber : Adjie, S.W., 2005)

2.7 Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu

PPN Karangantu telah menjadi salah satu pusat utama untuk kegiatan perikanan tangkap di Kota Serang. Pada tahun 2010, statusnya ditingkatkan menjadi sentra industri perikanan tangkap. Terletak pada koordinat $06^{\circ} 02' \text{ LS} - 106^{\circ} 09' \text{ BT}$, PPN Karangantu awalnya merupakan desa pantai yang berkembang dari komunitas di muara kali Cibanten. Seiring dengan sejarah perkembangan nelayan, Karangantu telah berkembang menjadi pelabuhan nelayan yang penting, yang memainkan peran kunci dalam memenuhi kebutuhan ikan di Provinsi Banten. Dalam laporan tahunan 2022 PPN Karangantu tercatat 36.645 kali kunjungan kapal perikanan. Selain untuk kunjungan dan bongkar muat, beberapa kapal nelayan datang ke PPN Karangantu untuk melakukan *docking* dan pengisian perbekalan ataupun perbaikan kapal. Data kunjungan kapal perikanan di PPN Karangantu dapat dilihat pada tabel berikut.



Gambar 2.10 Pelabuhan Perikanan Karangantu

(Sumber : pipp.kkp.go.id)

2.8 *State of The Art*

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang dapat dijadikan sebagai referensi untuk dilakukannya penelitian mengenai analisis *engine* dan *propeller matching* kapal nelayan di pelabuhan karangantu kota serang.

1. Prasetyo, N. B., Budiarto, U., dan Chrismianto, D. (2020).

Dalam penelitiannya yang berjudul *Analisis Perbandingan Engine Propeller Matching Antara Single Screw Propeller Dan Twin Screw Propeller Pada Kapal Tanker 6500 DWT*. Didapati hasil dari penelitian tersebut bahwa pada penggunaan *single screw propeller* perbandingan antara daya mesin dan daya yang di serap *propeller* belum memunculkan titik perpotongan pada grafiknya. Penggunaan *twin screw propeller* menjadi solusi untuk menghasilkan perpotongan titik optimal dalam analisis *engine propeller matching*.

2. Khresna, R., Budiarto, U., dan Rindo, G. (2017).

Dalam penelitiannya yang berjudul *Engine Matching Propeller Pada Kapal Ikan Pipa Paralon Untuk Mendapatkan Sistem Propulsi Yang Optimal*. Didapati hasil penelitian tersebut bahwa setelah dilakukan analisis *engine propeller matching* pada *engine* dan *propeller* yang sudah digunakan pada kapal ikan menunjukkan titik potong dengan persentase 68%. Setelah dilakukan analisis menggunakan mesin dan *propeller* yang baru didapatkan titik potong dengan persentase 89% sehingga mendapatkan rekomendasi jenis mesin dan *propeller* yang cocok digunakan pada kapal ikan popa palaron tersebut.

3. Hadi, E. S. (2008).

Dalam penelitiannya yang berjudul *Kajian Teknis Propeller-Engine Matching Pada Kapal Ikan Tradisional Dengan Menggunakan Motor Listrik Hybrid dari Solar Cell dan Genset Sebagai Mesin Penggerak Utama Kapal di Kabupaten Pasuruan Jawa Timur*. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan rekomendasi besar diameter *propeller* yang cocok untuk kapal ikan dengan sumber penggerak tenaga listrik hasil *hybrid* antara *solar cell* dan genset. Didapati rekomendasi

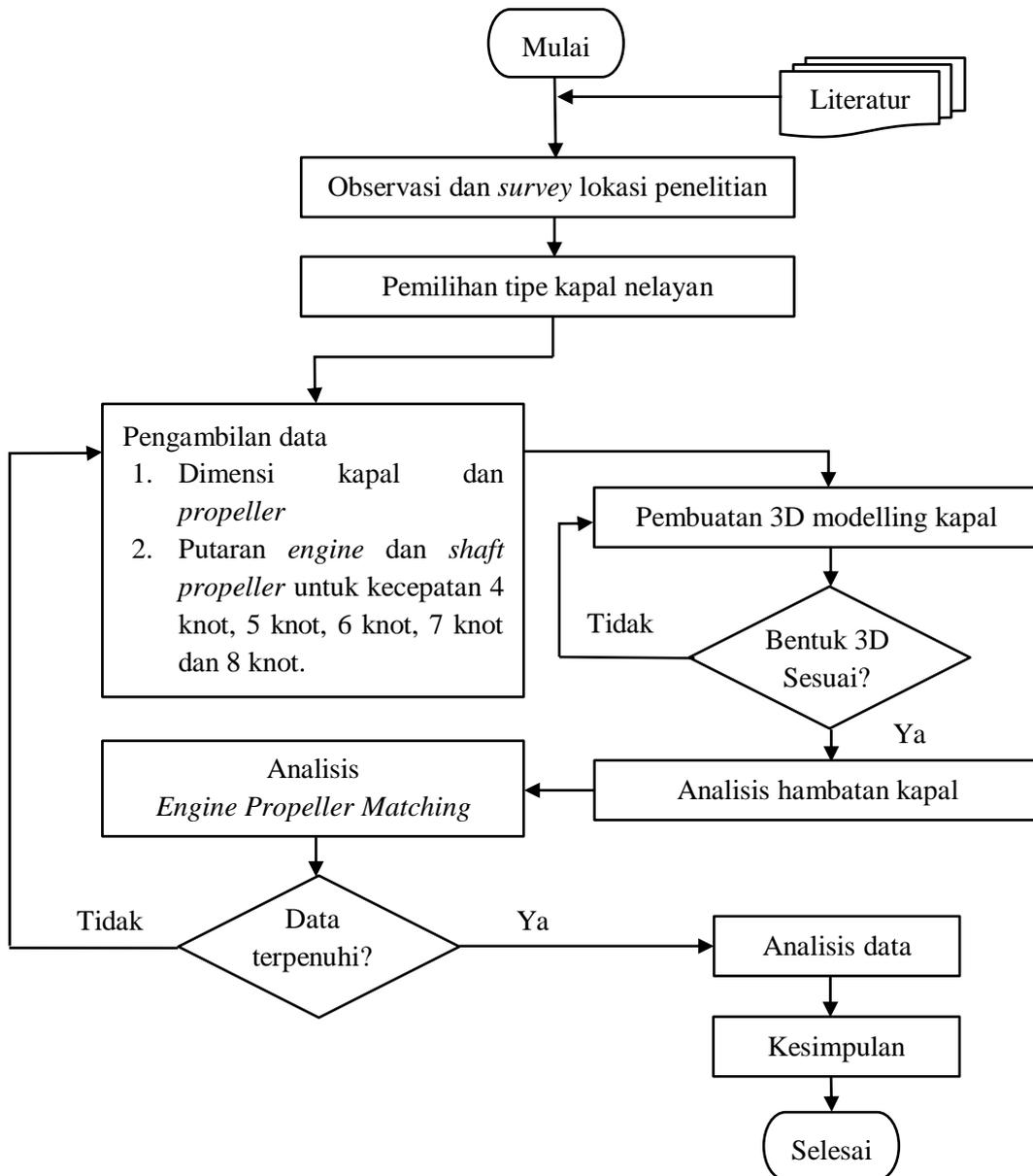
diameter *propeller* yang dapat digunakan setelah melakukan analisis *engine propeller matching* sebesar 0,32 m.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tersebut maka dilakukan penelitian analisis *engine propeller matching* pada kapal nelayan di perairan karangantu kota serang untuk mengetahui bagaimana sistem propulsi kapal nelayan tersebut dan menganalisis performa dari *propeller* kapal yang dipilih guna mengetahui rekomendasi kecepatan dinas atau jenis *propeller* yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

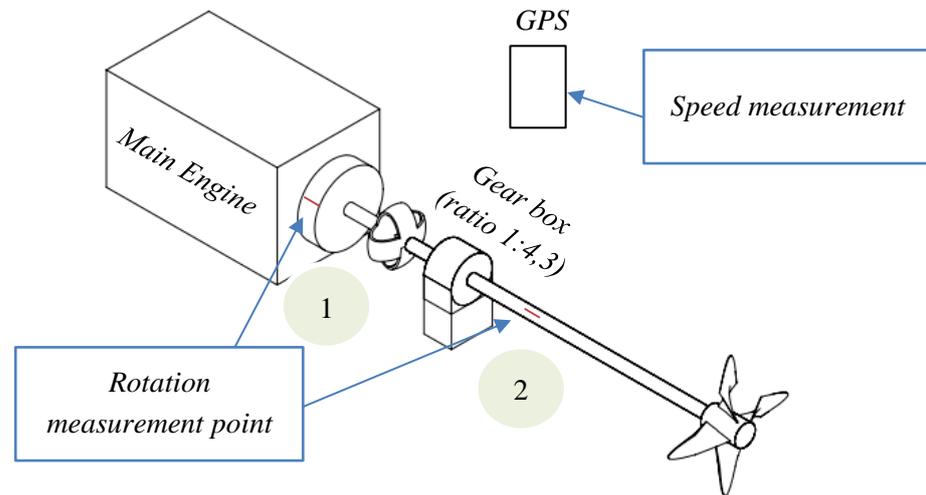
Pada penelitian ini terdapat diagram alir penelitian yang dimana diagram alir penelitian merupakan representasi visual yang menggambarkan langkah-langkah atau tahapan dalam melakukan penelitian. Berikut merupakan diagram alir pada penelitian ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Set-up Experiment

Terdapat sebuah *set-up experiment* yang berfungsi sebagai acuan pada saat proses pengambilan data berlangsung. Berikut merupakan *set-up experiment* yang dilakukan.



Gambar 3.2 *Set-up Experiment*

3.3 Prosedur Penelitian

Berdasarkan diagram alir yang ada, prosedur penelitian dapat dijabarkan sebagai berikut:

3.3.1 Langkah persiapan

Langkah persiapan dapat dibagi berdasarkan 2 tahapan yaitu:

1. Langkah persiapan terdiri dari proses observasi dan *survey* kondisi lapangan yang akan dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah tempat penelitian yang dipilih strategis untuk proses penelitian.



Gambar 3.3 *Survey Lokasi Penelitian*

2. Menentukan kapal yang akan diteliti guna mengetahui spesifikasi dari kapal yang akan diteliti mulai dari spesifikasi mesin (*engine*), spesifikasi baling-baling (*propeller*), dan dimensi dari kapal.



Gambar 3.4 Kapal Nelayan Objek Penelitian

Tabel 3.1 Spesifikasi Kapal

Nama Kapal	Putri Tunggal
Mesin	Mitsubishi
Kapasitas Mesin	100 PS
Panjang	11,07 m
Lebar	2,6 m
<i>Draft</i>	0,96 m



Gambar 4.5 *Propeller* yang Digunakan

Tabel 3.2 Spesifikasi *Propeller*

Merk	Mikasa
Diameter	0,62 m
P/D	0,91
Ae/Ao	0,37
Material	<i>Brass</i>
Jumlah Daun	4

3.3.2 Langkah pengambilan data

Proses pengambilan data dapat dijelaskan dengan langkah-langkah berikut:

1. Melakukan pengukuran dimensi kapal dan *propeller*



Gambar 3.6 Pengukuran Dimensi Kapal



Gambar 3.7 Pengukuran Dimensi *Propeller*

2. Membersihkan titik pengukuran *tachometer* dan melakukan penandaan pada titik pengukuran untuk memastikan pembacaan *tachometer* optimal.



Gambar 3.8 Membersihkan Titik Pengukuran *Tachometer*

3. Melakukan pengukuran kecepatan kapal dengan bantuan alat berupa *GPS speedometer* digital.



Gambar 3.9 Pembacaan *GPS Speedometer*

4. Melakukan pengukuran putaran *engine* dan *shaft propeller* menggunakan *tachometer* pada penanda yang telah dibuat sebelumnya.



Gambar 3.10 Pengukuran Putaran *Engine* dan *Propeller*

5. Mengulangi langkah no.3 dan no.4 untuk nilai variasi kecepatan 4 knot, 5 knot, 6 knot, 7 knot dan 8 knot.

3.3.3 Alat ukur yang digunakan

Dalam proses pengambilan data terdapat beberapa alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan data yang diperlukan yaitu:

1. *Tachometer*

Alat ini berguna untuk mengukur besar RPM dari *engine* kapal ketika dilakukan pengujian.



Gambar 3.11 *Tachometer*

2. Meteran/penggaris

Alat ukur dimensi ini diperlukan pada saat melakukan proses pengukuran dimensi kapal dan *propeller*.

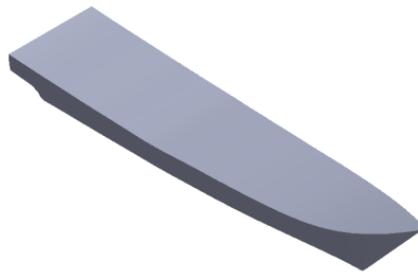


Gambar 3.12 Meteran

3. *GPS speedometer* digital aplikasi *Ulysse Speedometer Pro*.

3.4 Permodelan

Dalam proses analisis besar koefisien prismatic, koefisien blok dan hambatan kapal menggunakan *software Maxsurf V8i*. Sebelum melakukan proses analisis lambung kapal terlebih dahulu dilakukan modeling menggunakan *software SolidWorks 2013*. Permodelan 3D dilakukan berdasarkan data yang sudah didapat pada pengukuran dimensi kapal sebelumnya.



Gambar 3.13 Permodelan 3D Lambung Kapal Nelayan

3.5 Analisis *Engine Propeller Matching*

Analisis *engine propeller matching* dilakukan untuk mendapatkan titik *matching* atau perpotongan antara daya mesin penggerak dengan beban *propeller*. Analisis ini nantinya akan mengetahui apakah *propeller* yang digunakan sudah tepat dalam pemilihannya. Dari *engine propeller matching* juga dapat diketahui besar putaran mesin dan *propeller* yang digunakan untuk mendapatkan kinerja optimal dari sistem propulsi kapal sehingga dapat memberikan evaluasi mengenai rekomendasi kecepatan kapal yang digunakan untuk mendekati titik optimal tersebut.

3.6 Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan dilakukan untuk menuangkan analisis yang didapat dari proses pengambilan data. Selain itu, laporan juga dapat digunakan sebagai bahan arsip untuk proses pengembangan penelitian lanjutan dengan variabel-variabel lainnya.

BAB IV

ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengambilan Data Putaran (n)

Hasil dari pengambilan data putaran pada *engine* dan *shaft propeller* kapal dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah.

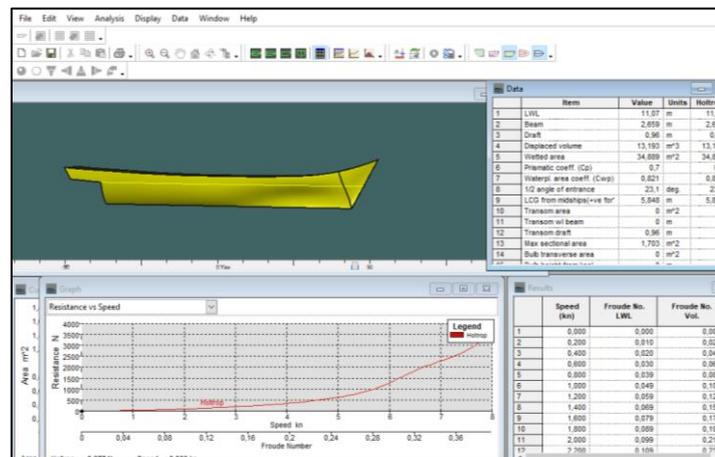
Tabel 4.1 Data Putaran Mesin dan *Propeller* Kapal

V_S (knot)	n_{engine} (rpm)	$n_{propeller}$ (rpm)
4	1676	401
5	2000	468
6	2325	531
7	2734	645
8	3214	658

Data pada tabel 4.1 diatas menunjukkan besar putaran pada *engine* dan *shaft propeller* dari 5 jenis variasi data dengan kecepatan 4 knot, 5 knot, 6 knot, 7 knot dan 8 knot. Dapat diketahui bahwa kapal menggunakan *gearbox* dengan reduksi sebesar 1:4,3 berdasarkan dari rasio rata-rata dari putaran *engine* dan *shaft propeller* dalam kecepatan 4 knot, 5 knot, 6 knot, 7 knot dan 8 knot.

4.2 Penentuan Hambatan Kapal

Penentuan nilai hambatan pada kapal objek penelitian dilakukan dengan menggunakan simulasi 3D modeling dari *Maxurf Resistance*.



Gambar 4.1 Simulasi Hambatan

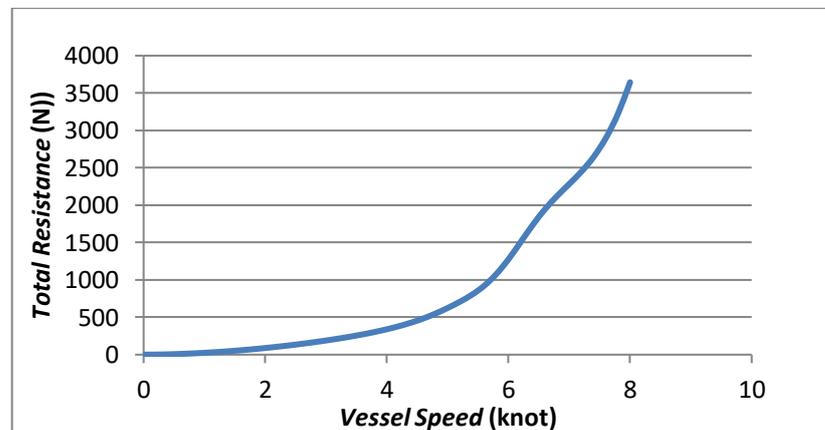
Berdasarkan modeling yang dilakukan, pada *draft* 0.96 didapat nilai koefisien blok (C_B) dari lambung kapal sebesar 0,469, nilai koefisien prisma (C_P) dari lambung kapal sebesar 0,704 dan area basah (*wetted area*) dari kapal sebesar 34,88 m². Dari simulasi yang telah dilakukan pada kecepatan 0 sampai dengan 8 knot maka didapatkan data hambatan sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hambatan Kapal

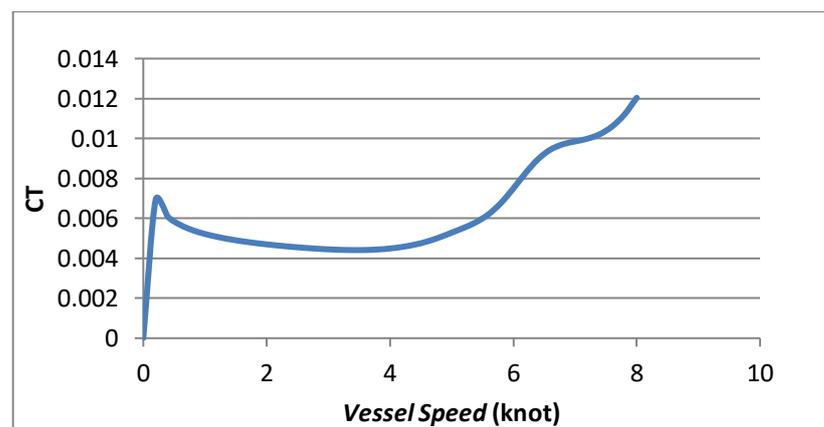
V_S (knot)	RT (N)	C_T
0	0	0
0,2	1,31	0,006924
0,4	4,6	0,006078
0,6	9,66	0,005673
0,8	16,37	0,005407
1	24,69	0,00522
1,2	34,55	0,005072
1,4	45,93	0,004954
1,6	58,79	0,004855
1,8	73,12	0,004771
2	88,89	0,004698
2,2	106,09	0,004634
2,4	124,71	0,004577
2,6	144,76	0,004527
2,8	166,29	0,004484
3	189,41	0,004449
3,2	214,3	0,004424
3,4	241,26	0,004412
3,6	270,74	0,004416
3,8	303,36	0,004441
4	339,93	0,004492
4,2	381,43	0,004571
4,4	428,9	0,004684
4,6	484,29	0,004839
4,8	549,87	0,005046
5	624,92	0,005285
5,2	707,57	0,005532
5,4	802,25	0,005816
5,6	921,22	0,00621
5,8	1077,83	0,006774
6	1276,69	0,007497
6,2	1505,3	0,008279

V_S (knot)	RT (N)	C_T
6,4	1736,52	0,008963
6,6	1944,96	0,00944
6,8	2123,18	0,009707
7	2283,52	0,009852
7,2	2449,14	0,009988
7,4	2645,13	0,010212
7,6	2894,98	0,010596
7,8	3220,81	0,011192
8	3644,57	0,012039

Berikut merupakan grafik dari nilai hambatan dan koefisien hambatan total pada lambung kapal.



Gambar 4.2 Grafik Tahanan vs Kecepatan



Gambar 4.3 Grafik C_T vs Kecepatan

Berdasarkan data diatas dapat diketahui bahwa nilai tahanan dan koefisien hambatan total bervariasi berdasarkan kecepatan kapal itu sendiri. Pada pengujian kapal dilapangan dilakukan dengan kecepatan hingga 8 knot dengan hambatan sebesar 3644,57 N. Sedangkan pada nilai koefisien hambatan total cenderung landai dan stabil pada nilai 0,004 di kecepatan 1,4 knot sampai 4,6 knot dan naik hingga 0,012 pada kecepatan 8 knot. Hal ini menunjukkan bahwa nilai hambatan akan naik seiring dengan kenaikan kecepatan kapal sehingga dengan menaikkan kecepatan maka akan mengalami kenaikan hambatan yang cukup pesat. Kenaikan hambatan dari 0 hingga 6 knot sebesar 1276,69 N sedangkan pada kecepatan 7 knot melonjak ke 2283,52 N bahkan pada kecepatan 8 knot naik hingga 3644,57 N. Kenaikan nilai hambatan ini juga berbanding lurus dengan kenaikan beban pada *propeller* dan membutuhkan nilai *thrust* yang lebih tinggi dari hambatan agar bisa menjalankan kapal.

4.3 Perhitungan Daya

Perhitungan daya dilakukan untuk mengetahui performa dari *engine* yang digunakan serta mengetahui daya maksimal yang terhasil oleh *engine*.

4.3.1 Perhitungan *Effective Power* (P_E)

Perhitungan daya dimulai dari perhitungan *Effectivr Power* (P_E) dengan menggunakan persamaan 2.5.

1. Pada kecepatan 4 knot

$$\begin{aligned} P_E &= 339,93 \text{ N} \times 2,0576 \text{ m/s} \\ &= 699,44 \text{ W} \\ &= 0,944 \text{ HP} \end{aligned}$$

2. Pada kecepatan 5 knot

$$\begin{aligned} P_E &= 624,92 \text{ N} \times 2,572 \text{ m/s} \\ &= 1607,29 \text{ W} \\ &= 2,17 \text{ HP} \end{aligned}$$

3. Pada kecepatan 6 knot

$$P_E = 1276,69 \text{ N} \times 3,086 \text{ m/s}$$

$$= 3940,37 \text{ W}$$

$$= 5,32 \text{ HP}$$

4. Pada kecepatan 7 knot

$$P_E = 2283,52 \text{ N} \times 3,601 \text{ m/s}$$

$$= 8222,49 \text{ W}$$

$$= 11,1 \text{ HP}$$

5. Pada kecepatan 8 knot

$$P_E = 3644,57 \text{ N} \times 4,115 \text{ m/s}$$

$$= 14998,13 \text{ W}$$

$$= 20,25 \text{ HP}$$

Tabel 4.3 Nilai *Effective Power* (P_E)

V_S (m/s)	RT (N)	P_E (W)	P_E (HP)
2,057	339,93	699,44	0,944
2,572	624,92	1607,29	2,17
3,086	1276,69	3940,37	5,32
3,601	2283,52	8222,49	11,10
4,115	3644,57	14998,13	20,25

4.3.2 Perhitungan *Delivery Power* (P_D)

Setelah dihitung nilai P_E maka dapat dilakukan perhitungan nilai *Delivery Power* (P_D) dengan mengetahui nilai efisiensi dari proses pendorongan.

$$P_c = \eta_o \times \eta_H \times \eta_{rr} \dots\dots\dots (4.1)$$

$$\eta_H = \frac{(1-t)}{(1-w)} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$t = (0,5 \times C_p) - 0,12 \dots\dots\dots (4.3)$$

$$w = (0,5 \times C_B) - 0,05 \dots\dots\dots (4.4)$$

Dimana :

η_o = efisiensi *propeller*

- η_H = efisiensi badan kapal
 η_{rr} = efektifitas propulsor
 t = *thrust deduction factor*
 w = *wake fraction*
 C_B = koefisien blok
 C_P = koefisien prismatic

Maka perhitungan dalam menentukan nilai nilai tersebut ialah:

1) *Wake fraction*

$$\begin{aligned}
 w &= (0,5 \times 0,469) - 0,05 \\
 &= 0,1845
 \end{aligned}$$

2) *Thrust deduction factor*

$$\begin{aligned}
 t &= (0,5 \times 0,704) - 0,12 \\
 &= 0,232
 \end{aligned}$$

3) Efisiensi badan kapal

$$\begin{aligned}
 \eta_H &= \frac{(1-0,232)}{(1-0,1845)} \\
 &= 0,941
 \end{aligned}$$

4) Efisiensi proses pendorongan

Nilai efisiensi *propeller* maksimal dapat ditentukan dari pembacaan grafik *propeller* Wageningen B-Series type B4-35 dan didapat nilai efisiensi *propeller* (η_0) maksimal sebesar 68,5%. Nilai η_{rr} sebesar 1,05 dikarenakan pendorong tunggal.

$$\begin{aligned}
 P_C &= 0,685 \times 0,941 \times 1,05 \\
 &= 67,91\%
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat dilakukan perhitungan nilai *Delivery Power* (P_D) dengan persamaan 2.6.

1. Pada kecepatan 4 knot

$$\begin{aligned}
 P_D &= \frac{0,944 \text{ HP}}{0,6791} \\
 &= 1,39 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

2. Pada kecepatan 5 knot

$$\begin{aligned} P_D &= \frac{2,17 \text{ HP}}{0,6791} \\ &= 3,19 \text{ HP} \end{aligned}$$

3. Pada kecepatan 6 knot

$$\begin{aligned} P_D &= \frac{5,32 \text{ HP}}{0,6791} \\ &= 7,83 \text{ HP} \end{aligned}$$

4. Pada kecepatan 7 knot

$$\begin{aligned} P_D &= \frac{11,1 \text{ HP}}{0,6791} \\ &= 16,34 \text{ HP} \end{aligned}$$

5. Pada kecepatan 8 knot

$$\begin{aligned} P_D &= \frac{20,25 \text{ HP}}{0,6791} \\ &= 29,81 \text{ HP} \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Nilai *Delivery Power* (P_D)

V_S (knot)	P_E (HP)	P_D (HP)
4	0,944	1,39
5	2,17	3,19
6	5,32	7,83
7	11,10	16,34
8	20,25	29,81

4.3.3 Perhitungan *Shaft Power* (P_S)

Setelah dihitung nilai P_D maka dapat dihitung nilai *Shaft Power* (P_S) dimana *engine* yang digunakan berada di tengah kapal sehingga terdapat pengurangan 3 % daya pada *shaft*.

1. Pada kecepatan 4 knot

$$\begin{aligned} P_S &= \frac{1,39 \text{ HP}}{0,97} \\ &= 1,43 \text{ HP} \end{aligned}$$

2. Pada kecepatan 5 knot

$$\begin{aligned} P_S &= \frac{3,19 \text{ HP}}{0,97} \\ &= 3,29 \text{ HP} \end{aligned}$$

3. Pada kecepatan 6 knot

$$\begin{aligned} P_S &= \frac{7,83 \text{ HP}}{0,97} \\ &= 8,07 \text{ HP} \end{aligned}$$

4. Pada kecepatan 7 knot

$$\begin{aligned} P_S &= \frac{16,34 \text{ HP}}{0,97} \\ &= 16,85 \text{ HP} \end{aligned}$$

5. Pada kecepatan 8 knot

$$\begin{aligned} P_S &= \frac{29,81 \text{ HP}}{0,97} \\ &= 30,73 \text{ HP} \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Nilai *Shaft Power* (P_S)

V_S (knot)	PD (HP)	P_S (HP)
4	1,39	1,43
5	3,19	3,29
6	7,83	8,07
7	16,34	16,85
8	29,81	30,73

4.3.4 Perhitungan *Continuous Service Rating Break Power* (P_{B-CSR})

Setelah dihitung nilai P_S maka dapat dicari nilai *Continuous Service Rating Break Power* (P_{B-CSR}) dengan daya yang hilang sebesar 2 % dikarenakan efisiensi *gearbox* (η_G) sebesar 98 %. Sehingga nilai P_{B-CSR} ialah sebagai berikut.

1. Pada kecepatan 4 knot

$$\begin{aligned} P_{B-SCR} &= \frac{1,43 \text{ HP}}{0,98} \\ &= 1,46 \text{ HP} \end{aligned}$$

2. Pada kecepatan 5 knot

$$\begin{aligned} P_{B-SCR} &= \frac{3,29 \text{ HP}}{0,98} \\ &= 3,36 \text{ HP} \end{aligned}$$

3. Pada kecepatan 6 knot

$$P_{B-SCR} = \frac{8,07 \text{ HP}}{0,98}$$

$$= 8,23 \text{ HP}$$

4. Pada kecepatan 7 knot

$$\begin{aligned} P_{B-SCR} &= \frac{16,85 \text{ HP}}{0,98} \\ &= 17,19 \text{ HP} \end{aligned}$$

5. Pada kecepatan 8 knot

$$\begin{aligned} P_{B-SCR} &= \frac{30,73 \text{ HP}}{0,98} \\ &= 31,36 \text{ HP} \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Nilai *Continuous Service Rating Break Power* (P_{B-CSR})

V_S (knot)	P_S (HP)	P_{B-CSR} (HP)
4	1,43	1,46
5	3,29	3,36
6	8,07	8,23
7	16,85	17,19
8	30,73	31,36

4.3.5 Perhitungan *Maximum Continuous Rating Break Power* (P_{B-MCR})

Dalam menentukan nilai daya mesin yang terpasang pada kapal maka dapat dilakukan dengan perhitungan *Maximum Continuous Rating Break Power* (P_{B-MCR}). Besarnya nilai P_{B-MCR} adalah 15% lebih besar dari P_{B-CSR} maka berikut merupakan perhitungan nilai P_{B-MCR} .

1. Pada kecepatan 4 knot

$$\begin{aligned} P_{B-MCR} &= 1,46 + (1,46 \times 0,15) \\ &= 1,68 \text{ HP} \end{aligned}$$

2. Pada kecepatan 5 knot

$$\begin{aligned} P_{B-MCR} &= 3,36 + (3,36 \times 0,15) \\ &= 3,86 \text{ HP} \end{aligned}$$

3. Pada kecepatan 6 knot

$$\begin{aligned} P_{B-MCR} &= 3,23 + (3,23 \times 0,15) \\ &= 3,70 \text{ HP} \end{aligned}$$

4. Pada kecepatan 7 knot

$$\begin{aligned} P_{B-MCR} &= 17,19 + (17,19 \times 0,15) \\ &= 19,77\text{HP} \end{aligned}$$

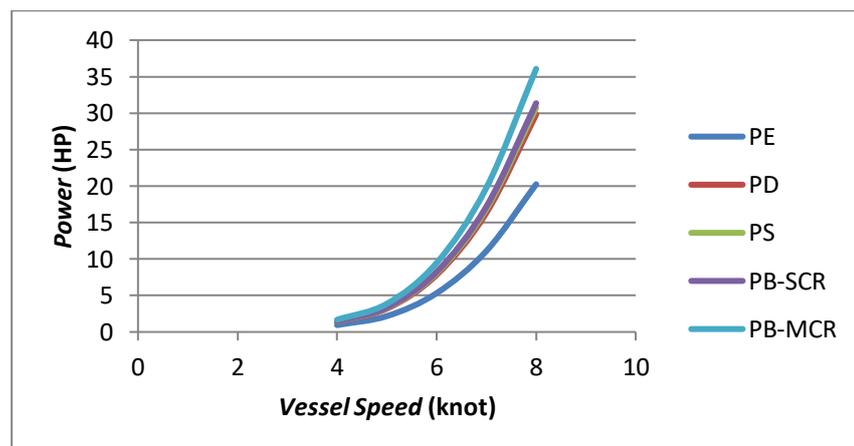
5. Pada kecepatan 8 knot

$$\begin{aligned} P_{B-MCR} &= 31,36 + (31,36 \times 0,15) \\ &= 36,06\text{HP} \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Nilai *Maximum Continous Rating Break Power Power* (P_{B-MCR})

V_S (knot)	P_{B-CSR} (HP)	P_{B-MCR} (HP)
4	1,46	1,68
5	3,36	3,86
6	8,23	9,46
7	17,19	19,77
8	31,36	36,06

Nilai daya yang terhasil oleh mesin maksimal pada kecepatan 8 knot sebesar 36,06 HP dimana nilai ini akan dijadikan acuan daya maksimal mesin dalam analisis *engine propeller matching*. Adapun grafik perbandingan nilai daya P_E , P_D , P_S , P_{B-SCR} dan P_{B-MCR} dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Perbandingan Daya dengan Kecepatan

4.4 Perhitungan Propulsi

Perhitungan propulsi dilakukan untuk mengetahui nilai setiap koefisien pada *propeller* yang digunakan. Berikut merupakan perhitungan propulsi *open water* dari *propeller* yang digunakan.

4.4.1 Perhitungan Kecepatan *Advance* dan Koefisien *Advance*

Kecepatan *advance* (V_a) dan koefisien *advance* (J) dapat dihitung setelah mengetahui nilai *wake fraction*. Berikut merupakan perhitungan nilai V_a dan J . Nilai koefisien *advance* dapat dihitung dengan persamaan 2.3.

A. Kecepatan *Advance* Kapal 4 sampai 8 knot

$$V_a = V_S \times (1 - w) \dots\dots\dots (4.5)$$

1. Pada kecepatan 4 knot

$$\begin{aligned} V_a &= 2,05 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times (1 - 0,1845) \\ &= 1,678 \text{ m/s} \end{aligned}$$

2. Pada kecepatan 5 knot

$$\begin{aligned} V_a &= 2,57 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times (1 - 0,1845) \\ &= 2,097 \text{ m/s} \end{aligned}$$

3. Pada kecepatan 6 knot

$$\begin{aligned} V_a &= 3,08 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times (1 - 0,1845) \\ &= 2,936 \text{ m/s} \end{aligned}$$

4. Pada kecepatan 7 knot

$$\begin{aligned} V_a &= 3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times (1 - 0,1845) \\ &= 2,936 \text{ m/s} \end{aligned}$$

5. Pada kecepatan 8 knot

$$\begin{aligned} V_a &= 4,11 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times (1 - 0,1845) \\ &= 3,356 \text{ m/s} \end{aligned}$$

B. Koefisien *Advance* Kapal 4 sampai 8 knot

Dalam perhitungan nilai koefisien *advance* besar putaran mesin yang digunakan dalam satuan rps.

1. Pada kecepatan 4 knot

$$J = \frac{1,678 \text{ m/s}}{6,65 \text{ rps} \times 0,61 \text{ m}}$$

$$= 0,413$$

2. Pada kecepatan 5 knot

$$J = \frac{2,097 \text{ m/s}}{7,76 \text{ rps} \times 0,61 \text{ m}}$$

$$= 0,442$$

3. Pada kecepatan 6 knot

$$J = \frac{2,517 \text{ m/s}}{8,81 \text{ rps} \times 0,61 \text{ m}}$$

$$= 0,468$$

4. Pada kecepatan 7 knot

$$J = \frac{2,936 \text{ m/s}}{10,7 \text{ rps} \times 0,61 \text{ m}}$$

$$= 0,449$$

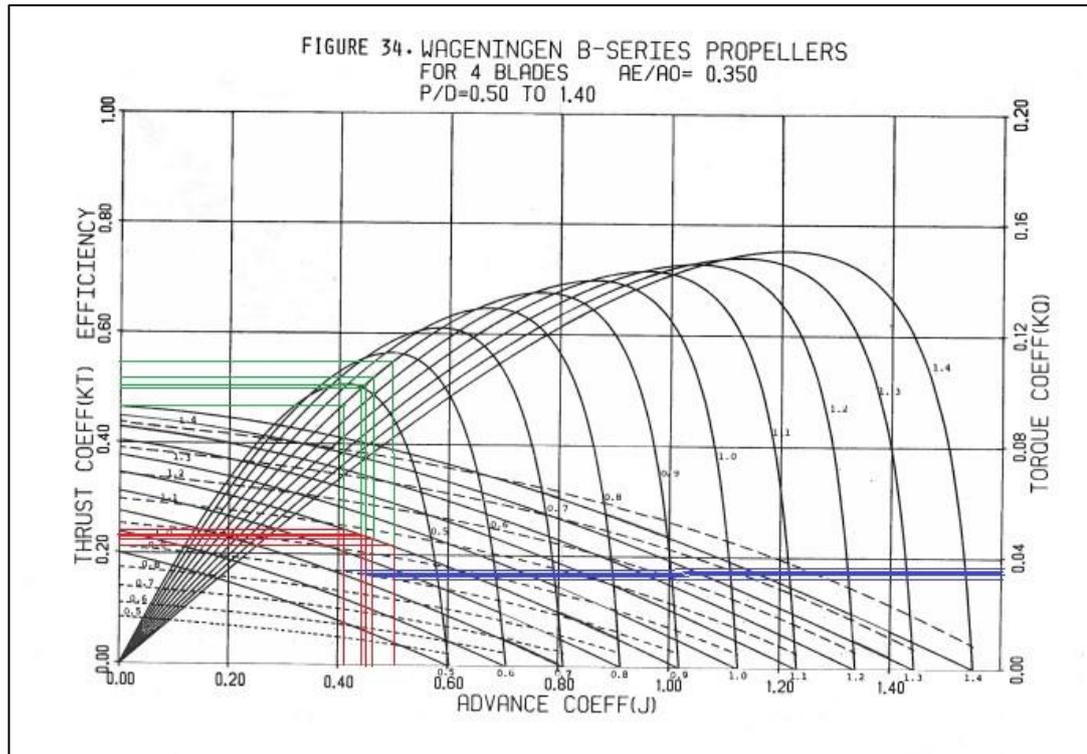
5. Pada kecepatan 8 knot

$$J = \frac{3,356 \text{ m/s}}{10,92 \text{ rps} \times 0,61 \text{ m}}$$

$$= 0,503$$

4.4.2 Penentuan nilai KT, KQ dan Efisiensi *Propeller*

Penentuan nilai KT dan KQ serta efisiensi dari *propeller* dapat dilihat pada grafik *propeller wageningen b-series*. Grafik yang digunakan ditinjau dari nilai P/D, jumlah daun dan Ae/Ao dari *propeller* yang digunakan. Berikut merupakan penentuan nilai KT dan KQ serta efisiensi dari *propeller* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.5 Grafik *Open Water Propeller B4-35*

(Sumber : Bernitsas. M. M, 1981)

Dari grafik diatas dapat ditentukan nilai K_T dan K_Q serta efisiensi *propeller* dari perpotongan antara kurva yang terbentuk dari besarnya P/D *propeller* yang digunakan. Koefisien *advance* (J) digunakan sebagai penentuan garis potong arah vertikal untuk mendapatkan nilai K_T dan K_Q serta efisiensi *propeller*. Berikut merupakan hasil pembacaan grafik *propeller* B4-35.

Tabel 4.8 Hasil Pembacaan Grafik *Propeller* B4-35

V_s (knot)	V_a (m/s)	n (rps)	J	K_T	K_Q	η_o (%)
4	1,678	6,65	0,413	0,248	0,0361	47,09
5	2,097	7,76	0,442	0,238	0,0348	50,3
6	2,517	8,81	0,468	0,235	0,0341	50,9
7	2,936	10,7	0,449	0,232	0,0335	52,2
8	3,356	10,92	0,503	0,219	0,033	55,4

4.4.3 Perhitungan *Thrust*, Torsi dan Beban *Propeller*

Setelah didapat nilai KT dan KQ maka dapat dihitung besar nilai *thrust*, torsi dan beban pada *propeller*. Nilai *thrust* dapat dihitung dengan persamaan 2.2, nilai torsi dapat dihitung dengan persamaan 2.1 dan nilai beban *propeller* dapat dihitung dengan persamaan 2.8.

A. *Thrust Propeller* pada Kecepatan 4 knot Sampai 8 knot

1) Pada kecepatan 4 knot

$$\begin{aligned} T &= 0,248 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 6,65^2 \text{rps} \times 0,61^4 \text{m} \\ &= 1559,55 \text{ N} \end{aligned}$$

2) Pada kecepatan 5 knot

$$\begin{aligned} T &= 0,238 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 7,76^2 \text{rps} \times 0,61^4 \text{m} \\ &= 2038,58 \text{ N} \end{aligned}$$

3) Pada kecepatan 6 knot

$$\begin{aligned} T &= 0,235 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 8,81^2 \text{rps} \times 0,61^4 \text{m} \\ &= 2591,29 \text{ N} \end{aligned}$$

4) Pada kecepatan 7 knot

$$\begin{aligned} T &= 0,232 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10,7^2 \text{rps} \times 0,61^4 \text{m} \\ &= 3774,56 \text{ N} \end{aligned}$$

5) Pada kecepatan 8 knot

$$\begin{aligned} T &= 0,219 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10,92^2 \text{rps} \times 0,61^4 \text{m} \\ &= 3708,13 \text{ N} \end{aligned}$$

B. Torsi *Propeller* pada Kecepatan 4 knot Sampai 8 knot

1) Pada kecepatan 4 knot

$$\begin{aligned} Q &= 0,0361 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 6,65^2 \text{rps} \times 0,61^5 \text{m} \\ &= 138,47 \text{ Nm} \end{aligned}$$

2) Pada kecepatan 5 knot

$$\begin{aligned} Q &= 0,0348 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 7,76^2 \text{rps} \times 0,61^5 \text{m} \\ &= 181,82 \text{ Nm} \end{aligned}$$

3) Pada kecepatan 6 knot

$$\begin{aligned} Q &= 0,03341 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 8,81^2 \text{rps} \times 0,61^5 \text{m} \\ &= 229,36 \text{ Nm} \end{aligned}$$

4) Pada kecepatan 7 knot

$$\begin{aligned} Q &= 0,0335 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10,7^2 \text{rps} \times 0,61^5 \text{m} \\ &= 332,47 \text{ Nm} \end{aligned}$$

5) Pada kecepatan 8 knot

$$\begin{aligned} Q &= 0,033 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10,92^2 \text{rps} \times 0,61^5 \text{m} \\ &= 340,84 \text{ Nm} \end{aligned}$$

C. Beban *Propeller* pada Kecepatan 4 knot Sampai 8 knot

1) Pada kecepatan 4 knot

$$\begin{aligned} P_{\text{propeller}} &= \frac{138,47 \text{ Nm} \times 401 \text{ rpm} \times 2 \times \pi}{60} \\ &= 5,81 \text{ kW} \\ &= 7,84 \text{ HP} \end{aligned}$$

2) Pada kecepatan 5 knot

$$\begin{aligned} P_{\text{propeller}} &= \frac{181,82 \text{ Nm} \times 468 \text{ rpm} \times 2 \times \pi}{60} \\ &= 8,9 \text{ kW} \\ &= 12,02 \text{ HP} \end{aligned}$$

3) Pada kecepatan 6 knot

$$\begin{aligned} P_{\text{propeller}} &= \frac{229,36 \text{ Nm} \times 531 \text{ rpm} \times 2 \times \pi}{60} \\ &= 12,74 \text{ kW} \\ &= 17,2 \text{ HP} \end{aligned}$$

4) Pada kecepatan 7 knot

$$\begin{aligned} P_{\text{propeller}} &= \frac{332,47 \text{ Nm} \times 645 \text{ rpm} \times 2 \times \pi}{60} \\ &= 22,44 \text{ kW} \\ &= 30,3 \text{ HP} \end{aligned}$$

5) Pada kecepatan 8 knot

$$P_{\text{propeller}} = \frac{340,84 \text{ Nm} \times 658 \text{ rpm} \times 2 \times \pi}{60}$$

$$= 23,47 \text{ kW}$$

$$= 31,69 \text{ HP}$$

Tabel 4.9 Propulsi Kapal pada Kecepatan 4 knot hingga 8 knot

V_S (knot)	RT (N)	T (N)	Q (Nm)	$P_{propeller}$ (HP)
4	339,93	1559,55	138,47	7,84
5	624,92	2038,58	181,82	12,02
6	1276,69	2591,29	229,36	17,2
7	2283,52	3774,56	332,47	30,3
8	3644,57	3708,13	340,84	31,69

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa pada saat pengukuran secara langsung yang dilakukan pada kecepatan 4 knot sampai dengan 8 knot sesuai dikarenakan nilai *thrust* lebih tinggi dari hambatan lambung kapal. Besar nilai torsi pada *propeller* akan naik seiring dengan kenaikan kecepatan dari kapal yang dimana nilai torsi ini akan berbanding lurus dengan beban atau daya yang diserap oleh *propeller*.

4.5 *Engine Propeller Matching*

Analisis *engine propeller matching* dilakukan untuk mendapatkan titik potong (*matching point*) antara daya yang dihasilkan *engine* dengan daya yang diserap oleh *propeller*. Untuk mendapatkan grafik perpotongan diperlukan perhitungan nilai daya mesin dan *propeller* serta besar putaran maksimal dari *engine*. Nilai yang diperlukan sudah didapat pada tahap sebelumnya mulai dari putaran *engine*, KQ , dan nilai besar P_{B-MCR} maksimal dari *engine* kapal. Perhitungan nilai daya yang diserap *propeller* dilakukan dimana nilai KQ linier dari nilai koefisien *advance* (J) = 0 nilai KQ sebesar 0,042 dan maksimal di koefisien *advance* (J) = 0,503 nilai KQ sebesar 0,033. Nilai daya P_{B-MCR} linier 0 HP pada 0% putaran *engine* (n_{engine}) maksimal atau 0 rpm dan 36,06 HP pada 100% putaran *engine* (n_{engine}) maksimal yaitu 3200 rpm. Sedangkan untuk putaran *propeller* ($n_{propeller}$) dinyatakan nilainya berdasarkan rasio reduksi *gearbox* rata-

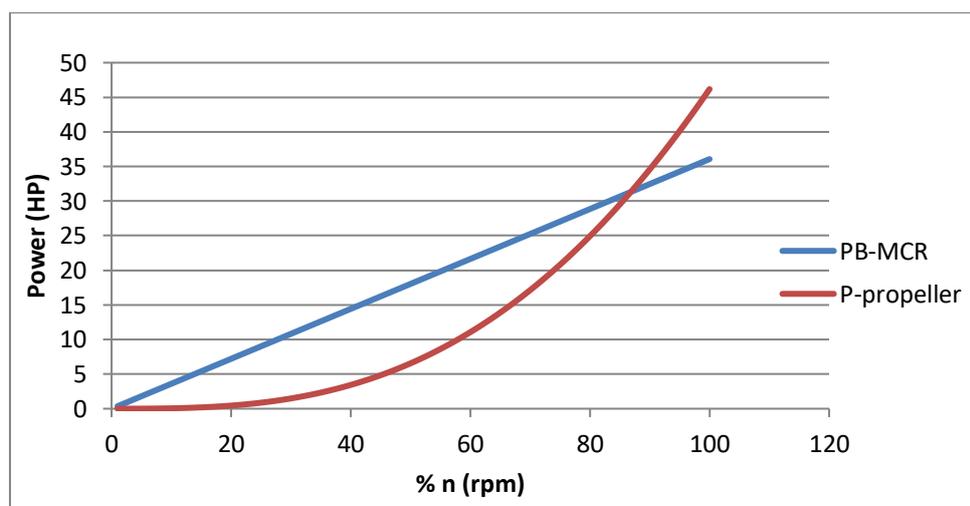
rata yang sudah didapat sebelumnya yaitu 1:4,3 sehingga linier pada 0% putaran *propeller* ($n_{\text{proppeler}}$) yaitu 0 rpm dan 100 % putaran *propeller* ($n_{\text{proppeler}}$) yaitu 744 rpm. Berikut merupakan data hasil dari analisis *engine propeller matching*.

Tabel 4.10 Data *Engine Propeller Matching*

% n	n_{engine} (rpm)	P_{B-MCR} (HP)	$n_{\text{propeller}}$ (rpm)	KQ	Q (Nm)	$P_{\text{propeller}}$ (HP)
1	32	0,36	7,44	0,0419	0,055	0,00005
2	64	0,72	14,88	0,0418	0,22	0,00047
3	96	1,08	22,32	0,0417	0,49	0,0016
4	128	1,44	29,76	0,0416	0,88	0,0037
5	160	1,80	37,2	0,0416	1,38	0,0073
6	192	2,16	44,64	0,0415	1,98	0,013
7	224	2,52	52,08	0,0414	2,69	0,020
8	256	2,89	59,52	0,0413	3,51	0,030
9	288	3,25	66,96	0,0412	4,44	0,042
10	320	3,61	74,4	0,0411	5,47	0,058
11	352	3,97	81,84	0,0410	6,60	0,076
12	384	4,33	89,28	0,0409	7,84	0,099
13	416	4,69	96,72	0,0408	9,18	0,13
14	448	5,05	104,16	0,0407	10,62	0,16
15	480	5,41	111,6	0,0407	12,17	0,19
16	512	5,77	119,04	0,0406	13,82	0,23
17	544	6,13	126,48	0,0405	15,56	0,28
18	576	6,49	133,92	0,0404	17,41	0,33
19	608	6,85	141,36	0,0403	19,36	0,39
20	640	7,21	148,8	0,0402	21,40	0,45
21	672	7,57	156,24	0,0401	23,54	0,52
22	704	7,94	163,68	0,0400	25,78	0,60
23	736	8,30	171,12	0,0399	28,11	0,68
24	768	8,66	178,56	0,0398	30,54	0,77
25	800	9,02	186	0,0398	33,06	0,87
26	832	9,38	193,44	0,0397	35,68	0,98
27	864	9,74	200,88	0,0396	38,39	1,09
28	896	10,10	208,32	0,0395	41,20	1,21
29	928	10,46	215,76	0,0394	44,09	1,34
30	960	10,82	223,2	0,0393	47,08	1,48
31	992	11,18	230,64	0,0392	50,15	1,63
32	1024	11,54	238,08	0,0391	53,32	1,79
33	1056	11,90	245,52	0,0390	56,57	1,96
34	1088	12,26	252,96	0,0389	59,91	2,14

% n	n_{engine} (rpm)	P_{B-MCR} (HP)	$n_{\text{propeller}}$ (rpm)	KQ	Q (Nm)	$P_{\text{propeller}}$ (HP)
35	1120	12,62	260,4	0,0389	63,34	2,33
36	1152	12,98	267,84	0,0388	66,86	2,53
37	1184	13,35	275,28	0,0387	70,46	2,74
38	1216	13,71	282,72	0,0386	74,15	2,96
39	1248	14,07	290,16	0,0385	77,92	3,20
40	1280	14,43	297,6	0,0384	81,78	3,44
41	1312	14,79	305,04	0,0383	85,72	3,69
42	1344	15,15	312,48	0,0382	89,74	3,96
43	1376	15,51	319,92	0,0381	93,84	4,24
44	1408	15,87	327,36	0,0380	98,03	4,53
45	1440	16,23	334,8	0,0380	102,29	4,84
46	1472	16,59	342,24	0,0379	106,63	5,16
47	1504	16,95	349,68	0,0378	111,06	5,49
48	1536	17,31	357,12	0,0377	115,56	5,83
49	1568	17,67	364,56	0,0376	120,13	6,19
50	1600	18,03	372	0,0375	124,79	6,56
51	1632	18,39	379,44	0,0374	129,52	6,94
52	1664	18,76	386,88	0,0373	134,32	7,34
53	1696	19,12	394,32	0,0372	139,20	7,76
54	1728	19,48	401,76	0,0371	144,16	8,18
55	1760	19,84	409,2	0,0371	149,18	8,63
56	1792	20,20	416,64	0,0370	154,28	9,08
57	1824	20,56	424,08	0,0369	159,45	9,55
58	1856	20,92	431,52	0,0368	164,69	10,04
59	1888	21,28	438,96	0,0367	170	10,54
60	1920	21,64	446,4	0,0366	175,38	11,06
61	1952	22,00	453,84	0,0365	180,83	11,60
62	1984	22,36	461,28	0,0364	186,35	12,15
63	2016	22,72	468,72	0,0363	191,93	12,71
64	2048	23,08	476,16	0,0362	197,58	13,29
65	2080	23,44	483,6	0,0362	203,30	13,89
66	2112	23,81	491,04	0,0361	209,08	14,51
67	2144	24,17	498,48	0,0360	214,93	15,14
68	2176	24,53	505,92	0,0359	220,84	15,79
69	2208	24,89	513,36	0,0358	226,81	16,45
70	2240	25,25	520,8	0,0357	232,85	17,14
71	2272	25,61	528,24	0,0356	238,94	17,84
72	2304	25,97	535,68	0,0355	245,10	18,55
73	2336	26,33	543,12	0,0354	251,32	19,29
74	2368	26,69	550,56	0,0353	257,6	20,04
75	2400	27,05	558	0,0353	263,93	20,81

% n	n_{engine} (rpm)	P_{B-MCR} (HP)	$n_{\text{propeller}}$ (rpm)	KQ	Q (Nm)	$P_{\text{propeller}}$ (HP)
76	2432	27,41	565,44	0,0352	270,32	21,60
77	2464	27,77	572,88	0,0351	276,77	22,40
78	2496	28,13	580,32	0,0350	283,28	23,23
79	2528	28,49	587,76	0,0349	289,84	24,07
80	2560	28,85	595,2	0,0348	296,46	24,93
81	2592	29,22	602,64	0,0347	303,13	25,81
82	2624	29,58	610,08	0,0346	309,86	26,71
83	2656	29,94	617,52	0,0345	316,64	27,63
84	2688	30,30	624,96	0,0344	323,47	28,56
85	2720	30,66	632,4	0,0344	330,35	29,52
86	2752	31,02	639,84	0,0343	337,28	30,49
87	2784	31,38	647,28	0,0342	344,27	31,49
88	2816	31,74	654,72	0,0341	351,30	32,50
89	2848	32,10	662,16	0,0340	358,38	33,53
90	2880	32,46	669,6	0,0339	365,51	34,58
91	2912	32,82	677,04	0,0338	372,68	35,65
92	2944	33,18	684,48	0,0337	379,90	36,74
93	2976	33,54	691,92	0,0336	387,17	37,85
94	3008	33,90	699,36	0,0335	394,48	38,98
95	3040	34,26	706,8	0,0335	401,84	40,13
96	3072	34,63	714,24	0,0334	409,24	41,30
97	3104	34,99	721,68	0,0333	416,68	42,49
98	3136	35,35	729,12	0,0332	424,17	43,70
99	3168	35,71	736,56	0,0331	431,70	44,93
100	3200	36,07	744	0,0330	439,26	46,18



Gambar 4.6 Grafik Perpotongan *Engine* dan *Propeller*

Dari grafik dan tabel diatas dapat diketahui bahwa titik perpotongan antara daya yang dihasilkan oleh *engine* dan daya yang diserap oleh *propeller* ada pada 87% putaran *engine*. Pada titik perpotongan tersebut diketahui bahwa daya yang dihasilkan oleh *engine* sebesar 31,38 HP dan daya yang diserap oleh *propeller* sebesar 31,49 HP. Titik perpotongan tersebut menunjukkan titik optimal pengoperasian kapal untuk daya yang dihasilkan *engine* serta daya yang diserap oleh *propeller*. Untuk penggunaan kapal dengan putaran mesin dibawah 2784 rpm masih aman untuk digunakan dikarenakan daya yang diserap *propeller* masih dibawah daya yang dihasilkan mesin. Untuk putaran *engine* diatas 2784 rpm hingga 3200 rpm peningkatan daya yang diserap atau dalam hal ini dapat dikatakan sebagai beban dari *propeller* meningkat secara drastis hingga 46,18 HP. Hal ini tentu akan berpengaruh terhadap daya tahan dari *propeller* yang digunakan yang apabila dalam jangka waktu tertentu penggunaan putaran *engine* diatas 2784 rpm dapat menyebabkan rusaknya *propeller*.

Tabel 4.11 Titik Potong Besar Daya *Engine* dan *Propeller*

% n	n_{engine} (rpm)	P_{B-MCR} (HP)	$n_{propeller}$ (rpm)	KQ	Q (Nm)	$P_{propeller}$ (HP)
86	2752	31,02	639,84	0,0343	337,28	30,49
87	2784	31,38	647,28	0,0342	344,27	31,49
88	2816	31,74	654,72	0,0341	351,30	32,50

Dengan putaran *engine* sebesar 2784 rpm dan putaran *propeller* sebesar 647 rpm berdasarkan pengukuran besar putaran *engine* dan *propeller* dari kecepatan 4 knot sampai dengan 8 knot dimana nilai putaran *engine* dan *propeller* perhitungan analisis *engine propeller matching* sesuai dengan nilai putaran *engine* dan *propeller* pada proses pengukuran di kecepatan 7 knot. Tetapi untuk lebih rinci pada putaran *propeller* sebesar 647 rpm berdasarkan nilai koefisien *thrust* (KT) yang sudah diketahui dimana *propeller* dapat menghasilkan *thrust* sebesar 3617,17 N sedangkan besar hambatan total pada kecepatan 7,8 knot sebesar 3220,81 N. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan dinas yang direkomendasikan untuk kapal nelayan objek penelitian sebesar 7,8 knot dimana pada kecepatan tersebut titik potong antara beban *engine* dan beban *propeller*

ada pada titik optimal dengan daya yang dihasilkan *engine* sebesar 31,38 HP dan daya yang diserap atau diterima oleh *propeller* sebesar 31,49 HP.

4.6 Evaluasi Penggunaan *Engine* pada Kapal

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, kapal nelayan objek penelitian menggunakan *engine* dengan merk Mitsubishi 4 silinder yang berkapasitas daya sebesar 100 PS atau 98,632 HP pada putaran 3400 rpm. Namun pada praktiknya, *engine* hanya dapat menghasilkan putaran sekitar 3200 rpm saja. Penurunan nilai putaran tentu akan berpengaruh terhadap daya maksimal yang dihasilkan oleh *engine*. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor.

Selain dari performa *engine* yang digunakan, pemilihan jenis *engine* juga berpengaruh terhadap optimal atau tidaknya penggunaan *engine* dan *propeller*. Dapat diketahui, nilai P_{B-MCR} yang diperlukan untuk mengoperasikan kapal sampai kecepatan 8 knot hanya 36,07 HP sedangkan *engine* yang terpasang memiliki kapasitas sampai 98,632 HP. Hal ini menjadikan *engine* yang terpasang terlalu *overpower* apabila digunakan pada kapal tersebut. Selain itu, mesin yang digunakan termasuk kedalam jenis *land use* atau *marinized engine* (mesin otomotif darat) yang diaplikasikan di kapal nelayan.

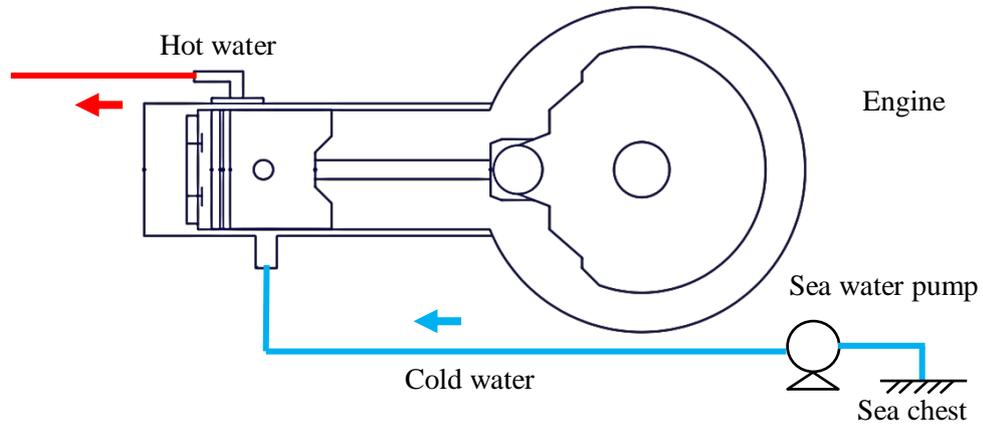
4.6.1 Faktor yang Dapat Mempengaruhi Kinerja *Engine* pada Kapal Nelayan Objek Penelitian

Pada saat dilakukan penelitian terdapat beberapa hal yang dapat mengidentifikasi bahwa performa dari mesin penggerak kapal sudah tidak optimal lagi. Hal tersebut dikarenakan terdapat beberapa ketidaksesuaian dalam penggunaan komponen-komponen pendukung *engine*. Beberapa ketidaksesuaian dalam penggunaan komponen-komponen pendukung mesin tersebut ialah:

1. Sistem pendinginan

Sistem pendinginan yang ada pada mesin kapal yang digunakan ialah dengan menggunakan pompa sentrifugal yang langsung mengalirkan air laut kedalam *water jacket* yang

seharusnya menggunakan radiator dengan air tawar (*fresh water*). Air laut yang masuk kedalam *water jacket* diharapkan dapat membawa panas keluar dari mesin dan disalurkan kembali ke laut lepas (Nizam & Syahrizal, 2018).



Gambar 4.7 Pendinginan Air Terbuka

Hal ini tentu sangat merugikan dan tidak sesuai dengan penggunaan sebenarnya pada *land use engine*. *Engine* tersebut seharusnya menggunakan radiator dan air tawar untuk proses pendinginan. Terdapat dampak buruk dari penggunaan air laut langsung masuk kedalam *water jacket* yaitu terjadi tingkat korosi yang sangat tinggi pada *engine* terutama pada bagian *line water coolant* dan menyebabkan kebocoran kompresi sehingga dapat menyebabkan air masuk kedalam ruang bakar. Kerusakan lainnya seperti rusaknya *cylinder linier* yang diakibatkan proses pendinginan kurang maksimal dan efisiensi pemakaian bahan bakar yang semakin berkurang.



Gambar 4.8 Pompa Sentrifugal

2. *Overheating*

Overheating dapat disebabkan oleh proses pendinginan yang kurang baik. Untuk mencapai proses pembakaran yang optimal, penting untuk memiliki sistem pendinginan *engine* yang berfungsi dengan baik sesuai standar pabrik. Jika sistem pendinginan tidak beroperasi secara optimal, hal ini dapat memengaruhi kinerja mesin utama (Djeli & Saidah, 2016). Akibat panas yang berlebih menyebabkan pemuaihan pada komponen vital mesin. Hal ini ditandai oleh banyaknya emisi yang dihasilkan di ruang mesin akibat bocornya *exhaust* mesin.



Gambar 4.9 *Exhaust*

3. Modifikasi kopling

Kopling (*clutch*) yang seharusnya digunakan yaitu kopling dengan standar maritim. Kopling fleksibel tetap adalah pilihan yang cocok untuk digunakan dalam mesin diesel sebagai penggerak *propeller* kapal. Jenis kopling ini memastikan kedua poros terhubung tetapi fleksibel, tidak kaku. Penggunaan kopling ini bertujuan untuk menjaga keamanan mesin penggerak dan meredam lonjakan beban yang mungkin terjadi secara tiba-tiba (Endah, 2014). Tetapi kopling yang terpasang pada kapal merupakan kopling hasil modifikasi menggunakan ban luar mobil. Hal ini tentu dapat berpengaruh terhadap putaran yang disalurkan dari mesin ke *gearbox* dikarenakan kemampuan menyalurkan daya oleh kopling yang dimodifikasi dari ban bekas tidak sebaik kopling dengan standar maritim

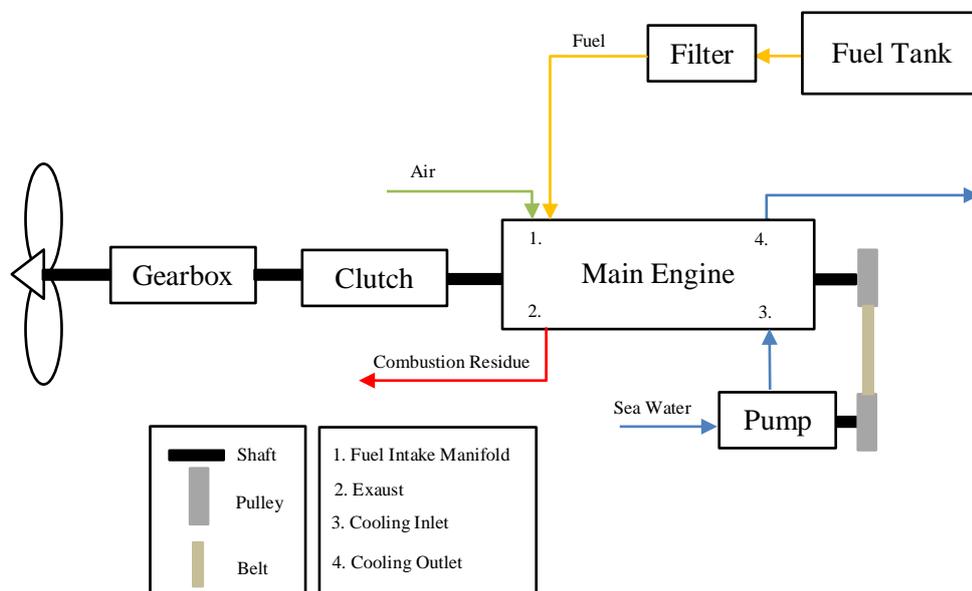
yang semestinya. Sehingga, dapat mempengaruhi putaran yang disalurkan ke *propeller*.



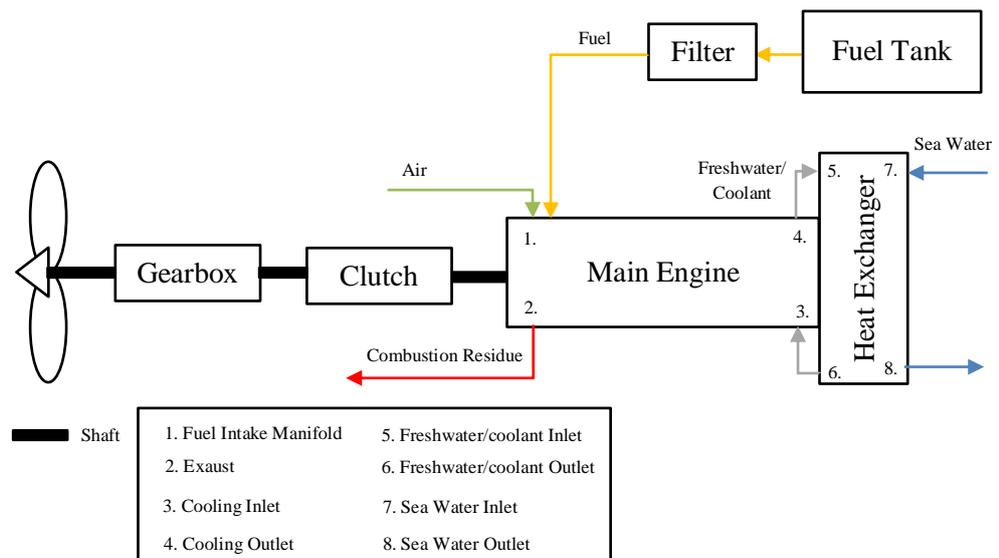
Gambar 4.10 Kopleng Modifikasi

4.6.2 Perbandingan *Land Use Engine* Dan *Marine Use Engine*

Engine yang digunakan pada kapal merupakan *Land Use Engine* (*Otomotif Diesel*) yang dimana *engine* tersebut tidak diperuntukan digunakan pada kapal. Terdapat perbedaan antara *land use engine* dan *marine use engine* jika ditinjau dari komponen pendukung *engine* yang dapat dilihat pada gambar 4.11 dan 4.12 berikut.



Gambar 4.11 Diagram Proses *Land Use Engine* yang Digunakan



Gambar 4.12 Diagram Proses *Marine Use Engine*

Adapun untuk mengetahui perbedaan antara *land use engine* dengan *marine use engine* dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.12 Perbedaan *Land Use Engine* dengan *Marin Use Engine*

Kriteria	<i>Land Use Engine</i> yang Digunakan	<i>Marine Use Engine</i>
Material	Standar	Tahan Korosi
Operasi	Kecepatan Berubah-ubah	Kecepatan Konstan
Sistem Pendinginan	Radiator dan Kipas	<i>Heat Exchanger</i> dan Air Laut

Dapat disimpulkan bahwa kelemahan atau kekurangan dari penggunaan *land use engine* untuk kapal dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut.

Tabel 4.13 Kekurangan atau Kelemahan *Land Use Engine*

Aspek	Kekurangan
Material	Tidak tahan korosi
Beban	Diperuntukan untuk beban berubah-ubah
Getaran	Ketahanan terhadap getaran yang rendah

Aspek	Kekurangan
Maintenance	Proses perawatan jauh lebih sering karena harus memperhatikan dampak lingkungan maritim terhadap <i>land use engine</i> yang digunakan

4.6.3 Rekomendasi *Engine*

Telah diketahui bahwa penggunaan besar kapasitas *engine* pada kapal nelayan yang diteliti memiliki besar daya yang sangat besar yaitu 98,632 HP sedangkan untuk mencapai kecepatan 8 knot hanya membutuhkan daya sebesar 36,07 HP. Dengan kondisi *engine* yang digunakan sudah tidak lagi optimal dengan berbagai faktor yang mempengaruhi performa dari *engine* tersebut yang sudah dijelaskan sebelumnya maka didapati rekomendasi pemilihan *engine* baru yang sesuai dengan karakteristik lambung kapal dan *propeller* yang digunakan. Direkomendasikan *marine use engine* Yanmar dengan type 4JH5E. Berikut merupakan gambar dan spesifikasi dari *engine* tersebut.



Gambar 4.13 Yanmar 4JH5E

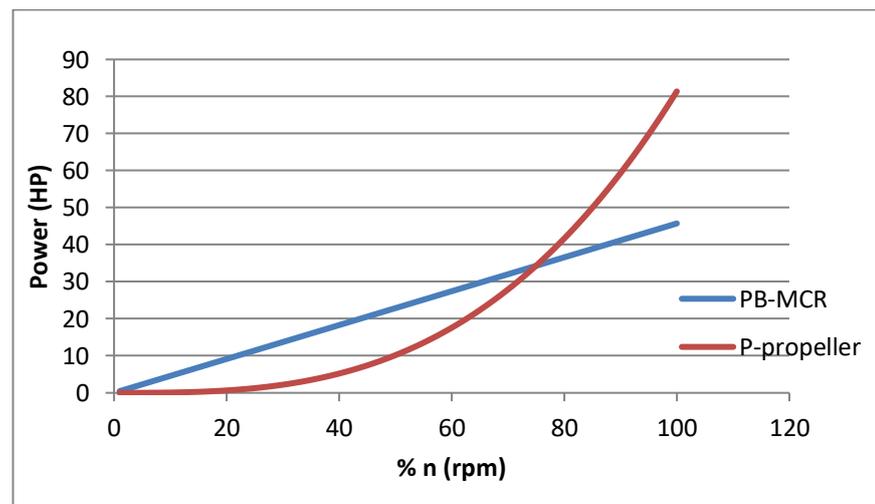
(Sumber: yanmar.com)

Tabel 4.14 Spesifikasi Yanmar 4JH5E

Spesifikasi	
Konfigurasi	<i>In-line, 4-stroke, vertical, water-cooled diesel engine</i>
Maksimal Output Daya	39,6 kW / 53,8 HP
Maksimal Putaran	3000 rpm
Jumlah Silinder	4
Sistem Pendingin	- Pendinginan air tawar menggunakan pompa air tawar sentrifugal.

	- Pendinginan air laut menggunakan pompa air laut dengan impeler.
Berat	201 kg
Dimensi (P × L × T)	871 x 560 x 623 mm

Dengan rekomendasi pemilihan mesin baru tersebut, penggunaan daya pada *engine* dan *propeller* dapat lebih efisien. Penggunaan mesin dengan kapasitas yang lebih rendah tentu dapat mengurangi penggunaan bahan bakar. Maksimal putaran ada di 3000 rpm dan tentu harus merubah besar rasio *gearbox* yang digunakan menjadi 1:3. Nilai P_{B-MCR} dari mesin dianggap 85% dari besar daya maksimal untuk kondisi berkelanjutan (tidak dalam kondisi baru) sebesar 45,73 HP. Berdasarkan karakteristik dari *propeller* yang sudah didapatkan pada analisis *engine propeller matching* sebelumnya, maka didapatkan titik perpotongan *engine* dan *propeller* yang dapat dilihat pada gambar 4.14 berikut.



Gambar 4.14 Grafik Perpotongan *Engine* baru dan *Propeller*

Dari gambar 4.14 diatas dapat diketahui titik perpotongan antaran grafik *engine* baru dan *propeller* ada pada 75% putaran *engine* dan *propeller* dimana putaran *engine* sebesar 2250 rpm dan putaran *propeller* sebesar 637,5 rpm. Besar daya yang dihasilkan *engine* pada titik perpotongan tersebut sebesar 34,29 HP dan daya yang diserap oleh *propeller* sebesar 34,33 HP. Berdasarkan nilai

koefisien *thrust* (KT) yang sudah didapatkan, nilai *thrust* yang bisa dihasilkan oleh *propeller* sebesar 3508,69 N sedangkan besar hambatan total lambung kapal pada kecepatan 7,8 knot sebesar 3220,81 N yang berarti bahwa besar gaya dorong masih lebih besar dari hambatan totalnya. Meski nilai kecepatan dinas yang direkomendasikan tetap pada kecepatan 7,8 knot, penggantian *engine* dari *land use engine* menjadi *marine use engine* dimana kapasitas *engine* sesuai dengan P_{B-MCR} yang direkomendasikan tentu akan memiliki dampak positif jangka panjang yang signifikan. Dampak positif dari penggantian *engine marine use* tentu dapat menangani segala kelemahan dari *land use engine* yang digunakan untuk kapal dimana sudah dijabarkan sebelumnya pada tabel 4.13.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu:

1. Pada salah satu kapal nelayan di perairan karangantu dalam pemilihan antara *engine* dan *propeller* menghasilkan perpotongan titik optimal antara grafik *engine* dan grafik *propeller* pada 87% putaran mesin dan *propeller* dengan daya yang dihasilkan oleh mesin sebesar 31,38 HP dan daya yang diserap oleh *propeller* sebesar 31,49 HP. Dengan titik perpotongan tersebut, kapal dapat beroperasi pada kecepatan dinas 7,8 knot dengan besar hambatan total 3220,81 N. Untuk menanggapi besar hambatan tersebut, pada putaran *engine* 2784 rpm dan putaran *propeller* 647,28 rpm dapat menghasilkan *thrust* sebesar 3617,17 N. Sedangkan untuk penggunaan *engine* baru dapat diperkirakan mendapatkan titik perpotongan optimal antara grafik *engine* dan *propeller* pada 75 % putaran *engine* dan *propeller* dengan daya yang dihasilkan oleh mesin sebesar 34,29 HP dan daya yang diserap oleh mesin sebesar 34,33 HP. Dengan besar putaran *engine* sebesar 2250 rpm dan putaran *propeller* sebesar 637,5 rpm dapat menghasilkan *thrust* sebesar 3508,69 N.
2. Penggunaan *land use engine* pada kapal nelayan kurang efisien mulai dari kapasitas *engine* berlebih pada 98,635 HP dan sistem pendukung *engine* yang kurang sesuai seperti penggunaan sistem pendingin langsung dari air laut dan modifikasi kopling yang digunakan. Penggunaan *land use engine* pada kapal nelayan yang diteliti sangat tidak ideal sehingga disarankan untuk menggunakan *marine use engine*. Sehingga direkomendasikan untuk mengganti mesin penggerak utama dengan mesin Yanmar 4JH5E dengan kapasitas maksimal 53,8 HP dan putaran maksimal 3000 rpm untuk penggunaan yang lebih efisien.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan setelah menyelesaikan penelitian untuk penelitian berikutnya ialah:

1. Menggunakan alat *recorder* untuk merekam hasil pembacaan *tachometer* untuk meminimalisir kesalahan pembacaan.
2. Melakukan pengecatan pada titik pengukuran putaran mesin dan *shaft* untuk mengurangi noise pada saat pengukuran menggunakan *tachometer*.
3. Dapat menggunakan alat ukur kecepatan dengan ketelitian yang lebih tinggi untuk menghasilkan pengukuran kecepatan yang lebih akurat.
4. Dapat melakukan penelitian terhadap kapal nelayan yang menggunakan mesin penggerak utama berupa *marine use engine*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, A. R. Z., Malik, I., dan Effendi, S. (2022). Perancangan Berbasis CAD-CAE Pada *Propeller* Tiga Daun Untuk Perahu Kecil. *MACHINERY: Jurnal Teknologi Terapan*, 3(1), 1-8.
- Abidin, M. Z. A. Z., dan Adji, S. W. (2012). Analisis Performance *Propeller* B-Series dengan Pendekatan Structure dan Unstructure Meshing. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), G241-G246.
- Adji, S. W. (2005). *Engine Propeller Matching*. Available: [oc. its. ac. id/ambilfile.php](http://oc.its.ac.id/ambilfile.php).
- Aldara, D. R. (2023). Strategi Optimalisasi Pemilihan *Propeller* B-Series untuk Kapal: Studi Kasus Kapal Tanker. *INOVTEK POLBENG*, 13(2), 234-242.
- Axelius, B., Kumara, I. N. S., dan Ariastina, W. G. (2022). Review Ragam Jenis Kapal Perikanan Indonesia. *Jurnal SPEKTRUM* Vol, 9(3).
- Azi, M. A., Iskandar, B. H., dan Novita, Y. (2017). Kajian desain kapal purse seine tradisional di Kabupaten Pinrang (study kasus KM. Cahaya Arafah). *ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 1(1), 69-76.
- Badriyah, S. M., Mahmudah, S., dan Soemarmi, A. (2019). Leasing Sebagai Alternatif Pembiayaan Kapal Bagi Nelayan Kecil di Kota Pekalongan. *Masalah-Masalah Hukum*, 48(2), 204-214.
- Bernitsas, M.M, Ray. D, Kinley.P. (1981). *KT, KQ and Efficiency Curves for the Wageningen B-Series Propellers*. No237. Department of Naval Architecture and Marine Engineering College of Engineering The University of Michigan. Ann Arbor, Michigan 48109.
- Djeli, M. Y., & Saidah, A. (2016). Pengaruh Temperatur Pendingin Mesin terhadap Kinerja Mesin Induk di KM Triaksa. In Prosiding Seminar Nasional TEKNOKA_FT UHAMKA (pp. 194-198).
- Endah Susilowati, S. (2014). Desain Ulang Kopling Untuk Mesin Diesel Daihatsu 6DLM-24. *JURNAL KAJIAN TEKNOLOGI*. 10(2), 63-72.
- Fitriadi, W. R., Manik, P., dan Trimulyono, A. (2017). Studi Pengaruh Bentuk Rumah *Propeller* Pada Buritan Kapal Tradisional Belimbing Dengan Metode CFD. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(2).

- Fitriadi, W. R., Manik, P., dan Trimulyono, A. (2017). Studi Pengaruh Bentuk Rumah *Propeller* Pada Buritan Kapal Tradisional Belimbing Dengan Metode CFD. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(2).
- Hadi, E. S. (2008). Kajian Teknis *Propeller-Engine Matching* Pada Kapal Ikan Tradisional Dengan Menggunakan Motor Listrik Hybrid dari Solar Cell dan Genset Sebagai Mesin Penggerak Utama Kapal di Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. *Kapal*, 5(1), 24-31.
- Kementerian Perhubungan. 2013. *Peraturan Menteri Perhubungan No PM 8 Tahun 2013 tentang Pengukuran Kapal*. No 8. Kementerian Perhubungan. Jakarta.
- Khresna, R., Budiarto, U., dan Rindo, G. (2017). *Engine Matching Propeller* Pada Kapal Ikan Pipa Paralon Untuk Mendapatkan Sistem Propulsi Yang Optimal. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(1).
- Nizam, M. J., & Syahrizal, S. (2018). Modifikasi Sistem Pendingin Mesin Diesel Merk Dongfeng Menggunakan Heat Exchanger Untuk Kapal Motor Nelayan. *Jurnal Inovtek Polbeng*, 8(1), 80-85.
- Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu. 2022. *Laporan Tahunan 2022*. PPN Karangantu. Kota Serang.
- Pemerintah Indonesia. 2009. *Undang-Undang No 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran*. No 17. Pemerintah Pusat. Jakarta.
- Pemerintah Indonesia. 2009. *Undang-Undang No 45 Tahun 2009 tentang Perikanan*. No 45. Pemerintah Pusat. Jakarta.
- Pramono, S., dan Pangidoanta, A. T. (2021). Analisis Perhitungan Daya Mesin Kapal Menggunakan Metode Guldhamer-Harvald. *JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI MARITIM*, 21(2), 107-117.
- Prasetyo, N. B., Budiarto, U., dan Chrismianto, D. (2020). Analisis Perbandingan *Engine Propeller Matching* Antara Single Screw *Propeller* Dan Twin Screw *Propeller* Pada Kapal Tanker 6500 DWT. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(3), 405-413.
- Ridwan, M. (2008). Parameter Design *Propeller* Kapal. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 5(3), 206-211.
- Santoso, D. H., Adietya, B. A., dan Rindo, G. (2018). Analisis Performance *Propeller* Tipe B-5 Series Pada Kapal Rumah Sakit Tipe Katamaran Dengan Variasi Nilai Blade Area Ratio (AE/AO) Dan Pitch Ratio (P/D)

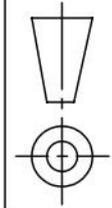
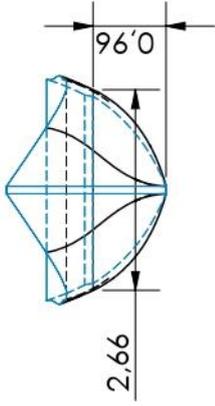
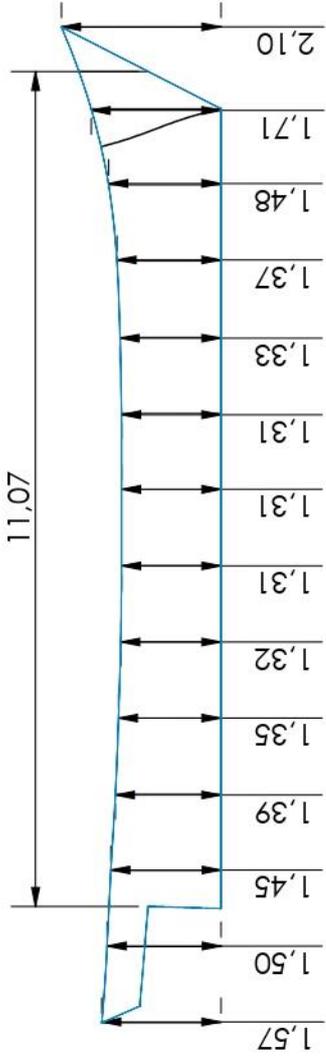
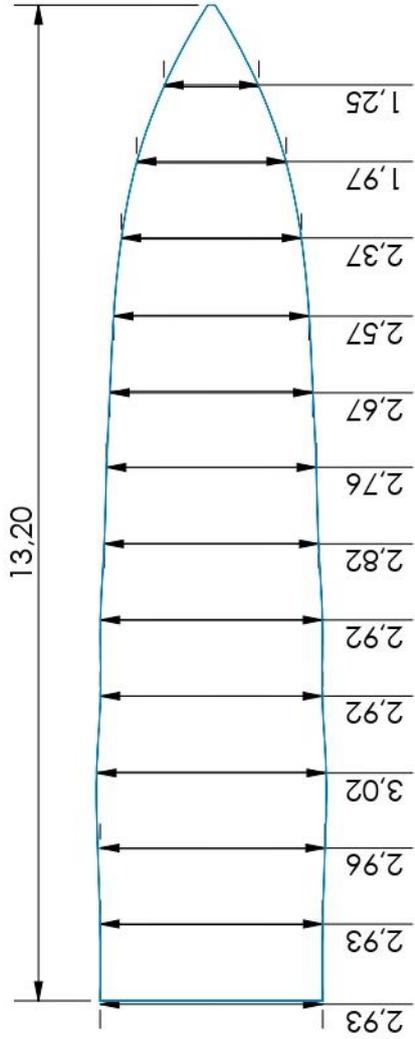
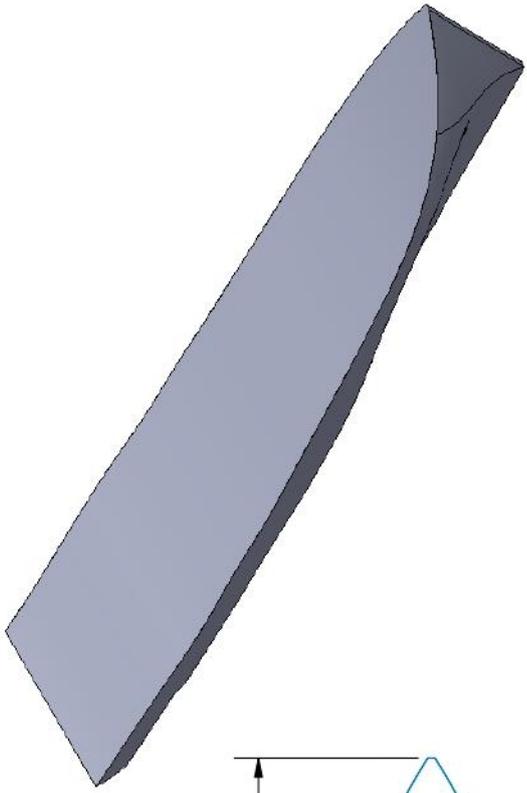
- Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamic (CFD). *Jurnal Teknik Perkapalan*, 6(1).
- Sroyer, D. W., Abrori, M. Z. L., & Sidhi, S. D. (2019). Perawatan Fresh Water Cooler Pada Sistem Pendinginan Mesin Diesel Penggerak Generator Listrik Di Kapal Navigasi Milik Distrik Navigasi Kelas I Ambon. *Aurelia Journal*, 1(1), 1-11.
- Sudrajad, A. (2017). Performance Of Traditional Fishing Vessel Propulsion By Variable Of *Propeller Shaft* Angle Study Case In Kampung Wadas Bojonegara Banten Indonesia. In *Proceedings of The 2th International Multidisciplinary Conference 2016* (Vol. 1, No. 1).
- Sunardi, S., Baidowi, A., dan Yulianto, E. S. (2019). Perhitungan GT Kapal Ikan Berdasarkan Peraturan di Indonesia dan Pemodelan Kapal dengan dibantu Komputer (Studi Kasus Kapal Ikan Muncar dan Prigi). *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 10(2), 141-152.
- Utama, I. K. A. P. (2018). Potensi Peningkatan Efisiensi Kapal Masa Depan: Tinjauan Aspek Desain Dan Operasional Kapal. *ALE Proceeding*, 1, 1-15.
- Yaqin, R. I., Ziliwu, B. W., Demeianto, B., Siahaan, J. P., Musa, I., Priharanto, Y. E., dan Arkham, M. N. (2020). Edukasi Perawatan Motor Diesel Kapal Nelayan Desa Pelintung Kota Dumai. *Warta Pengabdian*, 14(3), 200-209.
- Zain, A. Z., Adietya, B. A., dan Iqbal, M. (2018). Analisis Perbandingan *Propeller* Berdaun 4 Pada Kapal Trimaran Untuk Mengoptimalkan Kinerja Kapal Menggunakan Metode CFD. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 6(1).

LAMPIRAN

Dokumentasi Penelitian







SKALA : 1 : 100
 SATUAN : m
 TANGGAL : 24/05/24

DIGAMBAR : M. GUNAWAN
 NPM : 3331200089
 DIPERIKSA : Dedy Triawan. S

Keterangan :
 Pengukuran lebar dan tinggi dibagi setiap 1,01 m

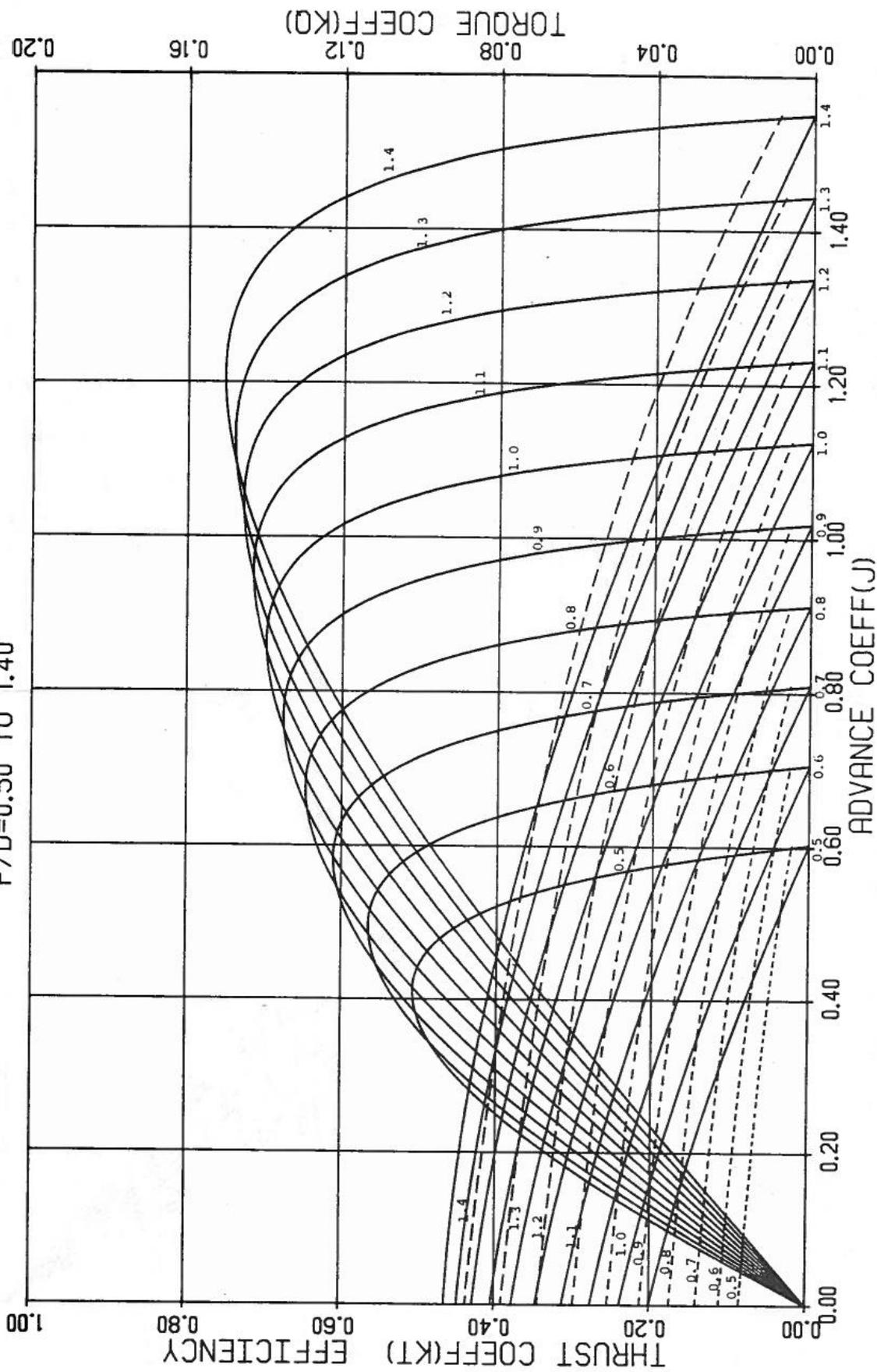
FT. UNTIRTA

KAPAL NELAYAN KARANGANTU

TUGAS AKHIR

A4

FIGURE 34. WAGENINGEN B-SERIES PROPELLERS
 FOR 4 BLADES $AE/AO = 0.350$
 $P/D = 0.50$ TO 1.40





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN

Jalan Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Ext.130. Laman : www.mesin.ft.untirta.ac id

SURAT PERMOHONAN SURVEY/PENGAMBILAN DATA

No : 070/UN43.3.1/TA.00/2024
Perihal : Permohonan Ijin Survey/Pengambilan Data
Penelitian
Lamp. : -

Serang, 18 Maret 2024

Kepada Yth : Kepala Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas III Karangantu
Jl. Bandar Banten No.2 Karangantu
Serang Banten, 42191

Sehubungan dengan adanya kebutuhan riset/penelitian untuk keperluan tugas akhir/skripsi, maka kami mengajukan permohonan ijin survey/pengambilan data dengan tim riset yang beranggotakan:

No	Nama	NIP/NIM	Sebagai
1	Ir. Dedy Triawan Suprayogi, ST., M.Sc., Ph.D., C.Eng., IPM	198206212022031001	Dosen Pembimbing
2	Muhammad Hidayatullah	3331200019	Mahasiswa
3	Arya Prihandhoko	3331200062	Mahasiswa
4	Muhammad Gunawan	3331200089	Mahasiswa

Nama tersebut diatas adalah dosen dan mahasiswa **Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**. Kegiatan survey/pengambilan data akan dilaksanakan pada **22 April s.d 31 Mei 2024**.

Demikian permohonan ini kami sampaikan, kami berharap bapak/ibu dapat memberikan ijin dan bantuan seperlunya demi kelancaran riset/penelitian yang dilaksanakan.

Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Ketua Jurusan
Teknik Mesin Untirta



Dhimas Satria, S.T., M.Eng
NIP. 198305102012121006

*Tembusan Kepada Yth. : - Kepala POS Pengamat TNI AL Karangantu
- Kepala Satpolair Polres Serang Kota

