

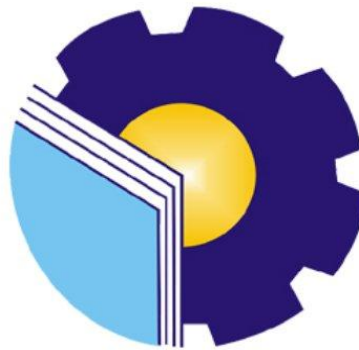
TUGAS AKHIR

KAJIAN PEMASANGAN SISTEM PENGGERAK KAPAL UNTUK PEMELIHARAAN POHON MANGROVE DI SUNGAI DESA PAMBANG BARU

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi D-III Teknik

Perkapalan Jurusan Teknik Perkapalan

Politeknik Negeri Bengkalis



DISUSUN OLEH :

MUHAMAD KHAIRUL AZMI

1103221282

PROGRAM STUDI D-III TEKNIK PERKAPALAN

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

BENGKALIS

2025

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah dilakukan untuk memperoleh gelar Diploma di perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebut sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Bengkalis, 12 Desember 2025



Muhamad Khairul Azmi

1103221282

HALAMAN PENGESAHAN
“KAJIAN PEMASANGAN SISTEM PENGGERAK KAPAL UNTUK
PEMELIHARAAN POHON MANGROVE DI SUNGAI DESA PAMBANG
BARU”

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Study Diploma III Jurusan Teknik Perkapalan*

Oleh:
Muhamad Khairul Azmi
NIM. 1103221282

Disetujui oleh tim penguji Tugas Akhir:

Tanggal ujian: 28 /11/2025
Periode wisuda: 2025

1. Muhammad Helmi, S.T.,M.T
(NIP. 198208152014041001)


(Pembimbing I)

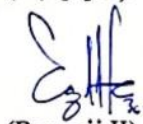
2. Jupri, S.T.,M.T
(NIK. 12002149)


(Pembimbing II)

3. Budhi Santoso, S.T.,M.T
(NIP. 198603292015041002)


(Penguji I)

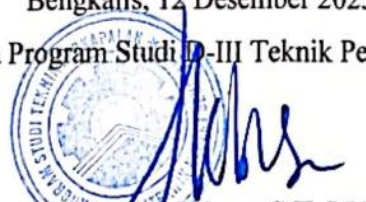
4. Dr. Egi Yuliora, S.Si.,M.Si
(NIP. 198807312025062001)


(Penguji II)

5. Dr. Jamal, S.T.,M.T
(NIP. 198207132024211007)

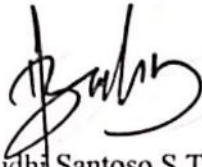

(Penguji III)

Bengkalis, 12 Desember 2025
Ketua Program Studi D-III Teknik Perkapalan

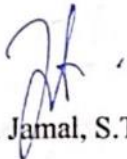

Muhammad Ikhsan, S.T.,M.T
(NIP. 198802122022031002)

LEMBAR PENGESAHAN

Kami dengan sebenarnya menyatakan bahwa, kami telah membaca keseluruhan dari Tugas Akhir ini, dan kami berpendapat bahwa Tugas Akhir ini layak dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya.

Tanda Tangan : 
Nama Penguji I : Budhi Santoso, S.T., M.T
Tanggal Pengujian : 28 November 2025

Tanda Tangan : 
Nama Penguji II : Dr. Egi Yuliora, S.Si., M.Si
Tanggal Pengujian : 28 November 2025

Tanda Tangan : 
Nama Penguji III : Dr. Jamal, S.T., M.T
Tanggal Pengujian : 28 November 2025

KAJIAN PEMASANGAN SISTEM PENGGERAK KAPAL UNTUK PEMELIHARAAN POHON MANGROVE DI SUNGAI DESA PAMBANG BARU

Nama Mahasiswa : Muhamad Khairul Azmi
Nim : 1103221282
Dosen Pembimbing I : Muhammad Helmi, ST.,MT
Dosen Pembimbing II : Jupri, ST.,MT

ABSTRAK

Kegiatan pemeliharaan *mangrove* di Sungai Desa Pambang Baru membutuhkan alat transportasi air yang mampu beroperasi pada perairan dangkal, sempit, dan berlumpur, sehingga diperlukan sistem penggerak yang memiliki daya memadai, mudah dioperasikan, dan aman bagi lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan sistem penggerak berdasarkan karakteristik sungai, merancang konfigurasi mesin tempel yang sesuai, serta mengevaluasi performanya melalui pengujian statis dan dinamis. Metode yang digunakan meliputi pengukuran ukuran utama kapal, perhitungan hambatan menggunakan *Maxsurf Resistance* dengan metode *Wyman*, perancangan serta pemasangan mesin tempel 8 PK, dan pelaksanaan sea trial untuk melihat performa aktual kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin tempel Yamaha Enduro 8 PK mampu memberikan performa optimal dengan kecepatan simulasi 6,25 knot dan kecepatan sea trial rata-rata 9 knot, dengan selisih 31% akibat efisiensi *propeller*, pengaruh arus sungai, perbedaan *displacement*, dan penyesuaian trim saat pengujian. Selain itu, pengoperasian kapal pada kecepatan rendah tidak menimbulkan gangguan terhadap ekosistem *mangrove*, sehingga sistem penggerak yang dirancang terbukti efektif dan sesuai untuk mendukung kegiatan pemeliharaan *mangrove* di wilayah tersebut.

Kata Kunci: Sistem penggerak, mesin tempel 8 PK, *Maxsurf Resistance*, metode *Wyman*, *sea trial*, hambatan kapal, kecepatan kapal, perairan dangkal, pemeliharaan *mangrove*.

ANALYSIS OF VESSEL PROPULSION SYSTEM INSTALLATION FOR MANGROVE MAINTENANCE IN THE RIVER OF PAMBANG BARU VILLAGE

Name : Muhamad Khairul Azmi
Student ID :1103221282
Supervisor I : Muhammad Helmi, ST.,MT
Supervisor II : Jupri, ST.,MT

ABSTRACT

Mangrove maintenance activities in the Pambang Baru River require a watercraft capable of operating in shallow, narrow, and muddy waters, thus necessitating a propulsion system with adequate power, ease of operation, and environmental safety. This study aims to analyze the propulsion system requirements based on river characteristics, design an appropriate outboard engine configuration, and evaluate its performance through static and dynamic testing. The methods employed include measuring the main dimensions of the vessel, calculating resistance using Maxsurf Resistance with the Wyman method, designing and installing an 8 HP outboard engine, and conducting sea trials to assess the vessel's actual performance. The results indicate that the Yamaha Enduro 8 HP outboard engine provides optimal performance, with a simulated speed of 6.25 knots and an average sea trial speed of 9 knots, with a 31% difference influenced by propeller efficiency, river current effects, displacement variation, and trim adjustments during testing. Furthermore, vessel operation at low speeds does not cause disturbances to the mangrove ecosystem, demonstrating that the designed propulsion system is effective and suitable for supporting mangrove maintenance activities in the region.

Keywords: Propulsion system, 8 HP outboard engine, Maxsurf Resistance, Wyman method, sea trial, ship resistance, vessel speed, shallow water, mangrove maintenance.

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Wr.Wb

Segala puji hanya Allah SWT. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Rasulullah SAW. Berkat limpahan dari Rahmat-Nya penyusun mampu menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu. Pada penyusunan Proposal ini banyak pihak yang telah memberikan banyak pihak yang telah memberikan bantuan materi maupun spiritual.

Untuk itu saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Budhi Santoso, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis.
2. Bapak Muhammad Ikhsan, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi D-III Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis.
3. Bapak Muhammad Helmi, S.T., M.T dan Bapak Jupri, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir. Terima kasih atas bimbingan, masukan dan ide-ide yang telah diberikan.
4. Kedua orang tua saya, Bapak Agus Priyadi dan Ibu Siti Fatimah. Terima kasih yang tak terhingga atas doa, dukungan moril dan materi selama hidup saya.
5. Teruntuk keluarga besar bapak Suraji. Terima kasih telah memberikan saya doa dan dukungan dalam penyusunan dan pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis mohon maaf karena dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Atas perhatian dan waktunya saya ucapkan terima kasih. Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Bengkalis, ... November 2025

Penulis

Muhamad Khairul Azmi

1103221282

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.1. Mesin Utama (<i>Main Engine</i>).....	6
2.1.2. Mesin Bantu (<i>Auxiliary Engine</i>)	6
2.2. Persiapan Pemasangan Sistem Penggerak Kapal	6
2.2.1. Perencanaan dan Desain Awal	6
2.3. Jenis-Jenis Sistem Penggerak Kapal Beserta Fungsinya.....	8
2.3.1. Mesin Robin	8

2.4. Rumus Perhitungan Propulsi Mesin Tempel.....	10
2.4.1. Prinsip Dasar Propulsi.....	11
2.4.2. Perhitungan Tahanan Total (RT).....	11
2.4.3. Performa Mesin Tempel atau Robin	13
2.5. <i>Power Engine</i>	13
2.5.1. Power yang Dihasilkan oleh Mesin (<i>Engine Power</i>)	13
2.5.2. Power yang Dihasilkan oleh Baling-Baling (<i>Propulsive Power</i>).....	14
2.5.3. Tenaga yang Diperlukan untuk Menggerakkan Perahu (<i>Speed and Drag Considerations</i>)	14
2.6. Metode Wyman dalam Perhitungan Hambatan Kapal pada <i>Maxsurf</i>	15
2.7. <i>Sea Trial</i> (Pengujian)	17
2.7.1. Persiapan awal <i>Sea Trial</i>	17
2.7.2. Uji Statis.....	18
2.7.3. Uji Dinamis	18
2.7.4. Evaluasi <i>Sea Trial</i>	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Identifikasi Masalah	20
3.2. Pengumpulan dan Analisa Data	20
3.3. Perencanaan dan Perhitungan Mesin.....	20
3.4. Pemasangan Sistem Penggerak pada Kapal	21
3.5. Menentukan Hasil Simulasi Numerik dan <i>Sea Trial</i>	21
3.6. Pembuatan Laporan Tugas Akhir.....	22
3.7. Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Perencanaan dan Perhitungan Mesin.....	24

4.2 Perhitungan Hambatan dan Kebutuhan Daya	25
4.2.1 Menentukan Hambatan	25
4.3. Spesifikasi Mesin Tempel	31
4.3.1 Perencanaan Mesin Tempel	31
4.4. <i>Sea Trial</i> (Uji Coba).....	35
4.4.1 Persiapan Awal.....	35
4.4.2 Uji Statis.....	36
4.4.3 Uji Dinamis	36
4.4.4 Evaluasi	37
4.5. Perbandingan Hasil Simulasi dan <i>Sea Trial</i>	40
4.6. Dampak Lingkungan dari Pengoperasian Sistem Penggerak.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1. Kesimpulan.....	44
5.2. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Robin <i>Soft</i> Pendek	10
Gambar 2.2 Sistem Penggerak	19
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i>	23
Gambar 4.1 Grafik <i>Rasistance vs Speed</i>	29
Gambar 4.2 Grafik <i>power vs Speed</i>	30
Gambar 4.3 Bagian-bagian pada Mesin Tempel.....	31
Gambar 4.4 Tuas Persneling	32
Gambar 4.5 Karburator Mesin Tempel	34
Gambar 4.6 <i>Propeller</i> pada Mesin Tempel.....	34
Gambar 4.7 Sudut Jatuh <i>Propeller</i> pada Mesin Tempel.....	35
Gambar 4.8 Tahap Awal Sebelum <i>Sea Trial</i>	36
Gambar 4.9 Pemasangan dan Pengecekan Mesin Tempel.....	38
Gambar 4.10 Hasil Kecepatan Rendah	40
Gambar 4.11 Hasil Kecepatan Maksimum	40
Gambar 4.12 Gelombang yang di Hasilkan	44

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Input Data	26
Tabel 4.2 Hasil Input Data <i>Result</i>	28
Tabel 4.3 Spesifikasi Mesin Tempel.....	33
Tabel 4.4 Hasil Rata-rata Kecepatan Mesin Tempel	39
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil <i>Running</i> dan <i>Sea Trial</i>	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki jaringan perairan sungai dan pesisir yang luas, sehingga keberadaan sarana transportasi air yang efektif menjadi kebutuhan penting bagi masyarakat. Pada kawasan dengan karakteristik sungai yang sempit, dangkal, dan berlumpur, perahu memerlukan sistem penggerak yang mampu bekerja secara optimal dalam kondisi perairan yang memiliki hambatan tinggi. Sistem penggerak yang kurang sesuai dapat menyebabkan perahu sulit bermanuver, kehilangan efisiensi daya, serta meningkatkan risiko kerusakan akibat gesekan dengan dasar perairan.

Di wilayah Desa Pambang Baru, perahu yang digunakan masyarakat umumnya masih bergantung pada sistem penggerak sederhana yang belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan operasional di perairan dangkal. Kondisi ini membatasi performa perahu, terutama pada aspek kecepatan, stabilitas, dan kemampuan menghadapi hambatan dasar sungai. Oleh karena itu, pemilihan mesin tempel sebagai sistem penggerak perlu dianalisis secara teknis untuk memastikan kesesuaian antara karakteristik mesin dan kondisi perairan setempat.

Kajian pemilihan mesin tempel tidak hanya mempertimbangkan besarnya daya (*horse power*), tetapi juga mencakup analisis hambatan kapal, kebutuhan daya efektif (*Effective Horse Power/EHP*), hubungan antara putaran mesin dan gaya dorong propeller, serta efisiensi propulsi. Pada tahap ini, kajian menentukan perhitungan menggunakan pengujian perhitungan numerik dengan aplikasi *Maxsurf*. Mesin tempel yang dipilih harus mampu menghasilkan *thrust* yang cukup untuk mengatasi hambatan perairan dangkal, memiliki efisiensi pembakaran yang baik, serta mudah dioperasikan pada lingkungan yang memiliki kedalaman bervariasi antara ± 1 meter saat surut hingga ± 5 meter ketika pasang. Selain itu, proses

kajian teknis mencakup pemasangan mesin pada buritan perahu, pengaturan sudut trim dan poros propeller, serta evaluasi performa melalui uji statis dan uji dinamis (*sea trial*). Pengujian lapangan diperlukan untuk membandingkan hasil perhitungan numerik menggunakan *Maxsurf* dengan performa aktual mesin tempel di perairan sungai.

Oleh karena itu, berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan pada kajian teknis pemilihan, perhitungan kebutuhan daya, serta pemasangan mesin tempel sebagai sistem penggerak perahu di perairan dangkal Desa Pambang Baru. Mesin tempel yang digunakan diharapkan mampu meningkatkan kemampuan operasional perahu, memberikan performa daya yang optimal, serta mendukung efektivitas transportasi air di wilayah tersebut. Dengan demikian, melalui kajian ini diharapkan diperoleh sistem penggerak yang efisien, tepat guna, dan sesuai. Melalui kajian ini, diharapkan diperoleh sistem penggerak yang tepat guna dan sesuai dengan karakteristik medan sehingga mampu menunjang kegiatan pemeliharaan *mangrove* secara lebih optimal. (Sayung, 2023)

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah diatas maka dapat diidentifikasi rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan perhitungan kebutuhan daya sistem penggerak menggunakan analisis numerik pada aplikasi *Maxsurf* dengan menggunakan metode *wyman*?
2. Bagaimana hasil *sea trial* dapat menggambarkan performa sistem penggerak mesin tempel pada kondisi operasional?
3. Bagaimana perbandingan hasil perhitungan simulasi numerik dengan *sea trial* pada mesin tempel?

1.3. Batasan Masalah

Agar pembahasan masalah yang dilakukan tidak menyimpang dari pokok permasalahan, maka permasalahan yang akan dibahas dibatasi sebagai berikut:

1. Sistem penggerak dibatasi untuk bekerja pada perairan dengan kedalaman maksimum 1-2 meter. Sistem penggerak diuji hanya pada kondisi berlumpur, tanpa memperhitungkan lumpur yang sangat keras atau tebal. Serta hambatan akar mangrove yang akan mencakup kemampuan sistem untuk beroperasi di sekitar akar mangrove yang tumbuh lebat tanpa menyebabkan kerusakan pada perahu atau sistem penggerak.
2. Penelitian hanya mencakup pengaruh langsung sistem pengerak terhadap ekosistem mangrove dalam radius tertentu dari area operasi, tidak termasuk pengaruh jangka panjang atau dampak diluar area studi. Batasan dampak dibatasi pada potensi kerusakan fisik terhadap akar mangrove, emisi suara dan getaran getaran dari sistem penggerak, tanpa memperhitungkan dampak lainnya seperti perubahan kualitas air dalam jangka panjang.

1.4. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang tertera diatas berikut adalah tujuan dari penelitian ini:

1. Mendapatkan ketentuan perhitungan kebutuhan daya sistem penggerak menggunakan analisis numerik pada aplikasi *Maxsurf* dengan menggunakan metode *wyman*.
2. Mendapatkan hasil *sea trial* sebagai performa sistem penggerak mesin tempel pada kondisi operasional.
3. Mendapatkan perbandingan antara hasil perhitungan simulasi numerik dengan *sea trial* pada mesin tempel.

1.5. Manfaat

1. Manfaat Bagi Penulis
 - 1) Penulis akan memperoleh pengetahuan dan pengalaman mendalam merancang dan mengembangkan sistem penggerak perahu yang efisien dan ramah lingkungan, serta memahami kondisi khusus ekosistem *mangrove*.

- 2) Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai karya ilmiah yang di akui oleh institusi pendidikan dan dapat dipublikasikan dalam jurnal ilmiah.
2. Manfaat Bagi Institusi
 - 1) Institusi tempat penelitian ini dilakukan akan mendapat manfaat dari kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang lingkungan serta teknik transportasi.
 - 2) Penelitian ini dapat membuka peluang untuk penelitian lanjutan di bidang serupa, yang melibatkan kolaborasi lintas disiplin ilmu, seperti teknologi kelautan, teknik mesin, dan ilmu lingkungan.
 3. Manfaat Bagi Bidang Ilmu Terkait
 - 1) Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi penggerak perahu yang dapat digunakan dalam kondisi lingkungan khusus, sehingga membuka potensi inovasi di bidang transportasi laut dan sungai.
 - 2) Penelitian ini menambah pengetahuan tentang bagaimana teknologi modern dapat digunakan untuk mendukung pemeliharaan dan pelestarian ekosistem *mangrove*, yang penting dalam mitigasi perubahan iklim.
 - 3) Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan atau model bagi penelitian serupa di bidang ekosistem sungai dan teknologi lingkungan lainnya, terutama terkait dengan aplikasi teknologi dalam kondisi ekosistem yang sensitive.
 - 4) Penelitian ini memberikan wawasan baru tentang pendekatan interdisipliner dalam melestarikan ekosistem mangrove, yang juga berdampak pada bidang ilmu lingkungan dan rekayasa ekosistem, terutama dalam mengurangi dampak kerusakan ekologis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Perancangan Penggerak

Sistem propulsi adalah mekanisme utama yang membantu untuk menggerakkan kapal maju dan mundur dengan menghasilkan gaya dorong atau thrust. Dalam operasinya, *thrust* ini dihasilkan oleh sebuah mesin utama (*Engine*) yang berfungsi sebagai sumber tenaga utama kapal. *Engine* ini memiliki kemampuan untuk mengubah energi panas dari bahan bakar menjadi energi mekanis untuk menghasilkan daya dorong. Energi yang dihasilkan oleh engine ini kemudian ditransmisikan melalui sistem transmisi, biasanya berupa poros penggerak, untuk mentransfer daya secara efisien. Poros penggerak ini menghubungkan *engine* dengan *propeller*, yang merupakan perangkat utama untuk menggerakkan kapal di dalam air. *Propeller* bekerja dengan memanfaatkan energi yang diterimanya untuk menciptakan daya dorong ke belakang, yang pada gilirannya mendorong kapal maju ke depan. Sistem ini menjadi teknologi penggerak yang paling umum dan andal dalam dunia perkapalan, memastikan kapal dapat bergerak dengan efisien di berbagai kondisi perairan. (Guruh, 2016)

Propeller, sebagai bagian penting dari sistem propulsi, dirancang dengan cermat untuk menghasilkan daya dorong optimal berdasarkan kecepatan, ukuran kapal, dan efisiensi bahan bakar. Umumnya, *propeller* terbuat dari bahan logam tahan korosi seperti baja tahan karat atau paduan nikel-aluminium-perunggu agar mampu bertahan dalam lingkungan laut yang keras. Sistem transmisi yang menghubungkan *engine* dan *propeller* harus dirancang agar mampu mengatasi beban torsi tinggi tanpa kehilangan efisiensi energi.

Dalam kapal-kapal besar, sistem ini sering dilengkapi dengan peredam getaran dan pelumas khusus untuk memastikan kelancaran operasi dan memperpanjang umur komponen. (Putri Miarttha, 2014)

Mesin kapal adalah sistem mekanis yang digunakan untuk menghasilkan daya guna menggerakkan kapal serta menyediakan energi untuk kebutuhan lainnya di atas kapal. Mesin ini umumnya berupa mesin diesel atau turbin gas yang bekerja dengan prinsip pembakaran bahan bakar untuk menghasilkan tenaga putar yang kemudian digunakan untuk menggerakkan baling-baling.

2.1.1. Mesin Utama (*Main Engine*)

1. Mesin utama membantu atas pergerakan kapal.
2. Umumnya berbentuk mesin diesel dua langkah atau empat langkah.
3. Mesin utama dihubungkan langsung atau melalui sistem transmisi ke baling-baling kapal.

2.1.2. Mesin Bantu (*Auxiliary Engine*)

1. Berfungsi untuk menghasilkan daya listrik dan mengoperasikan peralatan kapal seperti pompa, *winch*, sistem navigasi, dan pencahayaan.
2. Biasanya berupa mesin diesel berukuran lebih kecil yang menggerakkan generator listrik (*genset*). (Narto et al., 2018)

2.2. Persiapan Pemasangan Sistem Penggerak Kapal

Berikut ada beberapa tahap dalam pemasangan sistem penggerak pada kapal, sebelum kapal dioperasikan sebagai berikut.

2.2.1. Perencanaan dan Desain Awal

1. Identifikasi Kebutuhan:
 - 1) Tentukan daya mesin (horsepower) berdasarkan ukuran kapal, kapasitas muatan, dan kecepatan yang diinginkan.
 - 2) Pilih jenis propeller yang kompatibel dengan mesin Robin, baik dari segi ukuran maupun desain.
2. Tata Letak Mesin:

- 1) Tentukan lokasi pemasangan mesin, biasanya di bagian tengah atau belakang kapal untuk distribusi berat yang seimbang.
- 2) Pastikan lokasi pemasangan mudah dijangkau untuk pengoperasian, pemeliharaan, dan pengisian bahan bakar.
3. Persiapan Struktur Kapal
4. Pemeriksaan dan Penguatan Struktur:
 - 1) Pastikan struktur kayu atau material kapal di area pemasangan mesin dalam kondisi baik, tanpa retak atau lapuk.
 - 2) Tambahkan balok kayu keras atau pelat logam sebagai dasar dudukan mesin untuk memastikan kestabilan dan mencegah getaran berlebihan.
5. Pelapisan Anti Air:

Terapkan resin epoksi atau cat anti-air pada area pemasangan untuk melindungi kayu dari kelembapan dan air laut.
6. Pengadaan dan Inspeksi Komponen
7. Komponen Utama:
 - 1) Mesin Robin sesuai kebutuhan daya.
 - 2) Sistem transmisi sederhana (seperti *pulley* atau *gearbox* kecil) jika diperlukan.
 - 3) Propeller dengan ukuran dan desain yang cocok untuk mesin Robin.
8. Aksesori Pendukung:
 - 1) Baut, mur, dan karet peredam getaran untuk pemasangan.
 - 2) Sistem bahan bakar tambahan, seperti tangki eksternal, jika kapasitas bahan bakar bawaan tidak mencukupi.
9. Inspeksi Awal:

Periksa kondisi mesin, termasuk kelistrikan, pelumasan, dan komponen lainnya, untuk memastikan semuanya berfungsi dengan baik.
10. Pemasangan Mesin dan Komponen
11. Pemasangan Dudukan Mesin:

- 1) Letakkan mesin pada fondasi yang sudah dipersiapkan.
- 2) Gunakan baut dan mur dengan karet peredam untuk mengurangi getaran selama operasi.

12. Pemasangan Poros atau Drive Shaft:

- 1) Sambungkan mesin dengan propeller melalui poros atau sistem transmisi.
- 2) Pastikan poros sejajar dengan propeller untuk mencegah getaran dan keausan.

13. Instalasi Propeller:

- 1) Pasang propeller di bagian luar kapal dengan posisi yang benar untuk menghasilkan daya dorong maksimal.
- 2) Gunakan pelumas pada poros untuk memastikan putaran yang lancar.

2.3. Jenis-Jenis Sistem Penggerak Kapal Beserta Fungsinya

Adapun jenis-jenis sistem penggerak kapal, salah satunya adalah mesin Robin, yang terdiri dari berbagai komponen utama yang memiliki fungsi signifikan dalam menjalankan tugasnya sebagai sumber tenaga. Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing komponen:

2.3.1. Mesin Robin



*GAMBAR 2.1 Mesin Robin Saft Pendek
Sumber : dokumentasi*

Mesin robin terdiri dari banyak komponen yang juga berperan penting dalam melakukan tugasnya yaitu sebagai berikut :

1. Blok Silinder (*Cylinder Block*)

Blok silinder merupakan komponen utama tempat piston bergerak naik dan turun untuk menghasilkan tenaga. Komponen ini menjadi inti dari proses pembakaran dan konversi energi.

2. Kepala Silinder (*Cylinder Head*)

Kepala silinder memiliki beberapa fungsi penting, di antaranya:

- 1) Sebagai tempat katup masuk (*intake valve*) dan katup buang (*exhaust valve*).
- 2) Menyediakan saluran masuk dan keluar untuk udara serta gas buang.
- 3) Tempat ruang bakar tempat proses pembakaran berlangsung.
- 4) Tempat pemasangan busi sebagai pemicu pembakaran pada mesin berbahan bakar bensin.

3. Roda Gila (*Flywheel*)

Roda gila memiliki beberapa fungsi utama, yaitu:

- 1) Menyimpan energi kinetik dari putaran mesin untuk memastikan kelancaran aliran tenaga.
- 2) Memperhalus aliran tenaga yang dihasilkan oleh mesin.
- 3) Mengurangi getaran mesin yang timbul selama operasi.

4. Poros Bubungan (*Camshaft*)

Poros bubungan berfungsi untuk mengatur pembukaan dan penutupan katup (*valve*) secara presisi sesuai dengan waktu (*timing*) yang telah ditentukan, guna memastikan efisiensi proses pembakaran.

5. Tangki Bahan Bakar (*Fuel Tank*)

Tangki bahan bakar berfungsi sebagai tempat penyimpanan bahan bakar atau minyak yang akan digunakan dalam proses pembakaran di dalam mesin.

6. Piston

Piston memiliki fungsi utama untuk menerima tekanan gas hasil pembakaran dan meneruskannya ke poros engkol (*crankshaft*) melalui batang penghubung (*connecting rod*).

7. Poros Engkol (*Crankshaft*)

Poros engkol bertugas mengubah gerakan naik-turun piston menjadi gerakan putar, yang kemudian diteruskan ke sistem penggerak kapal.

8. Batang Penghubung (*Connecting Rod*)

Batang penghubung berfungsi untuk menghubungkan piston dengan poros engkol (*crankshaft*), sekaligus meneruskan tenaga dorong yang dihasilkan piston ke poros engkol.

9. Ring Kompresi dan Ring Oli

- 1) Ring Kompresi: Berfungsi sebagai penyekat antara piston dan dinding silinder untuk mencegah kebocoran gas (campuran udara dan bahan bakar) selama langkah kompresi dan langkah usaha.
- 2) Ring Oli: Berfungsi untuk mengikis kelebihan oli pada dinding silinder, sekaligus membentuk lapisan oli yang tipis dan merata pada dinding silinder untuk mengurangi gesekan dan mencegah keausan.

Setiap komponen pada mesin Robin dirancang untuk bekerja secara sinergis, memastikan kinerja mesin yang optimal dan mendukung efisiensi penggerak kapal.(Amri, 2024)

2.4. Rumus Perhitungan Propulsi Mesin Tempel

Propulsi merupakan sistem penggerak utama untuk menghasilkan gaya dorong yang memungkinkan perahu atau kapal bergerak. Dalam konteks mesin tempel seperti Robin engine, perhitungan propulsi mencakup beberapa aspek penting yang melibatkan desain, kinerja, dan efisiensi sistem.

2.4.1. Prinsip Dasar Propulsi

Propulsi perahu dengan mesin tempel berfungsi dengan cara mengubah energi mekanis dari mesin menjadi gaya dorong melalui baling-baling (*propeller*). Perhitungan propulsi melibatkan beberapa elemen utama:

1. Daya Efektif (*Effective Horsepower, EHP*)

Daya yang diperlukan untuk mengatasi tahanan total perahu pada kecepatan tertentu, dihitung sebagai:

$$EHP = RT \times V \quad (1)$$

Dimana:

EHP = *Effective Horsepower* (Daya Efektif)

RT = Tahanan total (N)

V = Kecepatan kapal (m/s)

2. Daya Poros (*Shaft Horsepower, SHP*)

Daya yang dikirimkan dari mesin ke poros baling-baling, dihitung dengan memperhitungkan efisiensi propulsi:

$$SHP = EHP / \eta_p \quad (2)$$

Dimana:

η_p = Efisiensi propulsi

3. Daya Rem (*Brake Horsepower, BHP*)

Daya yang dihasilkan mesin untuk menggerakkan baling-baling:

$$BHP = SHP / \eta_s \times RPM \quad (3)$$

Dimana:

η_s = Efisiensi mekanis sistem

RPM = Putaran mesin

2.4.2. Perhitungan Tahanan Total (RT)

Tahanan total yang dihadapi perahu terdiri dari beberapa komponen, meliputi:

1. Tahanan Gesek (*Frictional Resistance, RF*)

$$RF = CF \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \quad (4)$$

Dimana:

CF = Koefisien gesekan

ρ = Massa jenis air (kg/m³)

S = Luas permukaan basah lambung kapal (m²)

V = Kecepatan lokal (m/s)

2. Tahanan Gelombang (*Wave Resistance, RW*)

Dihitung menggunakan pendekatan empiris berdasarkan karakteristik lambung.

$$RW = CW \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \quad (5)$$

CW = Koefisien tahanan gelombang (ditentukan melalui pengujian atau tabel empiris)

ρ = Masa jenis air (kg/m³)

S = Luas permukaan basah lambung kapal (m²)

V = Kecepatan lokal (m/s)

3. Tahanan Tambahan (*Added Resistance, RA*)

Meliputi tahanan udara, appendages, dan faktor lainnya yang relevan dengan desain mesin tempel dan perahu. Tahanan tambahan sering dihitung dengan pendekatan proporsional terhadap tahanan total:

$$RA = k \times RT \quad (6)$$

k = Faktor koreksi berdasarkan desain kapal dan kondisi lingkungan.

RT = Tahanan total kapal sebelum ditambah faktor eksternal.

4. Rumus Tahanan Total (RT)

Setelah mengetahui semua komponen tahanan, tahanan total kapal dapat dihitung dengan:

$$RT = RF + RW + RA \quad (7)$$

2.4.3. Performa Mesin Tempel atau Robin

Mesin Tempel atau Robin, dikenal karena daya tahan dan efisiensinya, sering digunakan untuk perahu kecil. Mesin ini memanfaatkan baling-baling sebagai penghasil gaya dorong utama. Kinerja propulsi dipengaruhi oleh:

1. Diameter dan langkah baling-baling (D dan P): Berperan dalam menentukan kecepatan dan efisiensi sistem.
2. Kecepatan putaran mesin (N): Memberikan gaya dorong maksimal pada kecepatan optimal.

2.5. Power Engine

Untuk menghitung power engine mesin perahu, kita menggunakan beberapa rumus dasar yang berkaitan dengan tenaga yang dihasilkan oleh mesin, dengan memperhatikan beberapa faktor teknis seperti putaran mesin, torsi, dan efisiensi sistem propulsi. Berikut adalah penjelasan beserta rumus yang dapat digunakan untuk menghitung power engine pada mesin perahu.

2.5.1. Power yang Dihasilkan oleh Mesin (*Engine Power*)

Rumus dasar untuk menghitung *power engine* adalah:

$$P = \frac{T \times N}{5252} = \quad (8)$$

Dimana:

1. P = Power yang dihasilkan (dalam *horsepower* atau HP)
2. T = Torsi yang dihasilkan oleh mesin (dalam ft-lb atau satuan torsi lainnya)
3. N = Kecepatan putaran mesin (dalam rpm – rotasi per menit)
4. 5252 = Konstanta untuk konversi dari satuan torsi dan putaran menjadi horsepower

Penjelasan:

1. Torsi (T) adalah gaya rotasi yang dihasilkan oleh mesin pada poros engkol.

2. Kecepatan Putaran (N) adalah berapa kali mesin berputar dalam satu menit.

2.5.2. Power yang Dihasilkan oleh Baling-Baling (*Propulsive Power*)

Setelah mesin menghasilkan power, sistem propulsi (baling-baling) mengubah tenaga tersebut menjadi gerakan perahu/kapal. Pada umumnya, efisiensi sistem propulsi dihitung untuk mendapatkan tenaga yang efektif dalam menggerakkan perahu.

$$P_{prop} = P_{engine} \times \eta \quad (9)$$

Dimana:

1. P_{prop} = Power propulsi yang efektif digunakan untuk menggerakkan perahu (dalam HP atau Watt)
2. P_{engine} = Power yang dihasilkan oleh mesin (dalam HP)
3. η = Efisiensi propulsi (nilai antara 0 hingga 1)

Penjelasan:

Efisiensi propulsi (η) memperhitungkan kerugian dalam sistem transmisi dan baling-baling, biasanya dalam kisaran 0,3 hingga 0,5 (30% - 50%), tergantung pada desain dan kondisi operasional.

2.5.3. Tenaga yang Diperlukan untuk Menggerakkan Perahu (*Speed and Drag Considerations*)

Dalam perhitungan yang lebih kompleks, kita perlu memperhitungkan gaya hambat (*drag*) yang dihadapi oleh perahu. Hal ini bergantung pada kecepatan perahu dan bentuk hidrodinamik perahu. Salah satu rumus yang umum digunakan untuk memperkirakan tenaga yang diperlukan untuk mengatasi gaya hambat adalah:

$$P = 12 \times \rho \times A \times C_d \times V^3 \quad (10)$$

Dimana:

1. P = Tenaga yang dibutuhkan untuk mengatasi hambatan (watt)
2. ρ = Kepadatan air (sekitar 1000 kg/m³ untuk air laut)
3. A = Luas frontal perahu yang terkena hambatan air (m²/s)

4. C_d = Koefisien drag (nilai yang menggambarkan seberapa *aerodinamis* atau *hidrodinamis* bentuk perahu, biasanya antara 0,1 hingga 0,5)
5. V = Kecepatan perahu (m/s)

Penjelasan:

1. Kepadatan air (ρ) adalah massa air per unit volume.
2. Luas frontal (A) adalah area di depan perahu yang berinteraksi langsung dengan air, mempengaruhi hambatan yang diterima. Luas ini juga dapat di sebut sebagai WSA (*Wetted Surface Area*) atau S .
3. Koefisien drag (C_d) mencerminkan seberapa banyak hambatan yang dihasilkan oleh bentuk perahu.
4. Kecepatan (V) adalah seberapa cepat perahu bergerak. Hambatan meningkat terhadap kecepatan, yang berarti semakin cepat perahu bergerak, semakin besar tenaga yang dibutuhkan untuk mengatasinya.

2.6. Metode Wyman dalam Perhitungan Hambatan Kapal pada *Maxsurf*

Salah satu fasilitas *maxsurf* yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi dan estimasi hambatan kapal adalah *maxsurf resistance* (Suwasono et al., 2019). Metode *Wyman* merupakan salah satu metode empiris yang digunakan dalam perangkat lunak *Maxsurf Resistance* untuk memprediksi besarnya tahanan total (*total resistance*) pada kapal berlambung displacement, khususnya kapal kecil dengan bentuk lambung datar (*flat-bottom hull*). Metode ini dikembangkan oleh David B. Wyman pada tahun 1998, berdasarkan analisis statistik dan regresi terhadap sejumlah data eksperimen model kapal *displacement* yang diuji di *towing tank*. Sejak pengembangannya, metode *Wyman* menjadi salah satu acuan penting dalam desain kapal berukuran kecil dan kapal yang beroperasi pada kecepatan rendah.

Secara prinsip, metode Wyman dirancang untuk memberikan perhitungan hambatan yang akurat pada kapal yang bergerak dalam rezim kecepatan *displacement*, yaitu kondisi ketika kapal belum menghasilkan gaya angkat hidrodinamis (*lift*) yang signifikan sehingga seluruh berat kapal masih ditopang oleh gaya apung. Kondisi ini biasanya ditandai oleh bilangan Froude (F_n) $< 0,25$, yang menunjukkan bahwa efek gelombang belum dominan dan tahanan terutama dipengaruhi oleh gesekan permukaan (*frictional resistance*) dan pembentukan gelombang dasar (*form and wave resistance*).

Dalam pengaplikasiannya, metode Wyman membutuhkan sejumlah parameter hidrostatik dan geometri lambung untuk menghasilkan estimasi tahanan yang akurat, antara lain:

1. LWL (*Length Water Line*): panjang garis air kapal yang memengaruhi pembentukan gelombang dan pola aliran.
2. B (*Beam*): lebar kapal yang berpengaruh terhadap koefisien bentuk dan hambatan gelombang.
3. T (*Draft*): sarat kapal, memengaruhi wetted surface area dan gaya gesek.
4. C_b (*Block Coefficient*): mengindikasikan kotor-bersihnya bentuk lambung terhadap air.
5. C_p (*Prismatic Coefficient*): memengaruhi pembentukan gelombang dan pola aliran longitudinal.
6. *Displacement* (∇): volume air yang dipindahkan kapal.
7. *Wetted Surface Area* (S): luas bidang basah yang menentukan besarnya tahanan gesek.

Perhitungan dilakukan berdasarkan kondisi *ideal*, yaitu air tenang tanpa arus, tanpa gelombang, dan tanpa pengaruh lingkungan. Oleh sebab itu, hasil perhitungan *Maxsurf* berbasis metode Wyman sangat penting untuk dijadikan pembandingan terhadap hasil *sea trial*, yang dipengaruhi oleh arus, angin, trim kapal, hingga beban aktual.

2.7. *Sea Trial* (Pengujian)

Sistem penggerak perahu untuk pemeliharaan hutan mangrove dirancang untuk beroperasi di perairan dangkal, berlumpur, dan penuh rintangan alami seperti akar mangrove. Sistem ini biasanya memanfaatkan teknologi khusus, seperti *shallow water propulsion* atau *mud motor*, yang mampu memberikan daya dorong optimal meskipun di lingkungan ekstrim.

Sea trial untuk sistem ini bertujuan memastikan kinerja sistem penggerak dalam kondisi yang menyerupai ekosistem mangrove, sekaligus meminimalkan dampak terhadap lingkungan.

2.7.1. Persiapan awal *Sea Trial*

Persiapan awal *sea trial* merupakan tahap penting untuk memastikan kapal siap diuji dan seluruh data yang diperoleh akurat. Tahap pertama meliputi pemeriksaan struktur kapal seperti kondisi lambung, dek, sambungan, dan *freeboard* untuk memastikan tidak ada kerusakan yang dapat mengganggu keselamatan. Selanjutnya dilakukan pengecekan mesin yang mencakup kondisi oli, sistem pengapian, bahan bakar, pendinginan, serta pemeriksaan *propeller* untuk memastikan performa sistem penggerak berada dalam kondisi optimal.

Perlengkapan keselamatan seperti dayung, tali tambat, dan alat komunikasi juga harus dipastikan tersedia dan berfungsi dengan baik. Selain itu, rute uji ditetapkan dengan menentukan titik *start–finish* serta mempertimbangkan kondisi arus, kedalaman, dan pasang surut. Tahap akhir adalah kalibrasi alat ukur seperti *GPS speedometer* agar pengukuran kecepatan dan jarak selama uji dapat dilakukan dengan akurat. Secara keseluruhan, persiapan awal bertujuan memastikan bahwa pengujian dapat dilakukan secara aman, terkontrol, dan menghasilkan data yang valid.

2.7.2. Uji Statis

Uji statis merupakan tahap pengujian awal yang dilakukan ketika kapal berada dalam kondisi diam dan tidak menerima beban dinamis dari pergerakan. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan hidrostatik kapal sebelum memasuki tahap uji dinamis di perairan. Aspek utama yang diamati dalam uji statis meliputi stabilitas awal (*initial stability*) untuk memastikan kapal memiliki kemampuan kembali ke posisi seimbang ketika menerima gangguan kecil. Selain itu, trim kapal, yaitu keseimbangan antara haluan dan buritan, diperiksa untuk mengetahui apakah kapal berada pada posisi mengapung yang benar sesuai dengan distribusi beban.

2.7.3. Uji Dinamis

Uji dinamis dilakukan saat kapal bergerak di perairan untuk menilai performa operasional secara nyata. Parameter yang diamati meliputi kecepatan (minimum, optimum, maksimum), akselerasi, respons kemudi, dan performa mesin terhadap pengaruh lingkungan seperti arus, angin, dan lumpur sungai. Selain itu, tinggi gelombang buritan serta efisiensi propulsi juga dievaluasi untuk melihat kualitas aliran di sekitar lambung dan *propeller*. Pengujian dilakukan beberapa kali (*trip*) untuk mendapatkan kecepatan rata-rata yang representatif. Hasil uji dinamis ini kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan numerik dari *Maxsurf* untuk menilai tingkat kesesuaiannya.

2.7.4. Evaluasi Sea Trial

Evaluasi *sea trial* dilakukan dengan menganalisis hasil uji statis dan dinamis untuk menilai performa keseluruhan kapal. Penilaian mencakup kecocokan daya mesin, efisiensi sistem propulsi, dan stabilitas kapal saat beroperasi di perairan sungai. Aspek lingkungan seperti gelombang yang dihasilkan, kebisingan,

serta potensi gangguan terhadap ekosistem *mangrove* juga diperhatikan. Seluruh hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan perhitungan numerik *Maxsurf* untuk melihat tingkat kesesuaiannya. Dari evaluasi ini ditentukan apakah sistem penggerak sudah memenuhi kebutuhan operasional di perairan dangkal dan mendukung kegiatan pemeliharaan *mangrove* secara efektif.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa pokok permasalahan yang menjadi fokus pembahasan dalam penelitian ini. Pokok-pokok permasalahan tersebut akan dijelaskan secara terperinci untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai isu-isu yang akan dianalisis dalam penelitian ini.

3.2. Pengumpulan dan Analisa Data

Pengumpulan data dilakukan melalui berbagai sumber, antara lain artikel, jurnal ilmiah, survei, dan sumber lainnya yang berkaitan dengan kapal yang menggunakan system penggerak jenis mesin tempel atau robin. Selain itu, data yang dikumpulkan juga mencakup perhitungan *Effective Horse Power* (EHP) dan *Total Horse Power* (THP).

EHP (*Effective Horse Power*) diperoleh dari analisis hambatan kapal terhadap air pada kecepatan tertentu, yang digunakan untuk menentukan daya minimal yang dibutuhkan agar kapal dapat bergerak dengan efisien.

THP (*Total Horse Power*) dihitung dengan mempertimbangkan efisiensi sistem propulsi, termasuk kehilangan daya akibat gesekan, efisiensi *propeller*, serta mekanisme transmisi tenaga dari mesin ke air.

Data yang diperoleh ini diharapkan dapat mendukung analisis dan perancangan sistem penggerak secara komprehensif, sehingga sistem yang dirancang mampu memberikan performa optimal sesuai kebutuhan operasional kapal.

3.3. Perencanaan dan Perhitungan Mesin

Perancangan sistem penggerak kapal dilakukan dengan mengacu pada estimasi kebutuhan daya serta karakteristik operasi kapal. Perhitungan hambatan total kapal diperoleh melalui perangkat lunak *Maxsurf Resistance* menggunakan metode *Wyman*, yang direkomendasikan untuk

kapal dengan lambung datar dan kecepatan operasi rendah. Nilai hambatan tersebut menjadi dasar penentuan *Effective Horse Power* (EHP), yang selanjutnya digunakan dalam estimasi *Thrust Horse Power* (THP), *Shaft Horse Power* (SHP), dan *Brake Horse Power* (BHP) dengan mempertimbangkan efisiensi propulsi dan kerugian daya pada sistem transmisi. Analisis kemudian diarahkan pada evaluasi kesesuaian mesin tempel 8 PK terhadap kebutuhan daya aktual kapal guna memastikan kecukupan performa propulsinya. Seluruh hasil perhitungan ini berfungsi sebagai acuan dalam menilai kelayakan mesin selama pelaksanaan *sea trial*.

3.4. Pemasangan Sistem Penggerak pada Kapal

Setelah kapal selesai dipersiapkan untuk proses pemasangan mesin, langkah selanjutnya adalah melaksanakan pemasangan mesin pada kapal sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Setelah pemasangan selesai, kapal akan siap untuk diuji melalui proses *sea trial* guna memastikan bahwa sistem penggerak berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan operasional yang telah direncanakan.

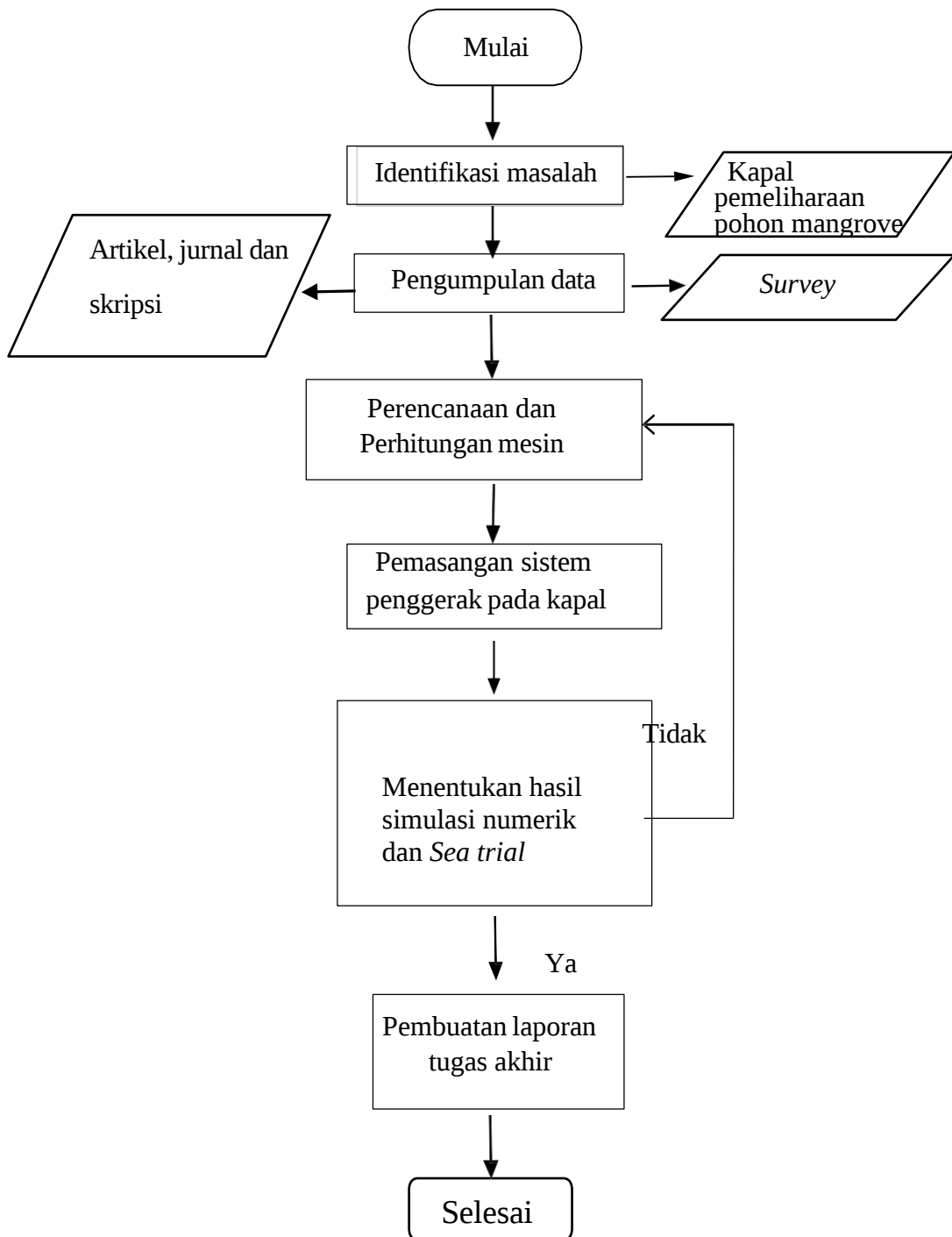
3.5. Menentukan Hasil Simulasi Numerik dan *Sea Trial*

Tahap ini dilakukan untuk memperoleh dan membandingkan hasil perhitungan numerik dari *Maxsurf* dengan hasil pengujian lapangan. Pada simulasi numerik, data ukuran utama kapal dimasukkan ke dalam *Maxsurf Resistance* untuk menghitung hambatan total dan kebutuhan daya menggunakan metode *Wyman*. Hasil simulasi ini kemudian dibandingkan dengan data *sea trial* yang meliputi kecepatan aktual kapal, *respons* mesin, serta pengaruh kondisi sungai. Perbandingan kedua hasil tersebut digunakan untuk menilai tingkat kesesuaian antara simulasi dan performa nyata, serta menentukan apakah mesin tempel 8 PK memenuhi kebutuhan operasional kapal di perairan dangkal.

3.6.Pembuatan Laporan Tugas Akhir

Setelah tahapan-tahapan di atas dilaksanakan, data yang telah terkumpul selanjutnya dapat digunakan untuk menyusun laporan tugas akhir. Penyusunan laporan tersebut harus mengacu pada peraturan penulisan yang telah ditetapkan oleh pihak akademik, serta peraturan tambahan yang ditetapkan oleh program studi.

3.7. Diagram Alir (Flowchart)



Gambar 3.1 Flowchart
Sumber: Penulis, 2025

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan dan Perhitungan Mesin

Berdasarkan informasi yang diperoleh, kapal yang dibutuhkan akan digunakan untuk menunjang kegiatan pemantauan dan pelestarian ekosistem mangrove yang tersebar di wilayah pesisir desa. Aktivitas ini melibatkan perjalanan melewati jalur air yang sempit dan dangkal di kawasan hutan mangrove. Oleh karena itu, pihak pengelola desa secara khusus mengusulkan spesifikasi dimensi kapal yang sesuai dengan kebutuhan.

Dimensi utama kapal yang diminta oleh pihak desa adalah sebagai berikut:

No	Parameter	Simbol	Nilai (Satuan)
1	Panjang	LPP	6,20 m
2	Lebar	B	1,38 m
3	Tinggi	H	0,45 m
4	Sarat	T	0,20 m

Perancangan sistem penggerak pada perahu pemeliharaan *mangrove* dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik perairan Sungai Desa Pambang Baru yang relatif sempit, dangkal, serta memiliki dasar berlumpur. Kondisi operasional tersebut menuntut penggunaan sistem penggerak yang tidak hanya memiliki daya yang sesuai dengan kebutuhan beban dan hambatan kapal, tetapi juga mudah dioperasikan, aman digunakan pada area terbatas, serta mampu menghasilkan kemampuan manuver yang baik pada kecepatan rendah. Oleh karena itu, proses perancangan difokuskan pada penentuan jenis mesin yang efisien, penyesuaian konfigurasi pemasangan mesin terhadap geometri lambung, serta analisis performa daya untuk memastikan bahwa sistem penggerak yang dipilih mampu berfungsi optimal pada kondisi lingkungan nyata.

4.2 Perhitungan Hambatan dan Kebutuhan Daya

Berikut adalah perhitungan hambatan dan kebutuhan daya pada sistem penggerak kapal yang di hitung dengan menggunakan *software maxsurf rasistance*.

4.2.1 Menentukan Hambatan

Menentukan hambatan kapal dan *engine power* dilakukan untuk memperoleh besaran hambatan yang nantinya akan berpengaruh terhadap kebutuhan daya dorong kapal. Besarnya hambatan kapal sangat dipengaruhi oleh bentuk lambung serta kecepatan gerak kapal. Oleh karena itu, Pengembangan penelitian berikutnya disarankan untuk melakukan penelitian mengenai stabilitas dan hambatan kapal agar diketahui lebih detail karakteristik utama kapal. Dengan data stabilitas tersebut juga dapat diketahui karakteristik lambung yang memiliki daya stabilitas yang sesuai dengan persyaratan minimum dan nyaman digunakan oleh penumpang. (Wiranso Satoto et al., 2019)

Metode seperti ini yang diterapkan oleh *wyman* untuk menghasilkan *power engine* yang sedang dihitung. Dengan demikian untuk menghitung hambatan, *maxsurf* secara akurat memprediksi hambatan lambung. Efisiensi keseluruhan harus ditambahkan pada pemilihan efisiensi *power* (Ghalib et al., n.d.). Metode ini dikembangkan dari hasil eksperimen terhadap kapal dengan bentuk lambung datar (*flat-bottom hull*), *displacement* besar, dan kecepatan operasi rendah hingga sedang, umumnya berada pada kisaran 4–8 knot.

Dalam penerapannya, metode *Wyman* paling sesuai untuk kapal *non-planing*, yaitu kapal yang masih sepenuhnya ditopang oleh gaya apung dan belum menghasilkan gaya angkat hidrodinamis yang signifikan. Kondisi tersebut ditunjukkan oleh bilangan *Froude* (F_n) yang bernilai kurang dari 0,25, yang menandakan

bahwa kapal beroperasi pada rezim *displacement* murni, di mana efek gelombang yang terbentuk masih relatif kecil dan dominan dipengaruhi oleh gaya viskositas.

Perhitungan tahanan menggunakan metode ini mempertimbangkan sejumlah parameter utama, antara lain panjang garis air (LWL), lebar kapal (B), sarat air (T), *koefisien blok* (C_b), dan *volume displacement* (∇). Kombinasi parameter tersebut digunakan untuk memprediksi total *resistance* kapal terhadap variasi kecepatan, serta untuk memperkirakan daya efektif (*Effective Power*) yang dibutuhkan agar kapal dapat beroperasi pada kecepatan tertentu.

Metode *Wyman* dinilai sebagai pendekatan yang paling representatif untuk kapal berlambung datar, karena formulasi dasarnya dikembangkan dari data eksperimen kapal dengan bentuk dasar serupa. Metode *Wyman* memberikan hasil yang lebih realistis dan akurat pada kecepatan rendah hingga sedang, saat efek viskositas fluida dan pembentukan gelombang memiliki kontribusi paling besar terhadap total tahanan kapal. Metode perhitungan ini ditemukan oleh David B. Wyman pada tahun 1998.(Rosmani et al., 2023)

Pada *software maxsurf* dapat mengestimasi besarnya tahanan yang dihasilkan dari suatu desain kapal. Dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Input Data

Measurement	Value	Units
Displacement	1,274	T
Volume (displaced)	1,243	m ³
Draft Amidships	0,2	M
Immersed depth	0,2	M
WL Length	6,033	M

Measurement	Value	Units
Beam max extents on WL	1,202	M
Wetted Area	8,612	m ²
Max sect. area	0,226	m ²
Waterpl. Area	6,767	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0,91	
Block coeff. (Cb)	0,856	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,941	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,933	
LCB length	2,759	from zero
LCF length	2,824	from zero
LCB %	45,731	from zero
LCF %	46,813	from zero
KB	0,104	M
KG fluid	0	M
BMt	0,621	M
BML	14,676	M
GMt corrected	0,725	M
GML	14,78	M
KMt	0,725	M
KML	14,78	M
Immersion (TPc)	0,069	tonne/cm
MTc	0,031	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	0,016	tonne.m
Length:Beam ratio	5,019	
Beam:Draft ratio	6,011	
Length:Vol ^{0.333} ratio	5,612	

Measurement	Value	Units
Precision	Highest	209 stations

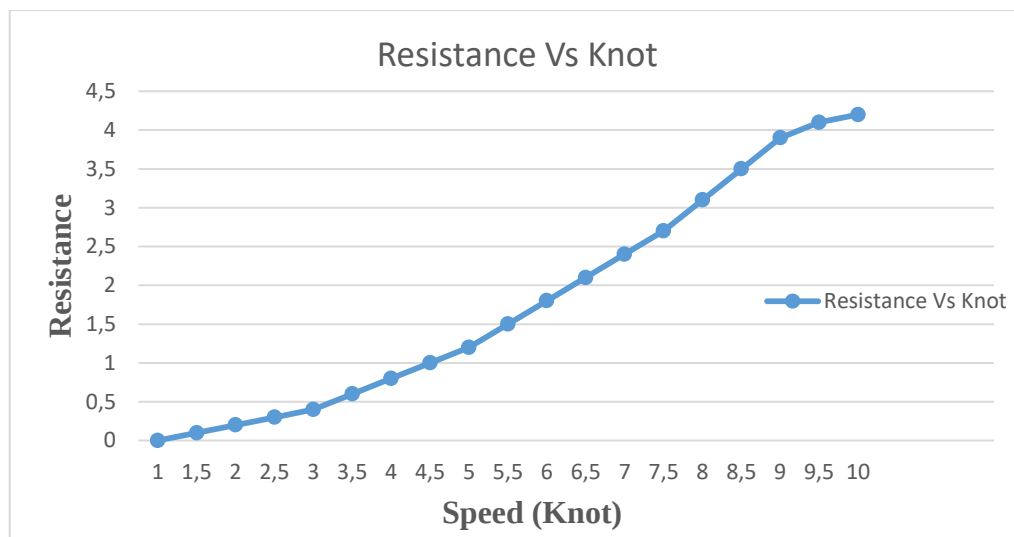
Besarnya hasil running yang dilakukan untuk menggerakkan kapal agar dapat beroperasi sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Daya yang dihasilkan tersebut merupakan daya keluaran pada kondisi service. Berikut hasil input result dapat dilihat pada Table.4.2.

Tabel 4.2 Hasil Input Data Result

Speed (kn)	Wyman Resist (kN)	Wyman Power (Hp)
1	0	0,034
1,5	0,1	0,113
2	0,2	0,269
2,5	0,3	0,525
3	0,4	0,907
3,5	0,6	1,44
4	0,8	2,15
4,5	1	3,061
5	1,2	4,199
5,5	1,5	5,588
6	1,8	7,255
6,25	1,9	8,000
7	2,4	11,521
7,5	2,7	14,17
8	3,1	17,197
8,5	3,5	20,628

Speed (kn)	Wyman Resist (kN)	Wyman Power (Hp)
9	3,9	24,17
9,5	4,1	26,687
10	4,2	29,261

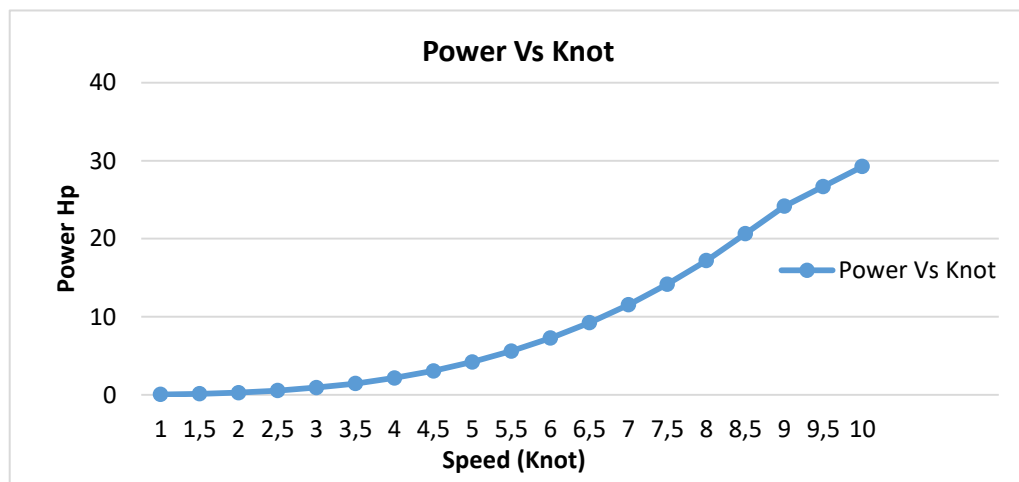
Adapun grafik *Speed vs Resistance* dan *Speed vs Power* dapat dilihat pada Gambar 4.1, dan 4.2.



GAMBAR 4.1 Grafik Resistance vs Speed

Gambar 4.2 memperlihatkan hubungan antara kecepatan kapal dan nilai hambatan total yang diperoleh melalui perhitungan menggunakan metode *Wyman* pada perangkat lunak *Maxsurf Resistance*. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa besarnya tahanan total meningkat seiring bertambahnya kecepatan kapal. Pada kecepatan rendah, peningkatan tahanan berlangsung secara perlahan karena pengaruh gaya viskositas fluida masih dominan. Namun, ketika kecepatan kapal meningkat, nilai tahanan bertambah secara signifikan akibat kontribusi komponen hambatan gelombang (*wave-making resistance*) yang semakin besar.

Pola grafik tersebut merepresentasikan karakteristik khas kapal berlambung datar (*flat-bottom hull*), di mana gaya gesek dasar lambung memberikan kontribusi utama terhadap total tahanan pada kecepatan rendah hingga menengah, sedangkan kenaikan tahanan tetap cenderung konstan hingga mencapai titik transisi menuju kecepatan yang lebih tinggi. Dengan demikian, grafik ini secara umum mencerminkan performa hidrodinamik kapal berlambung datar yang sesuai dengan prediksi dan asumsi dasar perhitungan metode *Wyman*.



GAMBAR 4.2 Grafik Power vs Speed

Gambar 4.2 memperlihatkan hubungan antara kecepatan kapal dan kebutuhan daya efektif (*Effective Power*) yang diperoleh melalui perhitungan menggunakan metode *Wyman* pada perangkat lunak *Maxsurf Resistance*. Dari grafik tersebut terlihat bahwa daya efektif meningkat secara eksponensial seiring dengan bertambahnya kecepatan kapal. Fenomena ini terjadi karena kenaikan hambatan total yang sebanding dengan peningkatan kecepatan, sehingga untuk mempertahankan laju yang lebih tinggi diperlukan daya mesin yang lebih besar. Pada kecepatan rendah, peningkatan daya relatif kecil karena hambatan didominasi oleh gaya gesek dasar lambung yang bersifat hampir linear terhadap

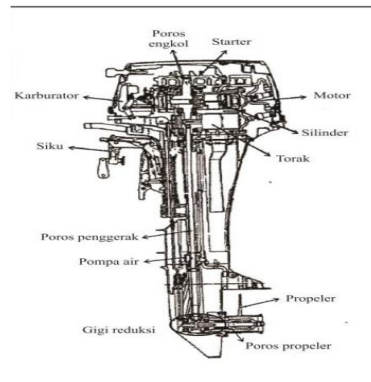
kecepatan. Namun, pada kecepatan menengah hingga tinggi, kebutuhan daya meningkat secara signifikan akibat dominasi komponen hambatan gelombang. Secara keseluruhan, grafik ini menggambarkan karakteristik performa kapal dengan lambung datar, di mana efisiensi daya menurun seiring bertambahnya kecepatan, sesuai dengan hasil prediksi metode *Wyman*.

4.3. Spesifikasi Mesin Tempel

Motor tempel umumnya adalah merupakan jenis motor 2 tak. Karakteristik motor tempel menurut Soenarta dan Furuhamu (1995), yaitu mudah dalam pemasangan dan pelepasan pada kapal juga mudah untuk dioperasikan.

4.3.1 Perencanaan Mesin Tempel

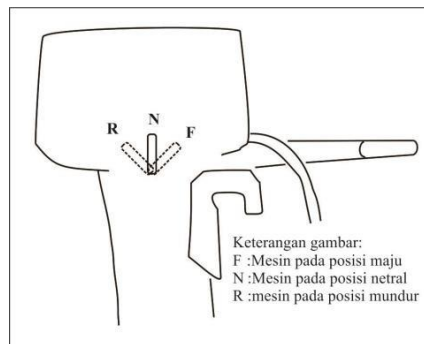
Motor tempel terdiri dari sebuah motor, poros penggerak, gigi reduksi, poros propeller dan propeller. Pada sebuah motor tempel terdapat pula karburator, poros engkol, torak, serta silinder. Bagian bagian mesin motor tempel ditampilkan pada Gambar 4.3.



GAMBAR 4.3 *Bagian-bagian pada mesin tempel*

Motor tempel ini juga dilengkapi stang pada sisi kanan mesin yang berfungsi sebagai kemudi dan handle gas. Pada saat stang diarahkan ke kanan maka haluan perahu akan bergerak ke arah kiri dan apabila stang diarahkan ke kiri maka haluan perahu akan bergerak ke arah kanan. Pengaturan kecepatan pada motor tempel ini prinsipnya sama dengan pengaturan kecepatan pada sepeda

motor jika handle gas diputar ke bawah maka kecepatan akan bertambah. Pada sisi kiri mesin terdapat tuas persneling yang berfungsi untuk mengatur arah maju atau mundurnya kapal yang terdapat pada Gambar 4.4.



GAMBAR 4.4 Tuas Persneling

Apabila tuas persneling ditarik ke depan maka perahu akan bergerak maju. Sebaliknya, apabila tuas diarahkan ke belakang maka perahu akan bergerak mundur.

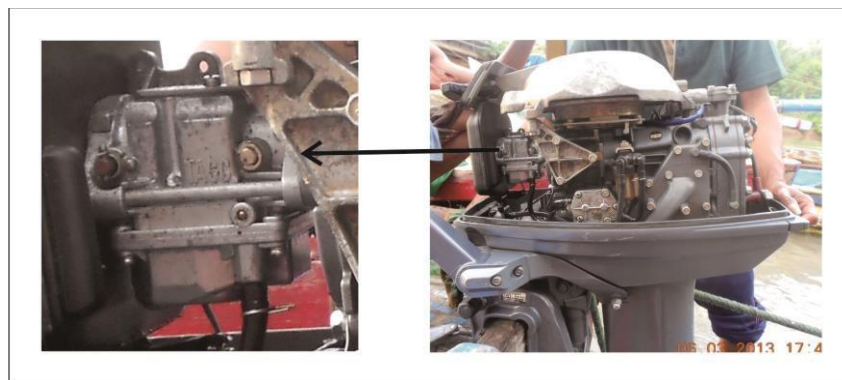
Pada penelitian ini dilakukan pengukuran terhadap beberapa komponen pada motor tempel, namun ada beberapa komponen lain yang tidak dapat diukur karena sulit dilakukan pengukuran. Hal ini disebabkan karena tidak mungkin melakukan pembongkaran mesin. Spesifikasi mesin penggerak Yamaha Enduro 8 PK hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Spesifikasi Mesin Tempel (Yamaha Enduro 8 PK)

Spesifikasi	Ukuran/ keterangan
2-Tak	8 PK
NAMA MESIN	E8DMH
Tipe Mesin	2-silinder
Tinggi Transom	L = 22.9 in
Volume (isi) Silinder (cm ³)	165 cc
Diameter x Langkah	50.0 mm x 42.0 mm
Jangkauan Operasi Maksimum	4500 - 5500 rpm
Perbandingan Kompresi	6,8

Spesifikasi	Ukuran/ keterangan
Sistem Induksi Bahan Bakar	1 karburator
Sistem Pengapian	CDI
Konsumsi Bahan Bakar	4.0 l/h @5000 r/min
Perbandingan Gigi	2.08 (27/13)
Sistem Pelumas	pre-mix (50 : 1 L)
Metode Trim & Tilt	Manual
Sistem Starter	Manual
Sistem Kemudi	Tongkat Kemudi
Berat	28-29 kg

Menurut Daryanto (2011), karburator berfungsi sebagai tempat pencampuran bensin dan udara sehingga terjadi pengabutan yang halus. Karburator juga bertugas untuk mengatur jumlah campuran yang masuk pada motor serta membentuk perbandingan campuran yang sesuai sehingga mengakibatkan daya motor tinggi dan pemakaian bahan bakar irit. Karburator motor tempel memiliki ukuran panjang, lebar dan tinggi berturut-turut 7,5 cm, 9 cm dan 9 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.5.



GAMBAR 4.5 Karburator Mesin Tempel

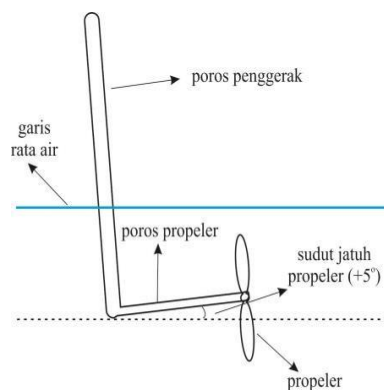
Propeller yang digunakan pada motor tempel Yamaha Enduro 8 PK memiliki diameter sebesar 16,7 cm dan terdiri dari tiga buah bilah (*blade*) dengan panjang bilah 9 cm dan lebar bilah 10 cm. *Propeller* ini juga memiliki diameter hub sebesar 7,3 cm,

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Felanie (2004), *propeller* pada motor tempel tipe ini memiliki sudut skew sebesar 25° , yaitu jarak antara ujung ekstrem bilah terhadap garis generator, serta sudut rake sebesar 29° , yaitu kemiringan permukaan bilah terhadap sumbu *propeller*. Selain itu, *propeller* tersebut memiliki bentuk bilah bertipe *headgear* yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensi dorongan dan kinerja propulsi motor tempel. sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.6.



GAMBAR 4.6 *Propeller pada Mesin Tempel*

Sudut jatuh poros horizontal (poros *propeller*) pada motor tempel adalah sebesar $+5^\circ$. Ilustrasi sudut jatuh *propeller* pada motor tempel disajikan pada Gambar 4.7.



GAMBAR 4.7 *Sudut Jatuh Propeller pada Mesin Tempel*

Tanda plus (+) di depan angka lima menyatakan bahwa sudut jatuh baling-baling sebesar 5° terhadap garis rata air ke arah atas (Gambar 4.8). Namun pada saat melakukan pengoperasian, sudut jatuh poros *propeller* pada motor tempel sebesar 0° . Perbedaan tersebut terjadi kakena pengukuran yang dilakukan pada

saat kapal tidak sedang melakukan operasi penangkapan ikan dan mesin kapal pada posisi trim.(Putri Miarta, 2014)

4.4. Sea Trial (Uji Coba)

Pelaksanaan sea trial pada perahu pemeliharaan pohon *mangrove* di perairan Sungai Desa Pambang Baru terdiri atas beberapa tahapan pengujian yang dilakukan secara sistematis untuk menilai kelayakan dan kinerja operasional perahu tersebut.

4.4.1 Persiapan Awal

Tahap persiapan awal merupakan proses verifikasi menyeluruh yang dilakukan sebelum perahu dioperasikan di perairan untuk memastikan seluruh komponen berada dalam kondisi aman dan layak uji. Kegiatan pada tahap ini meliputi pemeriksaan struktur fisik perahu, termasuk kondisi lambung, sambungan, dan kebersihan dek; serta pemeriksaan mesin tempel yang mencakup oli, suplai bahan bakar, selang, sistem pendingin, dan kondisi baling-baling. Selain itu, tahap ini juga mencakup pengecekan kelengkapan peralatan keselamatan, seperti pelampung, dayung, dan tali tambat, serta penentuan lokasi pengujian, rute manuver, dan metode pencatatan data yang akan digunakan selama pelaksanaan sea trial. Adapun persiapan yang bisa dilihat pada Gambar 4.8.





GAMBAR 4.8 Tahap Awal Sebelum Sea Trial

4.4.2 Uji Statis

Uji statis merupakan tahap pengujian yang dilakukan ketika perahu berada pada kondisi tidak bergerak di permukaan air. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa perahu memiliki stabilitas awal yang memadai serta bahwa seluruh sistem pendukung berfungsi dengan baik sebelum memasuki tahap uji dinamis. Aspek-aspek yang diamati pada tahap ini meliputi penilaian stabilitas awal melalui pengamatan perubahan oleng akibat perpindahan beban ke sisi kiri maupun kanan; evaluasi kondisi trim perahu yang mencerminkan keseimbangan antara haluan dan buritan; pemeriksaan potensi kebocoran pada sambungan lambung; serta pengukuran ketinggian freeboard untuk memastikan bahwa jarak antara sisi perahu dan permukaan air berada pada batas aman.

4.4.3 Uji Dinamis

Uji dinamis dilaksanakan untuk menilai kemampuan operasional kapal setelah sistem penggerak dipasang dan berfungsi penuh pada kondisi perairan sebenarnya. Pengujian dilakukan melalui empat kali pengulangan (*trip*) pada lintasan yang sama untuk memperoleh data performa yang representatif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kapal mampu mencapai kecepatan 10 knot pada Trip 1 dan Trip 4, sementara Trip 2 mencatat kecepatan 9 knot dan Trip 3 mengalami penurunan menjadi 7 knot.

Variasi kecepatan antartrip ini disebabkan oleh beberapa faktor eksternal, seperti kondisi arus yang berubah-ubah, arah angin, serta distribusi beban di dalam kapal. Penggunaan *GPS* sebagai alat ukur kecepatan memberikan tingkat akurasi yang baik sehingga data yang diperoleh dapat dijadikan dasar evaluasi performa kapal secara valid.

Secara keseluruhan, kecepatan rata-rata yang diperoleh dari seluruh trip adalah 9 knot. Nilai ini menunjukkan bahwa mesin tempel 8 PK yang digunakan mampu menghasilkan performa dorong yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan operasional kapal pemeliharaan mangrove. Dengan demikian, hasil uji dinamis ini menegaskan bahwa sistem penggerak yang dirancang tidak hanya memenuhi aspek teknis, tetapi juga mendukung kelancaran aktivitas pemeliharaan mangrove di lapangan. Adapun proses pemasangan dan pengecekan keadaan mesin yang terdapat pada Gambar 4.9.



GAMBAR 4.9 Pemasangan dan Pengecekan Mesin Tempel

4.4.4 Evaluasi

Tahap evaluasi dilaksanakan setelah seluruh proses uji statis dan uji dinamis terselesaikan. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kinerja perahu berdasarkan data yang dihimpun selama pengujian untuk menilai tingkat kelayakannya dalam mendukung aktivitas pemeliharaan *mangrove*. Analisis mencakup penilaian

kesesuaian performa perahu dengan kebutuhan operasional, tingkat stabilitas dan aspek keselamatan selama pengujian, efisiensi serta kondisi kerja mesin tempel, dan kemampuan perahu bermanuver di area perairan yang relatif sempit. Selain itu, evaluasi juga diarahkan untuk mengidentifikasi potensi masalah, seperti getaran berlebih, kemungkinan kebocoran, respons kemudi yang kurang memadai, serta kecepatan yang tidak mencapai nilai yang diharapkan. Temuan dari tahap evaluasi ini kemudian dijadikan acuan dalam penyusunan rekomendasi perbaikan atau penyesuaian teknis agar performa perahu dapat dioptimalkan. Adapun hasil pengukuran kecepatan dengan menggunakan aplikasi *GPS Speedometer* selama pelaksanaan *sea trial* disajikan sebagai berikut.

Hasil pengujian *sea trial* yang dilakukan dalam beberapa kali pengulangan disajikan pada Tabel 4.4.

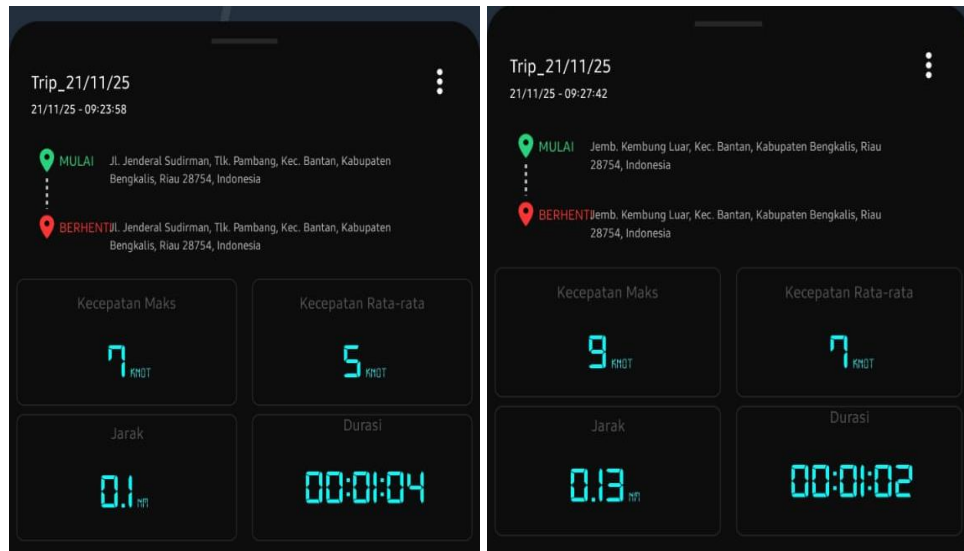
Tabel 4.4 Hasil Kecepatan Sea Trial

Trip	Kecepatan Maks (Knot)
1	10 Knot
2	9 Knot
3	7 Knot
4	10 Knot
Rata-Rata	9 Knot

Berdasarkan hasil pengukuran kecepatan pada empat kali pengujian, diperoleh kecepatan maksimum yang berada pada rentang 9 hingga 10 knot. Rata-rata kecepatan dari seluruh trip pengujian adalah 9 knot, sehingga dapat dinyatakan bahwa performa kecepatan maksimum perahu menunjukkan kestabilan pada kisaran tersebut. Konsistensi nilai kecepatan ini mengindikasikan bahwa sistem propulsi menggunakan mesin tempel 8 PK mampu beroperasi secara optimal pada kondisi

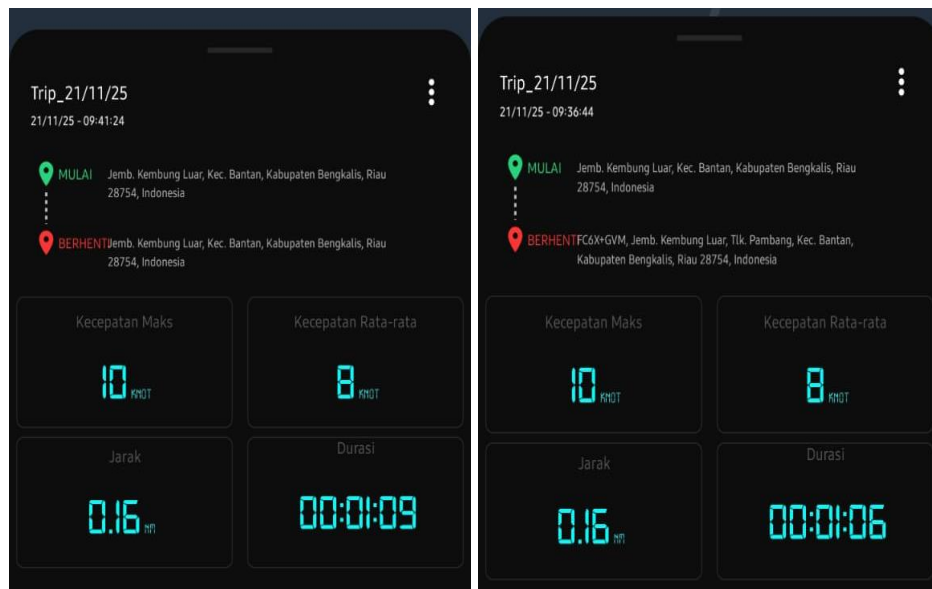
perairan uji dengan beban serta karakteristik gelombang yang relatif stabil. Adapun beberapa bukti dari hasil *sea trial* yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi *GPS Speedometer* yang bisa dilihat pada Gambar 4.10, Gambar 4.11.

1) Pada kecepatan putaran mesin rendah:



GAMBAR 4.10 Hasil Kecepatan Rendah

2) Pada kecepatan putaran mesin maksimum:



GAMBAR 4.11 Hasil Kecepatan Maksimum

4.5. Perbandingan Hasil Simulasi dan *Sea Trial*

Adapun hasil pemodelan menggunakan *Maxsurf* serta perbandingannya dengan data *Sea Trial* disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Running dan *Sea Trial*

Parameter	Hasil running (<i>Maxsurf</i>)	Hasil <i>Sea Trial</i>
Metode	<i>Wyman</i>	GPS di lapangan
Kondisi	Perairan tenang	Sungai pambang baru (arus, gelombang kecil)
Kecepatan rata-rata	6,25 Knot	9 Knot
Power (HP)	8 HP	8 HP
Rentang kecepatan	5-10 Knot	5-10 Knot
Faktor lingkungan	Tidak dihitung (ideal)	Arus sungai, angin, beban

Perbandingan hasil antara simulasi menggunakan metode *Wyman* pada *Maxsurf* dan data sea trial menunjukkan adanya selisih kecepatan sebesar 2,8 knot ($\approx 31\%$). Pada simulasi dengan draft kapal 0,200 meter, kecepatan maksimum yang dihitung adalah 6,25 knot dengan kebutuhan daya efektif sekitar 8 HP.

Berikut hasil perbandingan hasil antara simulasi menggunakan metode *wyman* pada *maxsurf* dengan hasil *sea trial*:

1. Simulasi *maxsurf* = 6.25 knot

2. *Sea trial* = 9 knot

Selisih kecepatan : $\Delta V = V_{\text{sea trial}} - V_{\text{simulasi}}$

$$\Delta V = 9 - 6,25 = 2,75 \text{ knot} \approx 2,8 \text{ knot}$$

Persentase selisih : $= V_{\text{seatrial}} / \Delta V \times 100\%$

$$= 9 / 2,75 \times 100\%$$

$$= 30,55\% \approx 31\%$$

Nilai ini diperoleh berdasarkan kondisi ideal, di mana aliran air diasumsikan tenang dan tidak terdapat pengaruh eksternal seperti arus atau gelombang kecil. Sebaliknya, hasil sea trial menunjukkan bahwa kapal mampu mencapai 9 knot pada daya mesin yang sama, meskipun draft kapal tetap berada pada kisaran 0,200 meter. Hal ini mengindikasikan bahwa performa kapal pada kondisi operasi nyata dapat melampaui prediksi simulasi yang bersifat teoritis.

Perbedaan kecepatan tersebut dapat dijelaskan oleh beberapa faktor. Pertama, efisiensi *propeller* aktual lebih baik karena aliran menuju propeller pada kondisi draft 0,200 m relatif bersih dan tidak terganggu turbulensi dasar sungai, sehingga *thrust* meningkat. Kedua, arus sungai selama pengujian lapangan berkontribusi pada kenaikan kecepatan terukur, terutama ketika kapal bergerak searah aliran. Ketiga, kapal berada pada kondisi lebih ringan saat sea trial, yang menyebabkan displacement lebih kecil daripada asumsi perhitungan, sehingga hambatan total berkurang meskipun draft tetap 0,200 m. Keempat, pengaturan trim positif membuat area basah (*wetted surface area*) sedikit menurun meski draft tidak berubah banyak, yang selanjutnya meningkatkan efisiensi dorong mesin. Kombinasi keempat faktor tersebut menghasilkan performa lapangan yang lebih tinggi dibandingkan hasil simulasi ideal pada draft 0,200 meter.

4.6. Dampak Lingkungan dari Pengoperasian Sistem Penggerak

Analisis dampak lingkungan pada penelitian ini dilakukan secara kualitatif melalui observasi lapangan terhadap kondisi fisik sungai, perilaku gelombang yang dihasilkan kapal, serta respon ekosistem mangrove selama proses pengoperasian mesin tempel. Kajian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem penggerak yang dirancang tidak menimbulkan gangguan signifikan terhadap lingkungan pesisir, khususnya pada area dengan vegetasi mangrove yang sensitif terhadap perubahan gelombang, arus, dan kualitas air.

Pada kondisi operasi normal dengan kecepatan 5–7 knot, gelombang buritan yang dihasilkan relatif kecil dan tidak menunjukkan indikasi erosi pada tepi sungai. Pola perambatan gelombang berada pada batas toleransi vegetasi mangrove, sehingga tidak menimbulkan gangguan terhadap akar maupun struktur perakaran *mangrove* lain yang rentan terhadap hempasan ombak berulang. Selain itu, tingkat kebisingan mesin pada rentang kecepatan ini tergolong rendah dan tidak mempengaruhi perilaku fauna akuatik maupun aves yang berada di sekitar kawasan mangrove. Kondisi ini menunjukkan bahwa kecepatan operasi 5–7 knot merupakan kecepatan optimum untuk menjaga keseimbangan antara kebutuhan operasional dan perlindungan lingkungan.

Secara umum, dampak lingkungan dari operasi mesin 8 PK pada 5–10 knot masih tergolong rendah, selama kecepatan tinggi (8–10 *knot*) dibatasi hanya pada area sungai yang aman dan tidak mengandung akar *mangrove* yang sensitif. Pada kecepatan lebih tinggi, yaitu 8–10 knot yang digunakan pada kondisi transportasi atau perpindahan di area sungai yang lebih terbuka, terjadi peningkatan energi gelombang (*wake*) yang berpotensi memindahkan sedimen dasar. Meskipun demikian, efek ini tidak berdampak langsung pada area yang berada dekat tegakan mangrove karena kecepatan tinggi tidak dioperasikan di jalur sungai yang sempit. Meskipun kebisingan mesin meningkat pada rentang kecepatan ini, intensitasnya masih berada pada kategori yang aman dan tidak menimbulkan gangguan bermakna terhadap organisme lokal. Oleh karena itu, pembatasan zona kecepatan tinggi menjadi salah satu cara mitigasi yang efektif untuk menghindari gangguan pada habitat mangrove.

Kajian terhadap kualitas air selama pengujian menunjukkan bahwa tidak ada indikasi tumpahan bahan bakar maupun kebocoran oli dari mesin tempel selama proses pengoperasian. Kekeruhan air tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan, dan tidak ditemukan perubahan perilaku fauna akuatik yang mengindikasikan stres ekologis. Hal ini menunjukkan bahwa sistem penggerak yang digunakan tidak memberikan dampak

negatif terhadap stabilitas fisik maupun kimia perairan selama penelitian berlangsung.

Untuk mengurangi dampak lingkungan, penting untuk mematuhi aturan dan regulasi lingkungan yang berlaku, memilih teknologi yang lebih ramah lingkungan jika memungkinkan, dan menjaga kapal dan mesinnya dalam kondisi yang baik agar emisi dan pencemaran minimal. Selain itu, pelayar dan pemilik kapal juga dapat memainkan peran dalam melindungi lingkungan laut dengan berperilaku secara bertanggung jawab saat berlayar. Adapun gelombang yang dihasilkan pada saat *sea trial* pada Gambar 4.12.(Aldiantofas & Akbar, 2024)



GAMBAR 4.12 Gelombang yang di Hasilkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan numerik, kajian sistem penggerak, serta pengujian performa kapal di lapangan (*sea trial*), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perhitungan *Maxsurf* dengan Metode *Wyman*

Hasil simulasi numerik menggunakan *Maxsurf Resistance* dengan metode *Wyman* menunjukkan bahwa karakter hambatan kapal sesuai dengan tipe lambung datar yang beroperasi pada kecepatan rendah. Pada kondisi *draft* 0,200 meter, kecepatan maksimum teoritis yang diperoleh adalah 6,25 *knot* dengan kebutuhan daya efektif sekitar 8 HP. Pola hambatan dan daya yang terbentuk menggambarkan bahwa metode *Wyman* mampu memberikan prediksi yang relevan untuk kapal kecil di perairan dangkal.

2. Kajian Sistem Penggerak Mesin Tempel dan *Sea Trial*

Kajian sistem penggerak melalui pemasangan mesin tempel 8 PK dan pelaksanaan *sea trial* menunjukkan bahwa mesin bekerja secara optimal dan mampu mendukung kebutuhan operasi kapal. Melakukan *Sea trial* sebanyak 4 trip menghasilkan kecepatan rata-rata 9 *knot*, dengan stabilitas, *respons* kemudi, dan performa mesin yang baik pada lingkungan sungai dangkal. Hal ini membuktikan bahwa konfigurasi mesin tempel yang digunakan telah sesuai untuk mendukung kegiatan pemeliharaan *mangrove* di Sungai Pambang Baru.

3. Perbandingan Hasil Simulasi Numerik dan *Sea Trial*

Perbandingan antara hasil simulasi numerik dan *sea trial* menunjukkan adanya perbedaan kecepatan, yaitu 6,25 *knot* dari simulasi dan 9 *knot* dari *sea trial*, dengan selisih sekitar 2,8 *knot* ($\pm 31\%$). Perbedaan ini disebabkan oleh kondisi operasi nyata yang lebih menguntungkan, seperti aliran air yang lebih baik menuju

propeller, trim yang optimal, serta beban aktual kapal yang lebih ringan. Meski terdapat perbedaan, hasil *sea trial* justru menunjukkan performa yang lebih baik daripada prediksi teoritis, sehingga mesin 8 PK terbukti memenuhi kebutuhan operasional kapal pada perairan dangkal.

5.2. Saran

Untuk mendukung keberlanjutan fungsi kapal dalam kegiatan pemeliharaan *mangrove*, disarankan agar kapal dioperasikan pada kecepatan optimal 5–7 knot khususnya pada area yang memiliki akar *mangrove* rapat, sedangkan kecepatan maksimal hanya digunakan pada area perairan terbuka. Pengembangan teknologi sistem penggerak dapat dipertimbangkan, seperti penggunaan *propeller* khusus perairan dangkal atau mesin dengan tingkat emisi lebih rendah untuk meminimalkan dampak lingkungan. Selain itu, pemeliharaan berkala terhadap mesin tempel, baling-baling, dan struktur kapal sangat diperlukan agar performa kapal tetap terjaga. Penelitian lanjutan juga dianjurkan untuk mengkaji aspek hidrodinamika secara lebih komprehensif, efisiensi bahan bakar pada berbagai kondisi operasional, serta pengembangan desain yang lebih ramah lingkungan guna meningkatkan efektivitas kapal dalam mendukung program pelestarian *mangrove* di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldiantofas, R. D., & Akbar, A. (2024). *Use Of The Yamaha F100B Outboard Engine As a Propulsion On The Rinca and Bawean Survey Boats Penggunaan Mesin Tempel Yamaha F100B Sebagai Penggerak Pada Kapal Survey Boat Rinca Dan Bawean*. 7, 510–515.
- Amri, K. (2024). Tugas akhir perancangan sistem penggerak kapal fiberglass menggunakan mesin rubin. *Tugas Akhir Perancangan Sistem Penggerak Kapal Fiberglass Menggunakan Mesin Rubin*.
- Ghalib, N. S., Santoso, M., & Wahidin, A. (n.d.). *Parametric Studi Desain Kapal Patroli Fiber Reinforced Plastic untuk Perawatan Lampu Approach Bandara di Kepulauan Natuna*. 2655, 4–9.
- Guruh, M. (2016). Ship Propulsion in Review Test Model. *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, 10(1), 25–30.
- Narto, H. A., Pd, M., & Mar, M. (2018). *PENGENDALIAN SISTEM PERMESINAN KAPAL Digunakan sangat terbatas khusus untuk keperluan pendidikan dilingkungan PIP Semarang PENGENDALIAN SISTEM PERMESINAN KAPAL* (Vol. 89). <https://core.ac.uk/download/pdf/197979313.pdf>
- Putri Miarta, S. (2014). Keragaan Mesin Penggerak Perahu Motor Tempel di PPI Pasauran, Serang, Banten Sukmaditta Putri Miarta. *Universitas Agricultural Bogor*, 1–35.
- Rosmani, Arnindha, A. S., Asis, M. A., Baso, S., & Ardianti, A. (2023). Studi Eksperimental Tahanan Kapal Planning Hull Akibat Pengaruh Penggunaan 3 Stepped U. *Jurnal Riset Teknologi Perkapalan*, 1(1), 41–50.
- Sayung, D. I. (2023). *Tugas akhir analisa konsumsi energi mesin berbahan bakar pertalite pada perahu penumpang wisata religi di sayung*.
- Suwasono, B., Munazid, A., Awwalin, R., Poundra, G. A. P., & Sutiyo. (2019). *Teori Dan Panduan Praktis Hidrodinamika Kapal Hukum Archimedes*.

Wiranso Satoto, S., Abdurrahman, N., & Saputra, H. (2019). Perbandingan Teknis Ukuran Utama dan Hambatan Kapal Pada Lambung Kapal Wisata Pulau Petong. *Jurnal Teknologi Dan Riset Terapan (JATRA)*, 1(1), 20–26.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 SURAT PERIZINAN PEMBUATAN KAPAL



PEMERINTAH KABUPATEN BENGKALIS
KECAMATAN BANTAN
DESA PAMBANG BARU

Jl. Sriwijaya, e-Mail : desapambangbaruview@gmail.com Fb : PemdesPambangbaru
Ig : @Pemdes_pambangbaru KodePos : 28754

SURAT KETERANGAN IZIN PEMBUATAN KAPAL

Nomor : 420/SK /PB / II /2025 / 55

Yang bertanda tangan dibawah ini :

- I. Nama : **SOLEHAN, S.Tr. Kes**
Jabatan : Pj. Kepala Desa Pambang Baru

Dengan ini menerangkan bahwa :

- II. Nama : **MUHAMAD KHAIRUL AZMI**
No. NIK/KTP : 1403022108040342
Tempat/Tgl Lahir : Johor Malaysia, 21-08-2004
Fakultas : Politeknik Negeri Bengkalis
- III. Nama : **IKHSANUR SYAFIQRI**
No. NIK/KTP : 1403020211040001
Tempat/Tgl Lahir : Teluk Pambang, 02-11-2004
Fakultas : Politeknik Negeri Bengkalis

Yang bersangkutan diatas adalah benar penduduk Desa Pambang Baru Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkalis, dengan ini memberi Izin kepada nama tersebut untuk Rancang Bangun Kapal Pemeliharaan Pohon Mangrove di sungai Desa Pambang Baru yang terletak di Jl. Jend Sudirman Rt.002 Rw.007 Dusun Rukun, hal ini sebagai tugas Akhir Perguruan Tinggi di Fakultas POLBENG (Politeknik Negeri Bengkalis).

Demikian surat ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya dan agar petugas yang berkepentingan bisa mempertimbangkan, atas perhatian diucapkan terima kasih.

Pambang Baru, 13 Februari 2025

An. Pj. Kepala Desa PANGBANG BARU



SOLEHAN, A.Md

LAMPIRAN 2 PELAKSANAAN WAWANCARA

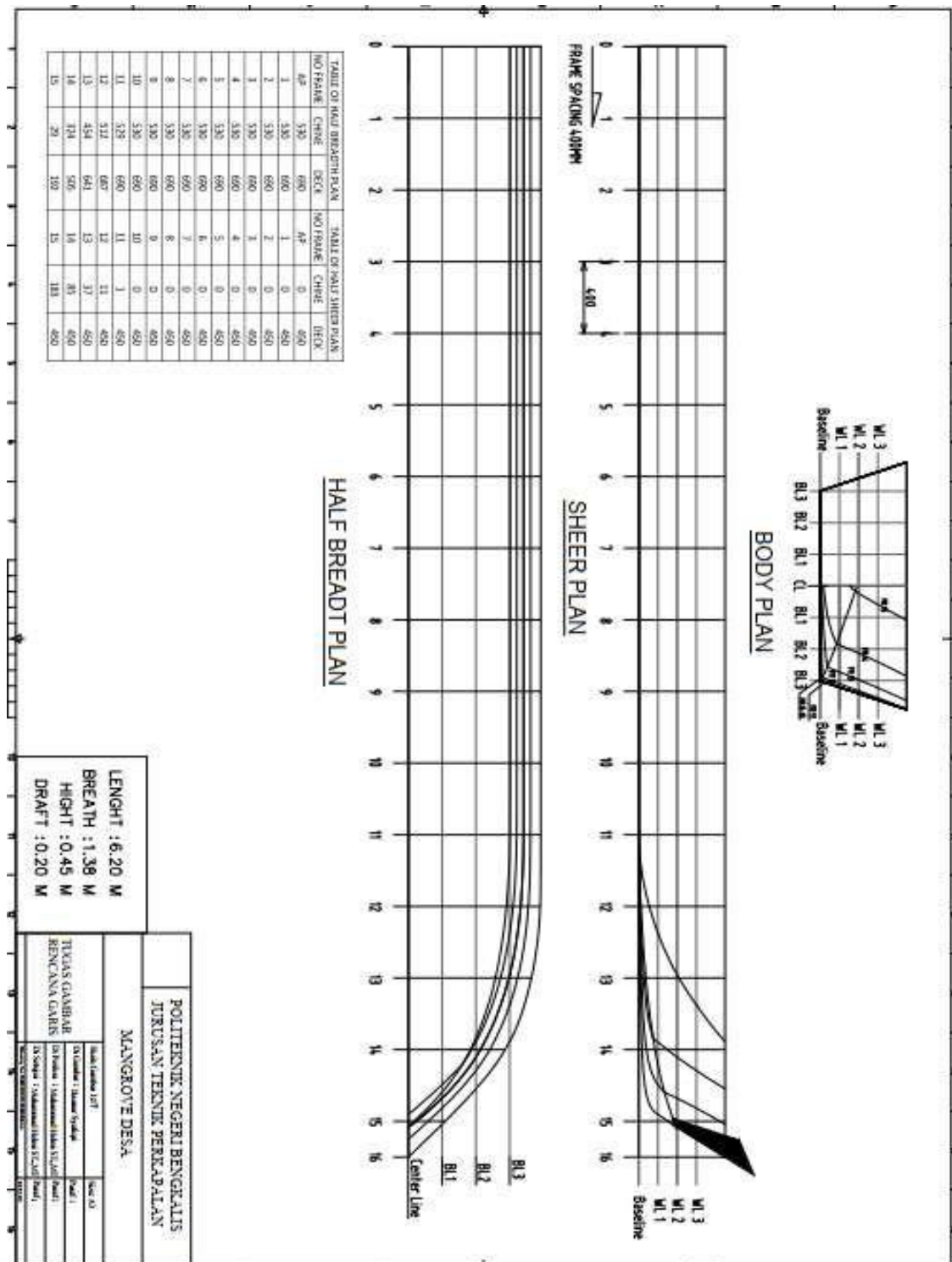


Dokumentasi kegiatan pemeliharaan *magrove* Desa Pambang Baru.

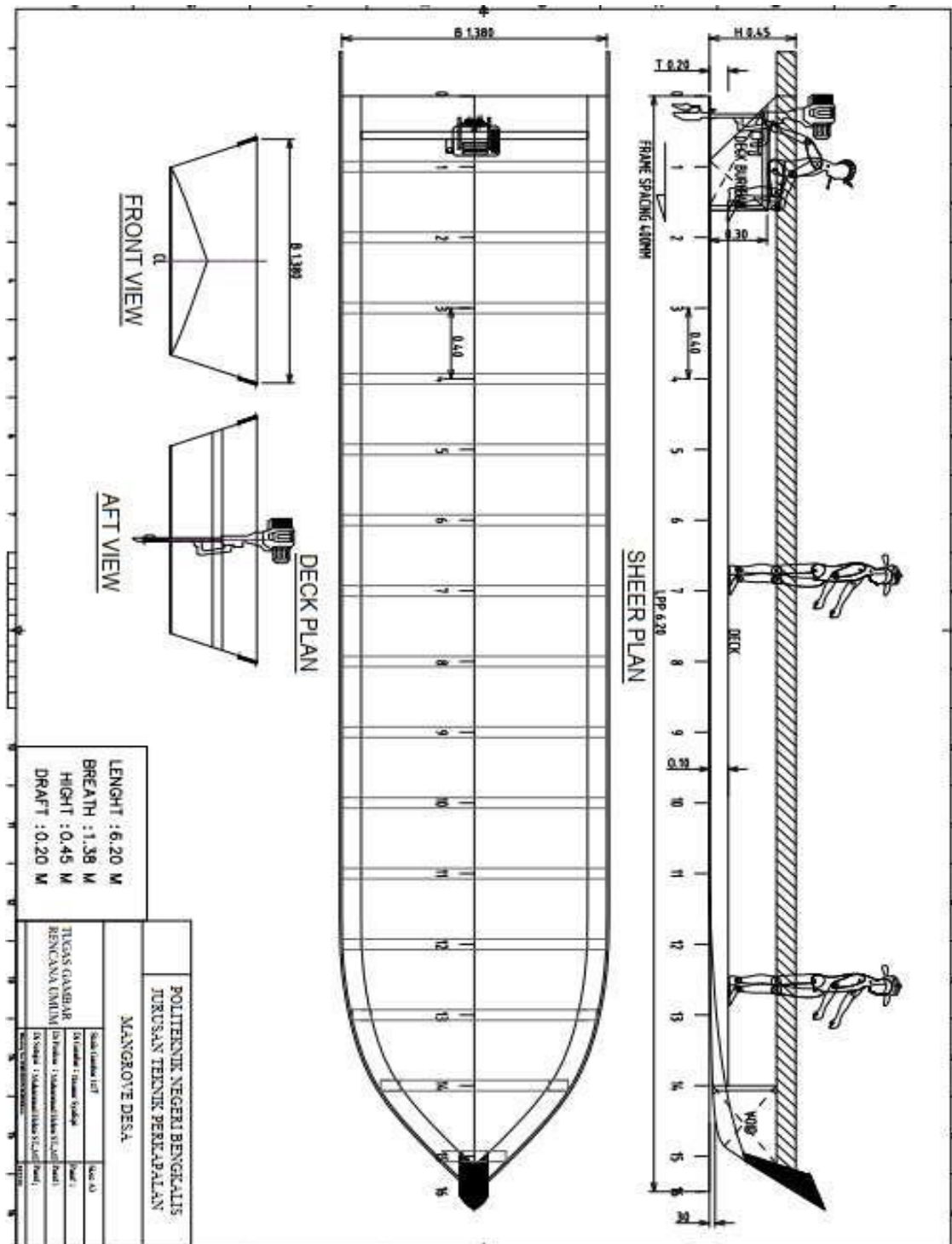


Dokumentasi wawancara kepada ketua pengelola *mangrove* sungai Desa Pambang Baru.

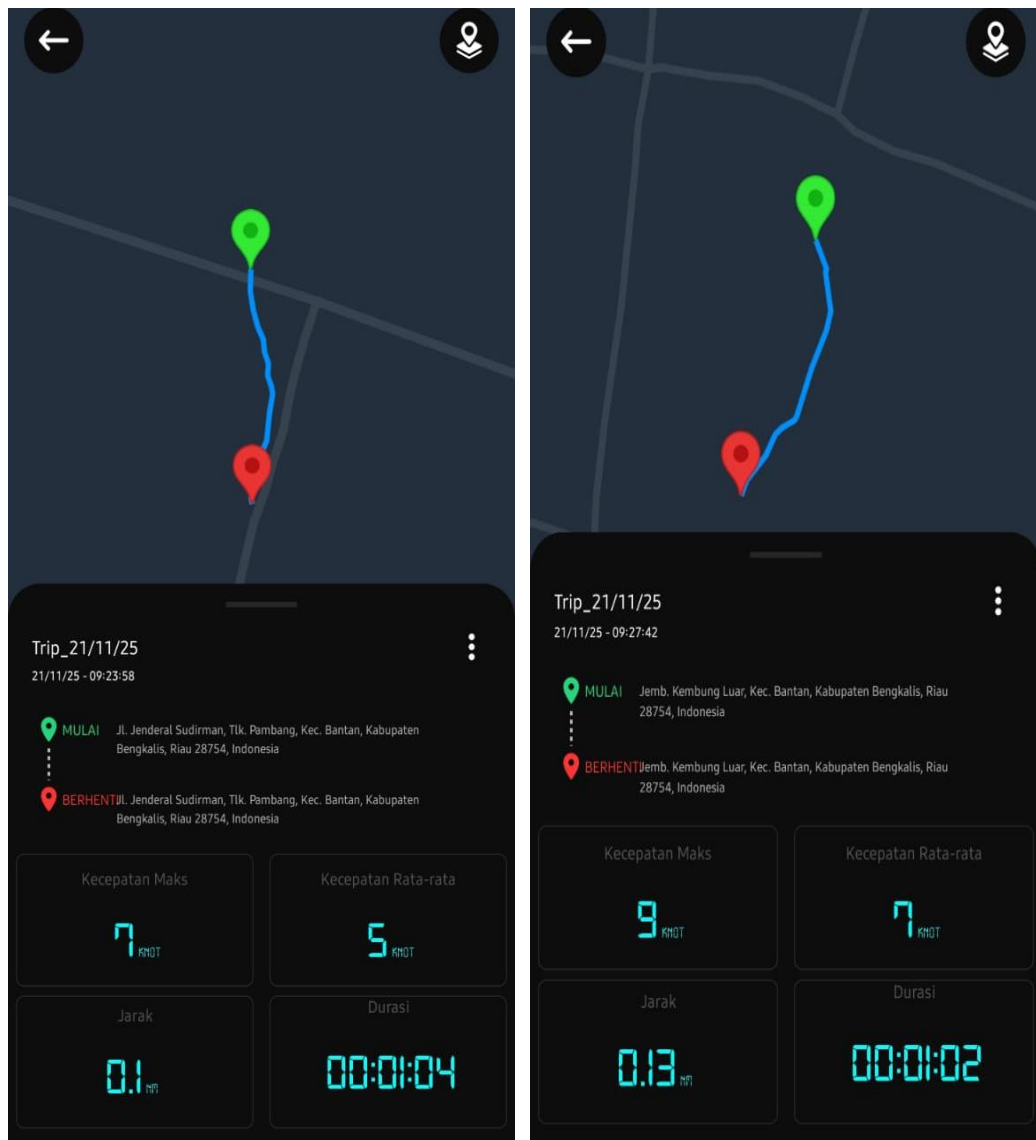
LAMPIRAN 3 RENCANA GARIS (LINES PLAN)

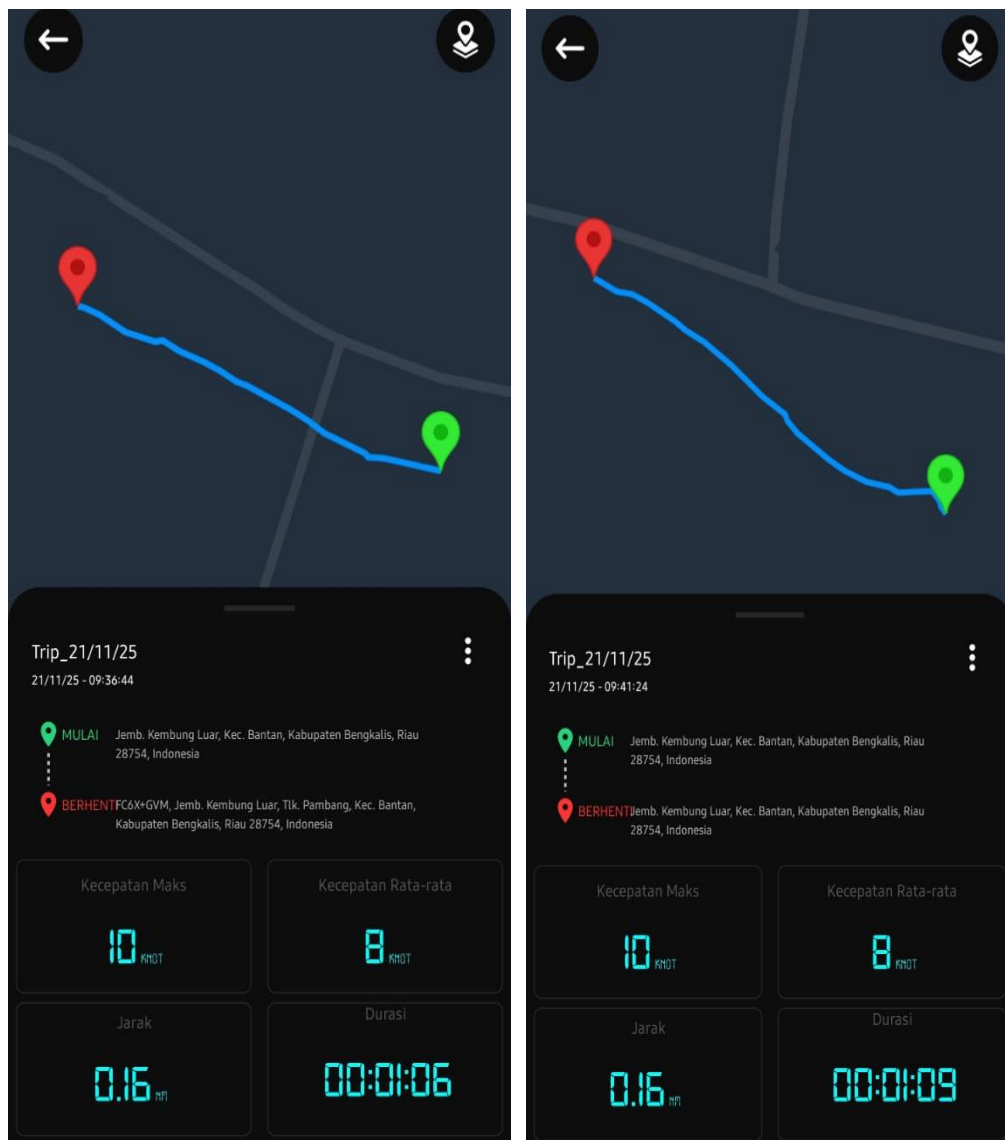


LAMPIRAN 4 RENCANA UMUM



LAMPIRAN 5 KECEPATAN RATA-RATA SISTEM PENGGERAK





LAMPIRAN 6 SISTEM PENGGERAK YANG DIGUNAKAN

