

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN SISTEM PENGGERAK *WATER JET* KAPAL BONGKAR PASANG BERBAHAN *FIBERGLASS*

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



DISUSUN OLEH :

M.MIFTAHUL RAHMADANI
1103221294

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK PERKAPALAN
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN POLITEKNIK
NEGERI BENGKALIS
2025**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah dilakukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Diploma III Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Benokalis, 28 November 2025



M. Miftahul Rahmadani

1103221294

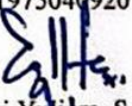
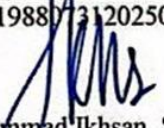
HALAMAN PENGESAHAN
PERENCANAAN SISTEM PENGGERAK *WATER JET* KAPAL BONGKAR
PASANG BERBAHAN *FIBERGLASS*

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi
Diploma III Jurusan Teknik Perkapalan*

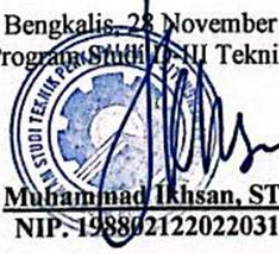
Oleh :

M. Miftahul Rahmadani
1103221294

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian : 28 November
Periode Wisuda 2025

1.  Afriantoni, S.T., M.T (Pembimbing 1)
NIP. 197504092014041001
2.  Dr. Egi Yuliora, S. Si., M.Si (Pembimbing 2)
NIP. 198807312025062001
3.  Muhammad Ikhsan, S.T., M.T (Penguji 1)
NIP. 198802122022031002
4.  Pardi, S.T., M.T (Penguji 2)
NIP. 197811052014041002
5.  Siswandi B., S.T., M.T (Penguji 3)
NIP. 198606182019031008

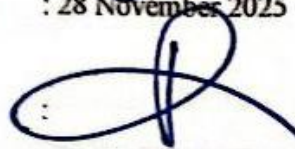
Bengkalis, 28 November 2025
Ketua Program Studi D-III Teknik Perkapalan


Muhammad Ikhsan, ST., MT
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 Teknik (A.Md.T).

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

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 2 : Pardi, S.T., M.T
Tanggal Pengujian : 28 November 2025

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 3 : Siswandi B, S.T., M.T
Tanggal Pengujian : 28 November 2025

PERENCANAAN SISTEM PENGGERAK *WATER JET* KAPAL BONGKAR PASANG BERBAHAN *FIBERGLASS*

Nama : M. Miftahulrahmadani
Nim : 1103221294
Dosen Pembimbing I : Afriantoni, S.T., M.T
Dosen Pembimbing II : Dr. Egi Yuliora, S, Si., M.Si

ABSTRAK

Sistem propulsi *water jet* merupakan alternatif penggerak kapal yang menawarkan keamanan lebih baik di perairan dangkal, serta rendah risiko kerusakan akibat baling-baling terbuka. Penelitian ini bertujuan merancang dan menerapkan sistem penggerak *water jet* pada kapal bongkar pasang berbahan *fiberglass* berukuran 5 meter x 1,28 meter sebagai solusi propulsi sederhana, aman, dan mudah diaplikasikan. Analisis tahanan kapal dilakukan menggunakan metode Savitsky Planing sehingga diperoleh kebutuhan daya efektif sebesar 10,26 HP untuk mencapai kecepatan operasi 4–6 knot. Berdasarkan hasil tersebut dipilih mesin bensin 4-tak berkekuatan 10 HP. Proses penelitian meliputi perancangan komponen utama seperti *intake*, *impeller*, *nozzlet*, dan sistem *manuver*, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan berbasis material *fiberglass* serta komponen mekanik yang mudah diperoleh. Pengujian sistem (*sea trial*) menunjukkan kapal mampu mencapai kecepatan hingga 5–6 knot dengan manuver yang baik dan aman dari gangguan rumput atau sampah perairan. Hasil ini membuktikan bahwa sistem *water jet* yang dirancang dapat bekerja sesuai perencanaan dan layak diterapkan pada kapal kecil di perairan dangkal. Teknologi ini juga berpotensi dikembangkan sebagai inovasi tepat guna bagi masyarakat pesisir serta media pembelajaran di bidang teknik perkapalan.

Kata kunci : Perencanaan Sistem Penggerak *Water Jet*

**PERENCANAAN SISTEM PENGGERAK *WATER JET* KAPAL BONGKAR
PASANG BERBAHAN *FIBERGLASS***

Nama : M. Miftahul Rahmadani
Nim : 1103221294
Dosen Pembimbing I : Afriantoni, S.T., M.T
Dosen Pembimbing II : Dr. Egi Yuliora, S, Si., M.Si

ABSTRAK

The water jet propulsion system is an alternative to conventional propellers that provides better maneuverability, safer operation in shallow waters, and reduced risk of damage from underwater obstacles. This research focuses on the design and implementation of a simple and applicable water jet propulsion system for a knock-down fiberglass boat with dimensions of 5 meters in length and 1.28 meters in width. The ship resistance was analyzed using the Savitsky Planing method to determine the required power. The results show that an effective power of 10.26 HP is needed to achieve a target speed of 4–6 knots, leading to the selection of a 10 HP four-stroke gasoline engine. The manufactured system includes the intake, impeller, nozzle, shaft, and steering mechanism using fiberglass and local mechanical components. Sea trials indicate that the system performs well, allowing the boat to reach 5–6 knots with good maneuverability. This design proves suitable for small vessels operating in shallow waters and supports practical learning in marine engineering.

Keywords: Water jet drive system planning

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SWA. Berkat limpahan dan Rahmat-Nya penyusun mampu menyelesaikan Proposal Tugas Akhir tepat pada waktunya. Pada penyusunan laporan ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan materi maupun spiritual. Untuk itu saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya ingin saya tujukan kepada:

1. Bapak Budhi Santoso, ST., MT 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 Dr. Jamal, ST., M.T. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis.
4. Bapak Afriantoni, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing 1 dan Ibu Dr.Egi Yuliora, M., SI selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir. Terima kasih atas bimbingan, masukan dan ide-ide yang telah diberikan.
5. Orang tua saya Ibu Santi terima kasih atas doa, dukungan moril dan materil selama pengerjaan Tugas Akhir saya.

Bengkalis, 28 November 2025

Penulis

M.Miftahul Rahmadani

NIM.1103221294

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala Puji dan Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat, dan kekuatan, juga segala petunjuk dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini. Proposal ini berjudul “Desain Kapal Ferry Elektrik Rute Pulau Meranti-Pulau Kundur”. Yang disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan di Jurusan Teknik Perkapalan. Dalam kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada orang-orang yang berjasa dalam menyelesaikan proposal ini, di antaranya :

1. Terimakasih Kepada Bapak Budhi Santoso ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan.
2. Terima Kasih kepada Bapak Muhammad Ikhsan, ST.,MT. selaku Ketua Prodi D III Teknik perkapalan.
3. Terima kasih kepada Bapak Muhammad Helmi, ST.,MT selaku Wali Dosen penulis.
4. Bapak Afriantoni, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing 1 dan Ibu Dr.Egi Yuliora, M., SI selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir. Terima kasih atas bimbingan, masukan dan ide-ide yang telah diberikan.
5. Terimakasih kepada seluruh dosen dan tenaga pendidik Jurusan Teknik Perkapalan yang tidak mungkin untuk saya sebutkan satu persatu.
6. Terimakasih kepada kedua orang tua tercinta atas doa dan restunya yang selalu menyertai setiap langkah dan tujuan.
7. Terima kasih kepada diri sendiri yang sudah berjuang untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Bagi Penulis	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengertian Water Jet.....	6
2.2 Sistem Propulsi <i>Water Jet (Jet Propulsion System)</i>	7
2.2.1 Komponen Utama Sistem <i>Water Jet</i>	9
2.3 Penyesuaian daya Mesin	12
2.3.1 Perhitungan Debit Aliran (Q).....	13
2.3.2 Perhitungan Gaya Dorong (Thrust).....	13
2.3.3 Hubungan Diameter Nozzle dengan Kecepatan Jet	14
2.3.4 Efisiensi Propulsi <i>Water Jet</i>	14
2.4 Visual Skema Penempatan Sistem Penggerak <i>Water Jet</i>	15

2.4.1 Sistem Manuver.....	16
2.5 Jenis-Jenis Sistem <i>Water Jet</i>	16
2.6 Keunggulan dan Kelemahan Sistem <i>Water Jet</i>	18
2.7 Penelitian Terdahulu	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Alat dan Bahan	23
3.1.1 Alat	23
3.1.2 Bahan.....	23
3.2 Tahapan Penelitian	24
3.2.1 Pengumpulan data	24
3.2.2 Desain sistem penggerak <i>Water jet</i>	24
3.2.3 Pemasangan sistem penggerak <i>Water jet</i>	25
3.2.4 Pengujian Sistem Penggerak <i>Water jet (Sea trial)</i>	25
3.2.5 Pembuatan Laporan Tugas Akhir.....	26
3.3 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Perhitungan Tahanan Dengan Metode Savitsky Planing	28
4.2 Penentuan <i>Water Jet</i>	33
4.3 Menghitung Transmisi <i>V-belt</i> dan <i>Pulley</i>	36
4.4 Perancangan Sistem <i>Water Jet</i>	38
4.4.1 Proses Perancangan Sistem Penggerak <i>Water Jet</i>	38
4.4.2 Perancangan Penempatan/Pengaplikasian Sistem Penggerak Pada Kapal	41
4.5 Proses Pembuatan Sistem <i>Water Jet</i>	42
4.5.1 PersiapanAlatdan Bahan	42
4.5.2 Proses Pembuatan Cetakan Sistem <i>Water Jet</i>	42
4.5.3 Pembuatan <i>Nozzle</i> dan Sistem <i>Manuver</i>	45
4.5.4 Proses Laminasi <i>Fiberglass</i>	46
4.5.5 Proses Pemasangan Sistem Water Jet pada Buritan Kapal	48

4.5.6 Proses Pemasangan Besi Holo dan Poros (<i>Shaft</i>).....	51
4.5.7 Pemasangan Saringan pada Saluran <i>Intake Sistem Water Jet</i>	54
4.5.8 Proses Pembuatan Kedudukan Mesin	55
4.5.9 Pengecatan Dudukan Mesin Penggerak	58
4.5.10 PemasanganMesin Penggerak	59
4.5.11PemasanganSistemManuverPadaUjung <i>Nozlee</i>	59
4.6 Pengujian Sistem Penggerak (<i>Sea Trial</i>).....	61
4.6.1 Dokumentasi Uji Coba Sistem <i>Water Jet</i>	63
4.7 Biaya Pembuatan Sistem Penggerak <i>Water Jet</i>	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja <i>Water Jet</i>	7
Gambar 2.2 Sistem Propulsi <i>Water Jet</i>	8
Gambar 2.3 Sistem Penggerak <i>Water Jet</i>	15
Gambar 2.4 Sistem Manuver	16
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian	27
Gambar 4.1 Hasil <i>Running</i> Maxsurf	28
Gambar 4.2 Simulasi Tahanan Kapal	29
Gambar 4.3 Grafik <i>Power and Resistance</i>	32
Gambar 4.4 Grafik <i>Speed vs Power</i>	33
Gambar 4.5 <i>Pulley</i> dan <i>V-Belt</i>	37
Gambar 4.6 Desain Mesin.....	39
Gambar 4.7 Desain <i>Pulley</i> , <i>V-belt</i> dan Dudukan Mesin.....	38
Gambar 4.8 Desain <i>Nozzle</i> , <i>Shaft</i> , dan Impeller Sistem <i>Waterjer</i>	40
Gambar 4.9 Desain penempatan sistem penngerak pada kapal.....	41
Gambar 4.10 Marking Pada Karton.....	43
Gambar 4.11 Proses menyatukan karton dengan pipa PVC.....	43
Gambar 4.12 Proses pembuatan cetakan kontur.....	44
Gambar 4.13 Pendempulan Cetakan	44
Gambar 4.14 Proses pendempulan cetakan.....	45
Gambar 4.15 Proses Marking.....	46
Gambar 4.16 Proses pemotongan dan pembentukan Nozle dan system Manuver.....	46
Gambar 4.17 Proses Laminasi <i>Fiberglas</i>	47
Gambar 4.18 Proses pelepasan cetakan.....	48
Gambar 4.19 Pemotongan Lubang Intake dan <i>Nozzle</i>	46
Gambar 4.20 Pemasangan & Laminasi Intake pada Buritan Kapal	47
Gambar 4.21 Hasil Pemasangan dan Laminasi.....	50

Gambar 4.23 <i>Marking & Pengeboran Lubang Poros Impeller</i>	51
Gambar 4.24 Pemasangan Poros dan Dudukan <i>Holo</i>	52
Gambar 4.25 Dudukan Kelahar dan Besi <i>Holo</i>	53
Gambar 4.26 Pembuatan Dudukan Kelahar dalam <i>Nozzle</i>	53
Gambar 4.27 Pemasangan <i>Shaft</i> dan <i>Nozzle</i>	54
Gambar 4.28 Pemasangan Saringan pada <i>Intake</i>	55
Gambar 4.29 Baja Ringan yang Sudah Dipotong	55
Gambar 4.30 Proses Pengelasan Dudukan Mesin	56
Gambar 4.31 Fitting dan Laminasi Dudukan Mesin	56
Gambar 4.32 Pengelasan Baut Dudukan Mesin	57
Gambar 4.33 Pembersihan Area Dudukan Mesin	58
Gambar 4.34 Proses Pengecatan Dudukan Mesin	58
Gambar 4.35 Pemasangan Mesin & Penyetelan <i>V-Belt</i>	59
Gambar 4.36 Pemasangan Sistem Manuver di Ujung <i>Nozzle</i>	60
Gambar 4.37 Data Kecepatan (Knot)	62
Gambar 4.38 Uji Coba Sistem Penggerak <i>Water Jet</i>	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	19
Tabel 4.1 Hasil Input Data.....	29
Tabel 4.2 Hasil <i>Resistance dan Power Engine</i>	30
Tabel 4.3 Alat dan Bahan.....	42
Tabel 4.4 Rincian Biaya Pembuatan.....	64

DAFTAR SIMBOL

Δ	= <i>Displacement</i>
∇	= <i>Volume Displacement</i>
ζ	= <i>Prismatic Coefficient</i>
A	= Luas penampang samping lambung kapal
a	= Tinggi <i>freeboard</i>
AP	= <i>After perpendicular</i>
B	= Titik tekan ke atas / <i>Centre of buoyancy</i>
BHP	= <i>Break horse power</i>
BM	= <i>Moulded breadth</i>
Cb	= <i>Block Coefficient</i>
Cm	= <i>Midship Coefficient</i>
Cp	= <i>Coefficient Prismatic</i>
Cv	= <i>Coefficient kecepatan</i>
Cwl	= <i>Coefficient of Water Line</i>
Cwp	= <i>Waterpl. area coeff.</i>
LCB	= <i>Longitudinal Center of Bouyancy</i>
LCF	= <i>Longitudinal Center of Floatation</i>
KB	= <i>Keel to Center of Bouyancy</i>
MSA	= <i>Midship of Section Area</i>
TPC	= <i>Ton Per Centimeter Immersion</i>
WPA	= <i>Water Plan Area</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal merupakan alat transportasi yang sangat penting bagi Masyarakat pesisir dan kepulauan untuk mendukung aktivitas perikanan, transportasi, dan sektor maritim lainnya. Namun, banyak daerah terpencil mengalami kendala dalam pengadaan kapal karena keterbatasan infrastruktur, biaya produksi yang tinggi, serta sulitnya proses pengangkutan kapal dalam bentuk utuh.

Sistem propulsi atau penggerak kapal merupakan salah satu komponen utama sebuah kapal. Seiring perkembangan teknologi kelautan, muncul berbagai alternatif sistem propulsi selain baling-baling konvensional (propeller), salah satunya adalah sistem penggerak *water jet*. Sistem ini bekerja dengan prinsip menyedot air dari bawah kapal menggunakan impeller, kemudian memompanya keluar dengan kecepatan tinggi melalui nozzle untuk menghasilkan gaya dorong. Teknologi ini mulai banyak digunakan pada kapal cepat, kapal militer, kapal patroli, bahkan kapal wisata kecil karena memberikan beberapa keunggulan, seperti manuver yang lebih lincah, tingkat keamanan lebih tinggi (tidak ada baling-baling terbuka), serta minim risiko kerusakan akibat benturan dengan objek bawah air (Gerr & Lavery, 2010).

Water jet dinilai sangat cocok untuk diterapkan pada kapal wisata berukuran kecil yang beroperasi di perairan dangkal atau kawasan wisata yang memiliki arus dan ombak yang relatif tenang. Dibandingkan sistem propulsi konvensional, *water jet* mampu memberikan akselerasi yang lebih cepat dan kemampuan berhenti yang lebih baik, sehingga memberikan kenyamanan dan keamanan tambahan bagi penumpang kapal wisata (Carlton, 2012). Selain itu, sistem ini relatif mudah perawatannya karena tidak memerlukan poros baling-baling panjang yang rawan aus atau karat.

Dari sisi edukatif dan keterampilan teknik, perakitan sistem water jet secara mandiri menjadi langkah penting untuk meningkatkan kompetensi dalam bidang permesinan dan kelautan. Proses ini menuntut ketelitian, ketepatan, serta pemahaman teknis mengenai komponen seperti impeller, nozzle, intake, pompa, hingga sistem transmisi tenaga. Kegiatan ini sangat tepat diterapkan sebagai bagian dari pengembangan keterampilan dasar di lingkungan pendidikan vokasi, pelatihan kerja, maupun proyek mandiri masyarakat. Seperti dikemukakan oleh Sutrisno (2018), "Penguasaan teknologi dasar sistem penggerak kapal menjadi pintu masuk bagi masyarakat pesisir untuk meningkatkan nilai tambah produk kapal dan daya saing lokal." Rancangan sistem water jet yang sederhana dan berbasis bahan-bahan lokal memungkinkan pengembangan sistem ini menjadi teknologi yang ekonomis dan mudah diadopsi oleh pelaku usaha wisata perairan kecil. Dalam konteks pengembangan pariwisata berbasis maritim, penyediaan kapal wisata kecil yang ramah lingkungan, aman, dan efisien merupakan kebutuhan yang terus meningkat. Oleh karena itu, pengembangan sistem propulsi water jet mandiri tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga mendukung aspek ekonomi lokal dan pemberdayaan masyarakat pesisir.

Pentingnya penguasaan teknologi ini juga ditegaskan oleh Chudley & Greeno (2017), yang menyatakan bahwa "Pemanfaatan sistem mekanikal berbasis fluida seperti water jet memiliki potensi besar dalam efisiensi sistem transportasi ringan, khususnya pada sektor kelautan yang membutuhkan kecepatan dan kelincahan manuver." Dengan mempertimbangkan keunggulan teknis, aspek keterampilan yang dapat diasah, serta potensi penerapan pada kapal wisata kecil, maka perancangan dan perakitan sistem penggerak water jet sederhana ini menjadi proyek yang sangat relevan dan aplikatif. Diharapkan, hasil pengembangan ini dapat menjadi solusi penggerak kapal yang efisien, aman, dan edukatif, khususnya untuk menunjang kegiatan wisata perairan skala kecil yang semakin berkembang di berbagai daerah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah diatas maka penulis dapat mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem penggerak *water jet* yang sesuai dengan kebutuhan daya mesin penggerak?
2. Bagaimana merancang *propeller* kapal yang tahan terhadap kayu atau batu yang berada di perairan?
3. Bagaimana menguji kinerja dari sistem penggerak?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Hanya mencakup pengaruh pemasangan terhadap performa kapal dalam kondisi perairan tenang dan tidak memperhitungkan faktor lingkungan ekstrem seperti ombak besar atau arus kuat.
2. Pembahasan hanya mencakup kendala teknis yang sering muncul, seperti pemasangan sistem penggerak yang kurang presisi.
3. Efisiensi aktual tergantung pada kualitas.

1.4 Tujuan

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

1. Merancang sistem penggerak *water jet* yang sesuai dengan kebutuhan daya mesin penggerak.
2. Merancang *propeller* kapal yang tahan terhadap kayu atau batu yang berada di perairan.
3. Melakukan pengujian kinerja sistem penggerak *water jet* untuk mengetahui performa daya dorong, kecepatan kapal.

1.5 Manfaat Bagi Penulis

1. sebagai referensi ilmiah dalam kajian sistem penggerak *water jet* pada kapal kecil berbahan fiberglass serta penerapannya pada penelitian selanjutnya.
2. sebagai alternatif rancangan sistem penggerak sederhana dan ekonomis yang dapat diaplikasikan pada kapal wisata atau nelayan di perairan dangkal.
3. sebagai contoh inovasi teknologi tepat guna yang dapat mendukung pengembangan sarana transportasi air sederhana dan ramah lingkungan.
4. sebagai sarana untuk meningkatkan keterampilan dalam merancang, membuat, serta menguji sistem penggerak *water jet* sekaligus melatih kemampuan analisis dan penulisan ilmiah.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta manfaat penelitian. Bab ini memberikan dasar pemikiran dan arah dari penelitian yang dilakukan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat teori-teori yang relevan sebagai landasan penelitian, termasuk konsep sistem penggerak *water jet*, komponen-komponen utama, karakteristik hidrodinamika, penelitian terdahulu, serta referensi teknis yang mendukung proses perancangan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah penelitian mulai dari pengumpulan data, perancangan sistem penggerak *water jet*, proses pemasangan, metode perhitungan, diagram alir penelitian, hingga prosedur pengujian (*sea trial*).

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil penelitian yang meliputi perhitungan tahanan kapal, penentuan spesifikasi *water jet*, proses pembuatan sistem, pemasangan komponen, hasil pengujian, serta pembahasan terhadap performa sistem berdasarkan teori dan hasil uji lapangan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian serta saran-saran yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem penggerak *water jet* pada penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Memuat seluruh sumber referensi yang digunakan dalam penelitian, termasuk buku, jurnal, artikel ilmiah, dan dokumen pendukung lainnya.

LAMPIRAN

Berisi data pendukung seperti gambar proses pembuatan, tabel spesifikasi mesin, serta lampiran lain yang relevan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Water Jet

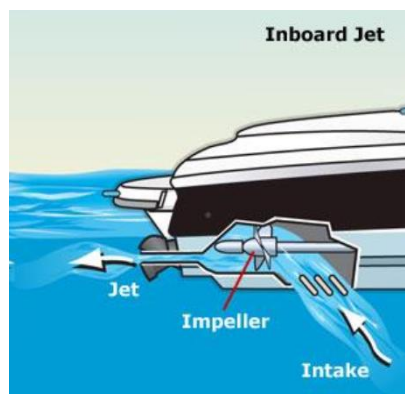
Water jet merupakan salah satu sistem propulsi atau penggerak kapal modern yang bekerja berdasarkan prinsip memanfaatkan gaya dorong reaktif dari semburan air bertekanan tinggi. Dalam sistem ini, tenaga dorong tidak lagi dihasilkan oleh putaran baling-baling seperti pada sistem konvensional, melainkan berasal dari aliran air yang dipercepat melalui sebuah pompa bertekanan tinggi dan kemudian disemprotkan ke luar melalui *nozzle* khusus.

Air laut yang menjadi media utama dalam sistem ini disedot melalui *intake duct*, yaitu saluran masuk air yang terletak di bagian bawah lambung kapal. Air yang masuk melalui intake tersebut kemudian dialirkan menuju ruang pompa yang biasanya terdiri dari *impeller* (kipas putar) berkecepatan tinggi yang digerakkan oleh mesin utama kapal. *Impeller* berfungsi untuk meningkatkan energi kinetik dan tekanan dari air laut yang masuk, sehingga menghasilkan aliran air berkecepatan tinggi.

Setelah melalui *impeller*, air tersebut dialirkan ke bagian *nozzle* atau pipa sembur yang terletak di bagian buritan kapal. *Nozzle* berperan penting dalam mengarahkan dan mempercepat aliran air keluar kapal. Ketika air bertekanan tinggi disemprotkan melalui *nozzle*, maka timbul gaya dorong yang mendorong kapal bergerak maju. Secara keseluruhan, sistem *water jet* ini merupakan aplikasi dari prinsip fluida dinamis dan mekanika fluida, di mana efisiensi aliran air dan bentuk saluran menjadi faktor penentu performa sistem secara keseluruhan. Keunggulan utama dari sistem ini adalah kemampuannya menghasilkan dorongan besar dengan desain yang kompak dan aman, karena tidak ada komponen penggerak terbuka di luar lambung kapal. Sistem ini sangat cocok digunakan pada kapal berkecepatan tinggi, kapal patroli, kapal wisata, maupun kapal yang

beroperasi di perairan dangkal, karena risiko kerusakan akibat benda asing atau dasar perairan dapat diminimalisasi (Putra, 2021).

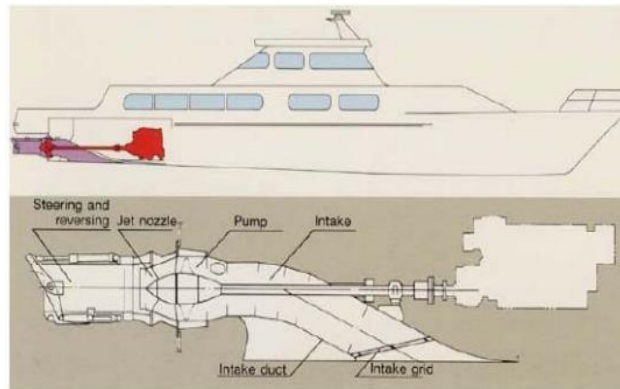
Penjelasan Ruang untuk Pemasangan Mesin *Water Jet*. Dimensi dan tata letak ruang, ruang mesin yang dibutuhkan untuk sistem water jet minimal bisa disesuaikan dalam area 1,5 meter panjang x lebar menyesuaikan lambung kapal, terutama jika kapal berskala kecil (sekitar 5-6 meter panjangnya), menggunakan mesin dengan daya sedang (misalnya 100–250 HP). Komponen utama yang harus muat di ruang 1,5 meter ini, mesin penggerak utama, *impeller water jet* dan casing nya, sistem *intake* dan outlet air dan akses untuk servis dan ventilasi (Fossati 2009).



Gambar 2.1 Prinsip Kerja *Waterjet* (Fazlurroman, 18)

2.2 Sistem Propulsi *Water Jet* (*Jet Propulsion System*)

Sistem propulsi *water jet* merupakan suatu teknologi penggerak kapal yang memanfaatkan semburan air berkecepatan tinggi sebagai sumber gaya dorong untuk menggerakkan kapal. Teknologi ini menjadi salah satu alternatif dari sistem propulsi konvensional berbasis baling-baling (*propeller*), khususnya pada kapal yang membutuhkan *nozzle* akan menghasilkan gaya dorong ke arah depan yang mendorong kapal bergerak maju manuver tinggi, kecepatan cepat, dan efisiensi dalam pengoperasian di perairan dangkal atau yang rawan terkena benda terapung. Dalam konteks ini, air laut yang disedot, kemudian dipercepat dan disemburkan ke belakang melalui.



Gambar 2. 2 Sistem Propulsi *Waterjet* (Adji, 2006)

a. *Intake Duct* (Saluran Masuk Air)

Intake merupakan saluran yang berada di bawah lambung kapal dan berfungsi sebagai jalur masuknya air laut ke dalam sistem. Desain intake sangat berpengaruh terhadap kualitas aliran air yang masuk. Intake harus mampu mengalirkan air dengan debit yang tinggi dan seminimal mungkin gangguan turbulensi, agar performa sistem water jet tetap maksimal (Widodo, 2019).

b. *Impeller*

Setelah air masuk melalui intake, air akan dialirkan menuju pompa impeller. Pompa ini merupakan bagian yang sangat penting karena berfungsi untuk meningkatkan energi kinetik dan tekanan dari aliran air. Impeller berputar dengan kecepatan tinggi dan digerakkan oleh mesin utama kapal. Putaran impeller mempercepat aliran air sebelum dialirkan ke diffuser dan nozzle. Semakin besar kecepatan impeller, maka semakin besar pula energi dorong yang dihasilkan oleh sistem.

c. *Nozzle*

Nozzle merupakan bagian ujung dari sistem, tempat di mana air bertekanan tinggi disemburkan keluar kapal. Fungsi *nozzle* adalah untuk mengarahkan semburan air dengan tekanan dan kecepatan tertentu agar menghasilkan gaya dorong yang optimal. Semakin kecil diameter ujung nozzle, semakin tinggi kecepatan semburan air yang keluar, sehingga menghasilkan dorongan yang lebih besar.

Dari segi performa, sistem *water jet* memiliki keunggulan utama dalam hal akselerasi, kecepatan maksimum, dan manuverabilitas, terutama ketika digunakan pada kapal berukuran kecil hingga menengah. Sistem ini juga lebih aman karena tidak memiliki komponen berputar di luar lambung yang bisa membahayakan awak kapal atau penumpang saat berada di dekat buritan kapal (Putra, 2021). Namun demikian, sistem ini juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti efisiensi yang lebih rendah pada kecepatan rendah, serta biaya instalasi dan perawatan yang cenderung lebih tinggi dibandingkan sistem propulsi konvensional. Oleh karena itu, penggunaan sistem *water jet* umumnya lebih cocok untuk kapal, kapal ringan, kapal wisata, dan kapal transportasi berukuran kecil yang membutuhkan performa tinggi dan fleksibilitas manuver.

Menurut Fossati (2009), tata letak ruang mesin untuk sistem *water jet* perlu direncanakan dengan cermat agar semua komponen dapat terpasang dengan baik. Untuk kapal kecil berukuran 5–6 meter, ruang mesin minimum yang diperlukan adalah sekitar 1,5 meter, sehingga dapat menampung mesin penggerak, impeller, casing *water jet*, sistem intake, dan saluran pembuangan air. Tata letak yang efisien memungkinkan akses mudah untuk perawatan dan meminimalkan kehilangan energi pada aliran air.

Carlton (2018) juga menekankan bahwa kesesuaian antara dimensi ruang mesin, daya mesin, serta ukuran komponen hidrolik merupakan faktor penentu efisiensi sistem *water jet*. Perancangan detail harus mempertimbangkan diameter impeller, kapasitas debit air, serta rasio luas penampang nozzle. Dengan pendekatan ini, sistem propulsi dapat mencapai efisiensi maksimum sekaligus menjaga kestabilan kapal kecil di perairan dangkal.

2.2.1 Komponen Utama Sistem Water Jet

Sistem penggerak *water jet* terdiri dari beberapa komponen utama yang saling berhubungan untuk menghasilkan dorongan. Masing-masing komponen memiliki fungsi dan karakteristik teknis sebagai berikut:

1. Mesin Penggerak

Mesin merupakan sumber tenaga utama untuk memutar impeller. Pada perancangan ini digunakan mesin Yamamoto (mesin bensin 4-tak) dengan spesifikasi:

- a. Daya maksimum: 10 HP (6,2 kW) pada 3600 rpm.
- b. Kapasitas silinder: 270 cc.
- c. Bahan bakar: bensin.

Mesin ini dipilih karena ukurannya relatif kompak, mudah dipasang pada perahu bongkar pasang, dan perawatannya sederhana. Daya yang dihasilkan juga sesuai dengan kebutuhan perahu berukuran kecil (panjang 5 m, lebar 1,5 m).

2. Shaft (Poros Penghubung)

Poros atau shaft berfungsi sebagai penghubung tenaga dari mesin menuju impeller.

- a. Material: baja yang memiliki kekuatan tarik tinggi.
- b. Diameter: 19 mm.
- c. Panjang: 600 mm
- d. Sambungan: *Pulley* dan *V-belt*

Pulley dan *V-belt* dipakai agar posisi mesin yang tidak selalu sejajar dengan pompa *water jet* tetap bisa mentransfer tenaga dengan efisien. Tanpa sambungan ini, poros bisa cepat aus atau bahkan patah.

3. *Impeller*

Impeller adalah komponen inti yang menentukan performa sistem *water jet*.

- a. Jenis: radial tertutup.
- b. Material: Plastik/Atom
- c. Diameter: 155 mm.
- d. Jumlah sudu: 3/5 buah.
- e. Putaran kerja: 2500–3000 rpm.

Fungsi *impeller* adalah menyedot air dari intake duct lalu mempercepat aliran air ke arah diffuser dan *nozzle*. Desain radial tertutup

dipilih karena mampu menahan tekanan lebih tinggi, mengurangi kebocoran aliran (slip), serta lebih efisien dibanding impeller terbuka.

4. *Intake Duct*

Intake duct adalah saluran masuk air menuju impeller.

- a. Material: fiberglass resin, ringan dan tahan korosi.
- b. Dimensi: panjang 250 mm, lebar 120 mm, tebal 5 mm.
- c. Lokasi: di bawah lambung dekat buritan kapal.

Desain *intake* harus halus dan minim sudut tajam agar tidak menimbulkan turbulensi. Jika aliran air ke *impeller* terganggu, maka efisiensi sistem akan menurun drastis. Lokasinya dipasang dekat buritan agar sedotan air stabil saat kapal bergerak.

5. Nozzle

Nozzle merupakan bagian akhir dari sistem yang mengarahkan aliran air ke luar untuk menghasilkan gaya dorong.

- a. Material: Pipa
- b. Panjang: 250 mm.
- c. Diameter masuk: 160 mm.
- d. Diameter keluar: 70 mm.

Fungsi *nozzle* adalah memperbesar kecepatan semburan air dengan prinsip venturi. Semakin kecil diameter keluaran dibanding diameter masuk, semakin tinggi kecepatan air yang keluar, sehingga gaya dorong meningkat. Selain itu, *nozzle* juga berfungsi sebagai titik kendali arah aliran air ketika dihubungkan dengan sistem manuver.

6. Sistem Manuver

Sistem manuver pada *water jet* menggantikan fungsi kemudi tradisional.

- a. Komponen: reducer PVC, braket besi, mur-baut M10, dan tali kawat.

- b. Fungsi: mengatur arah semburan air ke kiri/kanan.

Reducer PVC dipasang di ujung *nozzle*, sehingga aliran air yang keluar dapat dibelokkan dengan menarik tali ke kiri atau kanan. Mekanisme ini sederhana namun efektif untuk kapal kecil, karena tidak memerlukan sistem hidrolik atau elektronik yang rumit. Dengan sistem ini, kapal dapat berbelok dengan cepat tanpa perlu menggunakan baling-baling atau kemudi tambahan.

2.3 Penyesuaian daya Mesin

Kesesuaian daya mesin dalam sistem *water jet*, daya mesin harus disesuaikan dengan kebutuhan hidrolik sistem. Jika mesin terlalu kecil, thrust tidak tercapai, jika terlalu besar, terjadi pemborosan energi. Menurut Carlton (2018), kebutuhan daya hidrolik pada sistem *water jet* dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot Q \cdot V^2$$

Penjelasan:

- a. P = Daya hidrolik (Watt)
- b. ρ = Massa jenis air (kg/m^3), biasanya 1000 kg/m^3
- c. Q = Debit aliran air (m^3/s)
- d. V = Kecepatan air keluar dari *nozzle* (m/s)

Rumus ini menunjukkan bahwa daya hidrolik berbanding lurus terhadap debit dan kuadrat kecepatan jet. Maka, kecepatan *jet* yang tinggi membutuhkan daya mesin yang semakin besar. Namun dalam sistem nyata, tidak semua energi mesin dikonversi menjadi gaya dorong. Oleh karena itu perlu mempertimbangkan efisiensi sistem total (η_{total}), sehingga kebutuhan daya mesin dihitung sebagai:

$$P_{\text{mesin}} = \frac{P_{\text{hidraulik}}}{\eta_{\text{total}}}$$

Dimana:

- a. P_{mesin} = Daya mesin aktual (Watt)
- b. η_{total} = Efisiensi sistem total, biasanya antara 60–80% (0.6 – 0.8)

Contoh: Jika daya hidraulik dihitung sebesar 2000 Watt, dan efisiensi sistem adalah 70% (0.7), maka daya mesin minimum:

$$P_{\text{mesin}} = \frac{2000}{0.7} = 2857 \text{ Wat atau sekitar } 2.86 - 3.00 \text{ Kw}$$

Dengan perhitungan ini, mesin yang digunakan harus memiliki daya minimum 3 kW agar sistem dapat berjalan optimal.

2.3.1 Perhitungan Debit Aliran (Q)

Debit aliran air yang melewati sistem water jet dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = A \times V$$

Keterangan:

- a. Q = Debit aliran (m^3/s)
- b. A = Luas penampang *nozzle* (m^2)
- c. V = Kecepatan aliran keluar dari *nozzle* (m/s)

Persamaan ini menunjukkan bahwa debit berbanding lurus dengan luas penampang dan kecepatan aliran air. Pada aplikasi nyata, penentuan diameter *nozzle* akan sangat memengaruhi debit air yang keluar.

2.3.2 Perhitungan Gaya Dorong (Thrust)

Thrust atau gaya dorong yang dihasilkan oleh water jet dapat dihitung dengan Rumus thrust (Fossati, 2009):

$$T = m \times (V_j - V_s)$$

Atau:

$$T = \rho \times Q \times (V_j - V_s)$$

Keterangan:

- a. T = Thrust (N)
- b. m = Laju massa air (kg/s)
- c. V_j = Kecepatan jet air keluar nozzle (m/s)
- d. V_s = Kecepatan kapal (m/s)
- e. P = Massa jenis air (1000 kg/m³)

Dari persamaan ini, dapat dilihat bahwa thrust akan maksimum jika perbedaan kecepatan antara jet air dan kapal cukup besar.

2.3.3 Hubungan Diameter Nozzle dengan Kecepatan Jet

Jika diketahui debit Q , maka kecepatan jet keluar nozzle dapat ditentukan dengan:

$$V_j = \frac{Q}{A}$$

Dengan:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Keterangan:

- a. D = Diameter *nozzle* (m)
- b. A = Luas penampang nozzle (m²)

Artinya, semakin kecil diameter nozzle, maka kecepatan jet (V_j) akan meningkat, tetapi debit air (Q) akan menurun. Sebaliknya, jika diameter nozzle terlalu besar, debit meningkat namun kecepatan jet berkurang. Oleh karena itu, pemilihan diameter optimum sangat penting untuk menghasilkan thrust yang maksimal (Hadiyanto dkk., 2020).

2.3.4 Efisiensi Propulsi *Water Jet*

Efisiensi sistem propulsi *water jet* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\eta_p = \frac{2}{1 + \frac{V_j}{V_s}}$$

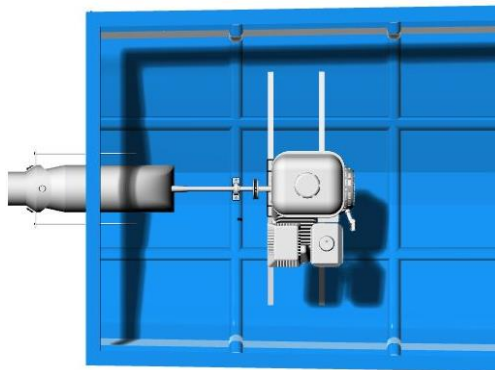
Keterangan:

- a. η_p = Efisiensi propulsi
- b. V_j = Kecepatan jet air (m/s)
- c. V_s = Kecepatan kapal (m/s)

Rumus ini menunjukkan bahwa efisiensi akan semakin tinggi apabila perbedaan antara kecepatan jet dan kecepatan kapal tidak terlalu besar.

2.4 Visual Skema Penempatan Sistem Penggerak *Water Jet*

Dalam perancangan sistem propulsi water jet pada perahu bongkar pasang berbahan *fiberglass*, referensi komponen utama seperti mesin, *intake duct*, *impeller*, *shaft*, dan *nozzle* harus ditempatkan secara efisien agar kinerja optimal dan ruang mesin tetap ringkas. Skema umum penempatan komponen dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



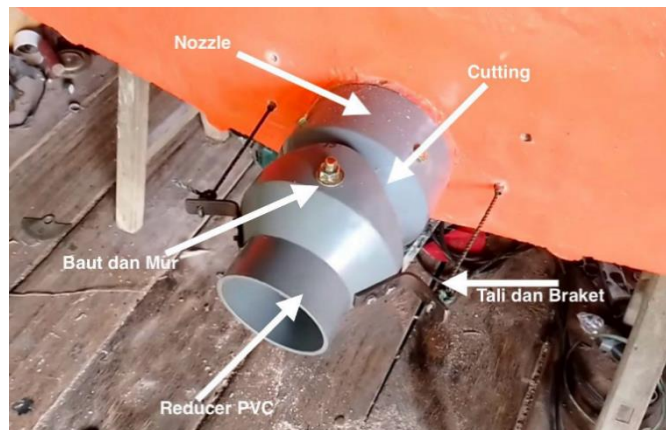
Gambar 2.3 Sistem Penggerak *Water Jet*

Keterangan:

- a. Mesin ditempatkan di ruang mesin di bagian buritan kapal, terhubung ke shaft penggerak.
- b. Intake duct berada di bawah lambung kapal dengan posisi lurus terhadap sumbu *impeller* untuk meminimalkan kehilangan energi.
- c. Impeller dipasang dalam casing *water jet* yang terhubung langsung dengan mesin.
- d. *Nozzle* berada di buritan kapal, dengan diameter yang disesuaikan agar debit air optimal.

2.4.1 Sistem Manuver

Manuver pada kapal adalah gerakan atau perubahan arah yang dilakukan oleh kapal untuk mencapai posisi atau jalur tertentu sesuai keinginan nahkoda atau operator kapal. Gambar 2.2 Sistem Mauver di bawah ini.



Gambar 2.4 Sistem *manuver*

- a. Reducer PVC, merupakan komponen utama yang digunakan sebagai alat manuver pada sistem waterjet.
- b. Baut dan Mur, komponen ini berfungsi sebagai penghubung antara reducer PVC Manuver dengan nozzle agar terhubung dengan baik.
- c. Tali dan Braket, yang telah terhubung ini berfungsi sebagai mekanisme penggerak untuk mengarahkan Reducer PVC ke kanan dan ke kiri.

2.5 Jenis-Jenis Sistem *Water Jet*

Sistem propulsi water jet memiliki beberapa jenis atau variasi berdasarkan desain, cara kerja, dan penggunaan teknologinya. Masing-masing jenis memiliki keunggulan dan karakteristik tersendiri, yang disesuaikan dengan kebutuhan operasional kapal. Secara umum, sistem water jet dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. *Axial Flow Jet*

Axial flow jet adalah sistem water jet di mana aliran air mengalir sejajar dengan sumbu poros pompa (axial). Dalam sistem ini, air disedot secara langsung sejajar dengan arah putaran impeller dan dikeluarkan lurus ke

arah belakang melalui nozzle. Sistem ini cocok untuk kapal berkecepatan sedang hingga tinggi karena menghasilkan dorongan besar dengan volume aliran air yang besar pula. Keunggulan axial flow jet adalah efisiensinya pada kecepatan menengah hingga tinggi serta kemampuannya dalam menghasilkan thrust (gaya dorong) yang besar. Namun, sistem ini cenderung memiliki dimensi yang lebih besar dibanding jenis lainnya. (Molland dkk., 2011).

b. Mixed Flow Jet

Jenis ini merupakan kombinasi antara axial flow dan radial flow. Pada sistem ini, air masuk secara aksial namun keluar dengan arah agak radial (menyudut). Mixed flow jet biasanya digunakan pada kapal yang membutuhkan keseimbangan antara kecepatan tinggi dan daya dorong besar. Desainnya lebih kompak dibanding axial flow jet, namun tetap mampu memberikan performa optimal. Sistem mixed flow jet banyak diaplikasikan pada kapal penumpang cepat dan kapal patroli yang membutuhkan akselerasi tinggi dengan desain mesin yang lebih ringan dan ringkas. (Lewis, 1988).

c. Radial Flow Jet

Pada radial flow jet, air masuk dari arah pusat dan keluar melalui sisi luar (radial). Jenis ini lebih jarang digunakan pada aplikasi kapal laut karena kurang efisien untuk menghasilkan daya dorong besar pada kecepatan tinggi. Namun dalam beberapa aplikasi khusus atau desain tertentu, sistem ini tetap bisa diaplikasikan untuk kebutuhan spesifik. (Carlton, 2018).

d. High-Speed Water Jet System

Jenis water jet berteknologi tinggi ini dirancang khusus untuk kapal berkecepatan sangat tinggi, seperti kapal militer, kapal pencari dan penyelamat (SAR), hingga kapal racing. Sistem ini dilengkapi dengan teknologi kontrol digital (electronic control system) dan steering otomatis, sehingga memberikan akurasi manuver yang sangat tinggi. Sistem ini biasanya menggunakan twin atau multiple jet unit, yang memungkinkan

pengaturan thrust secara independen untuk meningkatkan kelincahan manuver kapal. (Putra, 2021; Molland et al., 2011).

2.6 Keunggulan dan Kelemahan Sistem *Water Jet*

Keunggulan Sistem Water Jet:

- a. Sistem water jet memiliki respon yang cepat terhadap perubahan arah, sehingga sangat unggul dalam manuver, terutama pada kecepatan tinggi dan dalam kondisi navigasi terbatas. (Carlton, 2018; Putra, 2021).
- b. Aman untuk perairan dangkal karena tidak memiliki komponen yang menonjol keluar dari lambung (seperti baling-baling), risiko kerusakan akibat benda asing di dasar laut bisa diminimalkan. (Molland dkk., 2011).
- c. Minim getaran dan kebisingan sistem ini bekerja lebih halus dibandingkan propeller konvensional, menghasilkan getaran yang lebih rendah dan tingkat kebisingan yang lebih kecil, sehingga kenyamanan penumpang lebih baik. (Lewis, 1988; Carlton, 2018).
- d. Desain kompak dan ringan sistem ini tidak memerlukan poros propeller panjang dan gearbox besar, sehingga ruang mesin bisa lebih ringkas. (Carlton, 2018; Molland dkk., 2011).

Kelemahan Sistem Water Jet:

- a. Kurang efisien pada kecepatan rendah pada kecepatan rendah, thrust yang dihasilkan relatif kecil sehingga kurang efisien untuk kapal pengangkut berat atau kapal dengan kecepatan rendah. (Carlton, 2018; Molland dkk., 2011).
- b. Ketergantungan pada kualitas intake dan Aliran air intake system harus didesain sangat baik agar tidak mengganggu performa pompa. Gangguan kecil seperti kotoran atau gelembung udara bisa mengganggu aliran dan menyebabkan penurunan performa sistem. (Lewis, 1988; Carlton, 2018).
- c. Komponen sistem water jet memiliki presisi tinggi dan memerlukan perawatan berkala yang cukup intensif. (Molland et al., 2011; Putra, 2021).
- d. Sistem kontrol thrust dan steering cenderung lebih kompleks dan membutuhkan sistem hidrolik atau elektrik yang presisi, yang kadang

memerlukan pelatihan khusus bagi operator kapal. (Carlton, 2018; Lewis, 1988)

2.7 Penelitian Terdahulu

Dapat kita lihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

NO	Nama Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
1.	Jovina Nareswari Hubballillah	Analisis Cara Kerja Mesin Water Jet sebagai Penggerak Kapal	Penelitian menjelaskan prinsip dasar kerja water jet, yaitu menggunakan impeller untuk menyedot air dari bawah lambung kapal dan menyembrotkannya melalui nozzle. Sistem ini menghasilkan gaya dorong dari pancaran air berkecepatan tinggi. Dibandingkan dengan propeller konvensional, water jet memiliki efisiensi yang lebih tinggi pada kecepatan tinggi, menghasilkan manuver yang lebih responsif, serta lebih aman digunakan di perairan dangkal karena tidak ada komponen yang menonjol di bawah lambung.
2.	Sutrisno (Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya)	Analisis Efisiensi Sistem Penggerak Water Jet pada Kapal Cepat	Studi ini membandingkan kinerja water jet dengan propeller pada kapal cepat. Hasil menunjukkan bahwa sistem water jet lebih efisien digunakan pada kecepatan di atas 25 knot. Selain itu, sistem water jet memiliki keunggulan dari segi akselerasi, pengurangan getaran, serta tidak menghasilkan cavitation yang besar. Efisiensi sistem juga ditentukan oleh bentuk intake duct dan desain nozzle yang tepat.

3.	Hadiyanto, S., Widodo, A., Yuwono, B.	Pengaruh Diameter Nozzle terhadap Daya Dorong Sistem Water Jet	Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengetahui pengaruh variasi diameter nozzle terhadap daya dorong yang dihasilkan. Hasil menunjukkan bahwa diameter nozzle yang terlalu kecil akan meningkatkan kecepatan jet tetapi mengurangi debit air, sementara diameter terlalu besar menurunkan tekanan jet. Terdapat diameter optimum yang menghasilkan daya dorong maksimal berdasarkan kombinasi antara debit dan kecepatan aliran. Hal ini sangat penting dalam perancangan sistem water jet yang efisien
4.	Muhammad Fadli, Dwi Haryanto (ITS Surabaya)	Studi Eksperimental Sistem Propulsi Water Jet pada Kapal Aluminium Ringan	Eksperimen dilakukan pada model kapal aluminium ringan untuk menguji performa water jet dalam kondisi operasi nyata. Hasilnya menunjukkan peningkatan kemampuan manuver signifikan, terutama saat berbelok atau melakukan gerakan tiba-tiba. Selain itu, sistem water jet juga terbukti menghasilkan akselerasi yang lebih cepat dan mampu beroperasi di perairan dangkal tanpa risiko kerusakan akibat benturan dengan dasar laut atau objek terapung.
5.	Farhan Alim, Rizky Tegar, Dedi Supriadi	Desain dan Uji Coba Sistem Penggerak Water Jet untuk Kapal Nelayan Skala Kecil	Penelitian ini fokus pada adaptasi sistem water jet untuk kapal nelayan kecil (panjang 6–8 meter). Sistem diuji menggunakan mesin diesel kecil yang digabungkan dengan pompa jet buatan lokal. Hasilnya, sistem menunjukkan efisiensi bahan bakar yang cukup baik, kemudahan dalam perawatan, serta kemampuan manuver yang baik saat kapal melakukan kegiatan penangkapan ikan. Sistem ini juga terbukti lebih aman bagi nelayan karena tidak memiliki baling-baling terbuka.

Selain teori dasar water jet yang sudah dipaparkan, beberapa penelitian terbaru juga memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem propulsi skala kecil berbahan fiberglass.

Zhao dkk. (2022) melakukan kajian numerik dan eksperimen mengenai karakteristik hidrodinamika water jet pada kondisi tambat. Hasil penelitian ini menunjukkan hubungan erat antara kecepatan impeller, debit aliran (Q), dan efisiensi sistem, serta menegaskan pentingnya desain intake dan nozzle dalam meminimalkan kehilangan energi serta tekanan balik (backpressure) yang dapat menurunkan performa sistem.

Sheha dkk. (2018) juga melakukan studi komputasi dan eksperimen mengenai kinerja pompa water jet. Mereka menemukan bahwa sudut diffuser, panjang ruang pencampuran, serta rasio luas penampang sangat berpengaruh terhadap efisiensi, dengan nilai optimum mencapai sekitar 37,8%. Temuan ini relevan sebagai acuan perhitungan rancangan sistem water jet sederhana agar daya dorong (thrust) yang dihasilkan dapat mendekati kondisi optimum.

Jeong dkk. (2016) mengembangkan prototipe water jet kecil berbahan FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) untuk perahu ringan. Hasil pengujian menunjukkan sistem ini mampu memberikan kecepatan dan kemampuan manuver yang baik, dengan konstruksi sederhana yang sesuai untuk aplikasi kapal kecil. Penelitian ini dapat dijadikan rujukan karena mendekati kondisi penelitian tugas akhir ini, yaitu penerapan water jet pada perahu bongkar pasang berbahan fiberglass dengan dimensi relatif kecil.

Lebih lanjut, riset terbaru dari komunitas akademik juga mengembangkan platform speedboat kecil bertenaga water jet sebagai media edukasi (ResearchGate, 2022). Proyek tersebut menekankan pentingnya efisiensi propulsi yang diukur melalui uji statis dan dinamis, sehingga menjadi acuan dalam menguji performa water jet skala kecil dengan pendekatan biaya rendah namun efektif. Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa performa sistem propulsi water jet pada kapal skala kecil sangat dipengaruhi oleh desain intake, impeller, dan nozzle, serta kesesuaian daya mesin. Oleh karena itu, pada penelitian ini rancangan water jet akan disesuaikan dengan mesin Robin dan

dimensi perahu fiberglass yang digunakan, dengan mengacu pada teori serta hasil penelitian terdahulu sebagai pembanding pada tahap pembahasan (Bab IV).

Dalam konteks penelitian ini, penerapan sistem propulsi water jet diarahkan pada kapal bongkar pasang berbahan fiberglass dengan ukuran relatif kecil. Fiberglass dipilih karena sifatnya yang ringan, kuat, tahan korosi, serta mudah dalam proses produksi bongkar pasang (knock-down). Material ini memungkinkan sistem water jet dipasang dengan tetap menjaga bobot total kapal agar tidak terlalu berat, sehingga performa manuver dapat dipertahankan.

Sumber tenaga utama pada sistem ini menggunakan **mesin Robin** dengan daya sekitar 3–5 kW, yang sesuai dengan perhitungan kebutuhan daya minimum berdasarkan efisiensi sistem water jet (Carlton, 2018). Mesin Robin dipilih karena ketersediaannya di pasaran, konsumsi bahan bakar relatif hemat, serta perawatannya sederhana sehingga cocok untuk aplikasi kapal wisata kecil maupun kapal nelayan skala lokal.

Ukuran kapal bongkar pasang yang menjadi objek penelitian ini juga berpengaruh terhadap desain komponen water jet. Dengan panjang kapal sekitar 5–6 meter dan lebar 1,5–1,8 meter, maka ukuran intake, diameter nozzle, serta debit aliran harus disesuaikan agar menghasilkan thrust yang cukup. Mengacu pada penelitian Hadiyanto dkk. (2020), variasi diameter nozzle berpengaruh langsung terhadap debit aliran dan daya dorong. Oleh karena itu, rancangan pada tugas akhir ini akan menggunakan pendekatan diameter nozzle optimum berdasarkan teori debit aliran ($Q = A \times V$) dan thrust ($T = \rho \times Q \times (V_j - V_s)$) yang telah dibahas sebelumnya.

Dengan keterkaitan ini, maka Bab II tidak hanya menyajikan teori dasar sistem water jet, tetapi juga memberikan landasan teknis yang relevan untuk desain dan implementasi sistem propulsi water jet sederhana berbasis mesin Robin pada perahu bongkar pasang fiberglass. Landasan teori ini nantinya menjadi acuan untuk analisis performa pada tahap pembahasan (Bab IV).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan adalah benda yang digunakan untuk mempermudah dalam melakukan sebuah pekerjaan yang kita lakukan. Bahan merupakan sesuatu yang diperlukan dan meakan bagian dari sesuatu yang dibuat. Untuk melakukan proses merancang sistem penggerak pada kapal menggunakan mesin robin, adapun alat bahan yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut:

3.1.1 Alat

Jadi untuk membangun sebuah sistem penggerak kapal tersebut kita akan pasti akan memerlukan alat, sebagai berikut:

- a. Peralatan *safety* yaitu seperti sarung tangan kerja, kacamata, helm *safety*, sepatu safety, dan alat lain-lain nya jika dibutuhkan.
- b. Peralatan meknaik seperti kunci-kuci pas, kunci soket, obeng, palu, tang, bor, dan alat lain- lain nya jika dibutuhkan.
- c. Peralatan pemotongan membutuhkan seperti gergaji, bor, dan *cutting*, dan alat lain- lain nya jika dibutuhkan.
- d. Peralatan pengelasan yang digunakan untuk merancang benda tersebut yaitu seperti mesin las dan alat lain- lain nya jika dibutuhkan.

3.1.2 Bahan

Jadi untuk membangun sebuah sistem penggerak kapal tersebut kita akan pasti akan memerlukan bahan, sebagai berikut:

- a. Mesin penggerak
- b. Bahan bakar
- c. Baling-baling (*Impeller*)
- d. *Shaft*
- e. *Pulley dan V-belt*

- f. Pipa PVC
- g. Resin dan Katalis

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan langkah-langkah sistematis yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Setiap tahap memiliki peran penting dalam memastikan penelitian berjalan sesuai dengan metode yang telah direncanakan. Adapun tahapan penelitian secara umum meliputi:

3.2.1 Pengumpulan data

Pengolahan data meliputi ukuran kapal, sistem penggerak eksisting, kebutuhan, serta informasi teknis lainnya artikel, jurnal dan skripsi yang dibutuhkan untuk mendesain sistem penggerak.

3.2.2 Desain sistem penggerak *Water jet*

Desain sistem penggerak *water jet* merupakan proses perancangan komponen-komponen utama yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik dari mesin menjadi gaya dorong melalui aliran air berkecepatan tinggi. Sistem ini dirancang agar mampu memberikan dorongan optimal, efisiensi tinggi, serta kemampuan manuver yang baik, terutama pada kapal berukuran kecil yang beroperasi di perairan dangkal. Dalam proses desain, diperhatikan bentuk intake, ukuran *impeller*, karakteristik *nozzle*, serta kesesuaian daya mesin agar sistem bekerja secara efektif dan efisien.

Desain detail sistem penggerak *water jet* pada perahu bongkar pasang berbahan fiberglass ini mencakup perancangan dimensi komponen utama, tata letak sistem, serta kesesuaian daya mesin dengan kebutuhan hidraulik. Perancangan dilakukan berdasarkan hasil studi literatur, data teknis mesin, serta kebutuhan operasional kapal Bongkar pasang dengan ukuran 5 meter panjang dan 1,28 meter lebar.

3.2.3 Pemasangan sistem penggerak *Water jet*

Pemasangan sistem penggerak *water jet* merupakan tahap integrasi komponen penggerak ke dalam struktur kapal secara tepat dan presisi, agar sistem dapat bekerja secara optimal.

Setelah komponen selesai dibuat, tahap berikutnya adalah integrasi ke dalam kapal:

1. Pemasangan Mesin
 - a. Mesin Penggerak diletakkan di ruang buritan kapal dengan dudukan baja ringan.
 - b. Dudukan dilapisi karet peredam getaran.
2. Pemasangan *Shaft & Impeller*
 - a. *Pulley* dan *V-belt* disambungkan dari mesin ke shaf impeler
 - b. Ujung *shaft* dipasangkan ke *impeller*.
 - c. Dilakukan pengecekan alignment agar putaran tidak goyah.
3. Pemasangan *Intake Duct*
 - a. Intake dipasang di bagian bawah lambung dekat buritan.
 - b. Sambungan diperkuat dengan resin agar kedap air.
4. Pemasangan *Nozzle*
 - a. *Nozzle* dipasang sejajar garis tengah buritan.
5. Pemasangan Sistem Manuver
 - a. Reducer PVC dipasang di ujung *nozzle*.
 - b. Tali manuver dihubungkan ke dek untuk dikendalikan operator.
6. Pemeriksaan Awal
 - a. Sistem dicek kebocoran, kelurusan poros, dan sambungan /baut.

3.2.4 Pengujian Sistem Penggerak *Water jet (Sea trial)*

Setelah perancangan dan pemasangan sistem penggerak selesai, selanjutnya penulis akan melakukan proses pengujian pada kapal di area laut untuk siap di *Sea trial*.

Pengujian (*sea trial*) dilakukan untuk memastikan sistem bekerja sesuai perencanaan.

1. Uji Statis
 - a. Mesin dinyalakan, dicek aliran air pada intake dan semburan pada nozzle.
 - b. Dicek kebocoran pada sambungan resin dan las.
2. Uji Dinamis
 - a. Kapal dijalankan pada rpm rendah hingga tinggi.
 - b. Kecepatan kapal diukur menggunakan GPS/alat ukur sederhana.
 - c. Manuver belok kanan/kiri diuji dengan menarik tali kemudi.
3. Evaluasi Kinerja
 - a. Jika kecepatan tercapai 4–5 knot → sistem berhasil.
 - b. Jika thrust kurang → dilakukan modifikasi diameter *nozzle* atau sudu impeller.
 - c. Jika terjadi getaran berlebih → dilakukan balancing ulang shaft & impeller.

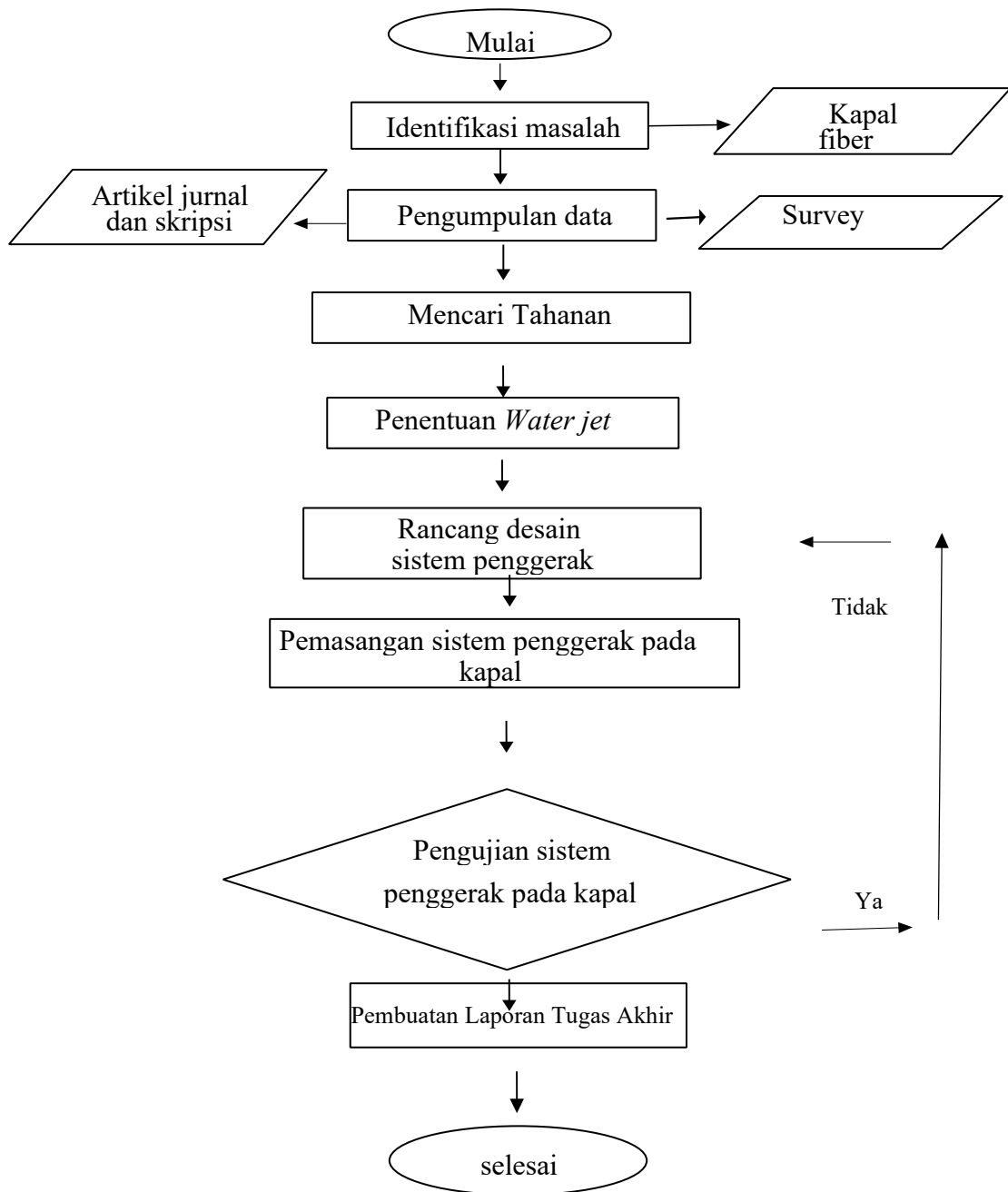
Hasil pengujian sistem penggerak water jet kemudian divalidasi dengan cara membandingkan data perhitungan teoritis (thrust dan kecepatan) dengan data hasil uji coba lapangan. Validasi ini bertujuan memastikan kesesuaian antara desain yang direncanakan dengan kinerja aktual di lapangan. Jika terdapat perbedaan signifikan, maka dilakukan analisis penyebab dan usulan perbaikan.

3.2.5 Pembuatan Laporan Tugas Akhir

Tahapan akhir yaitu penyusunan laporan tugas akhir berdasarkan seluruh proses penelitian yang telah dilakukan, dimulai dari identifikasi hingga pengujian sistem. Laporan disusun mengikuti format penulisan tugas akhir yang berlaku di Program Studi Teknik Perkapalan.

3.3 Diagram Alir (*Flowchart*)

Dapat kita lihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



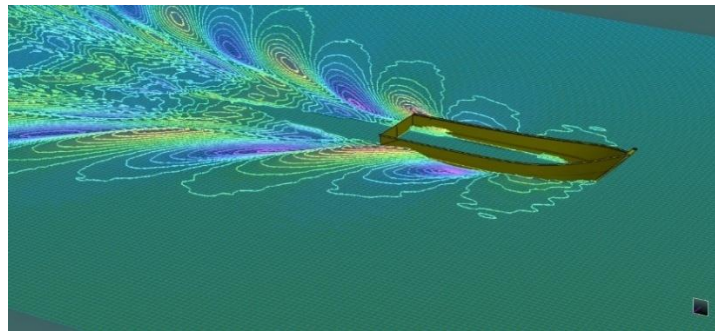
Gambar 3. 1 Flowcart

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

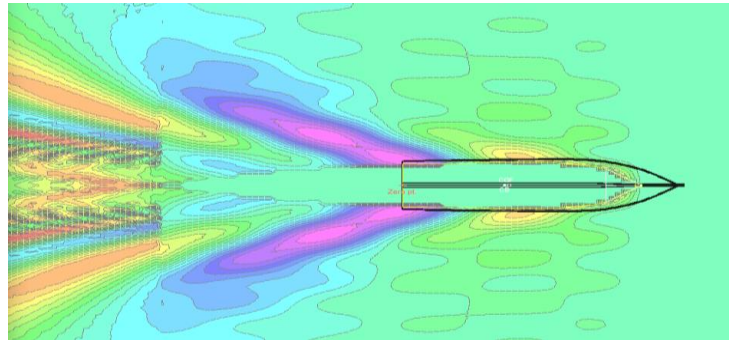
4.1 Perhitungan Tahanan Dengan Metode Savitsky Planing

Dalam perhitungan hambatan kapal dalam penelitian ini menggunakan perhitungan hambatan metode Savitsky planing. Metode Savitsky merupakan salah satu pendekatan semi-empiris yang digunakan untuk menganalisis performa hidrodinamika kapal cepat (planing craft), khususnya untuk lambung tipe V (V bottom hull). Metode ini pertama kali dikembangkan oleh (Daniel Savitsky) pada tahun 1964 melalui penelitiannya yang berjudul “*Hydrodynamic Design of Planing Hulls*”.



Gambar 4. 1 Hasil *running* pada *Maxsurf*

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan *software Maxsurf*, terlihat pola aliran air yang mengenai permukaan lambung kapal. Dari hasil tersebut tampak bahwa gaya yang bekerja di sisi-sisi kapal tidak terlalu besar, serta tidak terlihat adanya gaya hambat signifikan dari air yang memperlambat gerakan kapal, khususnya pada bagian aliran samping. Bentuk lambung kapal mampu mengarahkan aliran air dengan baik sehingga energi dari aliran tersebut dapat dimanfaatkan menjadi gaya dorong yang membantu pergerakan kapal. Simulasi tahanan kapal pada *Software Maxsurf* dapat di lihat pada Gambar 4.4 di bawah.



Gambar 4. 2 Simulasi tahanan kapal pada *Software Maxsurf*

Dari hasil simulasi yang dilakukan, terlihat bahwa aliran air pada bagian sisi lambung kapal tidak banyak mengganggu gerak kapal. Bentuk lambung kapal mampu mengarahkan aliran air dengan baik sehingga energi dari aliran tersebut berubah menjadi gaya dorong yang membantu pergerakan kapal. Seperti terlihat pada hasil visualisasi, gaya terbesar terbentuk di area buritan atau bagian belakang kapal, bukan di bagian depan maupun sisi lambung. Hal ini menunjukkan bahwa desain lambung kapal cukup efisien dalam meminimalkan gaya hambat dan mendukung kemampuan manuver saat beroperasi di perairan sungai. Setelah melakukan running maka dihasilkan lah Tabel Tahanan dan Resistensi untuk Draf 0,2 M, Seperti dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Input Data

No	Savitsky planing	VALUE	Unit	Savitsky planing
1	LWL	4.341	m	4.341
2	Beam	1.138	m	1.138
3	Draft	0.200	m	--
4	Displaced volume	0.527	m ³	0.527
5	Wetted area	4.966	m ²	--
6	Prismatic coeff. (Cp)	0.837		--
7	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.860		--
8	1/2 angle of entrance	28.500	deg.	--
9	LCG from midships(+ve for'd)	-0.482	m	-0.482
10	Transom area	0.039	m ²	--
11	Transom wl beam	0.756	m	--
12	Transom draft	0.200	m	--
13	Max sectional area	0.145	m ²	--

16	Draft at FP	0.200	m	--
17	Deadrise at 50% LWL	18.400	deg.	--
18	Hard chine or Round bilge	Round bilge		--
26	Appendage Factor	1.000		18.400
30	Water Density	1.026	tonne/m ³	--

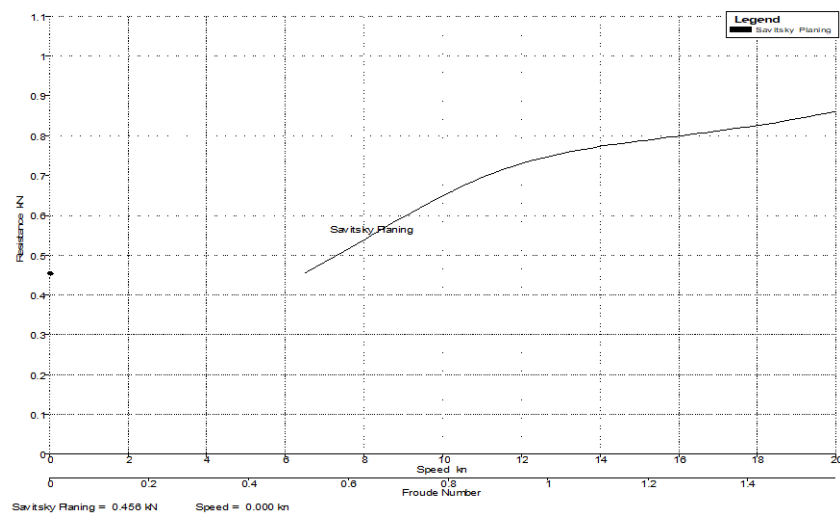
Besarnya hasil *running* yang dilakukan untuk menggerakkan kapal agar dapat beroperasi sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Daya yang dihasilkan tersebut merupakan daya keluaran pada kondisi *service*. Berikut hasil input result dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

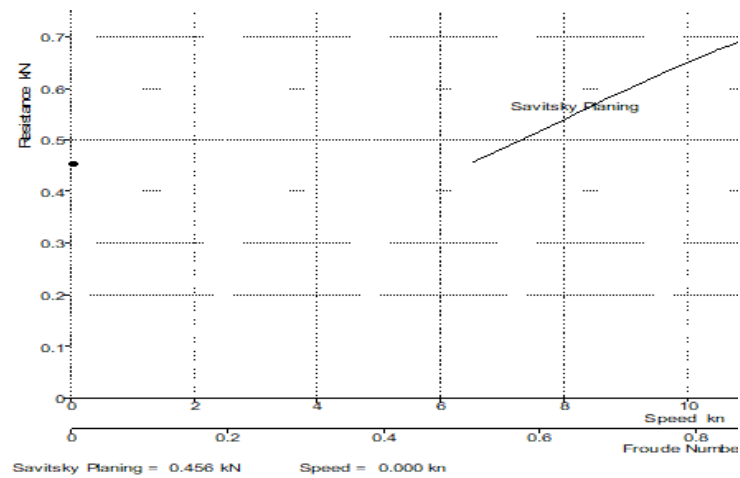
Table 4,2 Hasil *resistance dan Power Engine*

Speed	Savitsky Planing	Savitsky Planing
(knot)	(kN)	(hp)
0,25	0	0
0,50	0	0,001
0,75	0	0,002
1,00	0	0,005
1,25	0	0,016
1,50	0	0,035
1,75	0	0,062
2,00	0	0,094
2,25	0,1	0,138
2,50	0,1	0,205
2,75	0,1	0,319
3,00	0,2	0,502
3,25	0,2	0,777
3,50	0,3	1,132
3,75	0,4000	1,6470
4,00	0,5000	2,2690
4,25	0,6000	2,9310
4,50	0,8000	3,6560
4,75	0,9000	4,4870

5,00	1,0000	5,4410
5,25	1,2000	6,5020
5,50	1,3000	7,6380
5,75	1,4000	8,8210
6,00	1,6000	10,0260

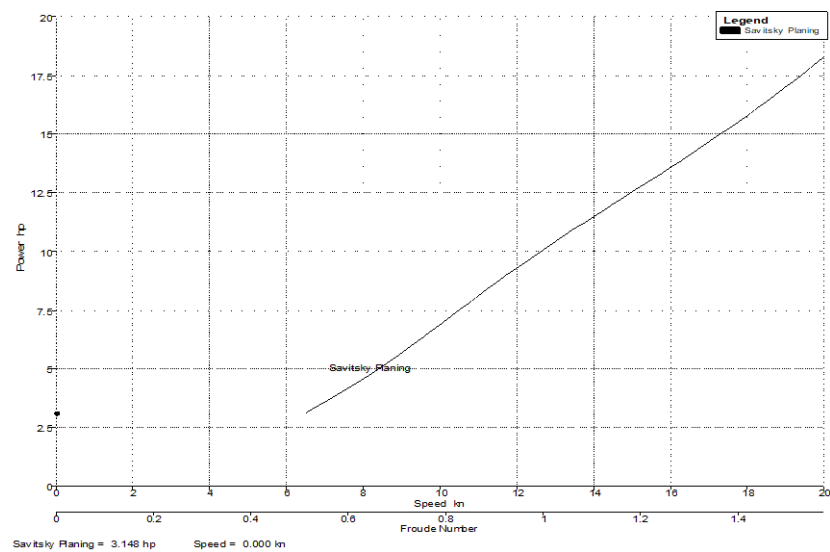
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa besar tahanan daya mesin yang di hasilkan adalah 10,0260 di *Maxsurf* dan menunjukan bawah membutuhkan daya mesin dan *speed* yang di capai 6.00 knot. Dengan demikian mesin akan saya pilih mesin dengan daya 10 HP yang sesuai dengan spesifikasi mesin untuk kapal saya tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan tahanan pada tabel di atas, diperoleh Grafik Power and Resistance untuk Draft 0,2 M. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.5 di bawah ini.

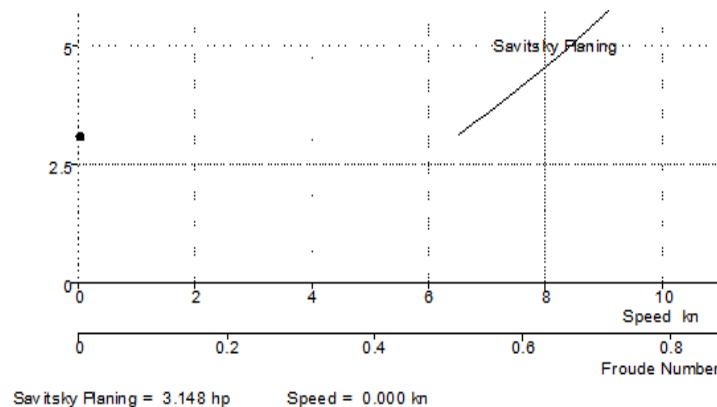




Gambar 4. 3 Grafik *Power and Resistance*

Dari hasil perhitungan tahanan tersebut maka dapat lah grafik kecepatan atau garfik Power dan Speed yang telah di dapat dari simulasi metode Savitsky planing tersebut, Grafik tersebut dapat kita lihat pada Gambar 4.6 di bawah ini.





Gambar 4. 4 Grafik *Speed vs Power*

4.2 Penentuan *Water Jet*

Penentuan nilai daya yang dibutuhkan dari *Engine* Ada beberapa macam cara untuk menentukan nilai tahanan total kapal. Tetapi dalam perancangan ini menggunakan metode Savitsky. Karena metode Savitsky digunakan pada kapal – kapal dengan bentuk lambung V. Pada analisa ini menggunakan *software hullspeed*, dengan metode *Savitsky planning power*, sehingga didapat nilai tahanan total sebesar 1.600 kN.

a. Penentuan Daya Motor Penggerak Utama.

Perhitungan daya untuk penentuan kebutuhan *engine* berdasar pada kecepatan maksimal kapal yaitu 6 knot. Dengan tahanan yang bekerja pada badan kapal sebesar 1.600 kN.

b. Perhitungan daya efektif kapal (EHP)

$$EHP = R_t \times V_s$$

Jadi :

$$EHP = 10.26 \text{ HP}$$

c. Perhitungan gaya dorong yang dibutuhkan kapal, dapat dirumuskan :

$$T = R_t / (1-t)$$

Jadi :

$$1 \text{ kN} = 224.8089 \text{ lbs}$$

$$T = 1.600 \text{ kN} \times 224.8089$$

$$T = 359.69 \text{ lbs}$$

d. Perhitungan dimensi *jet* dan OPC sistem *waterjet*

$$\text{BHP}_1 = (T/z) \times (V_s/\text{OPC})$$

Jadi :

$$\text{BHP}_1 = 7.65 \text{ kW}$$

$$= 10.26 \text{ HP}$$

Daya total 1 *engine*, 1 *waterjet* :

$$\text{BHP}_2 = \text{BHP}_1 \times 1$$

$$= 10.26 \text{ HP}$$

Untuk penentuan nilai Diameter *inlet* pompa *waterjet* menggunakan diameter inlet dari pemilihan *waterjet* dengan nilai DHP yang didapat. *Waterjet* yang dipilih pada pilihan HamiltonJet. 2021. *Small Craft Waterjet Units Product Specification Sheet*. (Menjelaskan *waterjet* untuk daya 10–20 HP berdiameter 100–120 mm) *waterjet* dengan input power sebesar 7.65 kW adalah 100 size, sehingga dapat diketahui :

$$D_i = \text{Diameter inlet wartsilla 100 size}$$

$$D_i = 100 \text{ mm}$$

$$= 0.10 \text{ m}$$

Lalu dilakukan perhitungan terhadap rasio luasan *nozzle* sebagai berikut :

Keterangan:

$$D_i = \text{Diameter inlet}$$

$$A_i = \text{Luas inlet}$$

$$AR = \text{Area Ratio}$$

$$A_n = \text{Luas nozzle}$$

$$D_n = \text{Diameter nozzle}$$

$$A_i = \frac{\pi}{4} D_i^2$$

$$A_n = AR \times A_i$$

$$D_i = 0.10 \text{ mm}$$

Jadi :

$$A_i = \frac{\pi}{4} \times (0.10)^2 =$$

$$= 178 \text{ mm}$$

Gunakan $AR = 0.80$ (rasio umum *waterjet* mini):

$$\begin{aligned} A_n &= 0.80 \times 0.00785 = \\ &= 62 \text{ mm} \end{aligned}$$

Lalu dapat diketahui luasan *nozzle* sebagai berikut :

$$D_n = \sqrt{AR \times D_i}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} D_n &= \sqrt{\frac{4 \times 0.00628}{\pi}} = \\ &= 49 \text{ mm} \end{aligned}$$

e. Perhitungan fraksi arus ikut (w)

Keterangan:

T = Thrust (gaya dorong)

ρ = Massa jenis air

Q_j = Debit air yang keluar *jet*

V_j = Kecepatan *jet*

JVR = Jet Velocity Ratio (V_j / V_s)

$$w = \left(\frac{T}{\rho \cdot Q_j \cdot V_j} \right) + 1 - JVR$$

Sehingga dapat dihitung nilai V_i , sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_i &= (1-w) \times V_s \\ &= 0.2778 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai V_i , maka nilai kecepatan aliran *outlet* (V_j) dapat diketahui, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_j &= 0.5 \times \left(V_i + \sqrt{V_i^2 + \frac{4T}{\rho \cdot A_n}} \right) \\ &= 16.10 \text{ m/s} \\ JVR &= V_j / V_s \\ &= 5.22 \end{aligned}$$

Kapasitas Aliran yang melewati *jet / nozzle* (Q_j) sebagai berikut :

$$Q_j = A_n \times V_j$$

$$Q_j = 0.00628 \times 16.10$$

$$Q_j = 0.1011 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nilai dari fraksi arus ikut dapat dihitung kembali sebagai berikut :

$$w = \left(\frac{T}{\rho \cdot Q_j \cdot V_i} \right) + 1 - JVR$$

$$w = \frac{1599}{1000 \cdot 0.1011 \cdot 0.2778} + 1 - 5.22$$

$$w = \frac{1599}{28.08858} + 1 - 5.22$$

$$w = 56.93 + 1 - 5.22$$

$$w = 52.71$$

f. Perhitungan laju aliran massa ($\dot{m}$)

$$\dot{m} = \rho \times Q_j$$

Jadi:

$$\dot{m} = 1000 \times 0.1011 = 101.1 \text{ kg/s}$$

$$\mu = 101.1 \text{ kg/s}$$

$$\mu = \frac{V_s}{V_j}$$

Jadi:

$$\mu = \frac{3.0864}{16.10} = 0.1917$$

$$= 0.19$$

4.3 Menghitung Transmisi *V-belt* dan *Pulley*

$$\text{Rumus : } n_1/n_2 = D_2/D_1$$

Dimana,

D = diameter *pulley* (mm)

n = putaran *pulley* (rpm)

Keterangan = D₁ : *pulley* pada mesin

= D₂ : *pulley* pada shaf *impeller*

= n₁ : daya mesin

= n₂ : transmisi *pulley* dan *v-belt*

Dik : D₁ : 101,6 mm

D₂ : 50,8 mm

n₁ : 3600 rpm

Dit : n₂?

: n₁ x D₁/D₂

n₂ : 3600 x 101,6 / 50,8

n₂ : 365.760 / 50,6

n₂ : 7.200 rpm

Dari hasil perhitungan transmisi *v-belt* dan *pulley* yang digunakan adalah dengan hasil 7.200 rpm untuk ukuran puli pada mesin 4 inchi ukuran pada *shaf impeller* 2 inchi. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar dibawah berikut.



Gambar 4.5 *pulley* dan *v-belt*

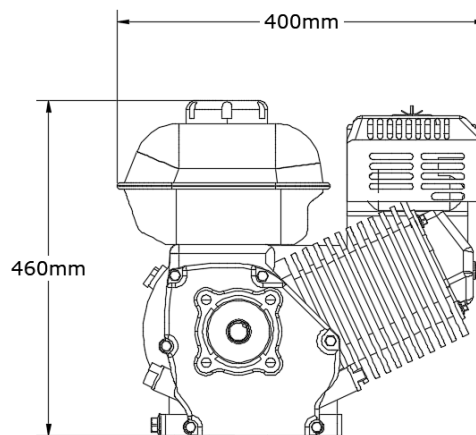
4.4 Perancangan Sistem *Water Jet*

Pada tugas akhir ini, penulis melakukan perancangan sistem penggerak kapal wisata bongkar pasang berbahan *fiberglass* yang direncanakan beroperasi di Desa Jangkang. Sistem penggerak yang digunakan pada kapal ini memanfaatkan mesin Yamamoto dengan daya 10 HP sebagai sumber tenaga utama. Mesin ini dipilih karena memiliki kapasitas yang sesuai dengan ukuran kapal dan kebutuhan operasionalnya, terutama untuk kegiatan wisata dengan beban penumpang yang tidak terlalu besar. Pemilihan mesin Yamamoto 10 HP juga mempertimbangkan efisiensi bahan bakar, kemudahan perawatan, serta ketersediaan suku cadang di pasaran lokal. Dengan daya tersebut, diharapkan kapal mampu menghasilkan kecepatan dan manuver yang memadai saat digunakan di perairan tenang seperti perairan sekitar Desa Jangkang. Selain itu, sistem penggerak dirancang agar mudah dilepas dan dipasang kembali (*knock-down*), menyesuaikan dengan konsep kapal bongkar pasang yang menjadi fokus utama perancangan ini, penulis merancang sistem penggerak pada perahu dengan data ukuran kapal sebagai berikut:

- a. LOA = 5.00 m
- b. LWL = 4.05 m
- c. LPP = 4.00 m
- d. B = 1.28 m
- e. H = 0.50 m
- f. T = 0.25 m

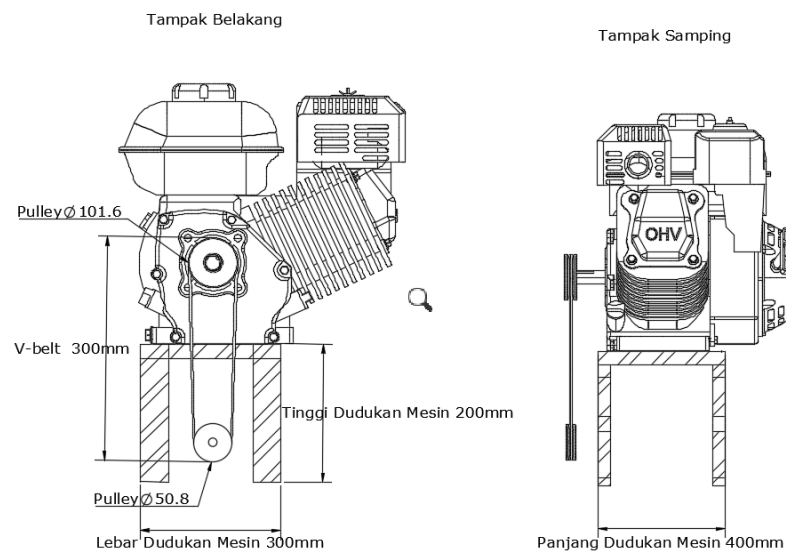
4.4.1 Proses Perancangan Sistem Penggerak *Water Jet*

Pada tahap perencanaan ini dilakukan proses desain awal mesin dengan menetapkan ukuran utama sebagai acuan, yaitu tinggi mesin sekitar 460 mm dan lebar 400 mm. Penentuan dimensi ini didasarkan pada kebutuhan ruang instalasi di dalam kapal serta mempertimbangkan kemudahan perawatan, distribusi beban, dan integrasi dengan sistem penggerak lainnya. Dapat di lihat pada gambar mesin 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Desain Mesin

Setelah proses pembuatan desain mesin selesai, tahap selanjutnya adalah merancang sistem pendukung yang berfungsi untuk menyalurkan daya dari mesin ke sistem penggerak. Dalam perencanaan ini, komponen yang menjadi fokus adalah desain *V-belt* sebagai media transmisi daya sertaudukan mesin yang berfungsi sebagai struktur penopang utama.



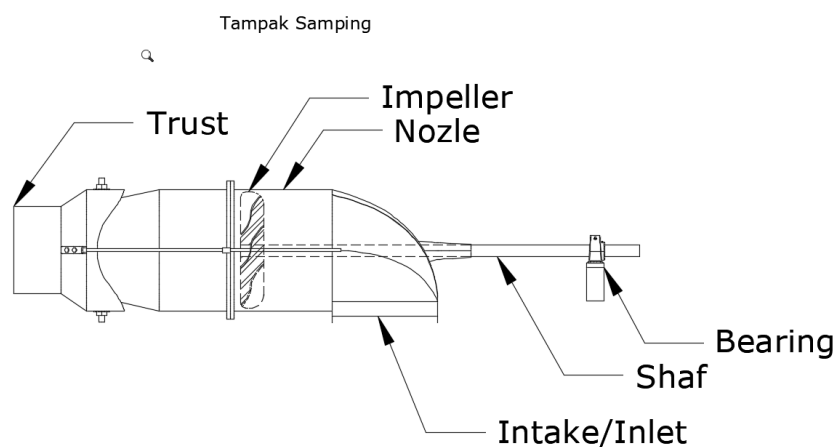
Gambar 4.7 Desain *Pulley*, *V-belt* dan Dudukan Mesin

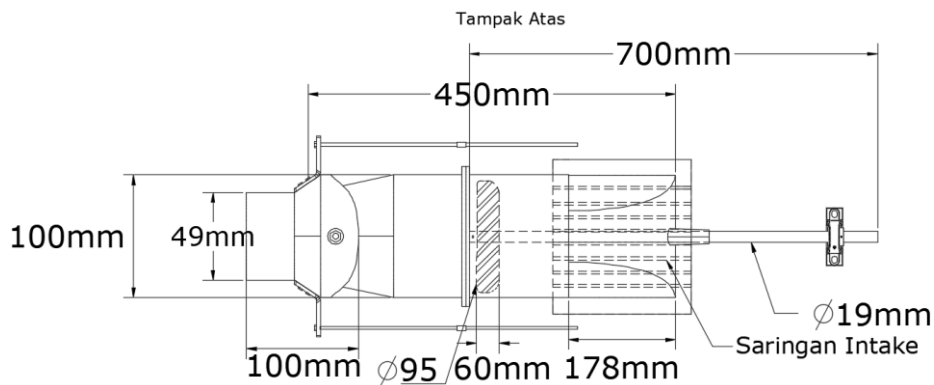
Tahap selanjutnya setelah perancangan sistem transmisi adalah membuat desain untuk komponen utama *waterjet*, yaitu *shaft*, *impeller* dan *nozzle*. Ketiga komponen ini bekerja sebagai sistem yang saling terintegrasi untuk menghasilkan dorongan bagi kapal.

Shaft berfungsi untuk menyalurkan tenaga dari mesin menuju *impeller*. Pada sistem ini, *shaft* harus mampu mentransfer putaran mesin secara stabil tanpa getaran berlebih, karena ketidakseimbangan poros dapat menyebabkan turbulensi pada aliran air, menurunkan efisiensi, bahkan merusak *impeller*. Untuk ukuran *shaf*, Penulis memilih ukuran *shaf* $\frac{3}{4}$ dengan diameter Ø19 mm di dapat dari referensi AB-MarineService – *Shaft* Ø19 mm (3/4) Produk poros dengan diameter Ø19 mm (3/4) tersedia dari AB-MarineService, menunjukkan dukungan komponen kelautan untuk ukuran poros tersebut.

Nozzle dirancang sebagai saluran percepatan yang mengarahkan aliran air dari *impeller* menuju keluaran *jet*. Bentuknya dibuat untuk memastikan aliran tetap stabil, terfokus, dan memiliki tekanan yang cukup sehingga dorongan yang dihasilkan lebih efektif.

Impeller dirancang sebagai komponen utama yang menghisap air dari bagian masuk sistem dan memberikan percepatan awal sebelum aliran diarahkan menuju *nozzle*. Desain *impeller* dibuat aman karena seluruh bagian berputar berada di dalam ruang *nozzle*, sehingga terlindungi dari kontak luar dan mengurangi risiko benturan dengan objek asing. Dengan konfigurasi ini, aliran air dapat bergerak dengan efisien mulai dari proses hisap, percepatan, hingga keluarnya *jet* yang menghasilkan gaya dorong.





Gambar 4.8 Desain *Nozzle*, *Shaft*, dan *Impeller* Sistem *Waterjet*

4.4.2 Perancangan Penempatan/Pengaplikasian Sistem Penggerak Pada Kapal

Penempatan sistem penggerak pada Kapal wisata bongkar pasang *fiberglass* ini dilakukan dengan mempertimbangkan aspek keseimbangan, efisiensi tenaga. Sistem penggerak menggunakan mesin Yamamoto 10 HP yang ditempatkan di bagian buritan (belakang kapal) karena posisi ini dianggap paling ideal untuk menyalurkan tenaga secara langsung ke sistem transmisi dan baling-baling (*impeller*). Untuk penempatan sistem penggerak tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.9 di bawah ini.



Gambar 4. 9 Desain penempatan sistem penngerak pada kapal

4.5 Proses Pembuatan Sistem *Water Jet*

4.5.1 Persiapan Alat dan Bahan

Table 4.3 Alat dan Bahan

No	Alat	Bahan
1	Sarung tangan	Mesin Penggerak
2	Masker	<i>Shaf</i>
3	Helm Las	Kelahr duduk
4	<i>Cutter</i>	Resin dan Katalis
5	Sikat Baja	Mat dan Wr
5	Penggaris	Pipa PVC
6	<i>Marker</i>	Pipa alumunium
7	Meteran	Plat Baja
8	Palu	<i>Pulley</i> dan <i>V-belt</i>
9	Mesin Las	Baut
10	Gerinda	<i>Impeller Water Jet</i>
11	Mesin Bor	Karton
12	Obeng	Lem Alteco

4.5.2 Proses Pembuatan Cetakan Sistem *Water Jet*

Tahap awal penulis melakukan pembembuat cetakan dengan pola menggunakan lembaran karton. Karton digunakan sebagai bahan awal untuk menentukan bentuk dasar dari komponen *intake* dan *nozzle*. Proses dimulai dengan mengukur dan menandai ukuran sesuai rancangan, yaitu panjang 178 mm dan lebar 100 mm, kemudian garis pola digambar menggunakan penggaris baja agar hasilnya presisi. Setelah pola terbentuk, karton dipotong dengan *cutter* mengikuti garis gambar. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh bentuk cetakan awal yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam proses pembuatan model *fiberglass* untuk sistem *water jet*.



Gambar 4.10 *Marking* Pada Karton

Setelah pola karton selesai dipotong, langkah berikutnya yaitu menyiapkan pipa pralon PVC yang telah dipotong dengan panjang 150 mm. Potongan pralon ini berfungsi sebagai bagian utama saluran aliran pada sistem *intake* dan *nozzle water jet*. Selanjutnya, pipa pralon ditempatkan pada posisi yang sudah ditentukan sesuai dengan pola cetakan, kemudian dilapisi lem pada sisi ujung pralon untuk menyatukannya dengan media karton. Tahap ini dilakukan dengan hati-hati agar posisi pipa tetap tegak lurus dan sambungan antar bagian rapat, sehingga membentuk dasar saluran aliran yang sesuai dengan rancangan sistem *water jet*.



Gambar 4.11 Proses menyatukan karton dengan pipa PVC

Tahap berikutnya yaitu pembuatan cetakan kontur, yang berfungsi membentuk alur atau lengkungan saluran pada bagian *intake* dan *nozzle*. Proses ini dilakukan dengan memotong karton sesuai ukuran rancangan, yaitu lebar bawah 160 mm, panjang 300 mm, dan lebar atas 60 mm. Pemotongan dilakukan menggunakan *cutter* dan penggaris baja agar hasil potongan presisi. Bentuk kontur ini nantinya akan menjadi acuan dalam proses pembentukan saluran aliran air,

sehingga air dapat mengalir dengan halus dan menghasilkan gaya dorong yang optimal pada sistem *water jet*.



Gambar 4.12 Proses pembuatan cetakan kontur

Selanjutnya dilakukan penyatuan cetakan kontur dengan pipa pralon PVC yang telah disiapkan sebelumnya. Kontur di sini adalah pola atau bentuk lengkung yang dibuat dari karton tebal untuk membentuk saluran air pada bagian *intake* dan *nozzle*. Bagian kontur karton ditempelkan mengikuti lengkungan permukaan pralon, kemudian dilapisi lem pada sisi sambungan agar posisi kedua bagian menyatu dengan kuat dan tidak bergeser. Proses ini harus dilakukan dengan hati-hati supaya bentuk kontur tetap sesuai rancangan dan sambungan antar komponen rapat. Tahap ini menghasilkan bentuk awal saluran *intake* dan *nozzle water jet* yang menyerupai profil aslinya sebelum masuk ke tahap pelapisan fiberglass.



Gambar 4.13 Proses penyatuan kontur

Setelah kontur terakit dengan sempurna dan posisi setiap bagian sudah sesuai bentuk rancangan, langkah selanjutnya yaitu proses pendempulan. Tahap ini bertujuan untuk merapikan permukaan kontur serta menutup celah atau

sambungan antar bagian karton dan pipa PVC agar hasil cetakan lebih halus dan padat. Pendempulan juga membantu membentuk lekukan saluran *intake* dan *nozzle* dengan lebih presisi sesuai aliran air yang diinginkan. Setelah dempul diaplikasikan, permukaan didiamkan hingga kering, kemudian dilakukan pengamplasan ringan untuk mendapatkan bentuk yang rata dan siap dilapisi fiberglass.



Gambar 4.14 Proses pendempulan cetakan

4.5.3 Pembuatan *Nozzle* dan Sistem *Manuver*

Selanjut nya Pembuatan *Nozzle* dan Sistem Manuver *Water jet*. Pada proses pembuatan sistem *manuver water jet* ini, dilakukan dua jenis pembuatan utama yaitu pembuatan *nozzle* dan pembuatan *manuver*. Kedua bagian ini menggunakan bahan dasar pipa PVC dengan metode pembuatan yang hampir sama, hanya berbeda pada ukuran panjang potongannya. Langkah awal dilakukan dengan menggambar garis panduan vertikal pada permukaan pipa PVC menggunakan spidol dan penggaris. Untuk pipa *nozzle*, pipa dipotong dengan panjang 300 mm. Untuk pipa manuver, pipa dipotong dengan panjang 100 mm. Setelah pemotongan panjang, dilakukan penandaan garis potong vertikal di beberapa bagian keliling pipa untuk membuat sirip-sirip pengarah aliran air. Pemotongan dilakukan dengan hati-hati agar jarak antar sirip seragam dan hasil potongan rapi.



Gambar 4.15 Proses *Marking*

Setelah itu pipa dipotong, bagian ujungnya dibentuk dengan cara sedikit ditekek agar menghasilkan bentuk meruncing seperti kerucut. Bentuk ini berfungsi untuk memfokuskan aliran air pada bagian keluaran nozzle. Apabila diperlukan, pipa dapat dipanaskan sedikit agar lebih mudah dibentuk sesuai desain. Sirip-sirip hasil potongan kemudian disesuaikan agar arah aliran air terpusat ke tengah dan menghasilkan efek venturi yang optimal.



Gambar 4.16 Proses pemotongan dan pembentukan *Nozle* dan system Manuver

4.5.4 Proses Laminasi *Fiberglass*

Setelah semua bagian cetakan, *nozle*, dan sistem *manuver* selesai dibentuk, tahap berikutnya Penulis melakukan proses laminasi. Proses ini bertujuan untuk memperkuat struktur komponen serta membentuk permukaan yang rapat dan tahan terhadap tekanan air. Langkah pertama adalah menyiapkan cetakan yang sudah selesai dibuat sebelumnya, mulai dari bagian kontur, saluran masuk air (*intake*), hingga *nozle* dan sistem manuver. Seluruh permukaan cetakan terlebih dahulu dibersihkan dari debu, sisa lem, dan kotoran lain agar resin dapat menempel

dengan sempurna. Selanjutnya dilakukan pelapisan dengan wax atau cairan pemisah (release agent) pada seluruh permukaan cetakan. Tujuan dari pelapisan ini adalah agar hasil laminasi nantinya mudah dilepas dari cetakan tanpa merusak bentuk aslinya. Setelah lapisan pemisah kering, proses laminasi dapat dimulai. Bahan yang digunakan dalam proses laminasi ini adalah serat *fiberglass* (mat 400) dan resin polyester yang dicampur dengan katalis (hardener). Campuran resin dan katalis diaduk secara merata hingga siap digunakan. Serat *fiberglass* kemudian ditempelkan pada permukaan cetakan, lalu dilapisi dengan resin menggunakan kuas atau rol hingga serat benar-benar tertutup dan menempel kuat pada cetakan. Proses ini dilakukan berlapis-lapis sesuai dengan ketebalan yang diinginkan. Dilakukan antara 3 sampai 5 lapisan, tergantung kebutuhan kekuatan pada masing-masing bagian seperti pada *nozle* dan sistem manuver yang memerlukan kekuatan lebih karena menerima tekanan aliran air yang tinggi. Setelah seluruh permukaan tertutup sempurna dan resin mulai mengeras, dilakukan proses pengeringan alami selama beberapa jam hingga material benar-benar kaku dan tidak lengket.



Gambar 4.17 Proses Laminasi *Fiberglas*, kontur *intake*, *Nozle*, dan *system Manuver*

Setelah mengering, hasil laminasi dilepaskan secara perlahan dari cetakan dengan bantuan alat congkel tipis agar tidak merusak bentuk permukaan. Tahap akhir adalah perataan permukaan menggunakan amplas halus untuk menghilangkan sisa serat yang menonjol atau bagian yang kurang rapi. Proses ini juga dilakukan pada *nozle* dan sistem manuver, agar permukaannya halus dan tidak

menimbulkan hambatan pada aliran air. Dengan selesainya proses laminasi ini, seluruh komponen mulai dari kontur, *intake*, *nozle*, hingga sistem manuver telah memiliki kekuatan dan bentuk yang siap untuk disambungkan ke bagian sistem penggerak utama pada kapal.



Gambar 4.18 Proses pelepasan cetakan dan pembersihan permukaan kasar

4.5.5 Proses Pemasangan Sistem Water Jet pada Buritan Kapal

Setelah seluruh komponen hasil laminasi seperti *intake*, *nozle*, dan sistem manuver selesai dibuat, tahap berikutnya Penulis melakukan proses pemasangan sistem *water jet* pada buritan perahu. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengintegrasikan sistem penggerak water jet ke badan kapal agar dapat berfungsi dengan baik sesuai rancangan. Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan proses penandaan (*marking*) pada bagian buritan perahu fiberglass yang akan dipasang sistem water jet. Penandaan dilakukan dengan menggunakan alat ukur seperti penggaris baja dan spidol permanen agar posisi lubang dapat ditentukan dengan presisi. Pada tahap ini terdapat dua bagian utama yang diberi tanda:

- a. Lubang *intake*, yaitu saluran tempat masuknya air dari bawah lambung kapal, dibuat dengan ukuran 200×160 mm sesuai dengan ukuran cetakan *intake* yang telah dibuat sebelumnya.
- b. Lubang *nozle*, yaitu saluran keluarnya air dari sistem *water jet*, diberi tanda dengan diameter sekitar 160 cm, disesuaikan dengan ukuran pipa *nozle* hasil laminasi.

Penentuan posisi lubang dilakukan dengan memperhatikan pusat garis tengah kapal, agar sistem *water jet* terpasang tepat di bagian tengah buritan sehingga arah semburan air lurus dengan sumbu kapal. Hal ini

penting untuk menjaga keseimbangan dorongan dan stabilitas kapal saat beroperasi.



Gambar 4.19 Proses *Marking* Lubang *Nozle* dan *Intake*

Setelah proses *marking* selesai dan posisi lubang dipastikan akurat, langkah berikutnya adalah pemotongan bagian buritan sesuai garis tanda yang telah dibuat menggunakan gergaji serat atau *grinder*. Pemotongan dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak struktur badan kapal di sekitarnya. Lubang hasil potongan kemudian akan menjadi tempat pemasangan komponen *intake* dan *nozle* pada tahap selanjutnya.



Gambar 4.20 Proses Pemotongan Lubang *Intake* dan *Nozle*

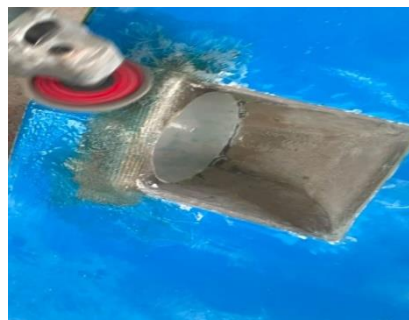
Setelah proses pemotongan buritan kapal selesai dilakukan sesuai ukuran lubang *intake* dan *nozle*, tahap berikutnya adalah proses pengeaplikasian sistem *water jet*. Tahap ini bertujuan untuk menyatukan komponen hasil pembuatan, seperti *intake*, *nozle*, dan sistem manuver, ke badan kapal agar terpasang dengan kuat dan kedap air. Langkah pertama yaitu menempatkan komponen *intake* pada lubang yang telah dipotong. Penempatan dilakukan dengan hati-hati agar posisi *intake* sejajar dengan garis dasar kapal dan tidak miring, karena kesalahan posisi

dapat mempengaruhi arah aliran air masuk ke sistem. Setelah posisi dipastikan tepat, komponen kemudian direkatkan menggunakan resin dan serat kaca (fiberglass mat) sebagai bahan laminasi. Proses laminasi dilakukan dengan mencampur resin dan katalis sesuai perbandingan yang telah ditentukan, kemudian mengoleskannya secara merata di area sambungan antara badan kapal dengan *intake*. Setelah itu, lapisan serat kaca ditempelkan di atas area tersebut dan dilapisi kembali dengan resin menggunakan kuas hingga seluruh permukaan tertutup sempurna.



Gambar 4.21 Hasil Pemasangan dan Laminasi Komponen *Intake* pada Buritan Kapal

Setelah proses pemasangan dan laminasi *intake* selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah pembersihan area sekitar sambungan antara komponen *nozle*, *intake* dan badan kapal. Tujuan dari proses ini adalah untuk memastikan hasil laminasi benar-benar rapi, kuat, dan tidak meninggalkan sisa bahan yang dapat mengganggu aliran air saat sistem *water jet* beroperasi. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengamplas permukaan berlebih dari hasil laminasi menggunakan amplas kasar, kemudian dilanjutkan dengan amplas halus agar permukaan menjadi rata dan tidak tajam. Pengamplasan ini juga membantu menghilangkan sisa resin atau serat kaca yang menonjol di sekitar sambungan.



Gambar 4.22 Proses Pembersihan dan Pengamplasan Area Sekitar Setelah Laminasi

4.5.6 Proses Pemasangan Besi *Holo* dan Poros (*Shaft*)

Pada tahap ini Penulis melakukan proses *marking* dan pengeboran lubang poros *impeller* pada bagian tengah kontur yang mengarah ke mesin. Tujuan dari proses ini adalah untuk membuat lubang awal yang nantinya akan menjadi jalur bagi poros penggerak (*shaft*) penghubung antara mesin dan impeler pada sistem *water jet*. Langkah pertama dilakukan dengan menentukan titik pusat lubang pada garis tengah buritan kapal menggunakan ukuran yang telah ditentukan agar posisi poros berada tepat di sumbu kapal. Setelah titik pusat diperoleh, dilakukan penandaan (*marking*) menggunakan spidol atau alat ukur agar posisi lubang tidak bergeser saat pengeboran. Selanjutnya dilakukan pengeboran awal (*pilot hole*) sebagai panduan agar bor tidak meleset. Setelah posisi dipastikan benar, lubang diperbesar menggunakan bor *hole saw* hingga mencapai diameter 24 mm, menyesuaikan ukuran yang direncanakan untuk poros dan selongsong nantinya. Tahap ini menjadi bagian penting untuk memastikan poros berada sejajar dengan arah mesin dan *nozzle*, sehingga tidak terjadi penyimpangan arah putaran pada saat sistem *water jet* dioperasikan.



Gambar 4.23 Proses *Marking* dan Pengeboran Lubang Poros *Impeller*

Setelah proses pengeboran pada bagian kontur selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah pemasangan besi holo yang berfungsi sebagaiudukan poros impeler. Besi holo yang digunakan memiliki diameter 24 mm dan panjang 150 mm. Di dalam besi holo ini telah dipasangkan karet perapat (seal) yang berfungsi untuk mencegah air masuk ke bagian dalam sistem transmisi ketika sistem *water jet* beroperasi. Poros (*shaft*) yang digunakan memiliki diameter 19 mm dengan panjang 700 mm, yang terhubung langsung ke sistem transmisi menggunakan

pulley dan *V-belt*. Poros dimasukkan melalui besi holo hingga menembus bagian dalam kontur tempat impeler akan terpasang nantinya. Proses pemasangan dilakukan secara hati-hati agar posisi poros tetap sejajar dan tidak miring, sehingga rotasi poros dapat berjalan dengan lancar saat mesin berputar. Untuk memastikan kekuatan dan ketepatan posisi, besi holo direkatkan menggunakan laminasi fiberglass pada bagian kontur, sehingga struktur menjadi kokoh dan tahan terhadap getaran dari sistem penggerak.



Gambar 4.24 Pemasangan Poros dan Dudukan Holo sebagai Penyalur Daya *Impeller*

Setelah proses pemasangan besi holo dan *shafimpeller*, langkah berikutnya adalah pembuatan dudukan kelahar pada bagian arah mesin. Dudukan ini berfungsi untuk menopang poros (*shaft*) agar tetap sejajar dengan sistem transmisi dan mengurangi getaran ketika sistem penggerak beroperasi. Pada tahap ini, kelahar terlebih dahulu ditempatkan pada dudukan yang telah diposisikan sejajar dengan jalur poros. Setelah posisi dinyatakan tepat, bagian bawah dudukan kelahar direkatkan menggunakan resin dan serat *fiberglass* sebagai dasar penguat. Proses laminasi dilakukan pada area sekitar dudukan kelahar dan besi holo secara menyeluruh agar struktur menjadi kuat dan kedap air. Tujuan dari proses laminasi ini adalah untuk memastikan tidak ada celah air yang dapat masuk melalui dudukan poros, sekaligus memperkuat ikatan antara dudukan kelahar, poros, dan struktur kapal.



Gambar 4.25 Dudukan *Bearing* dan Besi *Holo, Shaf* Setelah Proses Laminasi

Setelah proses pemasangan kelahar duduk dan pelapisan laminasi selesai dilakukan, tahap selanjutnya Penulis melakukan pembuatan dudukan kelahar pada bagian *nozzle*. Dudukan ini berfungsi sebagai penopang tambahan untuk menjaga kestabilan poros pada sisi belakang sistem *water jet*, sehingga poros tidak mudah goyah saat berputar pada kecepatan tinggi. Proses pembuatan dudukan kelahar di bagian *nozzle* diawali dengan melakukan pengukuran dan penyesuaian posisi poros terhadap *nozzle*. Setelah ukuran sesuai, dudukan kelahar dipasang tepat di bagian tengah saluran *nozzle*, kemudian dilakukan proses penyambungan menggunakan bahan resin dan serat kaca (*fiberglass*) agar dudukan melekat kuat di dalam *nozzle*. Tahap ini penting untuk memastikan keselarasan antara poros, impeller, dan *nozzle* agar sistem penggerak *water jet* dapat bekerja secara optimal tanpa terjadi getaran atau hambatan pada aliran air. Dapat di lihat pada Gambar 4.24 di bawah ini.



Gambar 4.26 Proses Pembuatan dan Pemasangan Dudukan *bearing* di Dalam *Nozzle*

Tahap selanjutnya Penulis melakukan pemasangan poros (*shaft*) yang telah terpasang impeler ke dalam sistem *water jet*. Pemasangan dilakukan dengan cara memasukkan poros melalui lubang yang telah disiapkan pada bagian buritan kapal, tepatnya pada lubang *nozzle*. Poros dimasukkan secara perlahan hingga posisi

impeller berada pada bagian dalam saluran *intake*. Setelah poros terpasang dengan baik, dilakukan pemasangan *nozzle* pada bagian buritan kapal. *Nozzle* diposisikan sejajar dengan poros untuk memastikan keselarasan sistem penggerak. Proses penyatuan *nozzle* ke badan kapal menggunakan baut ukuran M10 sebanyak enam buah yang berfungsi untuk memperkuat sambungan serta menjaga agar *nozzle* tidak bergeser saat sistem *water jet* beroperasi. Pemasangan dilakukan secara hati-hati untuk memastikan tidak terdapat celah antara permukaan sambungan.



Gambar 4.27 Pemasangan *Shaf* dan *Nozzle* pada Sistem *Water Jet*

4.5.7 Pemasangan Saringan pada Saluran *Intake* Sistem *Water Jet*

Pada tahap ini dilakukan proses pemasangan saringan (*filter air*) yang berfungsi sebagai pelindung sistem hisap pada saluran *intake* di bagian bawah buritan kapal. Tujuan utama dari pemasangan saringan ini adalah untuk menyaring kotoran, sampah, lumpur, atau benda asing lainnya agar tidak masuk ke dalam saluran air dan merusak *impeller*, sehingga sistem *water jet* dapat beroperasi dengan lebih aman dan efisien. Saringan ini dibuat dari bahan plat besi tipis dengan bentuk lurus memanjang mengikuti kontur *intake*, sehingga air tetap dapat mengalir dengan lancar tanpa hambatan. Tidak seperti model jaring, bentuk lurus memanjang ini memberikan kekuatan tambahan serta memudahkan proses pembersihan jika terjadi penyumbatan ringan. Proses pemasangan dilakukan dengan membuat lubang pada keempat sudut plat menggunakan bor tangan, kemudian saringan dipasang dan dikencangkan dengan baut. Setelah saringan terpasang dengan kuat, dilakukan proses laminasi tambahan di bagian dalam lambung kapal pada area sekitar lubang bor untuk memastikan tidak terjadi kebocoran atau rembesan air akibat lubang pemasangan tersebut. Dengan

terpasangnya saringan ini, sistem *water jet* menjadi lebih terlindungi dari gangguan eksternal dan dapat bekerja secara optimal dalam kondisi perairan yang kotor sekalipun



Gambar 4.28 Proses Pemasangan Saringan pada *Intake Water Jet*

4.5.8 Proses Pembuatan Kedudukan Mesin

Pada tahap ini Penulis melakukan proses pembuatan dudukan mesin yang berfungsi sebagai penopang utama mesin penggerak pada kapal. Dudukan mesin ini dibuat menggunakan bahan baja ringan dengan ukuran penampang 50 mm × 50 mm. Proses pembuatan dimulai dengan pemotongan baja ringan sesuai ukuran yang telah direncanakan, untuk ukuran kedudukan mesin yang akan di buat adalah sebagai berikut:

- a. Panjang 400 mm (2 Unit)
- b. Lebar 300 mm (2 Unit)
- c. Tinggi 200 mm (4 Unit)
- d. Penopang kiri dan kanan 400 mm (4 Unit)



Gambar 4.29 Baja Ringan yang sudah di potong

Kemudian dilanjutkan dengan proses pengelasan antar bagian rangka untuk membentuk konstruksi dudukan mesin yang kokoh dan presisi. Setiap sambungan baja ringan dilas secara menyeluruh agar tidak terjadi pergeseran posisi saat mesin beroperasi. Proses pengelasan dilakukan dengan memperhatikan kerataan permukaan dan sudut kemiringan dudukan, sehingga mesin nantinya dapat terpasang dengan posisi seimbang dan sejajar terhadap poros penggerak. Dapat dilihat pada Gambar 4.29 di bawah ini.



Gambar 4.30 Proses Pengelasan dan Dudukan Mesin yang sudah di Las

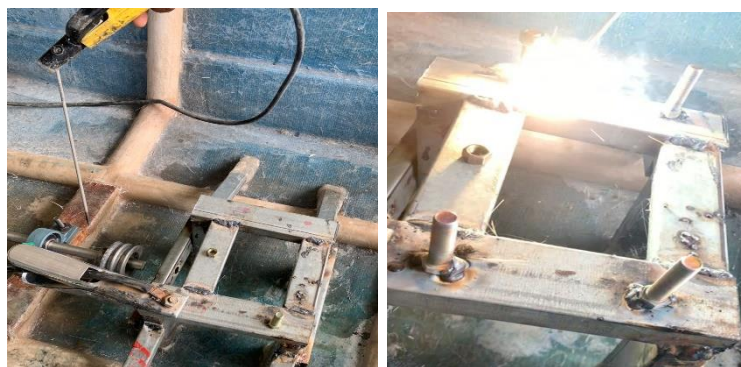
Setelah proses pengelasan selesai, dudukan mesin dilakukan pengepasan (*fitting*) pada bagian buritan kapal tepat nya pada tengah *frame* 1 dan 2 karena tempat nya sudah sejajar dengan poros sistem *water jet*. Setelah posisi sesuai, dilakukan Laminasi pada area bawah dudukan yang telah ditentukan agar dudukan mesin terpasang kuat dan stabil.



Gambar 4.31 Proses *Fitting* dan laminasi pada dudukan mesin

Setelah rangka dudukan mesin selesai laminasi dan membentuk konstruksi yang kokoh, tahap berikutnya adalah pembuatan dan pengelasan dudukan baut

pengunci mesin pada permukaan atas dudukan tersebut. Baut ini berfungsi untuk menahan dan mengunci posisi mesin agar tidak bergeser akibat getaran saat sistem penggerak beroperasi. Jenis baut yang digunakan adalah baut ukuran M14 sebanyak 4 unit, yang masing-masing dipasang pada keempat sudut tapak mesin. Posisi baut diatur sedemikian rupa agar sejajar dengan lubang tapak mesin Yamamoto 10 HP, sehingga pemasangan mesin nantinya dapat dilakukan dengan mudah dan presisi.



Gambar 4.32 Proses Pengelasan Baut Dudukan Mesin pada Rangka Penopang

Setelah proses pemasangan dudukan mesin dan pengelasan baut pengunci selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah pembersihan area kerja pada bagian sekitar dudukan mesin. Pembersihan dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa kotoran, percikan las, serta debu atau sisa laminasi yang menempel pada permukaan baja ringan dan permukaan lambung kapal. Langkah ini penting dilakukan agar proses pengecatan dan pelapisan anti karat nantinya dapat menempel dengan baik pada permukaan logam. Selain itu, pembersihan juga memastikan bahwa tidak ada sisa material yang dapat mengganggu pemasangan mesin pada tahap selanjutnya.



Gambar 4.33 Pembersihan Area Sekitar Dudukan Mesin Sebagai Persiapan Pengecatan

4.5.9 Pengecatan Dudukan Mesin Penggerak

Tahap selanjutnya Penulis melakukan proses pengecatan setelah pembersihan area dudukan mesin. Pengecatan dilakukan untuk memberikan lapisan pelindung pada permukaan baja ringan agar terhindar dari karat dan korosi akibat paparan air laut maupun udara lembap di sekitar lingkungan kapal. Proses pengecatan diawali dengan pengaplikasian cat dasar (*primer*) yang berfungsi sebagai lapisan perekat antara logam dan cat utama. Setelah lapisan primer mengering sempurna, dilanjutkan dengan pengecatan lapisan akhir (*finishing*) menggunakan cat anti karat berwarna abu-abu agar tampilan lebih rapi serta memperkuat perlindungan permukaan dudukan mesin. Setelah seluruh permukaan tertutup cat secara merata, dudukan mesin dibiarkan mengering pada suhu ruangan sebelum dilakukan proses pemasangan mesin penggerak pada tahap berikutnya. Dapat kita lihat pada Gambar 4.33 di bawah ini.



Gambar 4. 34 Tahap Pengecatan dan Hasil Akhir Dudukan Mesin Setelah *Finishing*

4.5.10 Pemasangan Mesin Penggerak

Setelah dudukan mesin selesai melalui proses pengecatan dan pengeringan, tahap berikutnya adalah Penulis melakukan pemasangan mesin penggerak pada dudukan yang telah disiapkan. Mesin yang digunakan yaitu mesin Yamamoto dengan daya 10 HP, yang berfungsi sebagai sumber tenaga utama sistem penggerak *water jet*. Pada tahap ini, *pulley* pada poros mesin dan poros *impeler* sudah terpasang terlebih dahulu. Mesin kemudian ditempatkan di atas dudukan dan diikat menggunakan empat baut M14 sebagai pengunci. Setiap baut dikencangkan secara merata agar posisi mesin tetap stabil dan sejajar dengan sistem transmisi. Setelah posisi mesin dan *pulley* sejajar, dilakukan pemasangan sabuk *V-belt* yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga putar dari mesin menuju poros *impeller*. Pemasangan dilakukan dengan cara mengaitkan sabuk pada kedua *pulley*, pertama pada *pulley* poros *impeller*, kemudian pada *pulley* mesin. Setelah sabuk terpasang, posisi mesin sedikit digeser mundur untuk memberikan tegangan yang sesuai pada sabuk *V-belt*, sehingga tidak terlalu kendur maupun terlalu kencang. Penyetelan ketegangan sabuk ini sangat penting untuk menghindari selip (*slip*) saat mesin berputar dan menjaga transmisi daya berjalan optimal. Setelah ketegangan dianggap sesuai, baut pengunci mesin kembali diperketat agar posisi tidak berubah selama pengoperasian.



Gambar 4.35 Pemasangan Mesin dan Penyetelan Sabuk *V-Belt* pada Sistem *Water Jet*

4.5.11 Pemasangan Sistem Manuver Pada Ujung *Nozzle*

Tahap berikutnya Penulis melakukan pemasangan sistem manuver pada bagian ujung *nozzle*. Sistem manuver ini berfungsi untuk mengatur arah dorongan air yang keluar dari *nozzle* sehingga kapal dapat bergerak ke kanan maupun ke kiri

sesuai arah kemudi. Sebelum proses pemasangan, bagian sistem manuver dilakukan sedikit pemotongan pada sisi kanan dan kiri. Pemotongan ini bertujuan agar sistem manuver memiliki ruang gerak yang cukup untuk melakukan pergerakan ke dua arah, kanan dan kiri, saat dikendalikan dari bagian kemudi kapal. Selanjutnya, dilakukan proses pemasangan sistem manuver pada *nozzle* menggunakan baut berukuran M10 sebanyak dua pasang, masing-masing terletak pada sisi atas dan bawah *nozzle*. Pemasangan baut ini dilakukan secara hati-hati agar posisi manuver tetap sejajar dan kuat menempel pada badan *nozzle*. Pada bagian sisi sistem manuver juga telah dipasang *bracket* dan tali kendali yang dihubungkan ke tuas kemudi di area *cockpit* kapal. Tali ini berfungsi untuk menarik dan menggerakkan sistem manuver ke arah kanan atau kiri secara bersamaan, sehingga ketika tali dikendalikan, sudut keluarnya air dari *nozzle* ikut berubah arah. Dengan perubahan arah semburan air tersebut, kapal dapat berbelok sesuai dengan keinginan pengendali. Dengan pemasangan sistem manuver ini, aliran air dari *nozzle* dapat diarahkan secara efektif dan memberikan kontrol yang baik terhadap arah gerak kapal.

Tahapan ini juga menjadi bagian penting dalam memastikan sistem penggerak *water jet* berfungsi optimal pada saat pengujian nanti.



Gambar 4.36 Pemasangan Sistem Manuver pada Ujung *Nozzle*

4.3.12 Finishing

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan akhir terhadap seluruh komponen sistem penggerak *water jet* yang telah terpasang, mulai dari dudukan mesin, poros penggerak, hingga sistem manuver di bagian buritan kapal. Setiap sambungan baut, hasil laminasi, serta dudukan mesin diperiksa kembali untuk memastikan kekuatan dan kesesuaian posisinya. Selain itu, dilakukan juga pembersihan area

kerja dari sisa material seperti debu, serat *fiberglass*, dan bekas lem agar hasil akhir terlihat rapi serta siap untuk tahap berikutnya. Setelah seluruh pemeriksaan selesai dan sistem dinyatakan terpasang dengan baik, tahap berikutnya yaitu pengujian sistem *water jet* dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi sesuai dengan perencanaan dan mampu menghasilkan dorongan optimal saat dioperasikan di perairan.

4.6 Pengujian Sistem Penggerak (*Sea Trial*)

Uji coba sistem atau *sea trial* dilakukan setelah seluruh proses perakitan dan pemasangan sistem penggerak *water jet* selesai. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem penggerak dapat berfungsi dengan baik dan menghasilkan daya dorong sesuai dengan perencanaan. Pengujian dilakukan menggunakan kapal uji dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. Panjang keseluruhan (LOA) : 5,00 meter
- b. Panjang garis air (LWL) : 4,05 meter
- c. Panjang antara tegak (LPP) : 4,00 meter
- d. Lebar (B) : 1,28 meter
- e. Tinggi (H) : 0,50 meter
- f. Sarat air (T) : 0,25 meter
- g. Bahan kapal : *Fiberglass*
- h. Sistem penggerak : Mesin *Yamamoto* 10 Hp dengan transmisi *V-belt* dan *pulley*
- i. Jenis penggerak utama : *Water jet propulsion*

Pengujian dilakukan di sepanjang sungai yang berada di area kampus Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis serta di perairan laut terbuka yang berdekatan . Dari hasil pengamatan, sistem penggerak *water jet* bekerja dengan baik tanpa adanya kebocoran maupun getaran berlebih pada poros dan dudukan mesin. Kapal mampu bergerak dengan stabil dan mudah dikendalikan saat dilakukan manuver ke kanan maupun ke kiri melalui sistem kemudi *water jet*.

Kecepatan yang dicapai kapal selama pengujian yaitu sekitar 5 knot, dengan respons akselerasi yang cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa desain sistem penggerak *water jet* yang dibuat sudah mampu menghasilkan dorongan yang efisien untuk ukuran kapal uji ini. Pada proses pengujian ini Penulis menggunakan *Handphone* dengan aplikasi *Speedometer Boat* untuk mendapatkan data mengukur kecepatan pada Kapal. Supaya lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.36 di bawah ini.



Gambar 4.37 Data Kecepatan (*Knot*)

Kapal bongkar-pasang ini dirancang dengan tujuan utama kemudahan pembongkaran, perakitan, serta mobilitas, sehingga bentuk lambung yang dipilih bukan tipe planing, melainkan displacement hull. Lambung jenis ini bergerak dengan cara membelah air dan memperoleh gaya angkat dari buoyancy, sehingga memiliki batas kecepatan alami yang disebut hull speed (Hull, 2023). Dengan demikian, penambahan daya mesin tidak akan memberikan peningkatan kecepatan yang signifikan apabila telah mencapai batas tersebut, karena tahanan gelombang meningkat tajam pada kecepatan lebih tinggi (Hull Speed, 2023).

kapal kompak dan modular seperti kapal bongkar-pasang ini secara desain lebih mengutamakan stabilitas, keselamatan, serta portabilitas, bukan performa kecepatan tinggi. Oleh sebab itu, performa kecepatan maksimum yang dicapai cenderung berada pada kisaran rendah hingga sedang (sekitar 5–6 knot) sebagaimana juga ditemukan pada studi kapal lipat untuk penanganan evakuasi bencana (Intifalda et al., 2024). Berdasarkan teori dan contoh aplikasi serupa,

pencapaian kecepatan 5 knot dari hasil sea trial merupakan performa yang wajar, sesuai dengan karakteristik lambung dan tujuan desain kapal bongkar-pasang yaitu dirancang untuk mobilitas dan kemudahan operasional, bukan kecepatan tinggi (PTTensor, 2018).

4.6.1 Dokumentasi Uji Coba Sistem *Water Jet*

Berdasarkan hasil uji coba sistem *water jet* yang telah dilakukan di perairan sungai dan laut sekitar area kampus Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis, diperoleh hasil bahwa sistem penggerak berfungsi dengan baik sesuai rancangan. Mesin *Yamamoto* mampu mentransfer tenaga ke poros penggerak melalui sistem transmisi *V-belt* dan *pulley* dengan efisien, sehingga *impeller* dapat menghasilkan dorongan air yang stabil menuju *nozzle*. Aliran air yang keluar dari *nozzle* menunjukkan arah yang terpusat dan tidak menimbulkan turbulensi berlebih di sekitar buritan kapal. Kondisi ini membuktikan bahwa bentuk saluran *nozzle* dan *intake* yang telah dirancang mampu menyalurkan aliran dengan baik, sekaligus meminimalkan kehilangan energi (*losses*).

Pada saat dilakukan manuver, sistem kemudi *water jet* bekerja dengan responsif. Gerakan kapal ke kanan maupun ke kiri dapat dilakukan dengan mudah melalui penarikan tali pengendali pada sistem manuver yang terhubung ke *nozzle*. Hasil pengamatan menunjukkan tidak adanya kebocoran pada sambungan laminasi maupun getaran signifikan pada poros selama pengoperasian. Kecepatan yang dicapai kapal yaitu 5 knot, dinilai cukup baik untuk ukuran kapal uji berbahan fiberglass dengan panjang keseluruhan 5 meter. Untuk proses uji coba sistem *water jet*, dapat kita lihat pada Gambar 4.37.



Gambar 4.38 Proses Uji Coba Sistem Penggerak *Water Jet*

Berdasarkan hasil uji coba lapangan (*sea trial*) yang telah dilakukan, *propeller* terbukti aman karena menggunakan perencanaan sistem penggerak *water jet*. Pada sistem ini, *propeller* kapal berada di dalam housing yang tertutup yang tidak bersentuhan langsung dengan benda-benda di perairan. Selama pengujian, kapal melewati area yang memiliki ranting, serpihan kayu, dan material terapung, namun tidak ditemukan tanda-tanda kerusakan pada *propeller*. Desain housing yang tertutup mampu melindungi *propeller* dari benturan langsung, sehingga risiko patah, tergores, atau tersangkut bahan asing dapat diminimalkan. Selain itu, keberadaan saringan pada intake juga berfungsi menyaring benda berukuran besar sebelum air masuk ke dalam sistem.

4.7 Biaya Pembuatan Sistem Penggerak *Water Jet*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan terhadap seluruh biaya yang diperlukan dalam proses pembuatan sistem penggerak *water jet*, mulai dari tahap perancangan, pembuatan komponen, hingga proses perakitan dan pengujian. Perincian biaya ini bertujuan untuk mengetahui total kebutuhan material, komponen, serta perlengkapan pendukung yang digunakan selama proses pembuatan sistem. Rincian lengkap biaya pembuatan sistem penggerak *water jet* dapat dilihat pada tabel berikut.

Table 4.4 Rincian Biaya Pembuatan

No	Alat dan Bahan	Jumlah	Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Mesin Yamamoto 10 Hp	1	2.060.000	2.060.000

2	Pulley dan V-belt	1	200.000	200.000
3	<i>Shaf</i> 1 Meter	1	200.000	200.000
4	<i>Impeller</i>	1	300.000	300.000
5	Pipa Pvc 1 Meter	1	150.000	150.000
6	Solasi	1	5.000	5.000
7	Tali Remes 1 Meter	1	10.000	10.000
8	Kelahr Duduk	1	55.000	55.000
9	Resin 6 Kg	1	330.000	330.000
10	Katalis 50 mm	1	10.000	10.000
11	Mat dan Wr 2 Meter	1	50.000	50.000
12	Pipa alumunium 50 Cm	1	25.000	25.000
13	Plat Baja 3 mm 1 Meter	1	25.000	25.000
14	Bearing	1	20.000	20.000
15	Baut 14	4	2.000	8.000
16	Baut 10	6	1.000	6.000
17	Baut 8	2	1.000	2.000
18	Lem Alteco	1	7.000	7.000
19	Karton 3 mm 1x1 Meter	1	20.000	20.000
20	Cutter	1	10.000	10.000
21	Baja Ringan 2 Meter	1	50.000	50.000
Total			Jumlah	3.543.000

Dari hasil perhitungan biaya pada tabel di atas, diperoleh total keseluruhan sebesar Rp 3.543.000. Biaya tersebut mencakup seluruh proses mulai dari pembelian material, pembuatan rangka dudukan, sistem transmisi, hingga pemasangan komponen utama sistem penggerak *water jet* pada kapal Bongkar pasang berbahan *Fiberglass*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, perhitungan, pembuatan, dan pengujian sistem penggerak *water jet* pada kapal bongkar pasang berbahan *fiberglass*, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Merancang sistem penggerak *water jet* yang sesuai kebutuhan daya mesin. Berdasarkan perhitungan tahanan kapal menggunakan metode Savitsky Planing, diperoleh kebutuhan daya efektif sebesar 10,26 HP untuk mencapai kecepatan operasi 4–6 knot. Oleh karena itu, pemilihan mesin bensin 4-tak 10 HP dinyatakan sesuai dengan kebutuhan daya sistem *water jet* pada kapal bongkar pasang. Perancangan komponen utama seperti *intake*, *impeller*, *nozzle*, *poros*, dan sistem transmisi telah memenuhi spesifikasi hidrodinamika dan dapat bekerja secara optimal.
2. Merancang *propeller/impeller* yang aman terhadap kayu, batu, atau benda perairan. *Impeller* dirancang berada sepenuhnya di dalam rumah *water jet* dan dilindungi oleh *intake* serta saluran tertutup, sehingga aman dari benturan dengan kayu, batu, ataupun sampah perairan. *Intake* juga dilengkapi saringan sehingga tidak mudah kemasukan benda asing. Desain ini dinyatakan aman dipakai di perairan dangkal.
3. Menguji kinerja sistem penggerak *water jet*. Hasil uji coba (*sea trial*) menunjukkan bahwa kapal mampu mencapai kecepatan 5–6 knot, sesuai target kecepatan perencanaan. Sistem *manuver* bekerja dengan baik, di mana *nozzle* dapat diarahkan ke kiri dan kanan menggunakan mekanisme kemudi sederhana. Sistem *water jet* berfungsi tanpa kebocoran, tidak terjadi getaran berlebih, dan semburan air stabil. Kinerja aktual di lapangan telah sesuai dengan hasil perhitungan pada tahap perencanaan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dicapai, penulis menyarankan agar penelitian lanjutan dapat lebih memperhatikan aspek penyempurnaan komponen seperti *impeller*, *nozzle*, dan sistem *manuver* agar efisiensi dorong dan kemampuan belok dapat lebih optimal, untuk penyempurnaan komponen disarankan melakukan pembelian langsung *system water jet* pada pabrik. Perlu dilakukan pengujian dengan variasi beban serta kondisi perairan yang berbeda untuk mendapatkan data performa yang lebih lengkap, sehingga daya tahan komponen dan efisiensi sistem dapat dievaluasi secara menyeluruh. Selain itu, penggunaan material yang lebih kuat dan presisi, terutama pada bagian poros danudukan mesin, disarankan untuk meningkatkan keandalan sistem selama pemakaian jangka panjang. Penerapan sistem kemudi yang lebih stabil juga dapat menjadi pengembangan penting agar kapal lebih mudah dikendalikan dan memberikan kenyamanan yang lebih baik bagi operator maupun pengguna kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, B. (2006). Sistem Propulsi *Waterjet*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Carlton, J. (2012). Baling-Baling Kapal dan Propulsi (Edisi ke-3). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Carlton, J. (2018). Handbook Propulsi Kapal. London: Academic Press.
- Chudley, G., & Greeno, R. (2017). *Handbook Konstruksi Bangunan*. London: Routledge.
- Fossati, F. (2009). *Hidrodinamika Waterjet Kecepatan Tinggi*. Italia: Springer.
- Gerr, D., & Lavery, M. (2010). Dasar-Dasar Sistem Propulsi Kapal Cepat. New Jersey: McGraw-Hill.
- Hadiyanto, S., Widodo, A., & Yuwono, B. (2020). Pengaruh Diameter *Nozzle* terhadap Daya Dorong Sistem *Water Jet*. Jurnal Rekayasa Perkapalan, 8(2), 45–53.
- Jeong, Y., dan rekan-rekan. (2016). Pengembangan Sistem *Water Jet* Mini untuk Kapal FRP Skala Kecil. *Journal of Marine Science and Technology*, 21(4), 511–520.
- Lewis, E. (1988). *Prinsip-Prinsip Arsitektur Kapal*. New York: SNAME.
- Molland, A., & Turnock, S. (2007). *Hidrodinamika Kapal Cepat*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Molland, A. F., dan rekan-rekan. (2011). Kendaraan Laut Kecepatan Tinggi. Cambridge: Cambridge University Press.
- Putra, R. E. (2021). Analisis Kinerja Sistem *Water Jet* pada Kapal Cepat. Jurnal Teknik Perkapalan, 12(1), 1–9.
- ResearchGate. (2022). Pengembangan Speedboat Edukasi Biaya Rendah dengan Sistem *Water Jet*. Diakses dari basis data *ResearchGate*.

- Roberts, A. (2000). Panduan Desain untuk Sistem *Waterjet* Skala Kecil. Australia: *Marine Engineering Laboratory*.
- Savitsky, D. (1964). Desain Hidrodinamika Lambung Planing. *Journal of Marine Technology*, 1(1), 71–95.
- Sheha, M., dan rekan-rekan. (2018). Kinerja Hidrodinamika Sistem Propulsi *Water Jet*. *International Journal of Hydro-Mechanical Engineering*, 9(3), 233–242.
- Sutrisno. (2018). Penguasaan Teknologi Sistem Penggerak Kapal sebagai Teknologi Tepat Guna. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Zhao, X., dan rekan-rekan. (2022). Karakteristik Hidrodinamika *Water Jet* dalam Kondisi Statis. *Journal of Ocean Engineering*, 257, 112–134.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bentuk Mesin



Lampiran 2. Tabel Spesifikasi Mesin

No	Model	Keterangan
1	Tipe	4 Tak, OHV, Pendingin Udara
2	Bore x Stroke	77 x 58 mm
3	Isi Silinder	270 cc
4	Power	10 Hp / 3600 rpm
5	Cara Start	Tarik
6	Jenis Bahan Bakar	Pertalite
7	Kapasitas Tangki	6 Liter
8	Volume Oli Mesin	1,1 Liter
9	Berat	31 Kg

Lampiran 3. Kapal Bongkar Pasang Berbahan *Fiberglass*.



Lampiran 4. Sistem Penggerak *Water Jet* Pada Kapal Bongkar Pasang Berbahan *Fiberglass*.



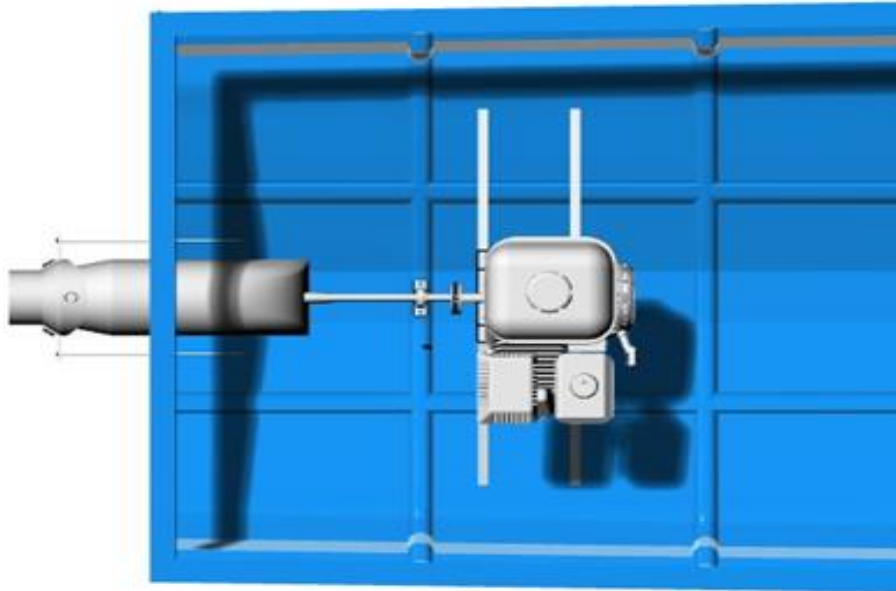
Lampiran 5. Sistem *Intake Water Jet* pada Kapal



Lampiran 6. Desain Tampak Belakang Sistem Penggerak *Water Jet*



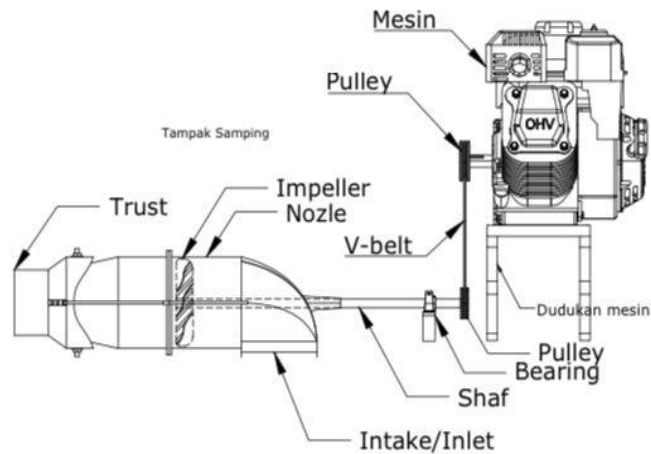
Lampiran 7. Desain Tampak atas Sistem Penggerak *Water Jet* pada Buritan Kapal



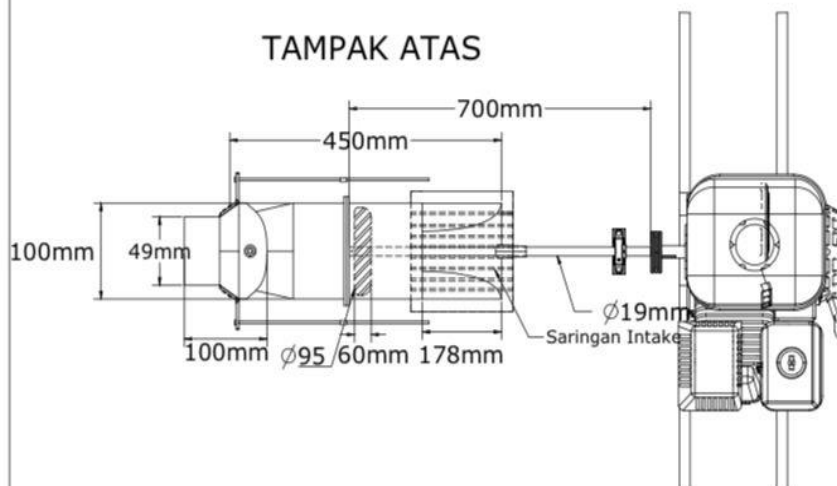
Lampiran 8. Desain Sistem Penggerak *Water Jet*



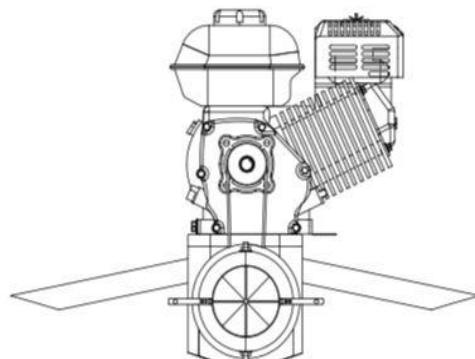
TAMPAK SAMPING



TAMPAK ATAS



TAMPAK BELAKANG



	PROGRAM STUDI DIH TEKNIK PERKAPALAN JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS		
	Sistem Penggerak Water Jet		
Gambar Teknik	SKALA : 1 : 100		
	DIVISI : MEKANIKA		
	INSTRUKSI : ANGGARAN		
	INSTRUKSI : ANGGARAN		
Revisi : 1	Revisi : 1	Revisi : 1	Revisi : 1

Lampiran 11 : Form Saran Perbaikan Tugas Akhir

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711 Telepon: (+62766) 24566, Fax: (+62766) 800 1000 Laman: http://www.polbeng.ac.id , E-mail: polbeng@polbeng.ac.id	
	FORMULIR 11 Saran Perbaikan Tugas Akhir	TA : 2024/2025

SARAN PERBAIKAN SIDANG TUGAS AKHIR

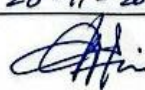
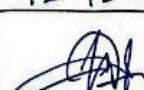
Pelaksanaan Sidang Tugas Akhir dari Mahasiswa :

Nama : M.Miftahul Rahmadani
 NIM : 1103221294
 Jurusan/Prodi : Teknik Perkapalan/D-III Teknik Perkapalan
 Judul : Perencanaan Sistem Penggerak *Water Jet* Kapal Bongkar
 Pasang Berbahan *Fiberglass*

Nama Dosen Pembimbing I : Afriantoni, S.T., M.T

Materi perbaikan dari Dosen Pembimbing/~~Dosen Penguji~~* :

Isi saran - saran & masukan dari semua penguji

Pengesahan dari dosen Pembimbing/ Dosen Penguji*			
Sebelum perbaikan		Setelah perbaikan	
Tanggal	28-11-2025	Tanggal	12-12-2025
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

CATATAN :

1. Form Lembaran Saran Perbaikan Tugas Akhir yang telah di isi dikembalikan kepada koordinator
2. Tanda * = coret salah satu

Lampiran 11 : Form Saran Perbaikan Tugas Akhir

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711 Telepon: (+62766) 24566, Fax: (+62766) 800 1000 Laman: http://www.polbeng.ac.id , E-mail: polbeng@polbeng.ac.id	
	FORMULIR 11 Saran Perbaikan Tugas Akhir	TA : 2024/2025

SARAN PERBAIKAN SIDANG TUGAS AKHIR

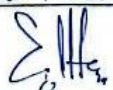
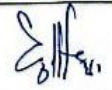
Pelaksanaan Sidang Tugas Akhir dari Mahasiswa :

Nama : M.Miftahul Rahmadani
 NIM : 1103221294
 Jurusan/Prodi : Teknik Perkapalan/D-III Teknik Perkapalan
 Judul : Perencanaan sistem penggerak Water Jet kapal bongkar pasang berbahan fiberglass

Nama Dosen Pembimbing II : Dr.Egi Yuliora, S.Si.,M.Si

Materi perbaikan dari Dosen Pembimbing/Dosen-Penguji* :

Perhatikan dengan baik dan perbaiki TA sesuai
 dengan arahan dan masukan tim penguji
 dan pembimbing.

Pengesahan dari Dosen Pembimbing/ Dosen-Penguji*			
Sebelum perbaikan		Setelah perbaikan	
Tanggal	26-11-2025	Tanggal	12-12-2025
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

CATATAN :

1. Form Lembaran Saran Perbaikan Tugas Akhir yang telah di isi dikembalikan kepada koordinator
2. Tanda * = coret salah satu

Lampiran 11 : Form Saran Perbaikan Tugas Akhir

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711 Telepon: (+62766) 24566, Fax: (+62766) 800 1000 Laman: http://www.polbeng.ac.id , E-mail: polbeng@polbeng.ac.id	
	FORMULIR 11 Saran Perbaikan Tugas Akhir	TA : 2024/2025

SARAN PERBAIKAN SIDANG TUGAS AKHIR

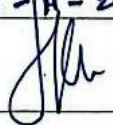
Pelaksanaan Sidang Tugas Akhir dari Mahasiswa :

Nama : M.Miftahul Rahmadani
 NIM : 1103221294
 Jurusan/Prodi : Teknik Perkapalan/D-III Teknik Perkapalan
 Judul : Perencanaan Sistem Penggerak *Water Jet* Kapal Bongkar
 Pasang Berbahan *Fiberglass*

Nama Dosen Penguji I : Muhammad Ikhsan, S.T.,M.T

Materi perbaikan dari ~~Dosen Pembimbing~~/Dosen Penguji* :

Tujuan penelitian Belum Jelas
 lengkap di pembahasan, ~~hasil~~
 di lengkap

Pengesahan dari Dosen Pembimbing/ Dosen Penguji*			
Sebelum perbaikan		Setelah perbaikan	
Tanggal	28-11-2025	Tanggal	12-12-2025
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

CATATAN :

1. Form Lembaran Saran Perbaikan Tugas Akhir yang telah di isi dikembalikan kepada koordinator
2. Tanda * = coret salah satu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711
Telepon: (+62766) 24566, Fax: (+62766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>, E-mail: polbeng@polbeng.ac.id

LEMBAR SARAN DAN PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Nama : M.Miftahul Rahmadani
Nim 1103221294
Judul : Perencanaan Sistem Penggerak Water Jet Kapal Bongkar Pasang
Berbahan Fiberglass.

Dosen Penguji I : Muhammad Ikhsan, S.T.,M.T

NO.	Tanggal	Komentar/Saran Pembimbing	Paraf Penguji I
1.	28-11-2025	Tujuan penelitian belum tertulis lengkap di pembahasan, Harap di lengkapi.	
2.	02/12-2025	Memperbaiki pembahasan lengkap di Sea trail untuk mencapai tujuan penelitian.	
3.	11-12-2025	Memperbaiki desain gambar Teknik water jet.	
4.	12-11-2025	ACC dari Pak Ikhsan.	
5.			

Lampiran 11 : Form Saran Perbaikan Tugas Akhir

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711 Telepon: (+62766) 24566, Fax: (+62766) 800 1000 Laman: http://www.polbeng.ac.id, E-mail: polbeng@polbeng.ac.id	
	FORMULIR 11	TA : 2024/2025
Saran Perbaikan Tugas Akhir		

SARAN PERBAIKAN SIDANG TUGAS AKHIR

Pelaksanaan Sidang Tugas Akhir dari Mahasiswa : Nama

: M.Miftahul Rahmadani
NIM : 1103221294
Jurusan/Prodi : Teknik Perkapalan/D-III Teknik Perkapalan
Judul : Perencanaan Sistem Penggerak *Water Jet* Kapal Bongkar
Pasang Berbahan *Fiberglass*.

Nama Dosen Penguji II : Pardi, S.T.,M.T

Materi perbaikan dari ~~Dosen Pembimbing~~/Dosen Penguji* :

1. Perhitungan daya yang digunakan blm lengkap untuk *Waterjet*.
2. Perhitungan daya daya *waterjet* blm lengkap.
3. Laporan perlu diperbaiki.

Pengesahan dari Dosen Pembimbing/ Dosen Penguji*			
Sebelum perbaikan		Setelah perbaikan	
Tanggal	28-11-2025	Tanggal	10-12-2025
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

CATATAN :

1. Form Lembaran Saran Perbaikan Tugas Akhir yang telah di isi dikembalikan kepada koordinator
2. Tanda * = coret salah satu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711

Telepon: (+62766) 24566, Fax: (+62766) 800 1000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id>, E-mail: polbeng@polbeng.ac.id

LEMBAR SARAN DAN PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Nama : M.Miftahul Rahmadani
Nim : 1103221294
Judul : Perencanaan Sistem Penggerak Water Jet Kapal Bongkar Pasang
Berbahan Fiberglass.

Dosen Penguji II : Pardi, S.T.,M.T

NO.	Tanggal	Komentar/Saran Pembimbing	Paraf Penguji II
1.	29-11-2025	Perhitungan daya yang digunakan belum mengikuti untuk waterjet.	
2.	28-11-2025	Perhitungan daya dorong waterjet belum lengkap.	
3.	28-11-2025	laporan perlu diperbaiki sesuai panduan TA.	
4.	09-11-2025	ACC dari Pak Pardi	
5.			

Lampiran 11 : Form Saran Perbaikan Tugas Akhir

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711 Telepon: (+62766) 24566, Fax: (+62766) 800 1000 Laman: http://www.polbeng.ac.id, E-mail: polbeng@polbeng.ac.id	
	FORMULIR 11 Saran Perbaikan Tugas Akhir	TA : 2024/2025

SARAN PERBAIKAN SIDANG TUGAS AKHIR

Pelaksanaan Sidang Tugas Akhir dari Mahasiswa : Nama

: M.Miftahul Rahmadani
NIM : 1103221294
Jurusan/Prodi : Teknik Perkapalan/D-III Teknik Perkapalan
Judul : Perencanaan Sistem Penggerak *Water Jet* Kapal Bongkar
Pasang Berbahan *Fiberglass*.

Nama Dosen Penguji III : Siswandi B, S.T.,M.T

Materi perbaikan dari ~~Dosen Pembimbing~~/Dosen Penguji* :

- Perbaiki juga tulis laporan sesuai Panduan T-A.
- Abstrak belum menggambarkan isi dan hasil penelitian.
- flow chart di Perbaiki lagi posisinya.
- Kesimpulan harus menguraikan dari tujuan penelitian.

Pengesahan dari Dosen Pembimbing/ Dosen Penguji*			
Sebelum perbaikan		Setelah perbaikan	
Tanggal	28-11-2025	Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

CATATAN :

- Form Lembaran Saran Perbaikan Tugas Akhir yang telah di isi dikembalikan kepada koordinator
- Tanda * = coret salah satu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711
Telepon: (+62766) 24566, Fax: (+62766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>, E-mail: polbeng@polbeng.ac.id

LEMBAR SARAN DAN PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Nama : M.Miftahul Rahmadani
Nim 1103221294
Judul : Perencanaan Sistem Penggerak Water Jet Kapal Bongkar Pasang
Berbahan Fiberglas.

Dosen Penguji III : Siswandi B, S.T.,M.T

NO.	Tanggal	Komentar/Saran Pembimbing	Paraf Penguji III
1.	28-11-2025	Perbaiki tata tulis laporan sesuai Panduan TA.	
2.	28-11-2025	Abstrak belum menggambarkan isi dan hasil Penelitian	
3.	28-11-2025	flow chart di Perbaiki lagi prosesnya.	
4.	28-11-2025	Kesimpulan harus menggambarkan dari tujuan Penelitian.	
5.	12-11-2025	ACE dari Pak Siswandi.	