

**DESAIN KAPAL PENGANGKUT BARANG UNTUK
UNMANED SURFACE VEHICLE (USV) PADA PERAIRAN
TENANG UNTUK WISATA BAHARI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Aditya Pratama Romadhoni

No. Mahasiswa : 20525010

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PERANCANGAN DESAIN KAPAL PENGANGKUT BARANG
UNTUK *UNMANED SURFACE VEHICLE* (USV) PADA
PERAIRAN TENANG UNTUK WISATA BAHARI**

TUGAS AKHIR

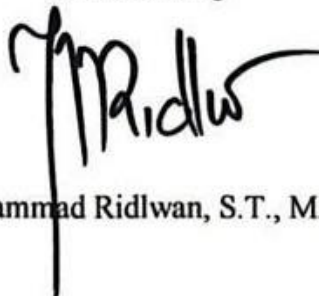
Disusun Oleh :

Nama : Aditya Pratama Romadhoni

No. Mahasiswa : 20525010

Yogyakarta, 1 Desember 2024

Pembimbing



: Ir. Muhammad Ridwan, S.T., M.T., IPP

Lembar Pengesahan Dosen Penguji
DESAIN KAPAL PENGANGKUT BARANG UNTUK
UNMANNED SURFACE VEHICLE (USV) PADA PERAIRAN
TENANG UNTUK WISATA BAHARI

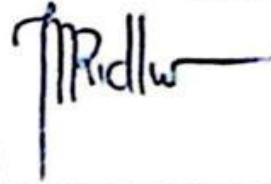
TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Aditya Pratama Romadhoni

No. Mahasiswa : 20525010

Tim Penguji



Ir. Muhammad Ridwan, S.T., M.T., IPP

Ketua

Tanggal : 24/12/2024

Ir. Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng., IPP

Anggota I

Tanggal : 24/12/2024

Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M. IPP

Anggota II

Tanggal : 24/12/2024
24/12/2024

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya bertanda tangan di bawah ini, Aditya pratama Romadhoni selaku penulis Tugas Akhir yang berjudul "DESAIN KAPAL PENGANGKUT BARANG UNTUK *UNMANED SURFACE VEHICLE* (USV) menyatakan bahwa penelitian yang saya buat merupakan karya sendiri dan bukan plagiarisme karya tulis orang lain. Apabila dikemudian hari saya dianggap melakukan pelanggaran hak cipta atau yang saya tulis pada karya ilmiah ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dan hukum dengan ketentuan yang berlaku.

Yogyakarta 27 Desember 2024



Aditya Pratama Romadhoni
(20525010)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, yang telah memudahkan penyelesaian laporan tugas akhir ini meskipun dengan segala keterbatasan. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas nikmat ilmu, kesehatan, dan kesempatan yang diberikan, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Tanpa bimbingan dan ridha-Nya, tentu penyelesaian ini tidak akan berjalan dengan lancar.

Tugas akhir ini dipersembahkan dengan penuh rasa terima kasih kepada Papah, Mamah, dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan tak terhingga, baik dari segi materi maupun moral, serta selalu mendoakan yang terbaik. Berkat doa-doa dan dukungan tulus kalian, tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tak hanya itu, melalui pendidikan, bimbingan, dan kasih sayang yang selama ini diberikan, telah terbentuk pribadi yang lebih kuat, penuh semangat, tangguh, bertanggung jawab, dan disiplin. Berkat kalian juga, saya bisa menyelesaikan studi sarjana dengan baik.

Tugas akhir ini juga dipersembahkan dengan rasa hormat dan terima kasih kepada seluruh tenaga pendidik, terutama dosen pembimbing, yang dengan penuh kesabaran dan dedikasi telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga. Berkat ketekunan dan komitmen mereka, berbagai ilmu yang tak ternilai dapat diperoleh, yang tidak hanya memperkaya pengetahuan, tetapi juga ikut membentuk pribadi yang lebih baik, lebih dewasa, dan siap menghadapi tantangan di masa depan. Dukungan dan ilmu yang diberikan menjadi fondasi penting dalam diri saya dan membuat saya menjadi lebih baik.

HALAMAN MOTTO

*“GAGALNA MANGRUPIKEUN KONCI PIKEUN KASUKSÉSAN
SARENG UNGGAL KASALAHANNA NGAJARKEUN URANG
PANGAWERUH.”*

- Sunda, Jawa Barat

“KEBERHASILAN TIDAK AKAN DATANG KEPADA MEREKA YANG
BERDIAM DIRI TETAPI AKAN DATANG KEPADA MEREKA YANG
MENJEMPUTNYA”

- Jusuf Kala

“DIMANAPUN ENKKAU BERADA SELALULAH MENJADI YANG
TERBAIK DAN BERIKAN YANG TERBAIK DARI YANG BISA KITA
BERIKAN”.

- B. J Habibie

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil'alamiin, puji dan syukur kita panjatkan kepada ALLAH SWT, karena berkat rahmat, hidayah dan inayah-Nya, penulis bisa menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir. Tugas Akhir ini disusun untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 pada Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia. Tugas Akhir ini merupakan salah satu mata kuliah yang bertujuan untuk mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman ilmu yang telah didapat dalam bangku perkuliahan.

Selama pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis sudah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bantuannya baik langsung maupun tidak langsung, khususnya kepada:

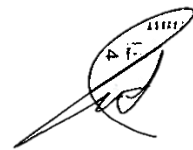
1. Allah SWT, Rabb semesta alam yang telah memberikan nikmat iman dan Islam kepada penulis dan Nabi paling mulia Muhammad SAW juga atas segenap keluarga, para sahabat, para tabi'in dan tabi'in-tabi'in serta para pengikutnya hingga akhir zaman.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T, M.T, IPP selaku Ketua Jurusan.
3. Bapak Muhammad Ridlwan S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing tugas akhir. Terimakasih saran, masukan dan nasihat yang membangun untuk penyempurnaan tugas akhir ini.
4. Kedua orang tua tersayang, papah Drs. H. Suharna dan mamah Hj. Eha Nugeraha S.Pd., M.Pd yang selalu mendukung serta memotivasi, mendo'akan, memberikan semangat, memberikan kasih dan sayang yang tiada hentinya hingga saat ini.
5. Keluarga besar yang selalu memberikan do'a, motivasi, dan semangat kepada penulis.
6. Terima kasih kepada Nabilah Hinayah S.Tr. Kes selaku pacar penulis yang telah memberikan semangat, mendo'akan, serta menemani penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.

7. Terima kasih kepada Muhammad Arsyekh Fath Al Afghan selaku rekan kerja tugas akhir, yang selalu giat dalam pengerjaan tugas akhir dan terus memberi semangat dalam pengerjaan tugas akhir ini.
8. Raka Era Viyo Maulana yang telah membantu dan menjadi motivator, serta mendo'akan agar tugas akhir saya lancar.
9. Terima kasih kepada teman-teman kontrakan Rungkad 69 yang telah menemani dan memberi semangat selama menjalani kuliah dan tugas akhir ini.
10. Seluruh mahasiswa teknik mesin FTI UII dan semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis berusaha untuk dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Namun demikian penulis menyadari masih banyak kekurangannya, karena sejatinya kesempurnaan hanya milik sang pencipta, Yang Maha Kuasa, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun demi perbaikan yang akan datang sangat di harapkan.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas segala amal yang telah diberikan dan semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis maupun pihak lain yang membutuhkan.

Yogyakarta, 1 Desember 2024



Aditya Pratama Romadhoni

ABSTRAK

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memberikan dampak signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk beberapa sektor dalam lingkup ekonomi maritim di Indonesia, yaitu sektor pelayaran, sektor perikanan, dan sektor pariwisata bahari. Dengan demikian sangat diperlukan pengembangan produk dengan jenis wisata bahari baru yang inovatif dan atraktif dikarenakan variasi objek wisata terbatas. Pada penelitian ini memiliki tujuan penggunaan kapal pengangkut barang yang dapat digunakan untuk mengakses daerah yang sulit dijangkau oleh manusia, tujuan dari kapal pengangkut barang ini adalah dapat mengakses daerah seperti vila atau penginapan yang berada di perairan yaitu di tengah danau atau yang jauh dari pantai. Pada penelitian kapal pengangkut barang memiliki dimensi ukuran maksimal yaitu lebar 36 cm, panjang 60 cm dan tinggi 30 cm, serta mampu mengangkut barang seberat 1-6 kg dan memiliki volume 10,68 Liter di atas permukaan air sedalam 50 cm.

Kata kunci : Kapal Pengangkut barang, Inovasi wisata bahari

ABSTRACT

The development of science and technology has had a significant impact in various aspects of human life, including several sectors within the scope of the maritime economy in Indonesia, namely the shipping sector, the fisheries sector, and the marine tourism sector. Thus it is very necessary to develop products with new types of marine tourism that are innovative and attractive due to the limited variety of tourist objects. In this research has the aim of using a freight ship that can be used to access areas that are difficult to reach by humans, the purpose of this freight ship is to be able to access areas such as villas or inns that are in the water, namely in the middle of a lake or far from the beach. In the research, the cargo carrier ship has maximum size dimensions, namely 36 cm wide, 60 cm long and 30 cm high, and is able to transport goods weighing 1-6 kg and has a volume of 10.68 Liters above the water surface 50 cm deep.

Keywords: Freight Vessel, Maritime Tourism Innovation

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Persembahan.....	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak.....	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Notasi.....	xiv
Daftar Tabel.....	xv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan.....	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Referensi Desain Kapal Pengangkut Barang.....	6
2.2.2 Bentuk Lambung kapal pengangkut Barang.....	7
2.2.3 Fused Deposition Modeling (FDM).....	10
2.2.4 Analisa CAE.....	11
Bab 3 Metode Penelitian	12
3.1 Alur Penelitian.....	12
3.2 Observasi.....	13
3.3 Menentukan Kriteria Desain	13
1. Must (Harus):	13
2. Must Not (Tidak Boleh):.....	13
3. Want (Harapan):	13

4. Must Want (Harus Dan Harapan):	13
3.4 Menentukan Desain kapal Pengangkut Barang.....	14
3.5 Alat Penunjang Desain.....	15
3.5.1 Perangkat Lunak	16
3.5.2 Sketsa Desain 1	17
3.5.3 Sketsa Desain 2.....	18
3.5.4 Sketsa Desain 3.....	19
3.5.5 3D Desain Model 1	20
3.5.6 3D Desain Model 2.....	21
3.5.7 3D Desain Model 3.....	21
3.5.8 Desain Model Puzzle	22
Bab 4 Hasil dan Pembahasan.....	24
4.1 Hasil Observasi	24
4.2 Menentukan Kriteria Desain	25
4.2.1 Pembuatan Kriteria Desain	26
4.3 Menentukan desain kapal Pengangkut Barang.....	27
4.3.1 Pemilihan Sketsa.....	29
4.3.2 Desain Produk Menggunakan Solidworks 2022.....	30
4.4 Analisis Dan Pembahasan	39
4.4.1 Pengujian Kapal Pengangkut Barang Dengan Beban 6 kg.....	39
4.4.2 Potongan Puzzle.....	42
4.4.3 Pembahasan Kriteria Desain.....	44
Bab 5 Penutup.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya	48
Daftar Pustaka.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 gambar referensi kapal lambung katamaran	7
Gambar 2. 2 Bentuk Lambung Datar (Maulana, 2024)	7
Gambar 2. 3 Bentuk Lambung V (Maulana, 2024)	8
Gambar 2. 4 Bentuk lambung katamaran (Maulana, 2024).....	9
Gambar 2. 5 Bentuk lambung trimaran (Maulana, 2024).....	10
Gambar 2. 6 Mesin 3D print FDM (Cahyati & Satriawan, 2019).	11
Gambar 2. 7 Analisi CAE.....	11
Gambar 3. 1 Alur Perancangan.....	12
Gambar 3. 2 <i>Software</i> Solidworks 2022	16
Gambar 3. 3 Software Ultimate Cura	17
Gambar 3. 4 Gambar sketsa desain 1.....	18
Gambar 3. 5 Gambar sketsa desain 2.....	19
Gambar 3. 6 Gambar Sketsa 3	20
Gambar 3. 7 Gambar 3D Desain model 1.....	20
Gambar 3. 8 Gambar 3D desain model 2.....	21
Gambar 3. 9 Gambar 3D desain model 3.....	22
Gambar 3. 10 Desain model Puzzle.....	23
Gambar 4. 1 Sketsa lambung V	27
Gambar 4. 2 Sketsa lambung trimaran.....	28
Gambar 4. 3 Sketsa lambung Katamran	28
Gambar 4. 4 Sketsa lambung datar	29
Gambar 4. 5 Bentuk lambung kapal katamaran (Maulana, 2024)	30
Gambar 4. 6 Desain lambung tampak depan	31
Gambar 4. 7 Desain lambung kapal tampak belakang.....	32
Gambar 4. 8 Desain Lambung Tampak Samping.....	32
Gambar 4. 9 Desain Lambung Tampak Atas.....	33
Gambar 4. 10 Desain lambung tampak isometric	33
Gambar 4. 11 Desain Pintu Tampak Depan.....	34
Gambar 4. 12 Desain pintu tampak samping.....	34
Gambar 4. 13 Desain Pintu Tampak Atas.....	35

Gambar 4. 14 Desain Tutup Tampak Isomatrik.....	35
Gambar 4. 15 Desain Kapal Pengangkut Barang Tampak Depan	36
Gambar 4. 16 Desain Kapal Pengangkut Barang Tampak Belakang.....	36
Gambar 4. 17 Desain Kapal Pengangkut Barang Tampak Samping	37
Gambar 4. 18 Desain Kapal Pengangkut Barang Tampak Atas	38
Gambar 4. 19 Desain Kapal Pengangkut Barang Tampak Isomatrik	38
Gambar 4. 20 Analisis Pembebanan Tampak Depan.....	40
Gambar 4. 21 Analisis Pembebanan Tampak Bawah	41
Gambar 4. 22 Analisis Pembebanan Tampak Atas.....	41
Gambar 4. 23 Analisis Pembebanan Tampak Isometric	42
Gambar 4. 24 Volume kapal pengangkut barang.....	43
Gambar 4. 25 Potongan Puzzle.....	44

DAFTAR NOTASI

PLA : *Polyactic Acid*

kg : kilogram

cm : centimeter

L : liter

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel Must (Harus)	44
Tabel 4. 2Must Not (Tidak boleh)	44
Tabel 4. 3 Want (Harapan).....	45
Tabel 4. 4 Mush Want (Harus dan Harapan)	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim, julukan negara maritim tidak serta merta diberikan begitu saja kepada Indonesia, salah satu alasan Indonesia disebut negara maritim yaitu karena memiliki lautan yang luas dan secara geografis dua pertiga wilayah Indonesia merupakan lautan. Terdapat beberapa sektor dalam lingkup ekonomi maritim di Indonesia, yaitu sektor pelayaran, sektor perikanan, dan sektor pariwisata bahari (Nikawanti, 2021). Dengan demikian Indonesia juga mempunyai wisata bahari sebagai segala jenis kegiatan rekreasi yang dilakukan di kawasan laut, pantai, pulau, dan bawah laut. Aktivitas ini mencakup berbagai pengalaman seperti *snorkeling*, *diving*, memancing, berlayar, dan kuliner. Dengan garis pantai yang panjang dan kekayaan keanekaragaman hayati yang melimpah, Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan wisata bahari yang dapat menarik wisatawan domestik maupun internasional.

Konsep inovatif seperti *Aquacaravan* diperkenalkan untuk memadukan pengalaman wisata bahari dan teknologi modern. *Aquacaravan* adalah platform wisata yang menggunakan kapal *remote control* (RC) sebagai sarana eksplorasi interaktif. Konsep ini juga dapat diintegrasikan dengan restoran terapung atau *floating resto*, menciptakan pengalaman kuliner unik di atas laut dengan hidangan *seafood* segar dan panorama indah. Integrasi ini tidak hanya memperkaya pengalaman wisata tetapi juga mendukung ekonomi lokal melalui promosi produk UMKM dan pelestarian budaya kuliner. *Aquacaravan* memiliki potensi sebagai model pariwisata berkelanjutan yang menguntungkan masyarakat lokal dan wisatawan.

Seiring perkembangan teknologi, kapal RC semakin diminati karena fleksibilitasnya dalam berbagai bidang, seperti pariwisata, olahraga, militer, dan hobi. Kapal RC dapat digunakan untuk mengakses daerah-daerah sulit dijangkau, seperti vila atau restoran terapung di tengah perairan. Selain itu, kapal RC dapat

dimodifikasi sesuai kebutuhan dengan menggunakan *3D printing* berbahan *Polylactic Acid* (PLA) (Maulana, 2024).

Kapal pengangkut barang menjadi inovasi yang semakin diminati berkat berbagai manfaat dan fleksibilitasnya dalam berbagai bidang, seperti pariwisata, pengelolaan villa, olahraga, dan kuliner. Kapal ini dirancang untuk mampu mengangkut barang dengan berat 1-6 kg dan kapasitas hingga 10 liter, bahkan di daerah yang sulit dijangkau oleh manusia.

Desain kapal yang efisien harus memiliki hambatan rendah untuk pergerakan lancar dengan konsumsi energi minimal, meski membawa beban besar. Hal ini menjadikan kapal hemat energi, ekonomis, dan ramah lingkungan. Selain itu, desain harus mempertimbangkan stabilitas dan manuverabilitas agar kapal tetap seimbang dan dapat bermanuver di berbagai kondisi perairan. Teknologi ini mendukung efisiensi logistik dan pariwisata, menawarkan solusi inovatif untuk transportasi maritim.

Desain kapal harus mendukung manuverabilitas dengan bentuk lambung yang optimal untuk menjaga kelancaran aliran air. Distribusi beban juga harus diperhitungkan agar kapal tetap seimbang dan stabil selama manuver. Kombinasi desain efisien dan manuver yang baik memungkinkan kapal pengangkut barang berfungsi maksimal tanpa mengorbankan fleksibilitas geraknya di perairan.

Perbandingan dimensi kapal asli dengan prototipe skala 1:92 memungkinkan analisis proporsi, hidrodinamika, stabilitas, dan manuver secara efisien sebelum diaplikasikan pada kapal sebenarnya. Pendekatan ini mengurangi risiko kesalahan desain dan mendukung penelitian serta pengembangan kapal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana desain kapal pengangkut barang yang mampu membawa beban hingga 6 kg pada *Unmanned Surface Vehicle* (USV) yang digunakan untuk wisata bahari?
- b. Bagaimana mengembangkan model desain kapal pengangkut barang yang mempermudah pengoperasian di perairan yang tenang?

1.3 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir ini batasan masalah perlu dilakukan untuk memfokuskan kajian metode sehingga prosesnya menjadi terarah dan jelas, diantaranya:

- a. Desain ini fokus pada kapal pengangkut barang untuk *Unmanned Surface Vehicle* (USV) yang sudah dibuat untuk wisata bahari.
- b. Kapal pengangkut barang tidak digunakan pada perairan berombak.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Berdasarkan pemaparan sebelumnya maka tujuan yang hendak dicapai dari metode ini adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan proses desain pada kapal untuk mengangkut barang seberat 6 kg pada kapal pengangkut barang pada *Unmanned Surface Vehicle* (USV) wisata bahari.
- b. Mengembangkan model desain kapal pengangkut barang dengan menganut desain lambung katamaran yang memudahkan pengoperasian, dan daya tahan terhadap kondisi lingkungan pada perairan yang tenang.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Berdasarkan tujuan penelitian yang ingin dicapai diharapkan memiliki manfaat dalam pengetahuan dan wawasan baik secara langsung maupun tidak langsung. adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini dapat menjadi salah satu referensi untuk membantu pengembangan produk *Unmanned Surface Vehicle* (USV) pada wisata bahari.
- b. Memberikan kontribusi pada ilmu pengetahuan dan teknologi dalam pengembangan desain kapal pengangkut barang.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada bagian ini dituliskan urutan dan sistematika penulisan yang dilakukan. Berikan ringkasan mengenai isi masing-masing bab. Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu :

- a. Bab 1. Pendahuluan, yang berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
- b. Bab 2. Kajian Pustaka dan teori-teori yang akan dipakai pada penggunaan metode ini.
- c. Bab 3. Metodologi penelitian, berisikan alur penelitian, alat, bahan, dan tahapan-tahapan proses pembuatan kapal pengangkut barang.
- d. Bab 4. Proses pengerjaan dan hasil pembahasan, berisikan proses pembuatan produk, pembahasan proses pembuatan produk
- e. Bab 5. Kesimpulan dan saran, berisikan kesimpulan dari hasil pembuatan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka pertama yang digunakan sebagai dasar yang dilakukan pada desain kapal pengangkut barang untuk *unmanned surface vehicle* (USV) pada perairan tenang untuk wisata bahari *Unmanned Surface Vehicle* (USV) adalah jenis kendaraan laut tanpa awak yang dapat beroperasi secara otomatis atau melalui pengendalian jarak jauh. USV memiliki keunggulan dalam fleksibilitas operasional dan efisiensi biaya, serta banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pengiriman barang, survei laut, dan kegiatan patrol (Johansen et al., 2019; Hansen & Vestad, 2020).

Kajian pustaka kedua yaitu pada proses penentuan lambung kapal pengangkut barang menggunakan dengan desain lambung katamaran adalah jenis kapal dengan dua lambung sejajar yang dihubungkan oleh struktur penyangga, biasanya berupa dek atau rangka. lambung ini dirancang untuk memberikan stabilitas yang lebih baik dibandingkan kapal monohull (satu lambung) karena distribusi berat yang lebih merata (Studi: McKee, 2001; Larsson & Raven, 2010).

Kajian pustaka ketiga yaitu pembuatan 3D *printing* atau *Additive Manufacturing* (AM) adalah teknologi manufaktur yang menciptakan objek 3 dimensi dengan cara menambahkan material secara bertahap berdasarkan model digital. dalam industri maritim, teknologi ini di gunakan untuk penggunaan 3D printing memungkinkan inovasi desain dengan tingkat kompleksitas tinggi tanpa meningkatkan biaya produksi secara signifikan (Studi: Gibson et al., 2015; Bhardwaj et al., 2020).

Pembuatan *prototype* produk *aquatic caravan* dengan menggunakan hasil 3D Print yang digabungkan dengan komposit sandwich dilakukan oleh (Nanda dan Zikri, 2019). Pada penelitian tersebut, produk dicetak dengan bentuk *puzzle* yang kemudian disusun sehingga membentuk *aquatic caravan* dan dilakukan proses komposit *sandwich* dengan metode *hand lay-up*. Hasil *prototype aquatic caravan*

tergolong berhasil setelah diletakkan diatas air untuk melakukan pengujian kebocoran dan tidak didapatkan ada kebocoran pada aquatic caravan tersebut (Wicaksono, 2019).

Dari beberapa penelitian yang sudah ditinjau diperlukan penelitian lebih lanjut di beberapa metode lainnya untuk meningkatkan kualitas cetakan, kecepatan proses, dan berbagai aplikasi industri yang dapat meningkatkan sifat mekanis dan keseimbangan operasional kapal. Dalam hal ini peneliti ingin menginovasi pembuatan body kapal remote control dengan cara lain, yaitu menggabungkan material PLA dengan komposit dengan metode hand layup dimana material PLA yang memiliki kelebihan geometri yang baik dengan material komposit yang kaku digabungkan menjadi satu dengan metode *hand layup*.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Referensi Desain Kapal Pengangkut Barang

Desain kapal pengangkut barang yang menggunakan lambung katamaran memiliki sejumlah keunggulan yang membuatnya ideal untuk kebutuhan pengangkutan. Lambung katamaran terdiri dari dua lambung yang terletak di sisi kanan dan kiri, dengan rongga terbuka di bagian tengah. Konfigurasi ini memberikan efisiensi hidrodinamis yang tinggi, karena hambatan air yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan desain lambung tunggal. Selain itu, desain ini memberikan stabilitas yang baik, bahkan saat kapal bermanuver mengikuti kapal penarik di depannya. stabilitas ini menjadi faktor penting untuk menjaga keseimbangan muatan selama perjalanan. dengan kapasitas daya angkut yang lebih besar dan distribusi berat yang lebih merata, lambung katamaran sangat cocok untuk kapal pengangkut barang yang beroperasi di perairan tenang. Desain aerodinamis yang dimiliki juga mendukung kecepatan kapal dan efisiensi energi baterai, menjadikannya solusi yang optimal untuk kebutuhan logistik di sektor wisata bahari. Gambar referensi pada gambar 2.1 referensi kapal



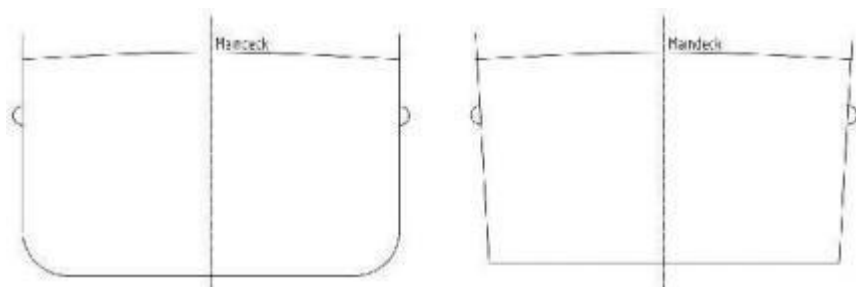
Gambar 2. 1 gambar referensi kapal lambung katamaran

2.2.2 Bentuk Lambung kapal pengangkut Barang

Lambung kapal sebagai badan kapal menyediakan daya apung yang dapat mencegah kapal dari tenggelam. bentuk lambung kapal merupakan hal penting yang harus diperhatikan dalam proses pembuatan kapal karena akan memengaruhi stabilitas, kecepatan, Serta kedalaman yang diperlukan oleh kapal baik berkaitan dengan pelabuhan yang akan disinggahi maupun terhadap alur pelayaran yang akan dilalui (Kurniawan, 2022).

a. Bentuk Lambung Datar

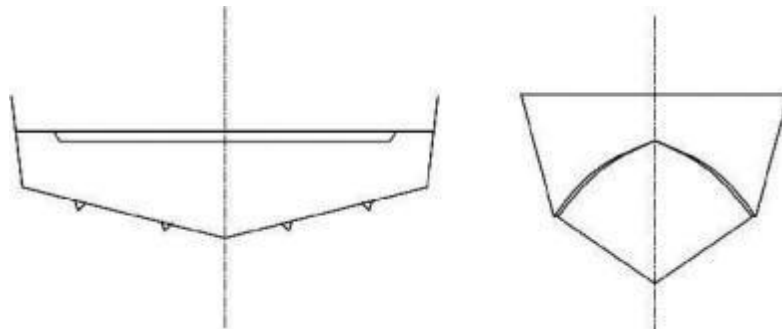
Bentuk lambung datar digunakan pada kapal dengan kecepatan rendah dan pada umumnya digunakan pada Bab 1 - Perencanaan Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal 23 kapal bermuatan besar, seperti kapal kargo, kapal kontainer, kapal tanker. Pada umumnya kapal dengan bentuk lambung datar memiliki stabilitas yang baik serta volume dan kapasitas ruang muat yang besar namun tahanan kapal besar, sehingga memiliki kecepatan yang relatif rendah dan kemampuan *manuverability* yang rendah (Meijer, 2015). Gambar bentuk lambung kapal pada gambar 2.2 bentuk lambung datar.



Gambar 2. 2 Bentuk Lambung Datar (Maulana, 2024)

b. Bentuk Lambung V

Bentuk lambung V sering diaplikasikan pada kapal cepat karena keunggulannya dalam mengurangi hambatan terhadap air. Karakteristik ini memungkinkan kapal untuk melaju dengan kecepatan tinggi sambil menjaga efisiensi konsumsi bahan bakar. Selain itu, lambung V memberikan stabilitas dinamis yang baik, terutama saat bermanuver di perairan dengan gelombang kecil hingga sedang, sehingga membuatnya ideal untuk operasi yang memerlukan kelincahan. Namun demikian, lambung V memiliki keterbatasan dalam hal kapasitas muatan. Desainnya cenderung mengorbankan ruang kargo atau daya tampung guna mempertahankan efisiensi aerodinamis dan hidrodinamis. Kekurangan ini menjadikan lambung V lebih cocok untuk kapal-kapal yang prioritasnya adalah kecepatan dan manuver, daripada daya angkut. Selain itu, kemampuan bermanuver kapal dengan lambung V sangat baik, membuatnya ideal untuk berbagai operasi yang memerlukan perubahan arah cepat dan presisi. Gambar bentuk lambung v pada gambar 2.3 bentuk lambung v.

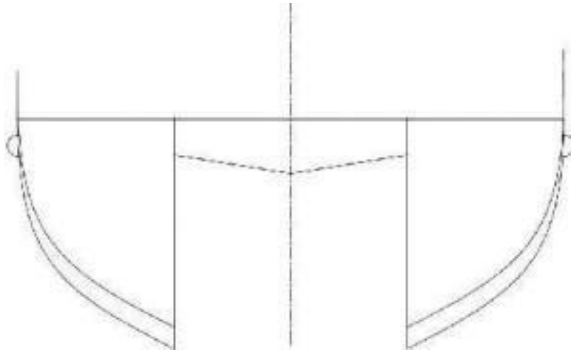


Gambar 2. 3 Bentuk Lambung V (Maulana, 2024)

c. Bentuk Lambung Katamaran

Bentuk lambung katamaran atau dua lambung merupakan jenis lambung yang sering ditemui pada kapal-kapal *yacht* dan kapal wisata. hal tersebut dikarenakan jenis kapal pada lambung katamaran ini memiliki bentuk lambung yang unik. karakteristik lambung katamaran ialah memilikistabilitas yang baik dan tahanan kapal yang relatif kecil

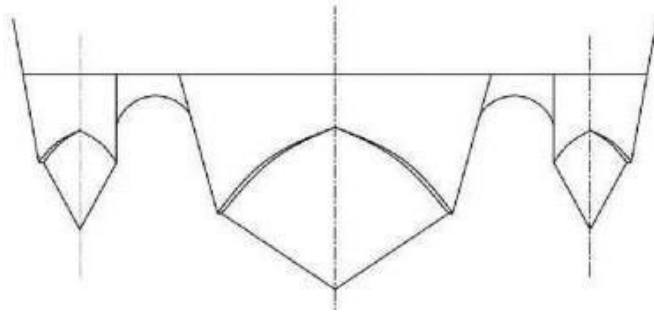
namun volume relatif lebih kecil dan tidak cocok digunakan pada perairan bergelombang karena berdampak pada goyangan kapal yang tinggi. Gambar bentuk lambung katamaran pada gambar 2.4 bentuk lambung katamaran.



Gambar 2. 4 Bentuk lambung katamaran (Maulana, 2024)

d. Bentuk Lambung Trimaran

Lambung trimaran merupakan lambung yang mempunyai tiga lambung, yaitu satu *mainhull* dan dua *side-hull* sehingga mempunyai nilai stabilitas yang tinggi serta memiliki manuver tinggi. bentuk lambung trimaran adalah pengembangan dari bentuk lambung tunggal yang bertujuan untuk meningkatkan kecepatan kapal yang diikuti dengan berkurangnya daya yang dibutuhkan (Andriansyah & Nurhasanah, 2023). Pada umumnya jenis lambung trimaran digunakan pada kapal *yacht*, namun dalam perkembangannya saat ini kapal trimaran juga digunakan pada kapal cepat dan kapal patroli. Gambar bentuk lambung trimaran pada gambar 2.5 bentuk lambung trimaran.



Gambar 2. 5 Bentuk lambung trimaran (Maulana, 2024)

2.2.3 *Fused Deposition Modeling (FDM)*

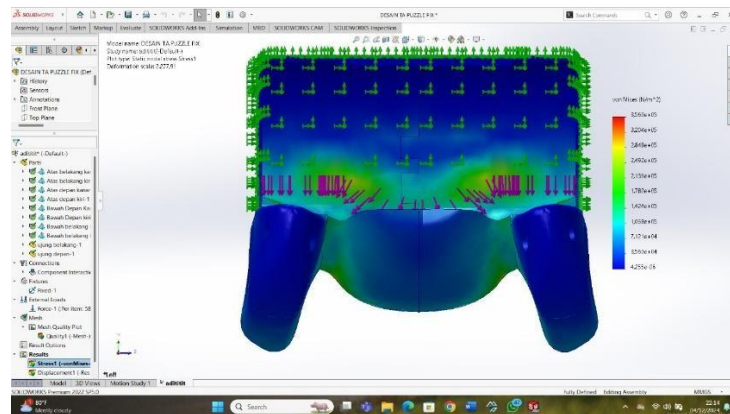
Fused Deposition Modeling (FDM) adalah salah satu metode RP berbasis padat yang dikembangkan pada tahun 1989 dan dikomersialkan oleh *Stratasys Inc.* pada tahun 1990 yang sekarang lebih dikenal dengan istilah 3D printing. FDM merupakan teknologi *rapid prototyping* kedua yang paling banyak digunakan setelah *stereolithography*. Prinsip kerja FDM adalah dengan memanaskan material termoplastik dari bentuk solid menjadi semi-solid menggunakan *nozzle*, kemudian material didorong ke dalam *nozzle* menggunakan motor DC. Material semi-solid kemudian didepositkan secara *layer by layer* di atas meja kerja yang dipanaskan. Selanjutnya terbentuk benda 3 dimensi. Ketebalan layer berkisar antara 0.013 – 0.005 inch (Sun, 2008). Mesin FDM digerakkan oleh 3 buah motor *stepper* yang bergerak perpulse ke arah XYZ. Material yang umum digunakan dalam FDM diantaranya adalah *Polylactic Acid (PLA)* dan *Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)*, dari mesin FDM adalah mengubah sebuah desain menjadi objek 3 dimensi. Desain dibuat dengan menggunakan *Computer Aided Design (CAD)* yang menghasilkan file dengan format stl. file dengan format stl ini akan diolah lagi dengan *software Repitier* untuk mendapatkan jalur slicing. Mesin FDM kemudian mendepositkan filament ke bentuk yang telah ditentukan hingga menjadi sebuah objek 3 dimensi. (Cahyati & Satriawan, 2019). Gambar FDM pada gambar 2.6 gambar FDM



Gambar 2. 6 Mesin 3D print FDM (Cahyati & Satriawan, 2019).

2.2.4 Analisa CAE

Hasil analisis pembebanan menggunakan aplikasi Solidworks 2022 menunjukkan distribusi tegangan dan area kritis pada struktur kapal, seperti yang ditampilkan pada gambar. titik paling rawan patah teridentifikasi berada di area pertemuan antara lambung kapal dan bagian atas kapal. hal ini disebabkan oleh konsentrasi beban yang diterapkan di bagian bawah kapal, yang menciptakan tegangan signifikan pada titik tersebut. Informasi ini sangat penting untuk evaluasi desain dan penguatan struktur agar kapal dapat lebih aman dan tahan terhadap beban operasional. analisis CAE ditunjukkan pada gambar 2.7 analisis CAE.



Gambar 2. 7 Analisa CAE
(sumber aplikasi solidwork 2022)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Perancangan

3.2 Observasi

Observasi yang dimaksud bertujuan untuk mengetahui tahapan awal sebelum melakukan desain kapal pengangkut barang. Kegiatan observasi ini penting dilakukan agar desain ini dapat dicapai dengan baik. Melalui observasi kita mendapat informasi mengenai kebutuhan teknis. data ini akan menjadi dasar yang kuat untuk merancang desain kapal pengangkut barang sesuai dengan kebutuhan. selain itu, observasi juga membantu dalam mengidentifikasi aspek-aspek yang perlu diperhatikan agar proses desain berjalan lancar dan menghasilkan kapal pengangkut barang yang efisien dan fungsional.

3.3 Menentukan Kriteria Desain

1. **Must (Harus):**

- a. Harus mampu mengangkut barang seberat 1,5 kg.
- b. Harus memiliki dimensi ukuran maksimal yaitu lebar 45 cm, panjang 70 cm dan tinggi 50cm.
- c. Harus menggunakan bahan *filament* PLA atau ABS.
- d. Harus dilapisi dengan serat carbon untuk menguatkan hasil akhir prototipe.

2. **Must Not (Tidak Boleh):**

- a. Tidak boleh berat diatas 5 kg.
- b. Tidak boleh tenggelam pada kedalaman 50 cm.

3. **Want (Harapan):**

- a. Harapan untuk memiliki 4 roda dibagian bawah carriage untuk memudahkan pengantaran di daratan.
- b. Harapan untuk memiliki jaring pada bagian dalam carriage untuk mengunci barang yang dibawa agar tidak terguncang saat perjalanan.

4. **Must Want (Harus Dan Harapan):**

- a. Harus memiliki fitur perlindungan berupa pengunci dibagian depan carriage untuk memastikan barang yang dibawa aman.
- b. Harus memiliki biaya produksi dan pemeliharaan yang

terjangkau, tanpa banyak mengorbankan kualitas dan keamanan.

3.4 Menentukan Desain kapal Pengangkut Barang

Prototipe yang akan dikembangkan harus memenuhi beberapa persyaratan teknis yang wajib dipenuhi. Pertama, prototipe ini harus mampu mengangkut barang dengan berat maksimal 1,5 kg, sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengantaran barang ringan hingga menengah. Selain itu, dimensi perangkat harus sesuai dengan batasan ukuran maksimum, yaitu lebar 45 cm, panjang 70 cm, dan tinggi 50 cm, untuk memastikan perangkat tetap praktis dan efisien dalam penggunaan serta penyimpanan. Bahan yang digunakan dalam pembuatan prototipe harus berbasis filamen PLA atau ABS, dua jenis bahan thermoplastic yang telah terbukti kuat dan mudah diproses, memberikan hasil cetakan yang tahan lama dan berkualitas. Untuk meningkatkan kekuatan struktural, seluruh permukaan prototipe harus dilapisi dengan serat karbon, yang tidak hanya memberikan ketahanan lebih terhadap beban dan tekanan, tetapi juga mengurangi kemungkinan kerusakan pada prototipe dalam jangka panjang.

Di sisi lain, ada beberapa hal yang tidak boleh terjadi pada prototipe ini yaitu bobot prototipe tidak boleh melebihi 5 kg, baik dalam kondisi kosong maupun ketika barang diangkut. Hal ini penting untuk memastikan perangkat tetap mudah dipindahkan dan digunakan tanpa memerlukan alat bantu tambahan. Selain itu, prototipe harus dirancang sedemikian rupa agar tidak tenggelam pada kedalaman hingga 50 cm, memberikan ketahanan terhadap udara yang cukup jika digunakan dalam kondisi yang basah atau terendam, seperti di area perairan.

Meskipun terdapat beberapa persyaratan wajib, terdapat juga fitur-fitur yang diinginkan untuk meningkatkan fungsionalitas dan kenyamanan penggunaan prototipe. Di antaranya adalah penambahan 4 roda pada bagian bawah gerbong, yang akan mempermudah pergerakan perangkat di daratan, sehingga pengiriman barang dapat dilakukan dengan lebih efisien dan praktis. Selain itu, diharapkan adanya sistem jaring di bagian dalam gerbong untuk mengunci barang yang

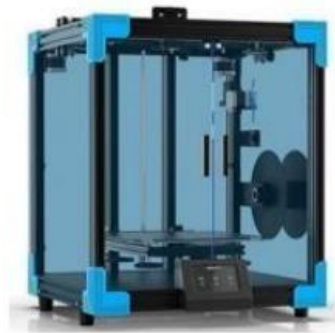
dibawa, menjaga barang tetap aman dan stabil, serta menghindari guncangan yang dapat merusak atau memindahkan barang.

Terakhir, prototipe ini harus menggabungkan beberapa fitur yang merupakan gabungan dari persyaratan wajib dan harapan. Salah satunya adalah penambahan fitur pengunci di bagian depan gerbong yang dapat memastikan barang yang diangkut tetap aman selama perjalanan, mengurangi risiko barang terjatuh atau terguling. selain itu, biaya produksi dan pemeliharaan prototipe harus terjangkau, dengan tetap memperhatikan kualitas dan aspek keamanan, agar perangkat ini dapat diakses dan digunakan oleh banyak orang tanpa mengorbankan efisiensi biaya. dengan demikian, prototipe yang dihasilkan tidak hanya memenuhi standar teknis, tetapi juga dapat berfungsi secara optimal.

3.5 Alat Penunjang Desain

a. Mesin 3D print

Pencetakan 3D *printing* merupakan proses aditif membangun satu lapisan pada suatu waktu. ada berbagai teknologi pencetakan 3D *printing* dengan manfaat keterbatasan masing-masing yang ada dapat mencetak bagian-bagian dari bahan yang berbeda. 3d *printing* memiliki banyak kelebihan salah satunya verifikasi cepat dalam pengembangan prototipe dan bagian volume produksi yang rendah, namun 3D *printing* juga memiliki kelemahan salah satunya ialah ketidak mampuan untuk menghasilkan bagian dengan sifat material yang setara dengan yang dibuat (redwood et al., 2017) Gambar mesin 3D *printing* pada gambar 3.1 mesin 3D *printing*



Gambar 3.1 Gambar mesin 3D *printing*

3.5.1 Perangkat Lunak

a. *Software Solidworks 2022*

Setelah proses desain awal dilakukan secara manual, langkah selanjutnya adalah menggambar ulang desain tersebut menggunakan aplikasi Solidworks. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk menampilkan desain dalam dua format, yaitu 2D dan 3D, dengan tampilan 3D yang memberikan visualisasi lebih mendetail dan realistis dibandingkan dengan 2D. Selain itu, Solidworks juga dilengkapi fitur pengukuran yang sangat akurat, sehingga memastikan setiap detail desain sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Kemampuan ini menjadikan Solidworks alat yang sangat andal dalam menyempurnakan dan merealisasikan konsep desain secara profesional. *Software solidworks 2022* ditujukan pada gambar 3.2 *Software Solidworks 2022*.



Gambar 3. 2 *Software Solidworks 2022*

b. *Software Ultimate Cura*

Aplikasi ini berfungsi sebagai alat pendukung utama dalam proses produksi menggunakan teknologi 3D printing. di dalamnya, pengguna dapat melakukan berbagai pengaturan yang diperlukan untuk mempersiapkan proses pencetakan, seperti mengatur parameter desain, orientasi model, dan ketebalan lapisan. selain itu, aplikasi ini juga menyediakan estimasi yang sangat informatif, termasuk perkiraan berat material yang akan digunakan dalam satuan gram, serta waktu pengerjaan yang dihitung dalam jam atau hari. fitur-fitur ini memungkinkan

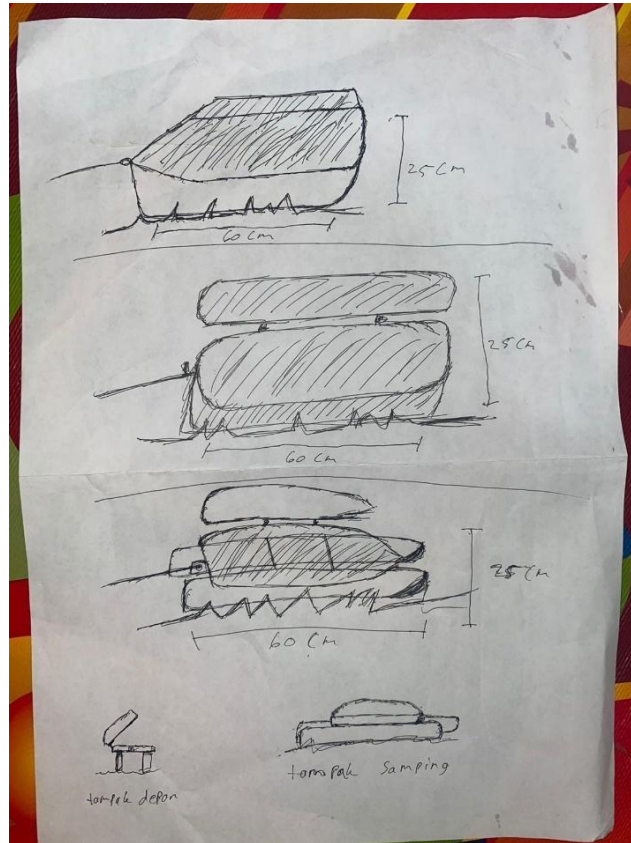
pengguna untuk merencanakan proses produksi dengan lebih efisien dan akurat. *Software* ultimate cura pada gambar 3.3 *Software* Ultimate cura.



Gambar 3. 3 Software Ultimate Cura

3.5.2 Sketsa Desain 1

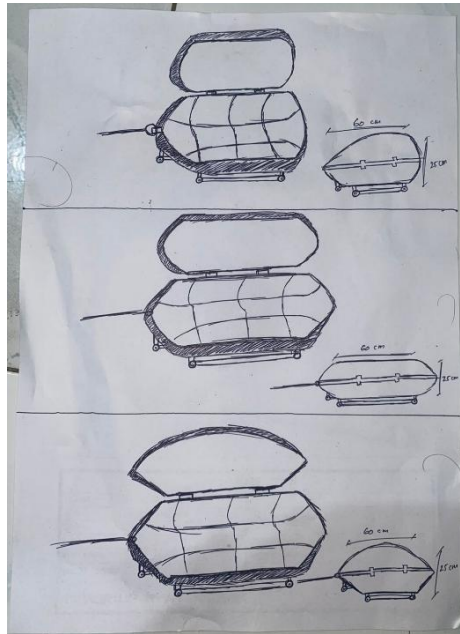
Pada tahap awal sketsa desain detail mengenai bentuk dan ukuran lambung kapal yang ideal untuk digunakan di perairan tenang masih belum ditentukan. sketsa ini berfokus pada konsep awal yang bertujuan untuk menunjang kebutuhan wisata bahari, namun aspek teknis seperti dimensi lambung, kapasitas muatan, stabilitas, dan efisiensi belum dirancang secara spesifik. penentuan desain lambung kapal nantinya akan disesuaikan dengan karakteristik perairan tenang, kebutuhan operasional, serta kenyamanan dan keselamatan wisatawan, yang menjadi prioritas utama dalam pengembangan desain lebih lanjut. sketsa desain satu ditunjukkan pada gambar 3.4 gambar sketsa desain 1.



Gambar 3. 4 Gambar sketsa desain 1

3.5.3 Sketsa Desain 2

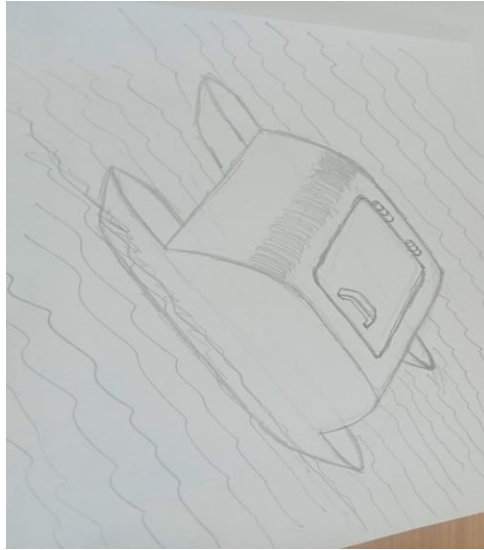
Pada sketsa desain kedua, dilakukan beberapa revisi penting untuk meningkatkan fungsionalitas dan mobilitas kapal pengangkut barang. salah satu perubahan utama adalah penambahan roda pada bagian bawah kapal, yang memungkinkan kapal dipindahkan dan ditarik di daratan, memudahkan pengangkutan ke lokasi tertentu tanpa fasilitas pelabuhan khusus. Penambahan roda ini juga mempercepat proses transfer barang ketika kapal tidak beroperasi. meskipun revisi pada bagian bawah kapal telah dilakukan, ukuran lambung kapal belum ditentukan, karena akan bergantung pada faktor-faktor teknis seperti kapasitas muatan, stabilitas di perairan tenang, dan efisiensi bahan bakar. desain lebih lanjut akan mempertimbangkan elemen-elemen ini untuk menciptakan kapal yang fungsional, efisien, dan dapat diandalkan dalam berbagai kondisi. sketsa desain dua ditujukan pada gambar 3.5 gambar sketsa desain 2.



Gambar 3. 5 Gambar sketsa desain 2

3.5.4 Sketsa Desain 3

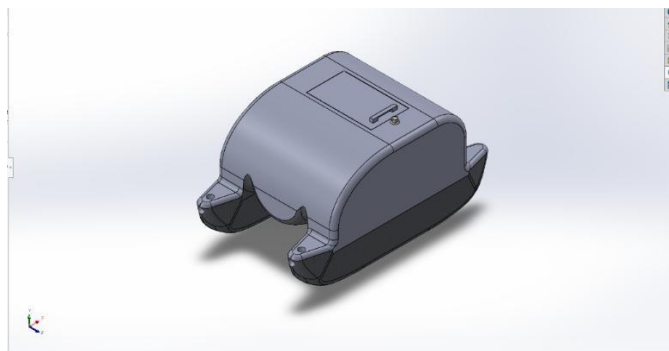
Pada sketsa desain ketiga, terdapat revisi penting untuk meningkatkan efisiensi dan fungsionalitas kapal. pintu kapal yang sebelumnya terbuka lebar kini dirancang lebih kompak dan terkontrol, disesuaikan untuk memuat botol udara 1,5 liter, guna mengoptimalkan ruang penyimpanan dan memudahkan pemuatan. Selain itu, dimensi lambung kapal juga diperbarui dengan lebih rinci, mempertimbangkan jenis muatan, kapasitas, dan stabilitas kapal, untuk memastikan keseimbangan, efisiensi bahan bakar, dan keamanan saat beroperasi. revisi ini membuat desain kapal lebih sesuai dengan kebutuhan operasional yang spesifik dan lebih siap untuk memenuhi kebutuhan penggunaan di lapangan. sketsa desain tiga ditujukan pada gambar 3.6 gambar sketsa desain 3.



Gambar 3. 6 Gambar Sketsa 3

3.5.5 3D Desain Model 1

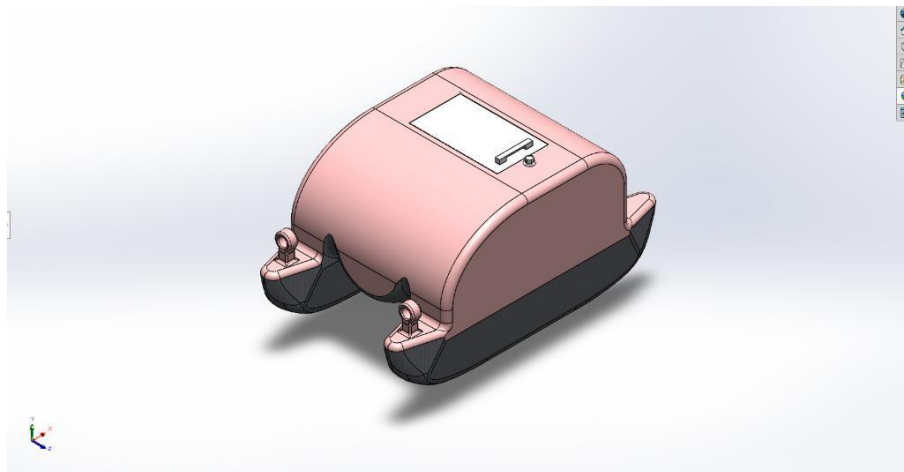
Desain model 3D kapal pengangkut barang mengalami revisi pada bagian lubang penarikan di bagian depan kapal. revisi ini dilakukan karena lubang penarikan pada desain sebelumnya tidak cukup kuat untuk menahan beban tarik yang diperlukan. perubahan meliputi penguatan struktur dan penyesuaian material agar dapat menahan tekanan dan beban dengan lebih baik. selain itu, revisi ini juga memastikan kelancaran gerakan sistem penarikan agar tidak merusak bagian kapal lainnya. dengan revisi tersebut, diharapkan kapal menjadi lebih stabil, tahan lama, dan efisien dalam operasional. gambar 3D Desain model 1 pada gambar 3.7 gambar 3D desain model 1.



Gambar 3. 7 Gambar 3D Desain model 1

3.5.6 3D Desain Model 2

Model 3D desain kapal kedua dilakukan pewarnaan untuk memperindah tampilan dan melindungi permukaan kapal. bagian atas kapal berwarna merah menggunakan filamen khusus dan dilapisi cat merah serta lapisan *clear* untuk perlindungan tambahan. bagian lambung kapal dilapisi karbon untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan terhadap beban. namun, ditemukan bahwa lubang penarikan pada desain ini masih belum cukup kuat untuk menahan beban tarik secara optimal. oleh karena itu, dilakukan revisi dengan memperkuat struktur lubang penarikan menggunakan material yang lebih tahan lama dan desain yang lebih solid untuk memastikan fungsionalitas dan keamanan sistem penarikan. gambar 3D Desain model 2 pada gambar 3.8 gambar 3D desain model 2.

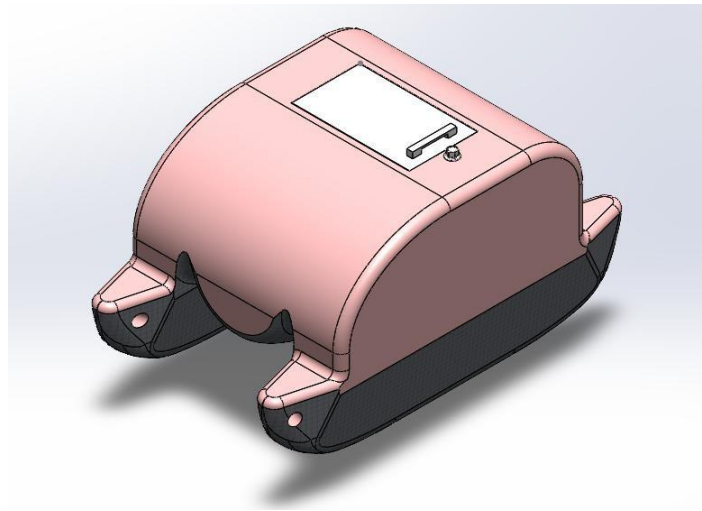


Gambar 3. 8 Gambar 3D desain model 2

3.5.7 3D Desain Model 3

Pada model 3D desain kapal ketiga, kapal telah dianggap final setelah beberapa perbaikan dan penyesuaian. desain lambung katamaran diterapkan untuk meningkatkan stabilitas dan performa kapal. Bagian atas kapal dicat dengan warna yang sesuai, sementara lambung kapal dilapisi karbon untuk menambah kekuatan dan ketahanan terhadap abrasi serta cuaca ekstrem.

Revisi penting pada model ini meliputi penguatan sistem lubang penarikan yang kini terletak di bagian depan kapal dengan empat lubang: dua di sisi lambung kanan dan dua di sisi lambung kiri. tujuannya agar kapal pengangkut barang dapat mengikuti manuver kapal utama dengan lebih mudah dan stabil. Tali sling digunakan untuk menghubungkan lubang penarikan, memungkinkan kapal ditarik dengan lebih efektif dan aman. dengan revisi ini, diharapkan sistem penarikan dapat berfungsi optimal, memastikan kapal pengangkut barang bergerak lancar mengikuti kapal utama dalam berbagai kondisi operasional. gambar 3D desain model 2 pada gambar 3.9 gambar 3D desain model 3



Gambar 3. 9 Gambar 3D desain model 3

3.5.8 Desain Model Puzzle

Desain kapal dibagi menjadi beberapa bagian terpisah (perpart) yang dapat diproduksi secara independen, mempermudah proses pencetakan dengan mengurangi waktu dan material. setiap potongan dapat dianalisis dan diperbaiki secara individual, meningkatkan kualitas dan meminimalkan pemborosan. pendekatan ini juga memberikan fleksibilitas dalam produksi, memungkinkan bagian-bagian kecil lebih mudah ditangani dan disesuaikan. desain tersegmentasi memungkinkan pemilihan material yang optimal untuk masing-masing bagian. setelah semua bagian diproduksi, potongan-potongan ini dirakit menjadi desain utuh,

menghasilkan produk yang presisi, tahan lama, dan efisien secara biaya serta waktu. desain model puzzle pada gambar 3.10 desain model puzzle



Gambar 3. 10 Desain model Puzzle

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Observasi

Dalam studi literatur yang dilakukan, langkah awal penelitian difokuskan pada pencarian informasi terkait desain dan spesifikasi kapal pengangkut barang yang sesuai untuk mendukung *Unmanned Surface Vehicle* (USV) dalam aktivitas wisata bahari. penelitian ini mencakup analisis terhadap berbagai jenis kapal yang digunakan di perairan tenang serta pemilihan desain yang memenuhi kebutuhan stabilitas, kapasitas muatan, dan efisiensi operasi.

Hasil observasi menunjukkan bahwa kapal pengangkut barang pada umumnya menggunakan desain kapal tongkang, dengan spesifikasi utama berupa panjang 55,2 meter, lebar 33,12 meter, dan tinggi 27,6 meter. Kapal jenis ini memiliki kapasitas penyimpanan barang yang cukup besar, yaitu antara 500 - 1000 liter, sehingga cocok untuk mengangkut berbagai jenis barang kebutuhan wisata bahari, seperti peralatan snorkeling, makanan, atau barang suvenir.

Untuk mendukung pengembangan dan validasi desain, dilakukan pembuatan prototipe dengan skala perbandingan 1:92 dari ukuran aslinya. prototipe ini dirancang dengan dimensi panjang 0,6 meter, lebar 0,36 meter, dan tinggi 0,3 meter. kapasitas penyimpanan disesuaikan dengan ukuran skala, yaitu sekitar 5,4 hingga 10,8 liter. skala ini dipilih untuk memudahkan pengujian dalam skala sekaligus mempertahankan proporsi asli kapal agar hasil uji coba dapat di replikasi dalam kondisi nyata.

Pembuatan desain prototipe ini tidak hanya mempertimbangkan aspek dimensi, tetapi juga kestabilan dan daya apung kapal, mengingat prototipe ini akan diuji dalam kondisi perairan yang menyerupai lingkungan operasi sesungguhnya. selain itu, desain ini dirancang untuk kompatibilitas dengan sistem otomatisasi USV, seperti navigasi mandiri dan pengangkutan barang dengan efisiensi tinggi.

4.2 Menentukan Kriteria Desain

Kapal pengangkut barang dirancang dengan mempertimbangkan beberapa kriteria penting yang bertujuan untuk memastikan kinerja operasionalnya dapat berjalan secara optimal dan memenuhi kebutuhan spesifik dalam operasionalnya, khususnya dalam mendukung aktivitas wisata bahari. salah satu fitur utama yang menjadi keunggulan kapal ini adalah kemampuannya untuk mengangkut barang dengan berat yang berkisar antara 1 hingga 6 kilogram, di mana kapasitas tersebut dirancang agar sesuai dengan kebutuhan pengangkutan barang-barang esensial maupun pelengkap dalam berbagai kondisi operasional. desain kapal pengangkut barang ini juga harus memastikan kemampuan untuk bergerak dengan efisien, stabil, dan presisi dalam mengikuti manuver kapal utama, sehingga dapat menjaga keselarasan antara kapal pengangkut dan kapal induk selama proses navigasi, tanpa mengorbankan efisiensi dan keamanan operasional.

Sebagai upaya untuk mengoptimalkan kapasitas dan kinerjanya, desain kapal pengangkut barang ini umumnya mengacu pada bentuk kapal tongkang, yang telah dikenal luas karena efisiensinya dalam pengangkutan barang dengan kapasitas besar serta stabilitasnya yang unggul di berbagai jenis perairan. Kapal ini memiliki spesifikasi utama berupa dimensi panjang 55,2 meter, lebar 33,12 meter, dan tinggi 27,6 meter, dengan kapasitas penyimpanan barang yang cukup besar, yaitu antara 500 hingga 1000 liter, sehingga sangat ideal untuk digunakan dalam mengangkut berbagai jenis barang yang mendukung kebutuhan wisata bahari, seperti peralatan snorkeling, makanan, minuman, hingga barang-barang suvenir yang dibutuhkan oleh para wisatawan.

Dalam rangka mendukung pengembangan desain kapal ini sekaligus melakukan validasi terhadap rancangan yang telah dibuat, dilakukan proses pembuatan prototipe dengan menggunakan skala perbandingan sebesar 1:92 dari ukuran aslinya, yang dimaksudkan untuk memastikan bahwa pengujian dapat dilakukan secara praktis namun tetap menghasilkan data yang akurat dan representatif. prototipe tersebut dirancang dengan dimensi yang proporsional, yaitu memiliki panjang sebesar 0,6 meter, lebar 0,36 meter, dan tinggi 0,3 meter, serta dilengkapi dengan kapasitas penyimpanan yang telah disesuaikan berdasarkan skala tersebut, yaitu berkisar antara 5,4 hingga 10,8 liter. pemilihan skala ini

dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan pengujian dalam skala yang terbatas, sehingga pengujian dapat dilakukan secara efektif dan efisien, sekaligus memastikan bahwa proporsi asli kapal tetap dipertahankan agar hasil pengujian prototipe dapat memberikan gambaran yang mendekati kondisi nyata di lapangan.

Melalui pengujian prototipe ini, berbagai aspek desain, seperti stabilitas kapal, efisiensi manuver, kapasitas penyimpanan, dan kemampuan kapal dalam mengikuti dinamika pergerakan kapal utama, dapat dievaluasi secara menyeluruh dan mendalam. dengan pendekatan ini, diharapkan desain akhir dari kapal pengangkut barang ini tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan spesifik dari operasional wisata bahari, tetapi juga dapat memberikan solusi yang andal, efisien, dan berdaya guna tinggi, sehingga dapat berkontribusi pada kelancaran dan keberhasilan kegiatan operasional di lapangan.

4.2.1 Pembuatan Kriteria Desain

Dalam pembuatan kapal pengangkut barang tersebut terlebih dahulu menentukan kriteria desain yang akan digunakan dalam penelitian ini pada tahap ini terdapat empat kriteria desain dimana terdapat *must*, *want*, *must not* dan *not want*.

a) *Must* (Harus)

1. Harus mampu mengangkut barang seberat 1,5 kg
2. Harus memiliki dimensi ukuran maksimal yaitu lebar 45 cm, Panjang 70 cm, dan tinggi 50 cm.
3. Harus menggunakan bahan *filament* PLA atau ABS.
4. Harus dilapisi dengan serat karbon untuk menguatkan hasil akhir prototipe.

b) *Must not* (Tidak boleh)

1. Tidak boleh berat diatas 5 kg.
2. Tidak boleh tenggelam pada kedalaman 50 cm.

c) *Want* (Harapan)

1. Harapan untuk memiliki 4 roda dibagian bawah carriage untuk mempermudah penganteran di daratan.
2. Harapan untuk memiliki jaring pada bagian dalam *carriage* untuk

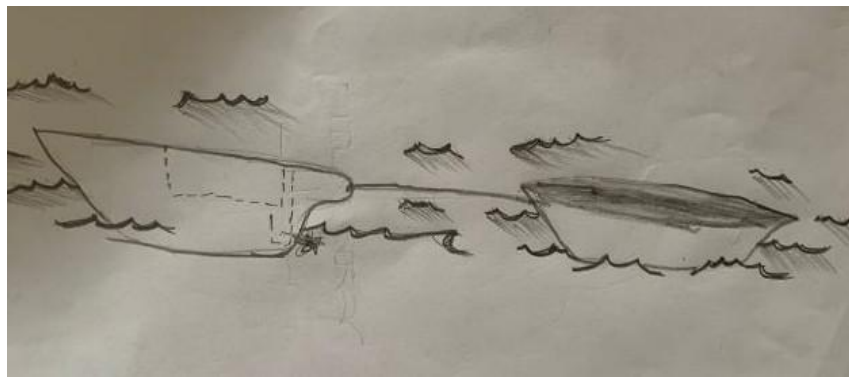
mengunci barang yang dibawa agar tidak terguncang saat perjalanan.

d) *Must want* (Harus dan harapan)

1. Harus memiliki fitur pelindung berupa pengunci dibagian depan carriage untuk memastikan barang yang dibawa aman.
2. Harus memiliki biaya produksi dan pemeliharaan yang terjangkau, tanpa banyak mengorbankan kualitas dan keamanan.

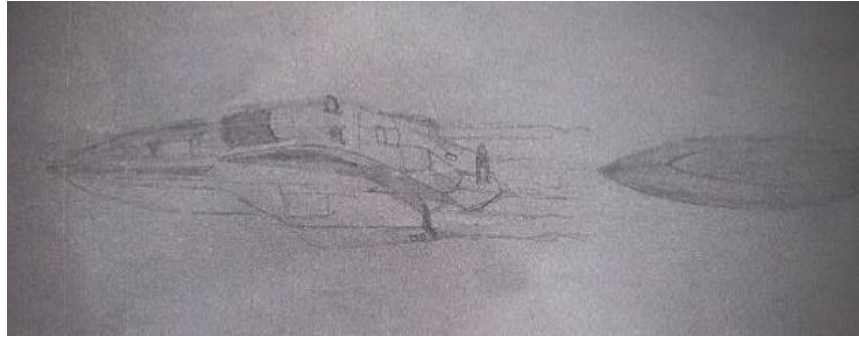
4.3 Menentukan desain kapal Pengangkut Barang

Desain ini berupa sketsa yang menggambarkan bentuk kapal pengangkut barang yang akan di desain atau yang akan direalisasikan terdapat empat sketsa dari bentuk lambung kapal yang berbeda. Gambar 4.1 Sketsa lambung V.



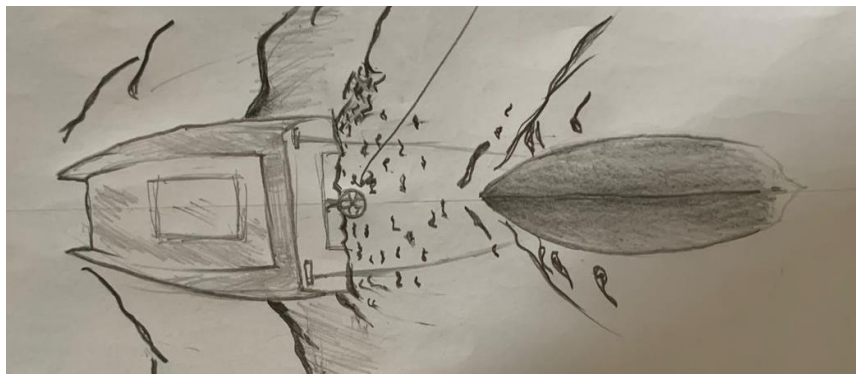
Gambar 4. 1 Sketsa lambung V

Kapal dengan lambung V yaitu kapal yang memiliki lambung lancip yang sering digunakan oleh kapal cepat, kapal ini Cuma memiliki satu lambung atau *mono hull*. kemudian sketsa lambung kedua yaitu lambung trimaran sketsa lambunnya sebagi berikut. gambar 4.2 lambung trimaran.



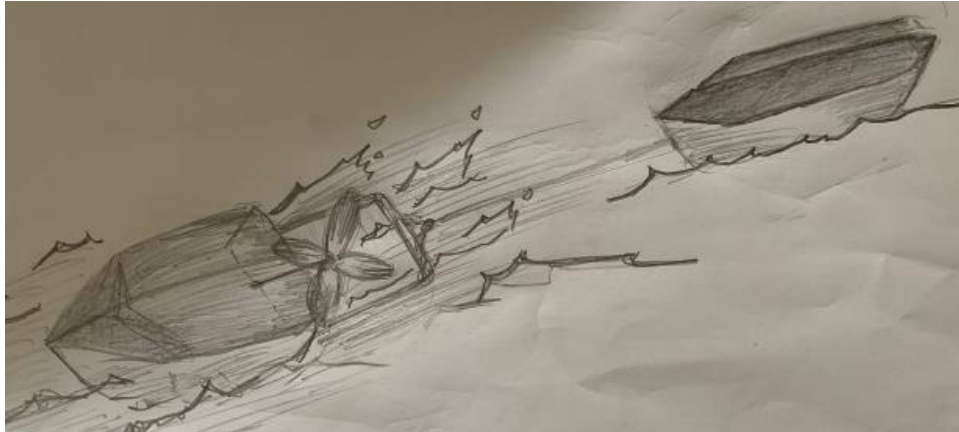
Gambar 4. 2 Sketsa lambung trimaran

memiliki tiga lambung dengan tengah sebagai lambung utama yang ukurannya lebih besar, dan dua lambung disampingnya sebagai penyeimbang. kemudian lambung sketsa ketiga yaitu katamaran yang sketsanya seperti berikut. gambar 4.3 sketsa lambung katamaran



Gambar 4. 3 Sketsa lambung Katamran

Lambung katamaran tipe kapal yang memiliki dua lambung yang letaknya kanan dan kiri, dan memiliki ringga di tengahnya, kapal dengan lambung ini dapat berlayar di perairan tenang. Berikutnya kapal dengan tipe lambung datar kapal dengan tipikal lambung ini digunakan untuk kapal tangker atau kapal pengangkut barang karena memiliki daya muat yang besar namun daya hambat yang besar, kapal dengan tipe lambung datar dapat dilihat pada sketsa berikut. gambar 4.4 sketsa lambung datar



Gambar 4. 4 Sketsa lambung datar

4.3.1 Pemilihan Sketsa

Sketsa desain yang menjadi acuan utama dalam penggambaran desain 3D dipilih dari alternatif desain ketiga, yaitu menggunakan lambung tipe katamaran. pemilihan desain ini didasarkan pada pertimbangan teknis dan keunggulan operasional yang dimiliki oleh bentuk lambung katamaran. desain katamaran mengadopsi struktur dua lambung yang terpisah, terletak di sisi kiri dan kanan kapal, yang dihubungkan oleh bagian dek utama. konfigurasi ini memberikan distribusi beban yang lebih merata, sehingga kapal memiliki stabilitas yang sangat baik, bahkan saat beroperasi di perairan yang dinamis.

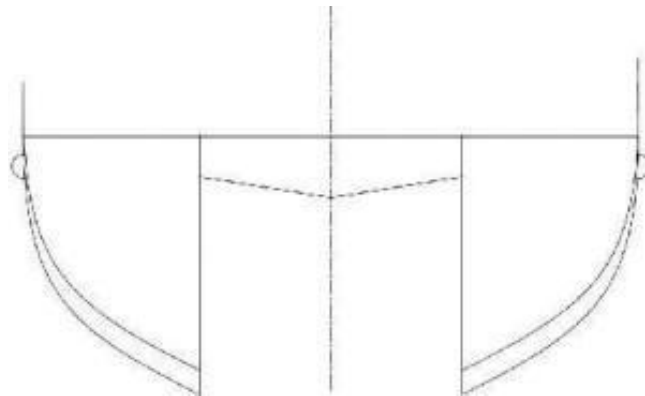
Selain stabilitas yang unggul, tipe lambung katamaran juga menawarkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan desain lambung tunggal. dengan dua lambung, hambatan air yang dialami oleh kapal berkurang secara signifikan, sehingga kapal dapat bergerak dengan lebih lancar dan hemat energi baterai. hal ini menjadikannya pilihan ideal untuk operasi jangka panjang, terutama dalam mendukung kegiatan wisata bahari dan transportasi barang di perairan tenang.

Lebih lanjut, desain ini juga memberikan ruang lebih luas pada dek utama, yang dapat dimanfaatkan untuk menampung barang atau mengakomodasi kebutuhan lain sesuai fungsinya. menurut (Kurniawan 2022), katamaran tidak hanya unggul dari segi stabilitas dan efisiensi, tetapi juga memberikan kenyamanan yang lebih baik bagi pengguna, menjadikannya solusi desain yang tepat untuk berbagai aplikasi, termasuk sebagai kapal pengangkut barang berbasis *Unmanned Surface Vehicle* (USV). dengan kelebihan ini, lambung katamaran menjadi dasar

desain yang mampu menjawab kebutuhan operasional yang stabil, efisien, dan serbaguna.

4.3.2 Desain Produk Menggunakan Solidworks 2022

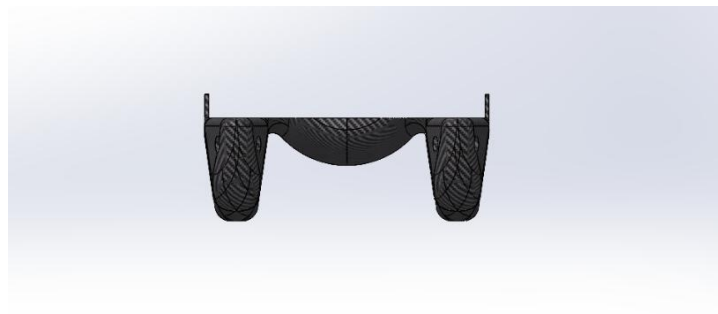
Desain kapal pengangkut barang ini didasarkan pada referensi utama dari buku *Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal* karya (Kurniawan 2022). buku ini memberikan panduan teknis dan prinsip dasar dalam membangun kapal, yang menjadi acuan penting dalam menentukan bentuk dan struktur kapal pengangkut barang yang dirancang. desain ini mengadopsi lambung tipe katamaran, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.4. pemilihan bentuk lambung ini bukan tanpa alasan, melainkan didasari oleh berbagai pertimbangan teknis yang mendukung performa kapal baik dari segi stabilitas, efisiensi, maupun kemampuannya dalam bermanuver. gambar 4.5 lambung katamaran



Gambar 4. 5 Bentuk lambung kapal katamaran (Maulana, 2024)

Desain lambung katamaran memiliki dua lambung utama yang terletak di sisi kiri dan kanan kapal. kedua lambung ini tidak hanya berfungsi sebagai penopang beban, tetapi juga bertindak sebagai penyeimbang alami, menjaga stabilitas kapal baik dalam kondisi muatan penuh maupun kosong. struktur ini sangat ideal untuk kapal pengangkut barang, terutama di lingkungan wisata bahari, dimana kestabilan penting untuk memastikan keamanan barang yang diangkut. selain itu, desain

katamaran menawarkan efisiensi yang lebih baik, karena dua lambung ramping mengurangi hambatan air, memungkinkan kapal bergerak lebih lancar dan hemat energi. hal ini penting terutama untuk kapal tanpa awak (USV) yang membutuhkan pengelolaan energi optimal. desain ini juga memberikan ruang lebih besar pada dek utama, yang dapat menampung lebih banyak barang tanpa mengorbankan keseimbangan atau efisiensi kapal. dengan demikian, lambung katamaran menjadi solusi tepat untuk kapal pengangkut barang dengan kapasitas sedang dan mendukung operasi di sektor wisata bahari. desain ini dirancang untuk memastikan kapal tetap stabil dan efisien meski di perairan yang tidak sepenuhnya tenang, dengan distribusi beban merata antara lambung kiri dan kanan, serta kemampuan manuver yang lebih baik. gambar 4. 6 desain lambung tampak depan.



Gambar 4. 6 Desain lambung tampak depan

Desain tampak depan pada lambung kapal memberikan visualisasi detail bagian depan kapal, yang mencakup haluan atau proyeksi kapal ke arah depan. hal ini dirancang sedemikian rupa untuk meningkatkan performa kapal dalam menghadapi hambatan air, dengan memperhatikan aspek aerodinamika dan hidrodinamika. desainnya memadukan bentuk yang tajam dan ramping untuk membantu menjaga stabilitas kapal, terutama ketika beroperasi di perairan dengan riak kecil atau gelombang., sehingga mengurangi hambatan frontal saat kapal melaju.

Tampilan depan lambung ini memberikan pandangan awal tentang keseluruhan desain kapal, menggambarkan kombinasi antara estetika dan

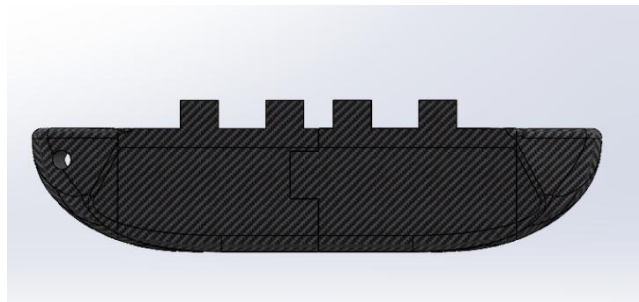
fungsionalitas yang dirancang untuk mendukung keandalan kapal dalam berbagai kondisi operasional. Gambar 4.5 lambung katamran

Selanjutnya tampak belakang lambung menunjukkan bagian belakang kapal atau buritan yang mencakup bentuk dan struktur bagian akhir kapal. gambar 4.7 lambung tampak belakang



Gambar 4. 7 Desain lambung kapal tampak belakang

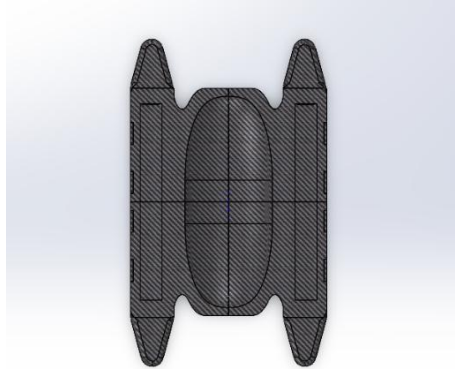
Tampak samping lambung memberikan pandangan dari profile kapal, menunjukkan bentuk datar desain yang mengalir dari depan sampai delakang. gambar 4.8 lambung tampak samping



Gambar 4. 8 Desain Lambung Tampak Samping

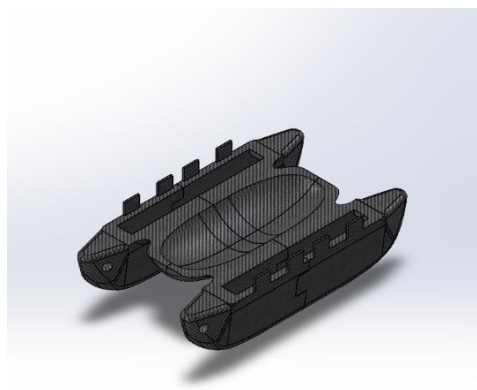
Tampak atas lambung kapal menampilkan tata letak dek secara menyeluruh, mencakup area beban, ventilasi, akses ruang mesin, dan penyimpanan yang diatur efisien untuk mendukung operasional. desain ini memastikan distribusi beban, stabilitas, dan alur gerak yang optimal bagi awak, memudahkan aktivitas seperti bongkar muat. seperti rel pelindung, pengikat barang, dan penyimpanan barang berat dirancang untuk mengutamakan fungsionalitas dan keselamatan, mendukung kapal dalam

transportasi logistik maupun wisata bahari. gambar 4.9 desain lambung tampak atas



Gambar 4. 9 Desain Lambung Tampak Atas

Desain lambung isometrik menampilkan visual tiga dimensi kapal, mengintegrasikan dimensi panjang, lebar, dan tinggi secara menyeluruh. perspektif ini memperlihatkan proporsi, bentuk, dan posisi komponen lambung seperti haluan, buritan, dan sisi kapal, sekaligus memudahkan analisis distribusi beban, efisiensi ruang, dan aerodinamika. tampilan ini mendukung evaluasi fungsi desain dalam kondisi nyata serta interaksi struktur lambung dengan pendukung, menjadi alat analisis dan presentasi yang efektif untuk memastikan keandalan dan efisiensi kapal. gambar 4.10 desain lambung tampak isometrik



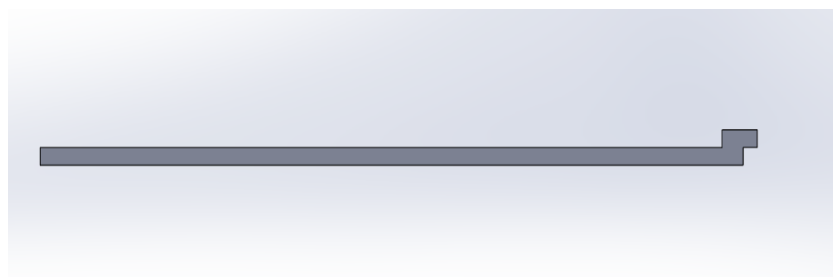
Gambar 4. 10 Desain lambung tampak isometric

Desain pintu depan kapal berfungsi sebagai akses utama dan pelindung kabin, mendukung aerodinamika dengan bentuk ramping untuk mengurangi hambatan udara. dibuat dari bahan ringan namun kuat seperti aluminium atau serat karbon, pintu ini dirancang untuk memudahkan bongkar muat barang, tahan terhadap tekanan udara dan air, serta melindungi barang dari gangguan eksternal. Dengan desain ergonomis dan fungsional, pintu ini menjadi bagian penting dalam efisiensi, performa, dan keamanan kapal. gambar 4.11 desain pintu tampak depan



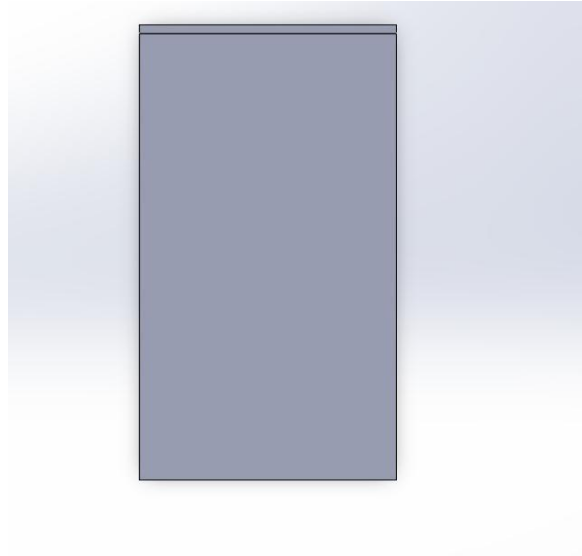
Gambar 4. 11 Desain Pintu Tampak Depan

Desain tampak samping ini juga menyoroti aspek fungsionalitas, seperti ketinggian pintu dari permukaan dek, yang dirancang untuk memudahkan akses saat memuat dan menurunkan barang. Selain itu, mekanisme pembukaan pintu yang ergonomis dapat diidentifikasi gambar 4.12 desain pintu tampak samping



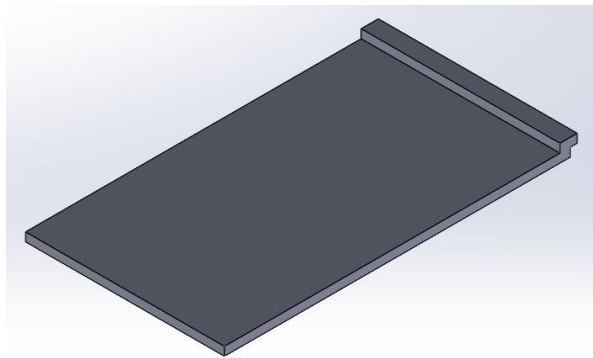
Gambar 4. 12 Desain pintu tampak samping

Tampak atas tutup memberikan pandangan dari atas tutup kapal pengangkut barang, menggambarkan elemen desain yang dapat dilihat dari sudut pandang ini. gambar 4. 13 desain pintu tampak atas



Gambar 4. 13 Desain Pintu Tampak Atas

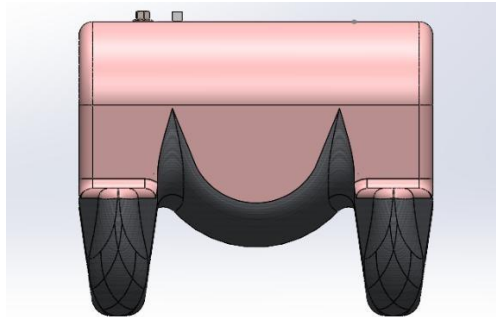
Desain tutup isometrik memberikan pandangan holistic dari pintu kapal, menunjukkan bagaimana semua bagian pintu saling berhubungan dan berinteraksi dengan struktur kapal pengangkut barang secara keseluruhan. gambar 4.14 desain pintu tampak isometrik



Gambar 4. 14 Desain Tutup Tampak Isometrik

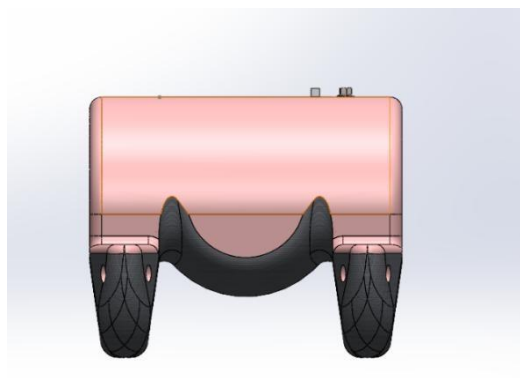
Tampak depan kapal pengangkut barang menampilkan haluan aerodinamis yang dirancang untuk efisiensi pemotongan air, meningkatkan performa, dan stabilitas. dilengkapi teknologi pendukung seperti sensor navigasi, kamera, dan modul komunikasi yang membantu deteksi halangan, pengoptimalan rute, serta pengiriman data real-time ke pusat kendali. desain ini memungkinkan kapal mengikuti manuver kapal penarik dengan presisi tinggi, mendukung efisiensi operasional,

keamanan, dan kebutuhan logistik modern. tampak depan mencerminkan inovasi yang mengoptimalkan performa kapal dalam berbagai kondisi. gambar 4.15 desain kapal tampak depan.



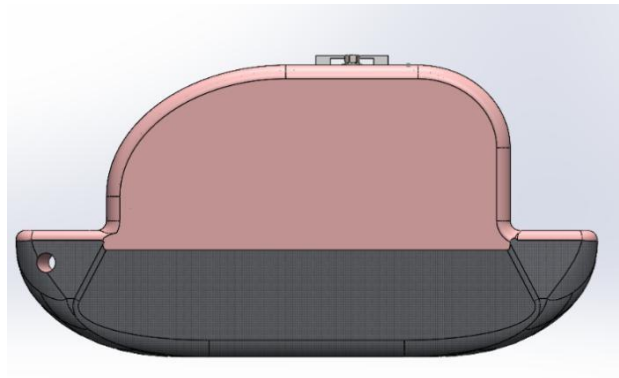
Gambar 4. 15 Desain Kapal Pengangkut Barang Tamapak Depan

Tampak belakang kapal pengangkut barang memberikan pandangan yang jelas mengenai buritan atau bagian belakang kapal, yang merupakan elemen penting dalam struktur keseluruhan kapal. pada tampak ini, terlihat dengan detail bagaimana bentuk buritan dirancang untuk mendukung kestabilan kapal saat beroperasi, serta memungkinkan proses manuver yang lebih mudah dan efisien. desain buritan yang tepat juga berfungsi untuk mengurangi turbulensi air yang terjadi saat kapal bergerak, meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar dan menjaga kestabilan dalam kondisi perairan yang beragam. analisis dan Pembahasan. gambar 4.16 desain kapal tampak belakang



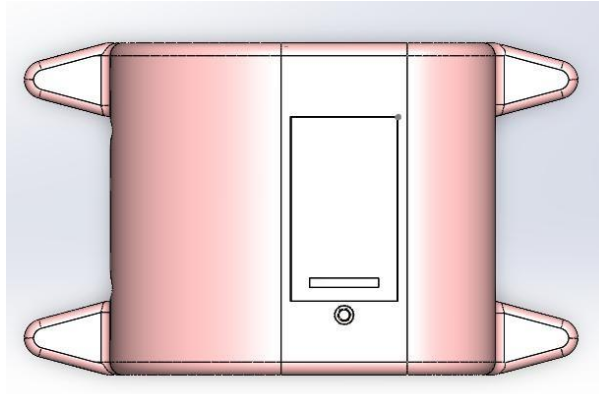
Gambar 4. 16 Desain Kapal Pengangkut Barang Tampak Belakang

Pentingnya desain samping ini juga terletak pada kemampuannya untuk mendukung manuver kapal, terutama saat menghindari halangan atau berpindah rute dengan cepat. dengan desain yang tepat, kapal pengangkut barang dapat melakukan gerakan belok, maju, atau mundur dengan lebih presisi, tanpa kehilangan keseimbangan atau stabilitas. profil kapal yang tercermin dalam tampak samping ini, dengan fokus pada keseimbangan antara kekuatan struktural dan performa hidrodinamis, memastikan bahwa kapal mampu beroperasi dengan efisiensi tinggi dan aman di berbagai kondisi perairan. gambar 4.17 desain kapal tampak samping



Gambar 4. 17 Desain Kapal Pengangkut Barang Tampak Samping

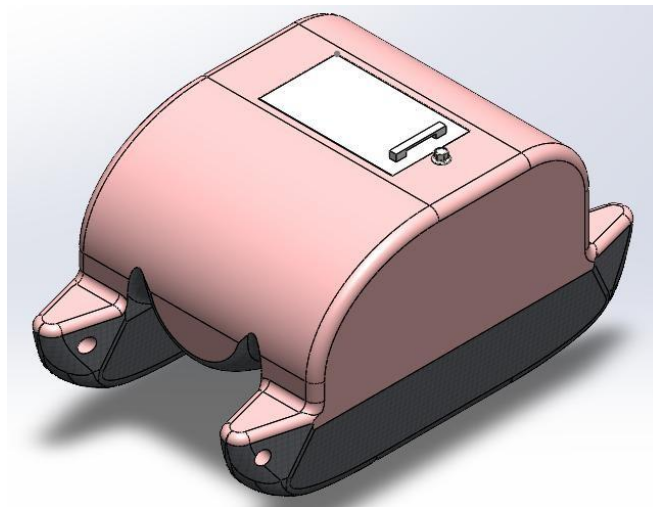
Tampak atas kapal pengangkut barang menggambarkan tata letak dek, ruang penyimpanan barang, dan platform kontrol yang dirancang untuk efisiensi operasional. desain ini memastikan ruang bagasi terorganisir dengan baik, memudahkan akses pemuatan dan penurunan barang, serta mengurangi risiko kerusakan. Selain itu, konfigurasi peralatan seperti sistem navigasi, kontrol kapal, dan peralatan keselamatan mendukung kelancaran operasi, dengan platform kontrol yang memudahkan awak kapal mengendalikan sistem kapal. gambar 4.19 desain kapal tampak atas



Gambar 4. 18 Desain Kapal Pengangkut Barang Tampak Atas

Desain isometrik kapal pengangkut barang memberikan gambaran tiga dimensi yang jelas, menampilkan interaksi komponen seperti lambung, ruang penyimpanan, dan sistem kontrol. perspektif ini memudahkan evaluasi proporsi, integrasi, dan potensi masalah teknis, memastikan desain fungsional dan estetis sesuai kebutuhan operasional.

Kapal dirancang dengan dimensi panjang 60 cm, tinggi 30 cm, dan lebar 36 cm, menciptakan keseimbangan antara kapasitas angkut, stabilitas, dan kemudahan manuver di perairan tenang. ukuran ini mendukung operasional pengangkutan barang dan wisata bahari secara efisien. gambar 4. 20 desain kapal tampak isometrik



Gambar 4. 19 Desain Kapal Pengangkut Barang Tanmpak Isometrik

4.4 Analisis Dan Pembahasan

Hasil pengujian desain kapal pengangkut barang yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi Solidworks 2022 memberikan gambaran mendalam mengenai kinerja dan efisiensi rancangan kapal dalam berbagai aspek teknis. proses pengujian ini melibatkan berbagai analisis, seperti analisis struktural untuk mengevaluasi kekuatan dan daya tahan kapal terhadap beban, analisis hidrodinamika untuk memahami perilaku kapal di atas air, serta simulasi performa untuk memastikan stabilitas, efisiensi energi, dan kehandalan operasional.

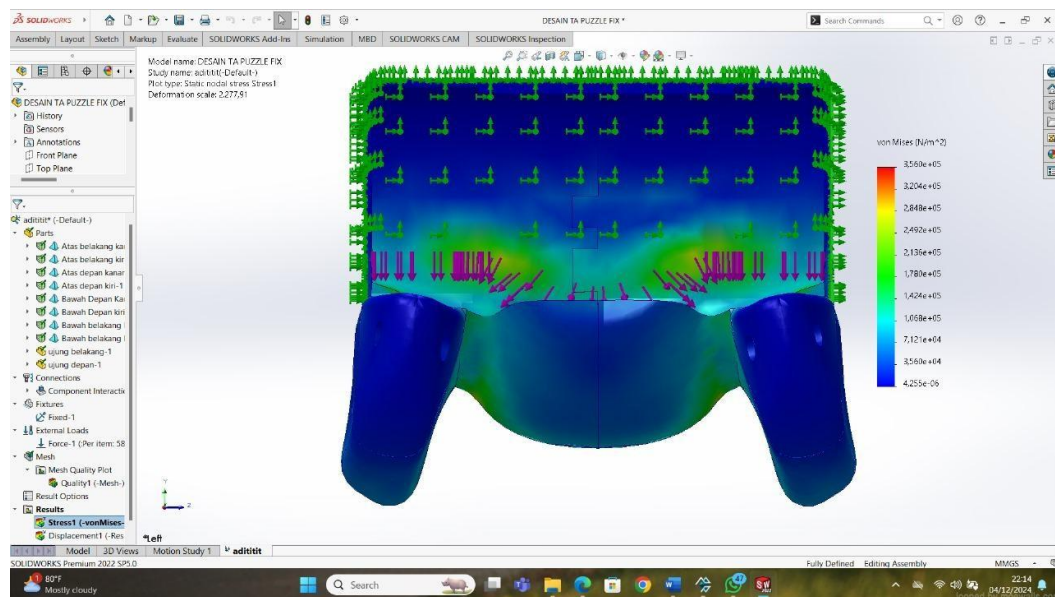
Penggunaan Solidworks 2022 memungkinkan visualisasi dan simulasi desain secara mendetail, termasuk identifikasi potensi kelemahan pada struktur dan penyesuaian dimensi untuk mengoptimalkan kapasitas muatan tanpa mengorbankan stabilitas. selain itu, pengujian ini juga mengintegrasikan evaluasi terhadap efisiensi energi baterai serta dampak lingkungan, yang menjadi pertimbangan penting dalam pengembangan kapal modern yang ramah lingkungan.

Hasil dari pengujian ini tidak hanya membuktikan keandalan aplikasi Solidworks 2022 sebagai alat bantu desain, tetapi juga memberikan panduan bagi para perancang untuk mengembangkan kapal yang mampu memenuhi kebutuhan transportasi barang dengan aman, efisien, dan ekonomis. data dan temuan dari pengujian ini dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk inovasi desain kapal masa depan yang lebih unggul dari segi teknologi, kinerja, dan keberlanjutan.

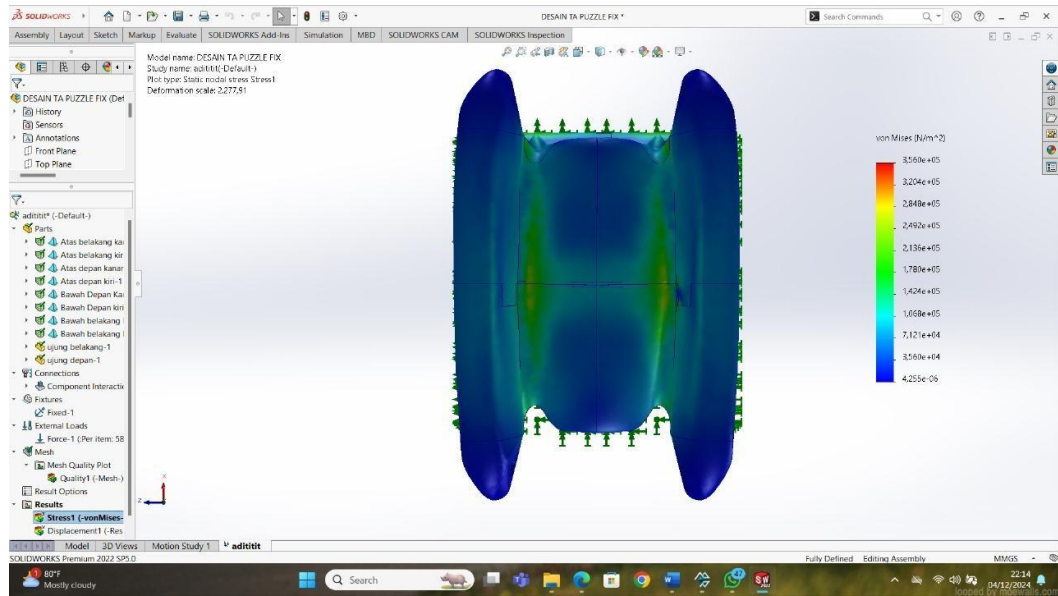
4.4.1 Pengujian Kapal Pengangkut Barang Dengan Beban 6 kg

Dalam analisis ini, dilakukan pengkajian terhadap kemampuan kapal pengangkut barang yang dirancang untuk *Unmanned Surface Vehicle* (USV) dalam mendukung kegiatan wisata bahari, khususnya saat dioperasikan dengan beban maksimum sebesar 6 kg. kajian ini meliputi berbagai aspek, termasuk stabilitas kapal selama pengangkutan, efisiensi manuver mengikuti pergerakan USV utama, serta dampaknya terhadap kinerja keseluruhan sistem transportasi wisata bahari.

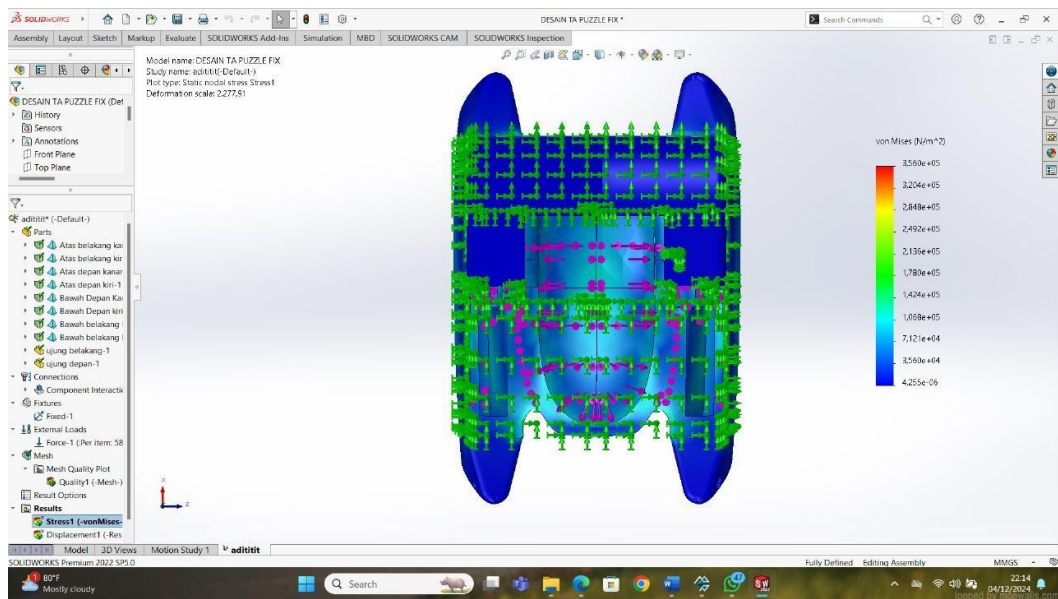
Beban 6 kg dipilih sebagai parameter pengujian karena dianggap merepresentasikan kebutuhan operasional yang umum dalam kegiatan wisata, seperti mengangkut perlengkapan *snorkeling*, makanan, minuman, atau barang suvenir. analisis ini tidak hanya fokus pada aspek teknis, seperti distribusi beban, daya apung, dan keseimbangan kapal, tetapi juga mempertimbangkan efektivitas desain dalam mendukung operasi yang efisien, aman, dan berkelanjutan di lingkungan wisata bahari.



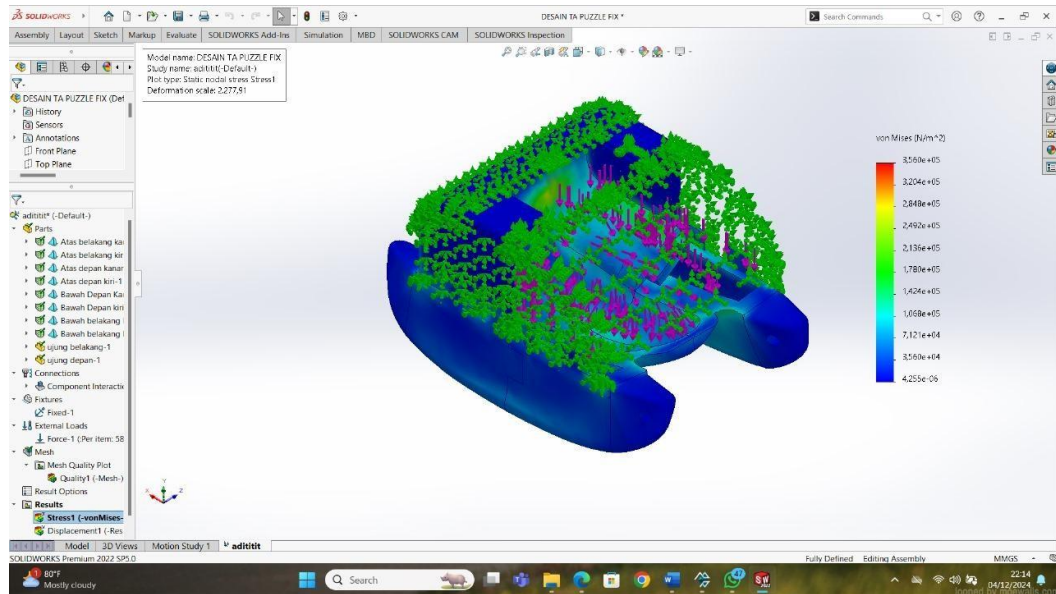
Gambar 4. 20 Analisis Pembebanan Tampak Depan



Gambar 4. 21 Analisis Pembebanan Tampak Bawah



Gambar 4. 22 Analisis Pembebanan Tampak Atas



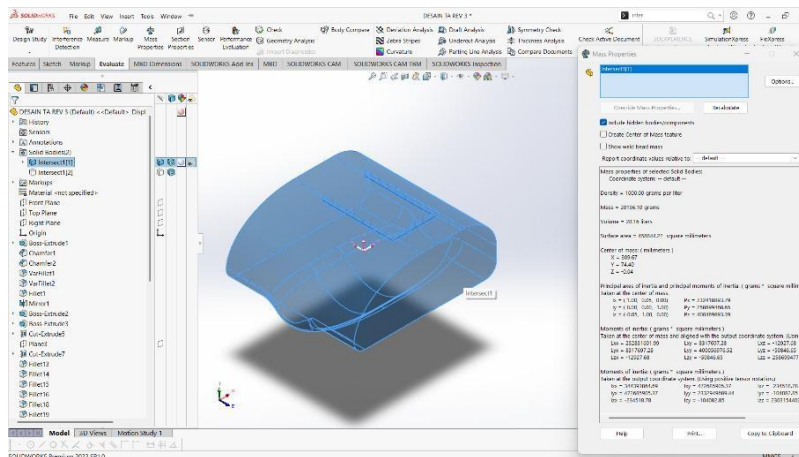
Gambar 4. 23 Analisis Pembebanan Tampak Isometric

Dari hasil analisis pengujian beban pada kapal dengan berat maksimum 6 kg yang dilakukan menggunakan aplikasi Solidworks **2022**, diperoleh bahwa struktur kapal tetap berada dalam kondisi aman. Pada pengujian dengan beban 6 kg, hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan dan deformasi yang terjadi tidak mencapai zona kritis, yang ditandai dengan tidak adanya area yang menyentuh titik merah dalam hasil simulasi. hal ini menunjukkan bahwa kapal masih beroperasi dalam batas toleransi material dan desain. berdasarkan kriteria desain awal yang menetapkan kapasitas beban ideal antara 1-5 kg, hasil pengujian ini juga mengonfirmasi bahwa struktur kapal tetap stabil dan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan pada parameter teknis seperti distribusi tegangan, deformasi, dan daya tahan material, ketika beban mendekati kapasitas maksimum yang dirancang. dengan demikian, kapal dinyatakan layak untuk dioperasikan dalam rentang beban yang ditentukan, tanpa risiko signifikan terhadap kinerja atau keamanannya pada kapal pengangkut barang.

4.4.2 Volume Kapal Pengangkut Barang

Analisis volume pada kapal pengangkut barang dilakukan menggunakan aplikasi Solidworks 2022 untuk memastikan keakuratan perhitungan. proses ini dimulai dengan membuat model tiga dimensi kapal secara detail, mencakup

seluruh elemen yang memengaruhi kapasitas ruang dalam kapal. selanjutnya, fitur analisis volume yang tersedia di Solidworks 2022 digunakan untuk menghitung dan memverifikasi volume total kapal. berdasarkan hasil analisis tersebut, diperoleh bahwa volume kapal pengangkut barang ini adalah 20,16 liter. Volume kapal pengangkut barang gambar 4. 24 volume kapal pengangkut barang.



Gambar 4. 24 Volume kapal pengangkut barang

4.4.3 Potongan Puzzle

Penerapan potongan puzzle (*interlocking joints*) dalam desain kapal pengangkut barang. penggunaan metode ini untuk efisiensi produksi, penguatan struktur, dan inovasi desain, terutama dalam konteks konstruksi modular atau berbasis teknologi seperti 3D *printing*. Potongan puzzle adalah metode penyambungan antar bagian struktur menggunakan bentuk *interlocking*, yang memungkinkan sambungan lebih kuat tanpa memerlukan perekat atau pengikat tambahan secara signifikan. dalam desain kapal, metode ini sering diterapkan pada sambungan panel lambung, sambungan dek dengan lambung, komponen internal kapal (Aziz, 2017). Gambar 4. 25 Potongan Puzzle



Gambar 4. 25 Potongan Puzzle

4.4.4 Pembahasan Kriteria Desain

a. Must (Harus)

Tabel 4. 1 Tabel Must (Harus)

No	Mush (Harus)	Tercapai	Tidak Tercapai	Keterangan
1.	Harus mampu mengangkat barang seberat 1,5 kg.	✓		Mampu mengangkat hingga 6 kg
2.	Harus memiliki dimensi ukuran maksimal yaitu lebar 45 cm, Panjang 70 cm dan tinggi 50 cm.	✓		Hasil jadi kapal pengangkut barang dimensinya di bawah yang sudah di tetapkan batas maksimal
3.	Harus menggunakan bahan filament PLA atau ABS .	✓		Bahan yang digunakan yaitu <i>Polyactic Acid (PLA)</i> .
4.	Harus dilapisi dengan serat carbon untuk menguatkan hasil akhir prototipe.	✓		Pada bagian lambung bawah kapal dilapisi oleh carbon fiber

b. Must Not (Tidak boleh)

Tabel 4. 2 Must Not (Tidak boleh)

No	Mush Not (Tidak boleh)	Tercapai	Tidak Tercapai	Keterangan
1.	Tidak boleh memiliki berat diatas 5 kg.	✓		Berat setelah barang jadi yaitu 4 kg

2.	Tidak boleh tenggelam pada kedalaman 50 cm.	✓		Air yang menyentuh bagian bawah lambung kapal hingga batas lambung bawah yaitu 30 cm.
----	---	---	--	---

c. Want (Harapan)

Tabel 4. 3 Want (Harapan)

No	Want (Harapan)	Tercapai	Tidak Tercapai	Keterangan
1.	Harapan untuk memiliki 4 roda dibagian bawah carriage untuk memudahkan penghantaran di daratan		✓	Tidak tercapai karena Keterbatasan biaya
2.	Harapan untuk memiliki jarring pada bagian dalam carriage untuk mengunci barang yang dibawa agar tidak terguncang saat perjalanan.		✓	

d. Mush Want (Harus dan Harapan)

Tabel 4. 4 Mush Want (Harus dan Harapan)

No	Must Want (Harus dan Harapan)	Tercapai	Tidak Tercapai	Keterangan
1.	Harus memiliki fitur perlindungan berupa pengunci dibagian depan carriage untuk memastikan barang yang dibawa aman		✓	
2.	Harus memiliki biaya produksi dan pemeliharaan yang		✓	

	terjangkau kualitas dan kemanan			
--	------------------------------------	--	--	--

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, hasil desain kapal pengangkut barang apakah adanya terjadi kebocoran dan dengan desain lambung katamaran guna membatu wisata bahari yaitu:

- a. Hasil dari Penelitian ini bertujuan untuk melakukan proses desain kapal pengangkut barang dengan kapasitas 6 kg yang digunakan pada *Unmanned Surface Vehicle (USV)* dalam konteks wisata bahari. hasil penelitian menunjukkan bahwa desain yang dikembangkan mampu memenuhi kebutuhan operasional secara aman dan efisien. Kapal dirancang dengan mempertimbangkan stabilitas, daya apung, dan kapasitas muatan yang sesuai, sehingga dapat dioperasikan secara optimal di perairan tenang tanpa mengurangi aspek keamanan dan kenyamanan. selain itu, desain kapal ini mendukung tujuan wisata bahari dengan memperhatikan efisiensi operasional dan kemudahan pengintegrasian dengan USV. model yang dihasilkan memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi transportasi air berbasis USV yang inovatif, serta dapat menjadi acuan untuk implementasi atau pengembangan lebih lanjut.
- b. Hasil untuk penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model desain kapal pengangkut barang dengan menganut desain lambung katamaran yang dirancang untuk memudahkan pengoperasian serta memiliki daya tahan terhadap kondisi lingkungan di perairan yang tenang. hasil penelitian menunjukkan bahwa desain lambung katamaran memberikan keunggulan signifikan dalam stabilitas, efisiensi operasional, dan kapasitas muatan dibandingkan desain lainnya..

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Adapun dari penelitian ini dilakukan, adanya beberapa hal yang memerlukan pengembangan produk kapal pengangkut barang antara lain yaitu:

- a. Harapan untuk memiliki adanya 4 roda pada bagian bawah kapal pengangkut barang agar mobilitas dari kapal pengangkut barang itu tersebut menjadi lebih gambang dan tidak ada keterbatasan Ketika berada di daratan.
- b. Harapan untuk memiliki jaring pada bagian dalam kapal pengangkut barang untuk mengunci barang yang dibawa agar tidak terguncang saat perjalanan.

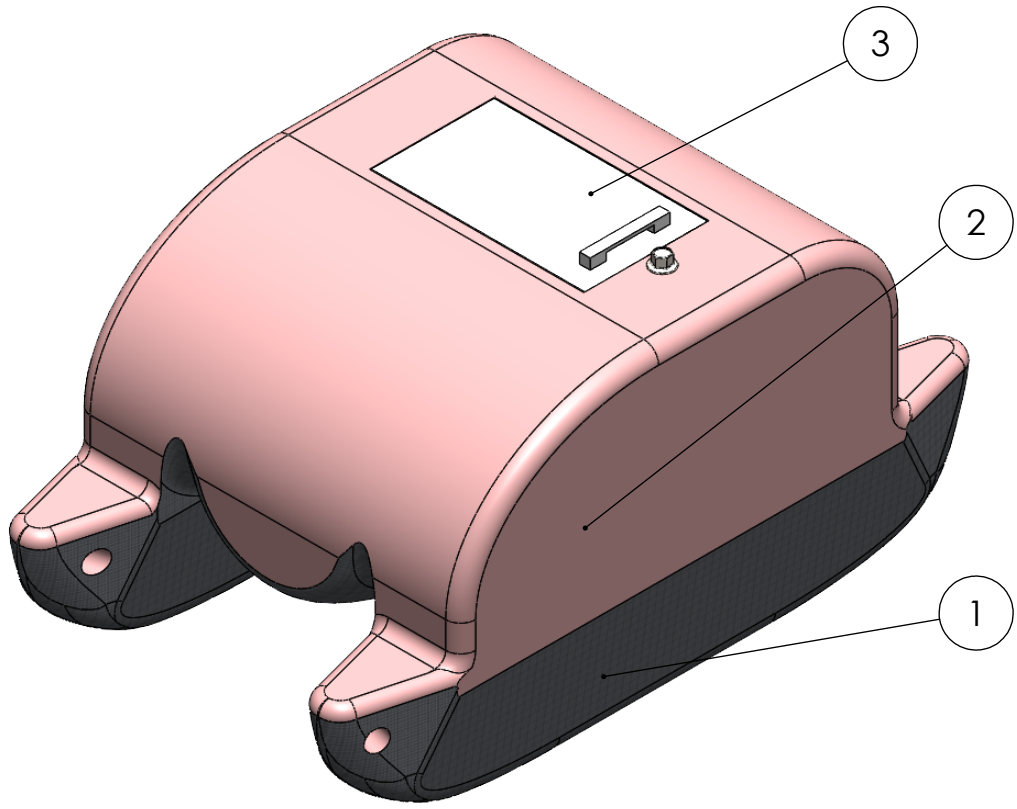
DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B.H, Ostwald, F.O., & Begeman, M.L. (1987). *Manufacturing Processes (8th ed.)*. John Wiley & Sons.
- Aszkler, C. (2005). Acceleration, Shock and Vibration Sensors. Pada Wilson, J. (Editor). *Sensor Technology Handbook*. Elsevier Inc.
- Aziz, A. (2017). *Desain Kapal Penumpang Berbahan Kayu, untuk Wilayah Operasional Sungai Musi*, 50-51.
- Cahyati, S., & Satriawan, B. (2019). Ketelitian Dimensi Produk Hasil Proses Modifikasi Mesin Fdm Dual Extruder. *Prosiding Seminar Nasional Pakar*, 1–7. <https://doi.org/10.25105/pakar.v0i0.4185>
- Craig, J.J. (1989). *Introduction to Robotics : Mechanics and Control (2nd Ed.)*. Addison Wesley Publishing Company.
- Deneb Robotics Inc.1998. *IGRIP ® User Manual and Tutorial*. Deneb Robotics Inc.
- Groover, M.P. (2005). *Otomasi, Sistem Produksi, dan Computer Integrated Manufacturing*. Jilid 1. Diterjemahkan oleh Bagus Arthaya & I Ketut Gunarta. Penerbit Guna Widya.
- Huang, Q. et al. (2001). Planning Walking Patterns For A Biped Robot. *Robotics and Automation, IEEE Transactions*. Volume 17.
- Ilham Junaid, M. H. (2018). *Pariwisata Bahari*:. Jl. Gunung Rinjani, Metro Tanjung Bunga Kota Mandiri: Politeknik Pariwisata Makassar.
- Ketetapan Majelis Permusyawaratan Rakyat No. II/MPR/1988 tentang Garis-Garis besar Haluan Negara.
- Kurniawan, R. (2022). Study on Implementation of Lean Six Sigma in Hospital Auxiliary Ship Block Construction Process. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*. 19(3), 112–121.
- Kutz, M. (Editor). (2005). *Mechanical Engineers' Handbook (3rd Edition)*. John Wiley & Sons.
- Maulana, R. E. V. (2024). *Uji Coba Kapal Remote Control Berbasis Produk*.
- Martin, S. 1996. Agus T. Exhibit show psychologi's power in treating illnesses. *Apa monitor*, p.42.

- Nikawanti, G. (2021). Ecoliteracy: Membangun Ketahanan Pangan dari Kekayaan Maritim Indonesia. *Jurnal Kemaritiman: Indonesian Journal of Maritime*, 2(2), 149–166. <https://doi.org/10.17509/ijom.v2i2.37603>
- Putra, T.S. (2008). Perancangan *Robot Dua Kaki dengan Tiga Derajat Kebebasan*. Skripsi. tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Redwood, B., Schöffner, F., & Garret, B. (2017). *The 3D Printing Handbook*. 3D .
- Tang, Z. (2003). Trajectory Planning for Smooth Transition of a Biped Robot. *Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Robotics & Automation*. Taipei, Taiwan.

LAMPIRAN
GAMBAR TENIK KAPAL PENGANGKUT BARANG

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Lambung bawah	1
2	Lambung tengah	1
3	Pintu kapal	1



	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	Aditya		22-12-24
CHKD			
APPVD			
MFG			
Q.A			

TITLE: Tugas Akhir

DWG NO. Desain Assembly A4

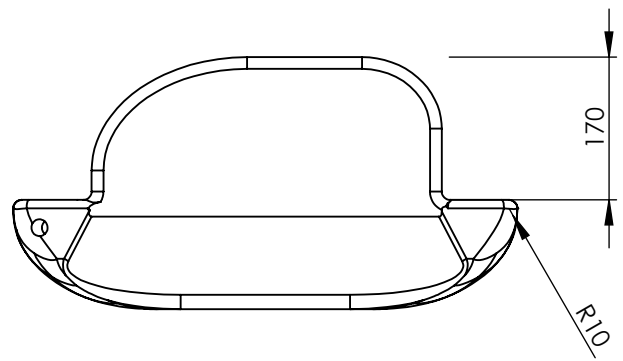
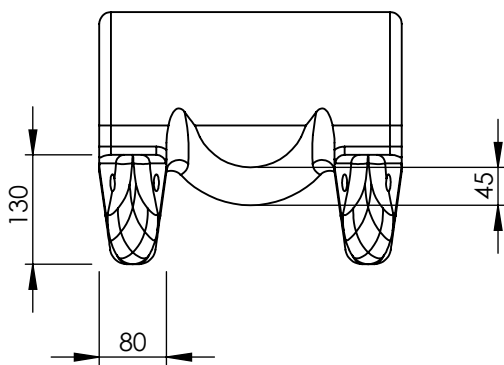
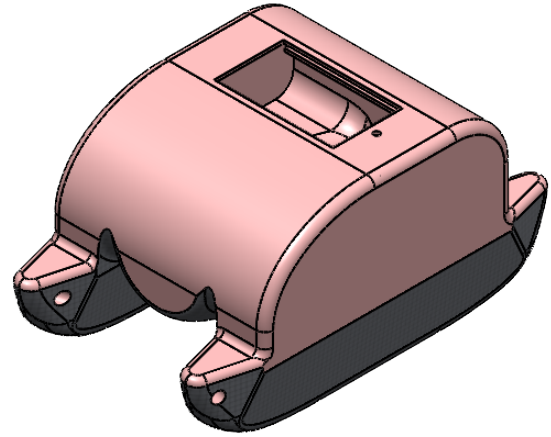
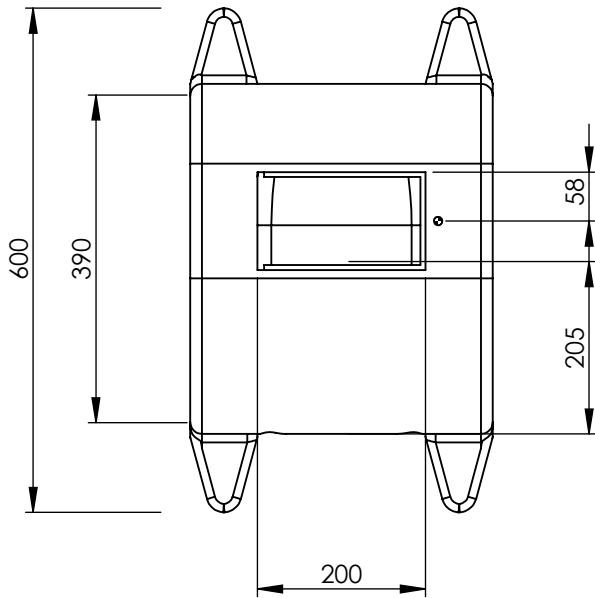
SCALE: 1:10

SHEET 1 OF 1

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

4 3 2 1



	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	Aditya		22-12-24
CHKD			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE: Tugas akhir

DWG NO. Kapal pengangkut A4

SCALE: 1:10

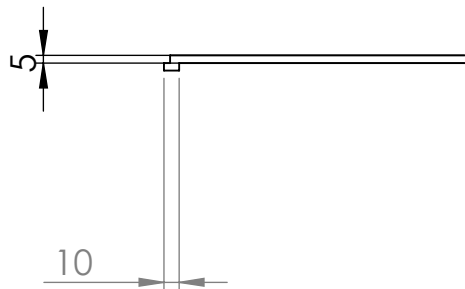
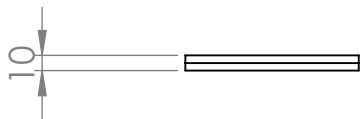
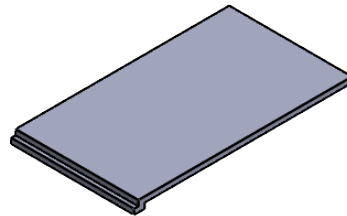
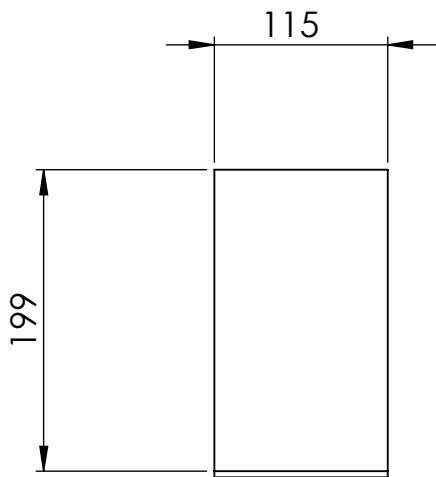
SHEET 1 OF 1

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

4 3 2 1

4 3 2 1



	NAME	SIGNATURE	DATE		TITLE:	Tugas Akhir	
DRAWN	Aditya		22-12-24				
CHKD							
APPVD							
MFG							
Q.A				MATERIAL:	DWG NO.	Pintu kapal	A4
				WEIGHT:	SCALE:1:5	SHEET 1 OF 1	