

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Riau memiliki karakteristik geografis yang didominasi oleh wilayah perairan, khususnya sungai-sungai besar dan kecil yang tersebar di hampir seluruh kabupaten dan kota. Sungai-sungai tersebut secara historis telah menjadi urat nadi kehidupan masyarakat Riau, berfungsi sebagai jalur transportasi, pusat aktivitas ekonomi, serta ruang sosial dan budaya masyarakat Melayu. Seiring dengan berkembangnya sektor pariwisata, sungai-sungai di Riau mulai dipandang sebagai aset penting yang dapat dikembangkan menjadi objek wisata perairan dengan daya tarik alam dan budaya yang khas. Potensi wisata perairan sungai di Riau ditunjukkan oleh keindahan lanskap alam, keanekaragaman hayati, serta nilai kearifan lokal masyarakat yang hidup di sepanjang aliran sungai. Berbagai bentuk wisata dapat dikembangkan, seperti wisata alam, ekowisata, wisata budaya, hingga wisata petualangan. Namun demikian, pengembangan wisata perairan sungai juga menghadapi tantangan, antara lain terkait pengelolaan lingkungan, ketersediaan infrastruktur, serta keterlibatan masyarakat lokal dalam pengelolaan destinasi wisata.

Sungai Subayang di wilayah Kampar Kiri, Kabupaten Kampar, merupakan salah satu kawasan yang telah diidentifikasi memiliki potensi geowisata yang tinggi. (Martania et al., 2022) dalam *Jurnal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology* menyebutkan bahwa kawasan ini memiliki daya tarik dari aspek geomorfologi, kejernihan air sungai, keberadaan air terjun, serta aktivitas sosial budaya masyarakat setempat. Penelitian tersebut juga menilai tingkat keberlanjutan kawasan dari berbagai dimensi, termasuk dimensi infrastruktur dan teknologi.

Keterbatasan desain perahu wisata, kapasitas angkut yang rendah, serta belum tersedianya perlengkapan keselamatan standar menjadi faktor yang dapat menghambat kenyamanan dan keamanan wisatawan. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan perencanaan teknis berupa desain kapal wisata sungai yang secara khusus disesuaikan dengan kondisi hidrografi Sungai Subayang, sehingga mampu menjawab kelemahan yang tercermin dalam dimensi infrastruktur/teknologi pada hasil analisis RAPFISH tersebut.

Berdasarkan data dari petugas pengelola wisata setempat, jumlah wisatawan diperkirakan 1375 orang menuju Air Terjun Batu Dinding itu setiap bulannya, dan dirata-ratakan per tahunnya berjumlah 16500 orang pada tahun 2025, yang dapat dilihat pada Tabel 1.1

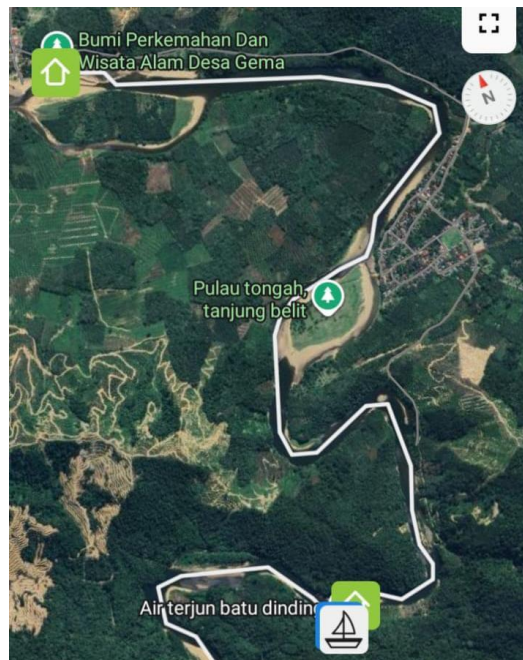
Tabel 1. 1 Data Pengunjung

No	Bulan	Pengunjung	Keterangan
1	Januari	900	Tahun Baru & Libur Sekolah
2	Februari	650	Hari Biasa (Musim Hujan, Kunjungan Rendah)
3	Maret	800	Awal Ramadan / Wisata Religi Ringan
4	April	2200	Idul Fitri (Lonjakan Besar Mudik + Wisata Keluarga)
5	Mei	1400	Libur Lebaran Lanjutan & Cuti Bersama
6	Juni	1100	Awal Libur Sekolah
7	Juli	1800	Puncak Libur Sekolah & Arus Wisata Lokal
8	Agustus	2500	Festival Subayang & 17 Agustus
9	September	1200	Cuaca Cerah (Arus Stabil Pecinta Alam)
10	Oktober	900	Hari Biasa
11	November	750	Musim Hujan Mulai (Kunjungan Turun)
12	Desember	2300	Libur Natal & Tahun Baru
	Total Pengunjung	16500	
	Rata-rata Pengunjung	1375	

Sumber : Pokdarwis

Rute sungai dari Bumi Perkemahan dan Wisata Alam Desa Gema menuju Air Terjun Batu Dinding melalui Sungai Subayang memiliki jarak sekitar 6 km atau

setara dengan $\pm 3,2$ nautical miles (NM). Perjalanan sungai melewati wilayah Desa Gema dan Desa Tanjung Belit. Dengan menggunakan perahu sepanjang ± 8 meter berkapasitas 7 penumpang dan mesin tempel 15 PK, waktu tempuh perjalanan diperkirakan sekitar 30 menit, tergantung kondisi arus dan kecepatan operasional perahu. Untuk rute perjalanan sungai dapat dilihat dari gambar 1.1 dibawah ini



Gambar 1. 1 Rute Wisata Sungai Subayang

Berdasarkan penelitian (Education et al., n.d.) kecepatan arus berada pada rentang 0,91–1,42 m/s. Kondisi dasar sungai didominasi substrat berbatu berpasir, yang berpengaruh langsung terhadap stabilitas alur sungai. Untuk Lebih detail nya dapat melihat pada gambar berikut ini.

No	Parameter	Baku mutu (Normal)	Stasiun					
			I	II	III	IV	V	VI
1	Suhu	28-30	24,3	24,8	25,2	25,4	25,5	25,4
2	Kecepatan Arus	-	1,5	0,99	1,39	1,5	1,42	0,91
3	Keccerahan	-	20	25	18	19	25	15
4	pH	6-9	8,3	7,9	7,9	8,33	7,8	7,7
5	DO	> 4	5,2	4,8	3,6	3,9	3,1	2,8
6	Kondisi Substrat	-	Berbatu	Berbatu	berbatu	berbatu	Batu berpasir	Batu berpasir

Keterangan:
 Stasiun I : Desa Terusan
 Stasiun II : Desa Aur Kuning
 Stasiun III: Desa Tanjung Beringin
 Stasiun IV: Desa Batu Sanggan
 Stasiun V : Desa Tanjung Belit
 Stasiun VI: Desa Gema

Gambar 1. 2 Tabel Data Sungai

Sumber: biology education faculty (2026)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan penulis dengan menanyakan langsung kepada salah satu pemilik kapal, kapal wisata yang baraktivitas setiap hari dari bumi perkemahan Desa Gema ke Air Terjun Batu Dinding dengan biaya sewa Rp150 000 per kepala dengan menggunakan perahu motor yang dapat menampung 7 orang. Data perahu motor yang digunakan saat ini berukuran panjang 7 meter lebar 1 meter dan tinggi 0,7 meter. Perahu motor yang dinaiki wisatawan ini sangat memprihatinkan dimana perahu motornya terlalu terbukasehingga penumpang kepanasan dan kehujanan dalam jangka waktu lama dan juga jarak antar penumpang tidak ada sehingga penumpang kurang menikmati perjalanan menuju Air Terjun Batu Dinding. perahu motor wisatawan dapat dilihat digambar 1.3



Gambar 1. 3 Kapal Wisata Sungai Subayang

Sumber : Penulis (2025)

Oleh karena itu, Tugas Akhir ini dinilai layak untuk dilanjutkan sebagai tugas akhir dengan fokus pada desain kapal wisata sungai yang disesuaikan dengan kapasitas penumpang, tuntutan keselamatan pelayaran, kenyamanan penumpang, serta prinsip keberlanjutan lingkungan. Perancangan tersebut diharapkan dapat menghasilkan konsep kapal yang aplikatif dan dapat mendukung pengembangan geowisata Sungai Subayang secara terintegrasi dari sisi teknis, dan konservasi lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian latar belakang diatas maka permasalahan yang akan diselesaikan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan data ukuran utama kapal
2. Bagaimana cara menentukan gambar rencana garis (*Lines Plan*), gambar rencana umum (*General Arrangement*), kontruksi (*construction*)?
3. Menyajikan perhitungan stabilitas (*stability*)?
4. Bagaimana cara membuat miniatur kapal yang sesuai dengan gambar rencana garis (*Lines Plan*) dan gambar rencana umum (*General Arrangement*)?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis berupaya agar pembahasan tidak keluar dari konteks judul dan lebih berfokus pada masalah yang ada, maka penulis membatasi permasalahan pada "Desain kapal wisata sungai tipe speed boat untuk wisata sungai subayang, kampung gema, kampar kiri.

1. Data Utama Kapal berdasarkan kapasitas penumpang
2. Tidak menghitung detail kontruksi
3. Fokus pada aspek desain utama (ukuran utama)
4. Membuat miniatur kapal sesuai dengan gambar rencana garis (*Lines Plan*) dan gambar rencana umum (*General Arrangement*)

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini Adalah :

1. Menentukan dimensi utama dan bentuk lambung kapal sesuai dengan kapasitas penumpang
2. Menentukan gambar rencana garis (*Lines Plan*), gambar rencana umum (*General Arrangement*), kontruksi (*construction*)
3. Mendapatkan perhitungan stabilitas (*stability*)?
4. Mendapatkan bentuk miniatur kapal sesuai gambar rencana garis (*Lines Plan*) dan gambar rencana umum (*General Arrangement*).

1.5 Manfaat

Beberapa manfaat dari penelitian ini antara lain yaitu:

1. Bagi penulis

Penelitian ini dapat menambah ilmu dan pengetahuan mengenai, perencanaan desain kapal wisata tipe speed boat sebagai penunjang pariwisata. Agar dalam pembuatan desain kapal berikutnya jauh lebih baik dari yang sebelumnya.

2. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk mahasiswa atau peneliti agar dapat mengembangkan penelitian mengenai perencanaan desain kapal wisata tipe speed boat sebagai penunjang pariwisata.

3. Bagi masyarakat

Penelitian ini bisa dimanfaatkan masyarakat sebagai panduan dalam pembuatan kapal wisata yang baru dengan ukuran minimalis tanpa menghilangkan ciri khas dari daerah atau kapal-kapal sebelumnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan ini berisikan uraian singkat dari tiap-tiap bab tugas akhir. Berikut ini merupakan uraian singkat dari setiap bab tugas akhir diantaranya

1. Bab 1 (Pendahuluan)

Pada bab ini menjelaskan terkait latar belakang, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. Bab 2 (Tinjauan Pustaka)

Pada bab ini menjelaskan mengenai penelitian sebelumnya, pengertian desain kapal elektrik

3. Bab 3 (Metode Penelitian)

Pada bab ini menjelaskan terkait alat dan bahan, tahap penelitian, model perancangan, diagram alir, dan teknik pengumpulan data.

4. Bab 4 (Hasil dan Pembahasan)

Pada bab ini menjelaskan terkait hasil yang telah didapat setelah dilakukan perhitungan

5. Bab 5 (Kesimpulan dan Saran)

Pada bab ini menjelaskan terkait kesimpulan dan saran setelah dilakukan pembuatan tugas akhir

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kondisi Hidrografi Sungai Subayang

Kondisi perairan merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam perancangan kapal wisata yang beroperasi di Sungai Subayang, Desa Gema, Kecamatan Kampar Kiri Hulu, Kabupaten Kampar. Data kondisi perairan digunakan sebagai dasar dalam menentukan karakteristik operasional kapal, terutama dalam mempertimbangkan kemampuan kapal menghadapi arus, kondisi ruang navigasi, serta karakteristik lingkungan tempat kapal beroperasi.

Dimensi Sungai Subayang pada lokasi penelitian diperoleh melalui pengukuran menggunakan *Google Maps* dengan memanfaatkan fitur pengukuran jarak pada peta. Pengukuran dilakukan untuk memperoleh perkiraan dimensi perairan pada lokasi yang menjadi jalur operasi kapal. Data hasil pengukuran *Google Maps* digunakan sebagai data sekunder berbasis pemetaan dan berfungsi sebagai gambaran awal mengenai kondisi geometrik sungai. Pengukuran melalui *Google Maps* tidak digunakan untuk menggantikan pengukuran hidrografi secara langsung, sehingga nilai yang diperoleh diperlakukan sebagai nilai pendekatan.

Berdasarkan hasil pengukuran pada lokasi penelitian, lebar Sungai Subayang diperoleh sekitar 38,17 m. Nilai tersebut juga memiliki kesesuaian dengan penelitian Fatmawati et al. (2024) yang melakukan pengamatan langsung terhadap penampang Sungai Subayang di Desa Gema. Penelitian tersebut melakukan pengukuran penampang sungai pada beberapa titik untuk memperoleh karakteristik geometrik dan kondisi aliran sungai.

Selain dimensi sungai, penelitian Fatmawati et al. (2024) memperoleh kedalaman maksimum hasil pengukuran sebesar 1,28 m. Pengukuran kecepatan aliran menggunakan metode apung menghasilkan kecepatan sebesar 0,50 m/s pada bagian kanan, 0,84 m/s pada bagian tengah, dan 0,83 m/s pada bagian kiri.

Kecepatan pada bagian tengah sebesar 0,84 m/s dapat digunakan sebagai gambaran kondisi aliran utama Sungai Subayang pada lokasi pengamatan.

Sebagai data pembanding, penelitian mengenai kualitas perairan Sungai Subayang pada Stasiun VI yang berada di Desa Gema memperoleh kecepatan arus sebesar 0,91 m/s. Dengan mempertimbangkan kedua hasil penelitian tersebut, kecepatan arus Sungai Subayang di sekitar Desa Gema berada pada kisaran 0,84–0,91 m/s, atau sekitar 1,63–1,77 knot.

Kondisi meteorologi juga menjadi faktor pendukung dalam menggambarkan lingkungan operasi kapal. Data BMKG untuk Desa Gema menyediakan informasi mengenai suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, dan arah angin. Parameter tersebut dapat digunakan untuk memberikan gambaran mengenai kondisi udara di sekitar lokasi penelitian.

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran *Google Maps*, penelitian terdahulu, dan data BMKG, kondisi lingkungan Sungai Subayang di Desa Gema dapat dirangkum sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Data Hidrologi dan Meteorologi Sungai Subayang di Desa Gema

No.	Parameter	Nilai	Satuan	Sumber Data
1	Lebar sungai	38,17	m	Pengukuran <i>Google Maps</i>
2	Kedalaman maksimum terukur	1,28	m	Fatmawati et al. (2024)
3	Kecepatan arus bagian kanan	0,50	m/s	Fatmawati et al. (2024)
4	Kecepatan arus bagian tengah	0,84	m/s	Fatmawati et al. (2024)
5	Kecepatan arus bagian kiri	0,83	m/s	Fatmawati et al. (2024)
7	Kisaran kecepatan arus	0,84–0,91	m/s	Hasil komparasi penelitian
8	Suhu air	25,4	°C	Penelitian kualitas Sungai Subayang

9	Kecepatan angin	6,2	km/jam	BMKG
10	Arah angin	Selatan	-	BMKG
11	Suhu udara	23	°C	BMKG
12	Kelembapan udara	93	%	BMKG

Sumber: Google Maps (2026), Fatmawati et al. (2024), dan BMKG (2026).

2.2 Kapal Wisata

Kapal wisata merupakan jenis kapal yang dirancang, dibangun, dan dioperasikan secara khusus untuk melayani kegiatan pariwisata dan rekreasi di perairan baik di laut, danau, maupun sungaid engan tujuan utama memberikan pengalaman perjalanan yang aman, nyaman, dan menarik bagi penumpang. Tidak seperti kapal angkutan umum reguler yang berfokus pada fungsi transportasi semata, kapal wisata juga berperan sebagai bagian dari atraksi wisata, sehingga desainnya memperhatikan unsur estetika, kenyamanan visual, kemudahan akses, serta fasilitas pendukung aktivitas rekreasi.



Gambar 2. 1 Kapal Wisata

Sumber : radar Shutterstock (2025)

kapal wisata dikategorikan sebagai kapal penumpang yang membawa wisatawan dalam jumlah tertentu untuk rute dan durasi pelayaran yang relatif pendek hingga menengah. Oleh karena itu, perancangannya harus mempertimbangkan aspek keselamatan pelayaran, seperti stabilitas kapal, daya

apung, struktur lambung, sistem evakuasi, dan perlengkapan keselamatan, sekaligus aspek kenyamanan penumpang, meliputi tata letak ruang, tempat duduk, ventilasi, perlindungan cuaca, tingkat kebisingan, serta getaran mesin.

Secara operasional, kapal wisata biasanya berlayar pada jalur tertentu yang telah ditetapkan sebagai rute wisata, seperti susur sungai, keliling danau, atau perjalanan antar pulau dalam kawasan rekreasi. Kapasitas penumpang, kecepatan operasional, serta pola layanan kapal disesuaikan dengan karakteristik perairan dan tujuan wisata, sehingga keselamatan, kenyamanan, serta kualitas pengalaman wisatawan tetap terjaga.

2.2.1 Aturan dan Regulasi Kapal Wisata

Pengoperasian kapal wisata tidak hanya ditentukan oleh kebutuhan pariwisata dan aspek teknis perancangan, tetapi juga harus memenuhi ketentuan hukum dan regulasi keselamatan pelayaran yang berlaku. Regulasi tersebut bertujuan untuk menjamin keselamatan penumpang, awak kapal, perlindungan lingkungan perairan, serta kelancaran lalu lintas pelayaran di wilayah operasional kapal wisata.

Secara internasional, standar keselamatan kapal penumpang banyak dirumuskan oleh *International Maritime Organization (IMO)* melalui berbagai konvensi dan kode keselamatan, seperti *Safety of Life at Sea (SOLAS)*, *International Convention on Load Lines*, serta *Intact Stability Code*. Instrumen-instrumen tersebut menetapkan prinsip umum mengenai stabilitas kapal, konstruksi struktur, perlengkapan keselamatan, sistem pencegah kebakaran, prosedur evakuasi, serta persyaratan navigasi. Meskipun sebagian besar regulasi IMO ditujukan untuk kapal yang beroperasi di laut dan pelayaran internasional, prinsip-prinsip teknisnya sering dijadikan acuan oleh negara anggota dalam merumuskan regulasi nasional, termasuk untuk kapal penumpang yang melayani kegiatan wisata.

2.3 Metode Menentukan Data Utama Kapal

Penentuan data utama kapal adalah penentuan ukuran – ukuran utama kapalseperti panjang, lebar, tinggi, Kecepatan dan lain-lainnya(Journal et al., 2024).

Penentuan data utamakapal ini bisa dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya :

1. *Trial and Error*

Metode ini merupakan metode yang digunakan dengan cara mengambil persamaan – persamaan ukuran pokok kapal dengan cara simulasi.

2. Statistik

Metode kapal rancangan dengan menggunakan data statistik kapal yang telah jadi dengan menganalisis berdasarkan persamaan statistik.

3. Optimasi (Pembanding)

Metode ini memiliki syaratnya adalah memiliki kedudukan ukuran, memiliki type kapal yang sama, laik laut.

Data yang digunakan ialah sebagai berikut :

- a. *Point base* didasarkan satu ukuran utama kapal.
- b. *Set Base* (statistik dan optimasi) didasarkan beberapa ukuran utama kapal.

2.3.1 Penentuan Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal didapatkan dari metode regresi linier dengan menggunakan bantuan *software micosoft excell* yang kemudian dilanjutkan dengan membuat layout perkiraan rancangan umum yang akan di hasilkan.

1. *Length between perpendicular* (LPP)

Panjang yang diukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan after perpendicular (AP) dan garis tegak haluan *fore perpendicular* (FP).

2. *Length overall* (LOA)

Panjang seluruhnya, yaitu jarak horizontal yang diukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.

3. *Moulded breadth* (BM)

Lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulitkapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat dari kayu atau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.

4. *Height* (H)

Jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai titik atas balok geladak sisi kapal.

5. *Draft* (T)

Jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

2.4 Desain Lambung Kapal

Lambung kapal atau dalam bahasa Inggris disebut *hull* adalah bagian utama dari kapal yang bersentuhan langsung dengan air dan berfungsi sebagai wadah yang memberikan daya apung (*buoyancy*) sehingga kapal dapat terapung dan bergerak di atas permukaan air. Lambung juga merupakan struktur utama yang menahan beban kapal dan muatannya, serta menentukan berbagai karakteristik performa kapal seperti stabilitas, hambatan air, manuver, dan konsumsi energi. Desain lambung yang baik sangat penting dalam *naval architecture* untuk mencapai efisiensi tahanan air, stabilitas kapal, serta kenyamanan dan keselamatan operasional. Lambung dirancang agar dapat meminimalkan gesekan dan hambatan air, serta sesuai dengan fungsi kapal (misalnya cepat, stabil, muatan besar) sehingga menentukan kecepatan optimal, konsumsi bahan bakar, kebutuhan mesin, dan kedalaman *Draft* yang dibutuhkan kapal (Laut, n.d.).

Adapun jenis bentuk lambung kapal yang digunakan penulis adalah kapal dengan lambung bentuk V. Lambung bentuk V merupakan jenis badan kapal lancip yang menyerupai huruf V. untuk kapal yang menggunakan bentuk lambung ini memiliki hambatan yang lebih kecil.

1. Lambung Bentuk V (*V-Shaped Hull*)

Lambung *V-shape* memiliki dasar lambung yang berbentuk huruf *V* di bagian bawah kapal. Desain ini membantu kapal lebih efektif memotong gelombang air, sehingga umumnya digunakan pada kapal dengan kecepatan menengah hingga tinggi atau kapal yang beroperasi di kondisi ombak ringan hingga sedang.

Karakteristik:

1. Hambatan gelombang relatif rendah dibanding.

2. Lebih nyaman saat diumum dalam kondisi gelombang karena mampu “menusuk” permukaan air.
3. Stabilitas awalnya cenderung lebih rendah dibanding lambung *U* atau *flat*.

2.5 Kriteria High-Speed Craft (HSC)

High-Speed Craft (HSC) merupakan kapal yang mampu beroperasi dengan kecepatan tinggi dan memiliki karakteristik desain yang memerlukan pertimbangan khusus terhadap keselamatan, konstruksi, stabilitas, perlengkapan, serta kondisi pengoperasiannya. Ketentuan mengenai keselamatan kapal cepat diatur dalam *International Code of Safety for High-Speed Craft, 2000* (HSC Code 2000) yang diadopsi oleh International Maritime Organization (IMO) melalui Resolution MSC.97(73). HSC Code 2000 mencakup persyaratan keselamatan yang berkaitan dengan desain, konstruksi, peralatan, pengoperasian, dan pemeliharaan kapal cepat.

Kriteria kapal cepat berdasarkan HSC Code 2000 ditentukan berdasarkan hubungan antara kecepatan maksimum kapal dan volume displacement pada garis air desain, yang dinyatakan sebagai:

dengan:

$$V \geq 3,7 \nabla^{0,1667}$$

V = kecepatan maksimum kapal (m/s)

∇ = volume displacement pada garis air desain (m^3)

Berdasarkan kriteria tersebut, kapal dapat dikategorikan sebagai *High-Speed Craft* apabila nilai kecepatan maksimum sama dengan atau lebih besar dari nilai . Dengan demikian, penentuan kategori HSC tidak hanya berdasarkan nilai kecepatan dalam satuan knot, tetapi juga mempertimbangkan volume displacement kapal.

Pada penelitian ini, HSC Code 2000 digunakan sebagai acuan karena kapal yang dirancang merupakan kapal wisata penumpang yang memiliki karakteristik kecepatan relatif tinggi. Penggunaan kriteria HSC diperlukan untuk mengetahui apakah karakteristik kecepatan dan displacement kapal yang dirancang memenuhi

definisi kapal cepat berdasarkan ketentuan IMO. Dengan melakukan pemeriksaan tersebut, penggunaan *HSC Code* 2000 sebagai dasar evaluasi keselamatan desain dapat diberikan secara teknis dan tidak hanya berdasarkan asumsi bahwa kapal dengan kecepatan tinggi merupakan kapal HSC.

Apabila hasil perhitungan menunjukkan bahwa:

maka kapal memenuhi kriteria definisi *High-Speed Craft*. Selanjutnya, persyaratan *HSC Code* 2000 yang relevan dapat digunakan dalam evaluasi desain, khususnya aspek keselamatan dan stabilitas kapal. Untuk kapal monohull, salah satu acuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Annex 8 *HSC Code* 2000 mengenai persyaratan stabilitas kondisi utuh (*intact stability*).

Dengan demikian, penggunaan *HSC Code* 2000 dalam penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain kapal yang memiliki karakteristik kecepatan tinggi telah ditinjau berdasarkan ketentuan keselamatan yang sesuai dengan karakteristik kapal cepat. Pembuktian terhadap kriteria HSC dilakukan melalui perbandingan antara nilai hasil desain dengan nilai batas yang diperoleh dari volume displacement .

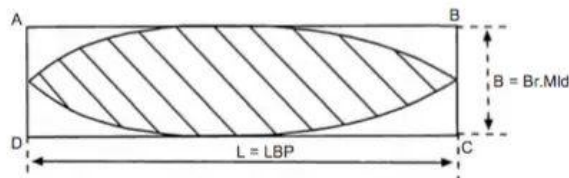
2.6 Hidrostatik Kapal

Fungsi lengkung hidrostatik ialah mengetahui sifat-sifat badan kapal yang tercelup di dalam air, atau dengan kata lain mengetahui sifat-sifat karena, Cara yang paling umum untuk menggambarkan lengkung-lengkung hidrostatik adalah dengan membuat dua sumbu saling tegak lurus. Sumbu mendatar adalah garis dasar kapal (*base-line*) sedangkan garis vertikal menunjukkan sarat tiap *water line* yang dipakai sebagai titik awal pengukuran lengkung-lengkung hidrostatik(PDF.js Viewer.Pdf, n.d.).

Garis bagian dibawah dibuat lebih rapat karena terjadi perubahan bentuk badan kapal yang yang agak besar sehingga didapatkan perhitungan yang lebih teliti. Demikian juga pada station depan dan belakang stationnya dibagi lebih rapat. Lengkung hidrostatik digambar sampai sarat air kapal dan tidak

berlaku untuk kapal dalam keadaan trim. Lengkung-lengkung hidrostatik tersebut adalah:

1. *Water Plan Area (WPA)*, adalah luas bidang garis air yang kita rencanakan. Kemungkinan WPA ditinjau dari bentuk alas kapal adalah sebagai berikut:
 - o Kapal dengan *Rise of Floor* : pada 0 mWL luas garis air adalah nol sehingga lengkung WPA dimulai dari titik (0,0)
 - o Kapal tanpa *Rise of Floor*: pada 0 m WL luas garis air tidak sama dengan nol
 - o Kapal alas miring : lengkung WPA dimulai dari titik dimana letak terdalam dari kapal.
2. *Coefficient of Waterline (CW)*, adalah perbandingan antara luas bidang garis air tiap WL dengan sebuah segi empat dengan panjang L dan lebar B, $CW = WPA / L \cdot B$.

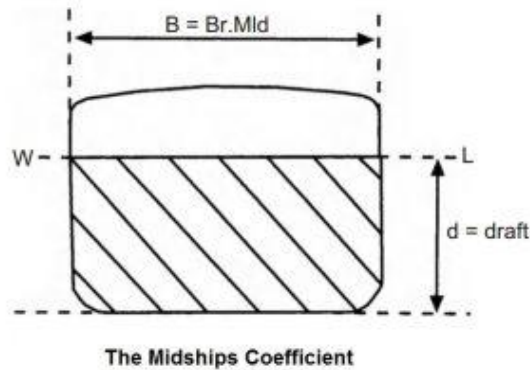


Gambar 2. 2 Coefficient of Waterline

Sumber : Cultofsea (2025)

3. *Ton Per Centimetre immersion (TPC)*, adalah jumlah ton yang diperlukan untuk mengadakan perubahan sarat kapal sebesar 1 cm. Bila kita menganggap bahwa tidak ada perubahan luas garis air pada perubahan sarat sebesar 1 cm, atau pada perubahan 1 cm tersebut dinding kapal dianggap vertikal. Jadi kalau kapal ditenggelamkan sebesar 1 cm, maka perubahan volume adalah hasil perkalian luas garis air dengan tebal 0,01 m. Penambahan $V = 0,01 \cdot WPA$ (m³), Penambahan berat = $0,01 \cdot WPA \cdot 1,025$ (ton).
4. *Midship of Sectional Area (MSA)*, adalah luas dari bagian tengah kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Skala yang digunakan biasanya sama dengan skala sarat air.

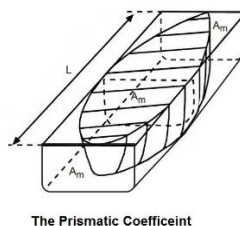
5. *Midship Coefficient* (CM) CM adalah perbandingan antara luas penampangtengah kapal dengan luas suatu penampang dengan lebar B dan tinggi T.



Gambar 2. 3 Midship Coefficient

Sumber : Cultofsea(2025)

6. *Block Coefficient* (CB), adalah perbandingan isi karene dengan suatu balokdengan panjang L, lebar B, dan tinggi T
7. $CB = \text{Volume}/L.B.T.$
8. *Tranverse Center of Bouyancy to Metacentre* (TBM), adalah jarak titik tekan *bouyancy* secara melintang terhadap titik meta-sentra. Satuan dalam meter (m).
9. *Prismatic Coefficient* (CP), adalah perbandingan isi karene dengan volumeprisma dengan luas penampang tengah kapal dan panjang L. $CP = \text{Volume}/MSA.L = Cb/Cm.$

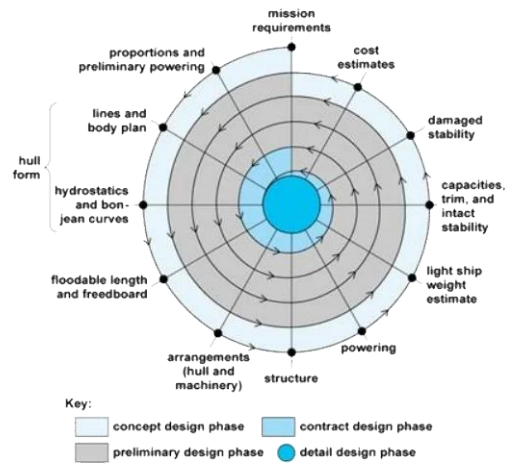


Gambar 2. 4 Prismatic Coefficient

Sumber : Cultofsea (2025)

10. *Moment to Change Trim One Centimeter* (MTC), adalah momen yang dibutuhkan untuk mengadakan trim kapal sebesar 1 cm. Satuan yang digunakan adalah Ton Meter.
11. *Displacement Due to One Centimeter of Trim by Stern* (DDT), adalah besar perubahan *Displacement* kapal yang diakibatkan oleh perubahan trim kapal sebesar 1 cm.
12. *Displacement*, adalah berat dari karène kapal, termasuk juga kulit kapal. Satuan yang digunakan dalam ton.
13. *Displacement Moulded*, adalah berat kapal tanpa kulit. Satuan dalam ton.
14. *Wetted Surface Area* (WSA), adalah luas permukaan badan kapal yang tercelup untuk tiap-tiap sarat kapal.
15. *Longitudinal Center of Bouyancy to Metacenter* (LBM), adalah jarak titik tekan bouyancy secara memanjang terhadap titik metasentra. Satuan dalam meter.
16. *Longitudinal of Keel to Metacenter* (LKM), adalah letak metasentra memanjang terhadap lunas kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Satuan dalam meter.
17. *Longitudinal Center of Bouyancy* (LCB), adalah jarak titik tekan buoyancy terhadap penampang tengah kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Satuan dalam meter.
18. *Longitudinal Center of Flootation* (LCF), adalah jarak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Satuan dalam meter.
19. *Keel to Centre of Bouyancy* (KB), adalah jarak titik tekan hidrostatik kelunas kapal. Satuan dalam meter.
20. *Transverse of Keel to Metacenter* (TKM), adalah letak metasentra melintang terhadap lunas kapal untuk tiap-tiap sarat kapal, Satuan dalam meter.

2.7 Teori Desain Kapal



Sumber: http://www.marinewiki.org/images/Ship_design_spiral.jpg

Gambar 2. 5 Spiral Ship Design

Sumber :Inameq(2025)

Desain kapal adalah suatu proses rekayasa yang bertujuan untuk merencanakan dan menentukan bentuk, ukuran, struktur, serta sistem kapal agar mampu memenuhi fungsi operasional tertentu secara aman, efisien, dan ekonomis. Proses desain kapal mencakup aspek teknis seperti hidrodinamika, hidrostatika, stabilitas, struktur, propulsi, serta aspek non-teknis seperti kebutuhan pemilik kapal (*owner requirement*) dan kondisi perairan operasi.

Secara teoritis, desain kapal dibagi ke dalam beberapa tahap utama, yaitu:

a. *Concept Design*

Tahap awal untuk menentukan:

1. Jenis kapal (kapal wisata, kapal sungai, kapal niaga, dll.)
2. Fungsi utama kapal
3. Kecepatan rencana
4. Kapasitas muatan atau jumlah penumpang
5. Kondisi perairan operasi

Pada tahap ini, desain masih bersifat konseptual dan digunakan untuk menentukan kelayakan awal kapal.

b. Preliminary Design

Tahap ini mencakup:

1. Penentuan ukuran utama kapal (panjang, lebar, tinggi, *Draft*)
2. Pemilihan bentuk lambung kapal
3. Perhitungan hidrostatik dan stabilitas awal
4. Estimasi daya mesin dan hambatan kapal

Tahap ini sangat penting karena menjadi dasar untuk semua perhitungan lanjutan.

c. Contract Design

Pada tahap ini, desain kapal sudah lebih rinci dan mencakup:

1. Gambar rencana umum (*General Arrangement*)
2. Spesifikasi teknis utama
3. Analisis performa kapal secara detail

Desain pada tahap ini biasanya digunakan sebagai dokumen kontrak pembangunan kapal.

d. Detail Design

Tahap akhir desain yang mencakup:

1. Gambar konstruksi
2. Desain struktur kapal
3. Sistem perpipaan, kelistrikan, dan keselamatan

Tahap ini digunakan langsung untuk proses pembangunan kapal di galangan.

2.8 Metode Desain Kapal

Desain kapal merupakan suatu proses perancangan yang kompleks karena melibatkan banyak parameter teknis yang saling berhubungan, seperti ukuran utama kapal, bentuk lambung, stabilitas, kekuatan struktur, dan performa operasional. Oleh karena itu, dalam perancangan kapal diperlukan suatu metode desain yang sistematis agar diperoleh hasil desain yang memenuhi kebutuhan operasional serta layak secara teknis.

2.8.1 *Parent Design Approach*

Parent Design Approach merupakan metode desain kapal yang menggunakan kapal yang telah ada dan terbukti beroperasi dengan baik sebagai acuan utama dalam proses perancangan. Kapal acuan tersebut dikenal sebagai *parent ship*. Dalam metode ini, desain kapal baru dikembangkan dengan melakukan modifikasi terhadap ukuran utama, kapasitas, atau bentuk lambung kapal induk agar sesuai dengan kebutuhan desain yang baru.

Metode ini banyak digunakan karena relatif sederhana, risiko kegagalan desain lebih kecil, serta data teknis kapal induk biasanya sudah tersedia. *Parent Design Approach* sangat cocok diterapkan pada desain kapal sungai atau kapal pariwisata yang memiliki karakteristik operasional serupa dengan kapal-kapal yang telah ada sebelumnya.

2.8.2 *Trend Curve Approach*

Trend Curve Approach adalah metode desain kapal yang didasarkan pada hubungan statistik antar parameter kapal yang diperoleh dari data sejumlah kapal sejenis. Hubungan tersebut biasanya disajikan dalam bentuk kurva tren, seperti hubungan antara panjang kapal dengan *Displacement*, kecepatan dengan daya mesin, atau koefisien bentuk dengan jenis kapal.

Metode ini digunakan terutama pada tahap awal desain untuk memperoleh perkiraan awal ukuran utama kapal. Meskipun cepat dan praktis, akurasi metode ini sangat bergantung pada kualitas dan kesesuaian data kapal pembanding yang

digunakan. Oleh karena itu, metode ini umumnya dipadukan dengan metode desain lainnya.

2.8.3 *Iterative Design Approach*

Iterative Design Approach merupakan metode desain kapal yang dilakukan melalui proses pengulangan(iterasi). Dalam metode ini, desain awal kapal dianggap sebagai solusi sementara yang kemudian dievaluasi dan diperbaiki secara berulang hingga memenuhi seluruh kriteria desain yang ditetapkan.

Setiap perubahan pada satu parameter desain, seperti ukuran utama atau berat kapal, akan memengaruhi parameter lainnya, sehingga diperlukan proses evaluasi ulang.

2.8.4 *Parametric Design Approach*

Parametric Design Approach adalah metode desain kapal yang menggunakan parameter-parameter desain dan persamaan matematis untuk menggambarkan hubungan antar elemen kapal. Parameter yang digunakan antara lain panjang, lebar, sarat, koefisien blok, serta parameter hidrostatis lainnya.

Metode ini memungkinkan perancang untuk dengan cepat mengevaluasi pengaruh perubahan satu parameter terhadap performa kapal secara keseluruhan. Pendekatan parametrik banyak digunakan dalam desain kapal kecil dan kapal sungai karena mampu menyesuaikan desain dengan keterbatasan lingkungan operasional, seperti kedalaman sungai dan lebar alur pelayaran.

2.8.5 *Optimization Design Approach*

Optimization Design Approach merupakan metode desain kapal yang bertujuan untuk memperoleh solusi desain terbaik berdasarkan fungsi objektif tertentu dengan tetap memperhatikan batasan desain (*constraints*). Fungsi objektif yang digunakan dapat berupa minimasi hambatan, minimasi berat struktur, minimasi konsumsi bahan bakar, atau maksimasi stabilitas kapal.

Metode ini umumnya memanfaatkan teknik optimasi matematis atau komputasi numerik. Meskipun menghasilkan desain yang sangat efisien,

Optimization Design Approach memerlukan data desain yang cukup lengkap serta model matematis yang akurat, sehingga lebih sering diterapkan pada tahap desain lanjutan.

2.9 *Lines Plan*

Adalah gambar rencana bentuk lambung kapal. Gambar ini tersusun dari beberapa garis yang menggambarkan potongan lambung kapal secara memanjang, melintang, dan horizontal. Dalam satu gambar *Lines Plan* terdiri dari tiga gambar yakni, pandangan depan (*Lines Plan*), pandangan samping (*sheer plan*), dan pandangan atas (*half Breath plan*).

Body Plan (pandangan depan dan belakang) merupakan bagian dari rencanagaris yang memperlihatkan bentuk kapal jika kapal dipotong tegak melintang. Dari gambar terlihat lengkungan gading-gading (*station-station*). Bagian belakang dari midship digambar di sisi kiri centre line, dan bagian depan sebelahkanan centre line. Pada *Body Plan* yang digunakan sebagai sumbu vertikalnya adalah garis *centre line* dan sumbu horizontalnya adalah garis *base line*. Sedangkan garis pembagi horizontal adalah garis WL dan garis pembagi vertikal adalah garis BL.

Sheer plan merupakan gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara memanjang (pandangan arah samping). Panjang dari gambar *sheer plan* adalah *Length of Perpendicular* (LPP), dimana selanjutnya panjang keseluruhan kapal (LOA) dapat dicari dengan melakukan penambahan panjang pada LPP sesuai keinginan perancang. Pada *sheer plan*, LPP dibagi menjadi beberapa bagian yang sama oleh garis-garis station secara vertikal, sedangkan horizontal dibagi oleh garis *base lines* dan garis *water lines*. Data yang digunakan dalam pengerjaan ini *sheer plan* dari data *Height above base line* dan kurva yang dihasilkan Adalah kurva-kurva dari BL.

Half Breadth plan adalah pandangan atas dari kapal. *Half Breadth plan* adalah potongan-potongan horizontal dari badan kapal yang berupa kurva-kurva WL. Disini kita dapat melihat perubahan bentuk kapal tiap-tiap garis air.

Lines Plan adalah gambar pandangan atau gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (pandangan depan), secara memanjang (pandangan samping), dan vertikal memanjang (pandangan atas). *Lines Plan* ini bertujuan untuk melihat perubahan bentuk badan kapal dan mengetahui apakah kapal yang dibuat streamline atau tidak.

2.10 Rencana Umum (*General Arrangement Plan*)

Rencana umum (*General Arrangement Plan*) suatu kapal merupakan perencanaan ruangan, kompartemen, dan peralatan yang ada pada setiap geladak pada kapal yang didesain baik secara penempatan maupun ukurannya yang disesuaikan dengan tujuan dari kapal yang dibuat tersebut. Sehingga dari batasan diatas, ada 4 langkah yang harus dikerjakan, yakni:

1. Menetapkan ruangan utama.
2. Menetapkan batas-batas dari setiap ruangan.
3. Memilih dan menempatkan perlengkapan dan peralatan dalam batas dari ruangan tersebut.
4. Menyediakan jalan untuk menuju ruangan tersebut.

2.10.1 Konsep ruang akomodasi

Konsep ruang akomodasi merupakan salah satu aspek penting dalam penyusunan *General Arrangement* (GA) kapal penumpang maupun kapal wisata. Ruang akomodasi harus dirancang dengan mempertimbangkan fungsi kapal, keselamatan, kenyamanan penumpang, kemudahan sirkulasi, serta karakteristik daerah operasi. Berdasarkan konsep penataannya, ruang penumpang pada kapal wisata dapat dirancang dalam bentuk deck terbuka (*open deck*) maupun deck tertutup (*enclosed deck*) sesuai dengan kebutuhan operasional kapal.

Konsep deck tertutup (*enclosed deck*) merupakan tata letak ruang penumpang yang dilengkapi dengan dinding dan atap sebagai pelindung dari pengaruh lingkungan luar. Penggunaan konsep ini bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan penumpang terhadap paparan sinar matahari, hujan, angin, serta percikan air selama pelayaran. Selain itu, ruang tertutup memberikan perlindungan

yang lebih baik terhadap perubahan kondisi cuaca sehingga aktivitas penumpang dapat berlangsung dengan lebih nyaman.

Dalam penyusunan *General Arrangement*, konsep deck tertutup juga memberikan kemudahan dalam penempatan ruang penumpang, ruang navigasi, jalur sirkulasi, serta peralatan keselamatan sehingga distribusi ruang menjadi lebih teratur. Penataan ruang yang baik akan mendukung kemudahan akses penumpang, memperlancar proses evakuasi pada kondisi darurat, serta membantu menjaga distribusi beban kapal agar tetap seimbang.

Pemilihan konsep ruang akomodasi pada suatu kapal tidak hanya dipengaruhi oleh fungsi kapal, tetapi juga mempertimbangkan karakteristik daerah operasi, jumlah penumpang, tingkat kenyamanan yang diinginkan, serta persyaratan keselamatan yang berlaku. Oleh karena itu, konsep deck tertutup menjadi salah satu alternatif desain yang banyak digunakan pada kapal penumpang yang mengutamakan perlindungan dan kenyamanan penumpang selama pelayaran.

2.10.2 Hambatan Kapal

Menurut (Harvald, 1983) Hambatan kapal adalah gaya total yang menahan gerakan kapal saat bergerak di air, yang harus diatasi oleh sistem propulsi agar kapal dapat mempertahankan kecepatan tertentu. Hambatan ini muncul akibat interaksi antara lambung kapal dan fluida (air), serta akibat pembentukan gelombang di permukaan air.

Adapun untuk rumus hambatan total

$$R_T = R_F + R_R$$

di mana:

- a) R_T = hambatan total (N)
- b) R_F = hambatan gesek (*frictional Resistance*)
- c) R_R = hambatan sisa (*residual Resistance*)

Hambatan sisa mencakup hambatan gelombang dan hambatan tekanan.

2.10.3 Metode Hambatan Kapal

Maxsurf Resistance menyediakan algoritma yang berbeda untuk memperkirakan hambatan kapal. Hal ini dibagi dalam kelompok yang berbeda dan tergantung pada jenis lambung, antara lain:

1. Metode Lambung *Planing*
2. Metode Kapal Displasmen
3. Metode Analitik

1. Metode Lambung *Planing*

a. Savitsky (*Planing*)

Digunakan untuk memperkirakan hambatan dari lambung kapal ketika dalam kondisi kecepatan *Planing*

b. Blount and Fox (*Planing*)

Digunakan untuk memperkirakan hambatan dari lambung kapal ketika dalam kondisi kecepatan *Planing*. Algoritma ini didasarkan pada metode Savitsky *Planing* dengan perbaikan pada algoritma pada "hump speed", dimana kecepatan kapal baru mulai *Planing*. Metode ini dianggap lebih unggul dari metode perencanaan Savitsky untuk kapal yang memiliki berbagai sudut mati (dead rise) di after body, atau memiliki blok yang bervariasi di after body (yaitu tidak prismatic).

c. Lahtiharju

Digunakan untuk memperkirakan hambatan dari lambung kapal ketika dalam kondisi kecepatan *Planing*.

d. Wyman

Formulasi universal yang digunakan untuk menghitung hambatan lambung mode lambung *planing* dan displasmen. Metode seperti ini yang ditetapkan oleh Wyman untuk menghasilkan *Power Engine* yang sedang dihitung. Dengan demikian untuk menghitung hambatan, *Maxsurf* secara akurat memprediksi hambatan lambung, efisiensi keseluruhan harus ditambahkan pada pemilihan efisiensi *Power*.

Keseluruhan efisiensi memperhitungkan kerugian antara daya yang dikembangkan pada Daya Rem (mesin) dan Daya Efektif (hambatan lambung).

2. Metode Kapal Displasmen

a. *Wyman Metode*

Wyman juga dapat diterapkan pada kapal displasmen.

b. *Holtrop Algoritma*

ini dirancang untuk memprediksi hambatan tanker, kapal kargo umum, kapal penangkap ikan, kapal tunda, kapal kontainer dan frigat (Holtrop, 1978).

c. *Compton Algoritma*

ini dirancang untuk prediksi hambatan dari tipikal patroli pantai, pelatihan atau bentuk lambung tipe perahu motor rekreasi dengan buritan transom yang beroperasi di rezim perpindahan dan semi-*Planing*.

d. *Fung*

Algoritma ini berlaku untuk prediksi hambatan kapal displasmen dengan bentuk lambung transom buritan (umumnya digunakan untuk kapal yang lebih besar dari Compton). Regresi didasarkan pada data dari tes pada 739 model di lab model David Taylor dan terdiri lebih dari 10.000 poin data, Fung dan Leibman (1995).

e. *Van Oortmerssen*

Berguna untuk memperkirakan hambatan kapal-kapal kecil seperti kapal trawl dan kapal tunda. f. Series 60 Digunakan untuk memperkirakan ketahanan kapal kargo propeller tunggal.

g. *Korean Register of Shipping (KR) Barge*

Metode ini didasarkan pada algoritma prediksi hambatan dalam "Aturan untuk Survei Penarik Tongkang dan *Tugboat*" 2010 yang dikeluarkan oleh *Korean Register of Shipping* dan cocok untuk kapal berbentuk kotak (misalnya tongkang) yang beroperasi dalam mode displasmen.

3. Metode Analitik

a. *Slender Body Method*

Metode slender body didasarkan pada Tuck et al (1999) dan Couser et al (1996) yang tersedia dalam *Maxsurf Resistance*. Metode ini menggunakan pendekatan berbasis Michell (1898) untuk menghitung hambatan gelombang dari monohull simetris. Metode ini dapat diterapkan ke berbagai hullforms termasuk multihulls. Namun lambung individu harus ramping dan harus simetris terhadap garis tengah lambung masing-masing. Gaya angkat diabaikan dalam metode slender body yang dibatasi pada rentang kecepatan tertentu.

Pada penelitian desain kapal wisata sungai subayang, metode Wyman dipilih karena mampu memberikan prediksi hambatan dan kebutuhan daya untuk kapal dengan karakteristik lambung yang berada pada rentang semi-*Displacement* hingga *Planing*. Selain itu, metode ini telah tersedia dalam *Maxsurf Resistance* dan banyak digunakan pada penelitian desain kapal cepat sebagai metode estimasi awal kebutuhan daya mesin sebelum dilakukan validasi lebih lanjut.

2.10.4 Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak

Daya penggerak kapal merupakan daya yang dibutuhkan oleh sistem propulsi untuk mengatasi hambatan total kapal agar kapal dapat bergerak pada kecepatan tertentu. Kebutuhan daya ini sangat bergantung pada besar hambatan kapal, efisiensi sistem propulsi, serta kondisi operasional kapal.

Menurut Harvald (1983), perhitungan daya penggerak kapal dilakukan secara bertahap, dimulai dari daya efektif hingga daya mesin, dengan memperhitungkan berbagai rugi-rugi dalam sistem propulsi.

1. Daya Efektif (*Effective Power*, P_E)

Daya efektif adalah daya minimum yang diperlukan untuk mengatasi hambatan total kapal pada kecepatan tertentu.

$$P_E = R_T \cdot V$$

di mana:

- a) P_E = daya efektif (W)
- b) R_T = hambatan total kapal (N)
- c) V = kecepatan kapal (m/s)

Daya efektif merupakan daya teoritis yang bekerja langsung pada lambung kapal dan tidak memperhitungkan kerugian pada baling-baling maupun sistem transmisi.

2. Daya Dorong (*Thrust Power*, P_T)

Daya dorong adalah daya yang dihasilkan oleh baling-baling untuk menghasilkan gaya dorong (*thrust*) yang mampu mengatasi hambatan kapal. Hubungan antara daya efektif dan daya dorong dinyatakan dengan efisiensi lambung (*Hull Efficiency*, η_H):

$$P_T = \frac{P_E}{\eta_H}$$

dengan:

$$\eta_H = \frac{1 - t}{1 - w}$$

di mana:

- a) t = thrust deduction factor
- b) w = wake fraction

Nilai t dan w diperoleh dari data empiris atau hasil pengujian model kapal.

3. Daya Poros (*Shaft Power*, P_S)

Daya poros adalah daya yang harus disediakan pada poros baling-baling setelah memperhitungkan efisiensi baling-baling (*Propeller Efficiency*, η_P).

$$P_S = \frac{P_T}{\eta_P}$$

Efisiensi baling-baling dipengaruhi oleh:

- a) Diameter baling-baling
- b) Pitch ratio
- c) Putaran
- d) Kondisi aliran air di belakang lambung

4. Daya Rem (*Brake Power*, P_B)

Daya rem adalah daya yang harus dihasilkan oleh mesin utama kapal untuk menggerakkan baling-baling melalui sistem transmisi.

$$P_B = \frac{P_S}{\eta_S}$$

di mana:

- a) η_S = efisiensi sistem transmisi (*gearbox*, bantalan, kopling)

Umumnya nilai η_S berkisar antara 0,95 – 0,98.

5. Daya Mesin Terpasang (*Installed Power*)

Dalam praktik desain, daya mesin yang dipilih harus lebih besar dari daya rem untuk mengantisipasi:

- a) Kondisi cuaca
- b) Fouling lambung
- c) Degradasi performa mesin

Oleh karena itu digunakan *sea margin* dan *Engine margin*:

$$P_{inst} = P_B \cdot (1 + SM + EM)$$

di mana:

- a) SM = *sea margin* (± 10 – 15%)
- b) EM = *Engine margin* ($\pm 10\%$)

2.10.5 Pembagian Ruangan-Ruangan Utama (*Main-Spaces*)

1. Ruangan Mesin (*machinary spaces*)

- a) Menentukan letak ruang mesin (ditengah kapal, dibelakang kapal atau
- b) diantara tengah dan belakang kapal) dengan mempertimbangkan jenis
- c) muatan, volume ruang muatan, *ballast*, trim, dll.
- d) Menentukan kebutuhan volume ruangan mesin dan panjang ruang mesin dengan memperhatikan ukuran mesin induk dan layout kamar mesin.
- e) Menentukan ukuran mesin induk berdasarkan jenis, jumlah tenaga, dan putaran mesin.
- f) Menentukan secara garis besar layout dari kamar mesin (letak mesin induk, mesin-mesin bantu dan lain-lain peralatan utama).
- g) Menentukan tinggi pondasi mesin dengan memperhatikan tinggi *double bottom* dan tinggi propeller shaft (sumbu baling-baling).
- h) Menentukan letak dan ukuran dari *Engine opening Engine room skylight* dan funnel (cerobong), dengan memperhatikan juga means of scape.
- i) Untuk layout dari kamar mesin perlu juga diperhatikan settling dan servicetanks.

2. Ruangan Akomodasi Anak Buah Kapal dan Penumpang

Menentukan letak, jumlah, jenis, kapasitas, serta ukuran dari ruangan ruangan berikut (termasuk perlengkapan didalamnya) berdasarkan tingkatan dan jumlah anak buah kapal dan penumpang dengan memperhatikan *super structure* dan *deck-house* yang tersedia.

- a) *Sleeping room*.
- b) *Acces* (jalan), ladder dan stairs dalam hubungannya dengan means of escape sesuai konvensi SOLAS 1960 / 1974.

3. Ruangan Navigasi

Menentukan letak dan luas dari ruangan navigasi yang meliputi:

- a) *Wheel house*.
- b) *Chart room*
- c) *Radio room*

- d) Dalam hubungan dengan navigasi perlu diperhatikan letak, jenis, dan jumlah dari lampu navigasi yang dibutuhkan.

2.11 Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak semula setelah mendapat gangguan gaya, seperti angin, gelombang, atau distribusi muatan yang berubah. Dalam konteks desain kapal pariwisata, stabilitas menjadi parameter krusial karena berhubungan langsung dengan keselamatan penumpang dan operasi kapal saat berlayar (Santoso & Ikhsan, 2021).

2.11.1 Konsep Dasar Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal dipengaruhi oleh hubungan geometris antara titik berat kapal (G), titik apung atau buoyancy (B), dan metasenter (M) — sebuah titik imajiner tempat gaya apung diproyeksikan ketika kapal miring. Kapal dikatakan stabil jika metasenter (M) berada di atas titik berat (G) ketika kapal berada tegak atau dalam kemiringan kecil.

2.11.2 Besaran Utama dalam Stabilitas Kapal

- a) Metasenter dan Metacentric *Height* (GM)
- b) Metacentric *Height* (GM) adalah jarak vertikal antara titik berat kapal (G) dengan metasenter (M).

Nilai GM merupakan indikator stabilitas awal kapal:

- a) GM positif → kapal akan cenderung kembali tegak setelah kemiringan kecil.
- b) GM negatif → kapal cenderung tumbang atau tidak stabil.

Rumus dasar:

$$GM = KM - KG$$

di mana:

- GM = metacentric *Height*
- KM = jarak dari dasar lunas ke metasenter

- KG = jarak dari dasar lunas ke titik berat kapal

Sementara hubungan antara titik-titik utama lainnya:

$$KM = KB + BM$$

dan:

$$BM = \frac{I}{\nabla}$$

di mana:

- KB = jarak dari *keel* ke *centre of buoyancy*
- BM = metacentric radius
- I = momen inersia bidang garis air
- ∇ = volume displaced (*Displacement*) kapal

2.11.3 Lengan Pengembali (*Righting Arm*) dan Momen Stabilitas

Stabilitas kapal sering diukur melalui lengan pengembali (GZ), yaitu jarak horizontal antara garis aksi gaya apung dan garis aksi gaya berat pada sudut oleng tertentu. Lengan pengembali menjadi dasar perhitungan momen penegak (*righting moment*), yang menandakan kemampuan kapal mengembalikan posisinya.

Untuk sudut kecil kemiringan (θ):

$$GZ = GM \cdot \sin(\theta)$$

dan momen stabilitas statisnya:

$$M = \Delta \cdot GZ = \Delta \cdot GM \cdot \sin(\theta)$$

di mana:

- M = momen stabilitas statis
- Δ = berat kapal atau *Displacement* kapal
- θ = sudut oleng kapal dari posisi tegak

2.11.4 Kriteria Stabilitas Menurut IMO (HSC Code 2000)

Analisis stabilitas pada penelitian ini mengacu pada kriteria stabilitas utuh (*intact stability*) yang dievaluasi menggunakan perangkat lunak *Maxsurf Stability* berdasarkan parameter *Area GZ*, *Maximum GZ*, *Angle of maximum GZ*, dan *Initial GM* sesuai kriteria yang digunakan dalam *IMO HSC Code 2000*. Kriteria-kriteria ini bertujuan untuk memastikan bahwa kapal memiliki cadangan stabilitas yang memadai terhadap gangguan eksternal dan tetap aman dalam berbagai kondisi operasional. Dalam konteks kapal pariwisata sungai, penerapan kriteria ini menjadi sangat penting mengingat adanya variasi muatan penumpang dan kondisi aliran sungai yang berubah-ubah (Santoso et al., 2025).

1. *Weather Criterion*

Weather criterion digunakan untuk mengetahui kemampuan kapal dalam menghadapi pengaruh momen oleng akibat angin. Pada kriteria ini, sudut oleng akibat pengaruh angin dibatasi agar tidak melebihi nilai yang ditentukan.

Batas sudut oleng yang digunakan adalah:

$$\text{Angle of steady heel} \leq 16,0 \text{ deg}$$

Pada *Maxsurf*, nilai 16,0 deg merupakan nilai batas (Value), sedangkan nilai *Actual* merupakan hasil perhitungan sudut oleng kapal. Kondisi kapal dinyatakan memenuhi kriteria apabila nilai *Actual* tidak melebihi nilai Value.

2. *Area 0 to 30 or GZmax*

Luas di bawah kurva GZ digunakan untuk menunjukkan kemampuan kapal dalam menghasilkan lengan penegak ketika mengalami kemiringan. Kriteria ini mengevaluasi luas kurva stabilitas dari kondisi awal sampai sudut 30 derajat atau sampai sudut terjadinya GZ maksimum sesuai dengan kondisi yang ditentukan.

Pada *Maxsurf*, nilai batas yang digunakan adalah:

$$\text{Area 0 to 30 or GZmax} \geq 3,1510 \text{ m.deg}$$

Nilai *Actual* kemudian dibandingkan dengan nilai tersebut. Apabila nilai *Actual* lebih besar atau sama dengan 3,1510 m.deg, maka kondisi kapal dinyatakan Pass.

3. *Area 30 to 40*

Kriteria *Area 30 to 40* digunakan untuk mengevaluasi kemampuan stabilitas kapal pada sudut kemiringan yang lebih besar. Pemeriksaan dilakukan terhadap luas di bawah kurva GZ pada rentang sudut 30 derajat sampai 40 derajat atau sampai batas sudut downflooding apabila terjadi lebih dahulu.

Nilai batas yang digunakan pada *Maxsurf* adalah:

$$\text{Area 30 to 40} \geq 1,7190 \text{ m.deg}$$

Kondisi kapal dinyatakan memenuhi apabila nilai *Actual* lebih besar atau sama dengan 1,7190 m.deg.

4. *Max GZ at 30 or greater*

GZ merupakan lengan penegak yang menunjukkan kemampuan kapal untuk kembali menuju posisi tegak setelah mengalami kemiringan. Nilai GZ maksimum merupakan salah satu parameter penting dalam evaluasi stabilitas kapal.

Pada *Maxsurf*, kriteria *Max GZ at 30 or greater* memiliki batas:

$$\text{GZ}_{\max} \geq 0,200 \text{ m}$$

Kapal dinyatakan memenuhi kriteria apabila nilai GZ maksimum hasil perhitungan lebih besar atau sama dengan 0,200 m dan nilai maksimum tersebut dicapai pada sudut 30 derajat atau lebih.

5. *Angle of maximum GZ*

Angle of maximum GZ menunjukkan sudut kemiringan ketika kapal mencapai nilai lengan penegak maksimum. Kriteria ini digunakan untuk memastikan bahwa nilai GZ maksimum tidak terjadi pada sudut kemiringan yang terlalu kecil.

Batas yang digunakan pada *Maxsurf* adalah:

Angle of maximum GZ $\geq 15,0$ deg

Kondisi kapal dinyatakan memenuhi apabila sudut terjadinya GZ maksimum lebih besar atau sama dengan 15,0 derajat.

6. *Initial GMt*

Initial GMt merupakan tinggi metasentrik transversal awal yang menunjukkan karakteristik stabilitas awal kapal terhadap kemiringan transversal. Nilai GMt yang lebih besar menunjukkan adanya kemampuan stabilitas awal yang lebih besar terhadap kemiringan kecil.

Batas yang digunakan pada *Maxsurf* adalah:

Initial GMt $\geq 0,150$ m

Kondisi kapal dinyatakan memenuhi apabila nilai GMt hasil perhitungan lebih besar atau sama dengan 0,150 m.

7. Kriteria stabilitas yang digunakan dalam penelitian

Berdasarkan kriteria "*HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact*" pada *Maxsurf*, parameter yang digunakan dalam pemeriksaan stabilitas kapal

2.11.5 Load Case

Load case adalah suatu kondisi pembebanan tertentu yang diasumsikan bekerja pada kapal saat dilakukan analisis struktur dan stabilitas. Setiap kondisi operasi menghasilkan distribusi berat dan gaya apung yang berbeda, sehingga tegangan konstruksi serta kemampuan kapal untuk kembali tegak juga berbeda. Karena kapal tidak selalu beroperasi dalam keadaan yang sama, beberapa *Load case* perlu diperiksa agar desain benar-benar aman.

1. *Lightship* (kapal kosong)

Kondisi *Lightship* merupakan keadaan kapal tanpa penumpang dan muatan, hanya terdiri dari berat struktur, mesin, dan perlengkapan tetap. Pada kondisi ini berat total kecil namun tetap dapat menimbulkan momen lengkung pada badan

kapal. Analisis dilakukan untuk mengetahui karakter dasar kapal, seperti posisi titik berat awal dan stabilitas awal sebelum menerima beban operasi.

2. Full *Passenger* (muatan penuh merata)

Kondisi *full Passenger* menggambarkan kapal beroperasi normal dengan seluruh penumpang dan barang bawaan tersebar merata. Beban total menjadi maksimum sehingga struktur menerima pembebanan terbesar dalam operasi harian. Kondisi ini dipakai untuk memastikan kapal mampu menahan berat rencana dan tetap memiliki stabilitas yang cukup.

3. Penumpang terkonsentrasi satu sisi (*worst-case*)

Kondisi ini terjadi ketika penumpang berkumpul di salah satu sisi kapal sehingga distribusi berat tidak seimbang. Akibatnya kapal mengalami kemiringan, timbul momen puntir pada struktur, dan cadangan stabilitas berkurang. Karena menghasilkan pengaruh paling kritis, kondisi ini digunakan sebagai batas keselamatan untuk memastikan kapal tetap aman pada situasi ekstrem.

2.12 Konstruksi

Konstruksi kapal adalah ilmu dan praktik perancangan elemen struktural kapal agar mampu menahan beban operasional dan lingkungan secara aman serta efisien. Pada kapal pariwisata, konstruksi tidak hanya menanggung beban struktural, tetapi juga memprioritaskan keselamatan dan kenyamanan penumpang dalam kondisi operasi beragam. Elemen struktural kapal meliputi lambung, rangka, geladak, sekat, dan bangunan atas, yang dirancang sebagai satu sistem yang saling terkoneksi sehingga menghasilkan kapal yang stabil, kuat, dan tahan terhadap kondisi dinamis di perairan. Struktur konstruksi kapal pariwisata harus dapat mengakomodasi beban statis dan dinamis secara serempak, termasuk berat kapal, muatan penumpang, beban gelombang atau arus, serta gaya-gaya lokal lainnya yang muncul akibat manuver kapal. (Efendy et al., 2024)

2.12.1 Sistem Struktur Kapal

a. Konstruksi Longitudinal

Konstruksi longitudinal adalah susunan elemen struktural yang memanjang dari haluan ke buritan kapal, yang berfungsi untuk menahan momen lentur dan tegangan sepanjang sumbu memanjang akibat tekanan air dan beban muatan. Elemen *longitudinal* termasuk balok *longitudinal* pada geladak dan rangka dasar bawah. Sistem ini mengontrol *stiffness* longitudinal kapal sehingga kapal tidak mudah melengkung di tengah saat berada dalam gelombang atau muatan tidak merata.

b. Konstruksi Melintang

Konstruksi melintang terdiri dari *Frames* (tulang rusuk) dan sekat-sekat transversal yang melintang dari satu sisi lambung ke sisi lainnya. Struktur melintang berfungsi untuk:

- a) Menahan tekanan lateral air pada lambung,
- b) Menyokong geladak dan deck house yang membawa aktivitas penumpang,
- c) Meningkatkan rigiditas transversal kapal untuk pencegahan deformasi akibat beban lateral.

Dalam kapal pariwisata, yang biasanya memiliki ruang penumpang di atas geladak dan superstruktur yang lebih kompleks daripada kapal kerja, kekuatan dan jarak *Frame* harus direncanakan agar meminimalkan deformasi dan getaran, sekaligus menjaga keamanan pengguna.

2.12.2 Elemen Utama Konstruksi Kapal Pariwisata

a. Lambung kapal

Lambung kapal adalah struktur primer yang berinteraksi dengan air. Lambung dirancang untuk menerima tekanan hidrostatik secara merata, menahan benturan ringan dengan sedimen, serta menjaga kedap air.

b. Rangka (*Frames & Girders*)

Rangka merupakan struktur tulang yang mendukung lambung dan geladak. *Frames* (rusuk melintang) mengambil beban *transversal*, sementara *girders* dan longitudinal beams mengatasi beban sepanjang kapal.

c. Geladak (*Deck*)

Geladak adalah permukaan kapal yang menahan beban penumpang dan aktivitas. Pada kapal pariwisata, geladak sering kali datar, terbuka, dan membutuhkan distribusi beban yang merata melalui rangka di bawahnya.

d. Sekat (*Bulkhead*)

Sekat adalah dinding internal yang memisahkan ruang-ruang kapal. Sekat berperan dalam integritas struktural, pembagian ruang, serta aspek keselamatan bila terjadi masuknya air.

2.12.3 Material Konstruksi Kapal Pariwisata

Pemilihan material konstruksi adalah aspek krusial karena material menentukan berat kapal, efisiensi bahan bakar, kekuatan struktural, dan umur pakai. Dalam penelitian ini penulis memilih menggunakan aluminium sebagai material konstruksi

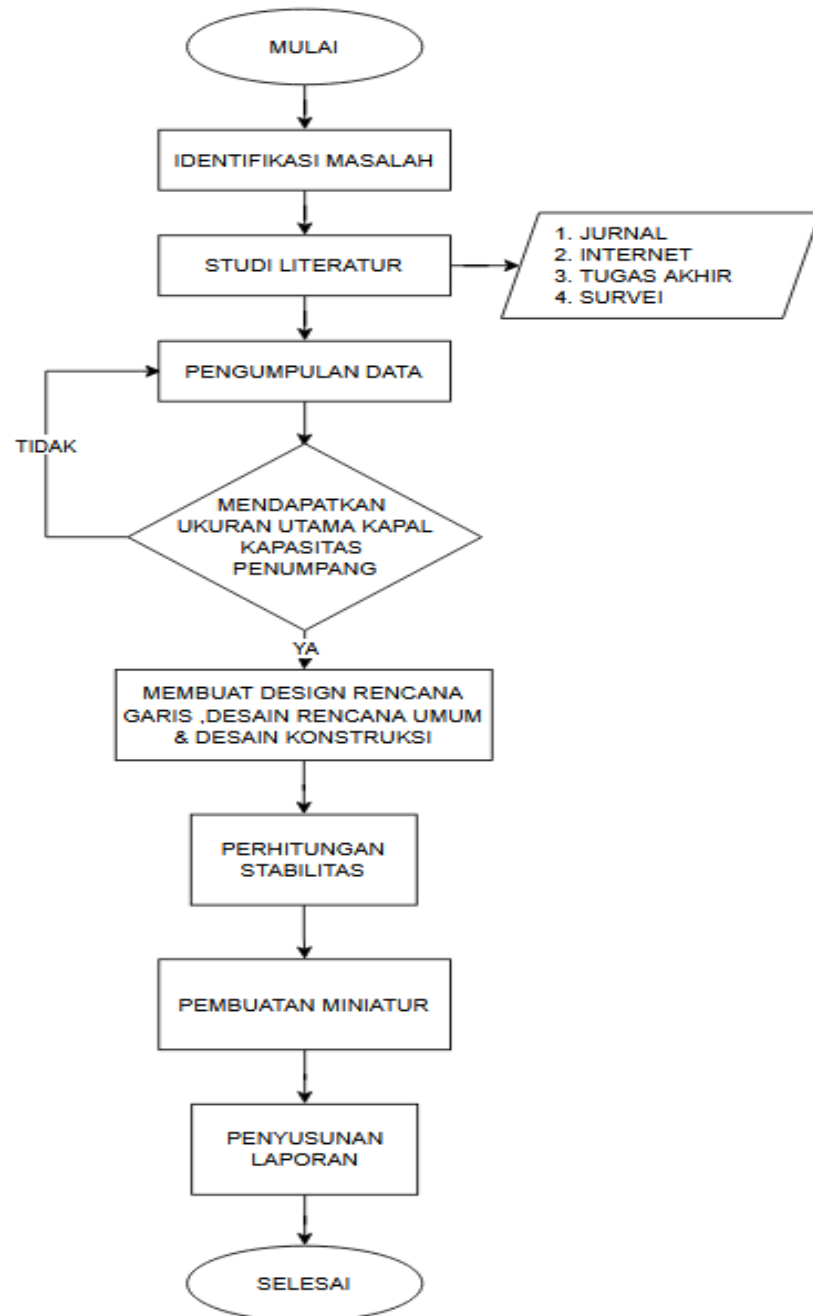
a. Aluminium

Aluminium adalah material ringan, tahan korosi, dan mudah dibentuk. Kelebihan utama aluminium adalah rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, sehingga cocok untuk kapal kecil sampai menengah yang membutuhkan efisiensi dan kecepatan rencana. Namun, aluminium perlu diproteksi terhadap galvanic corrosion bila bersentuhan dengan material lain.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 *Flow Chat*



Gambar 3. 1 Flow Chat

3.2 Tahapan Penelitian

3.2.1 Identifikasi Masalah

Kapal yang biasanya digunakan oleh pengunjung untuk menikmati keindahan alam disekitar Sungai Subayang menggunakan perahu motor yang memiliki kapasitas 7 penumpang, sedangkan untuk kebutuhan di hari-hari biasa digunakan untuk mengangkut sayur ke daerah terpencil. Kapal ini beroperasi apabila kondisi Sungai aman. Perahu Motor wisatawan yang biasa digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3. 2 Kapal Wisata Sungai subayang

Study literature dilakukan untuk memperoleh pengetahuan beserta teori-teori yang terkait dengan Tugas Akhir tugas akhir ini, penulis mengumpulkan berbagai referensi yang diperlukan, baik dalam bentuk jurnal-jurnal, survei langsung ke lapangan dan internet yang berkaitan dengan judul Tugas Akhir.

3.2.2 Pengumpulan Data

Setelah data-data yang diperlukan sudah terkumpul, kemudian disesuaikan dengan literatur yang sudah dipelajari untuk dilakukan analisis data. Analisis data ini dilakukan untuk menentukan *design requirement* meliputi kapasitas jumlah penumpang.

3.2.3 Penentuan Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal ditentukan dengan metode muatan atau kapasitas penumpang serta mencari referensi-referensi yang sesuai dengan muatan yang akan dibawa oleh kapal tersebut.

3.2.4 Merencanakan *Lines Plan*

Rancang bangun lambung kapal adalah hal yang sangat penting dalam membuat kapal karena akan memengaruhi stabilitas kapal, kecepatan rencana kapal, konsumsi bahan bakar, kedalaman yang diperlukan dalam kaitannya dengan kolam pelabuhan yang akan disinggahi serta kedalaman rute pelayaran yang dilalui oleh kapal itu sendiri.

3.2.5 Membuat Rencana Umum *General Arrangement*

General Arrangement atau rencana umum dari kapal bisa didefinisikan sebagai penentuan dari ruangan kapal untuk segala kegiatan dan peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan letak dan jalan untuk mencapai ruangan tersebut. Sehingga dari batasan diatas, ada 4 tahapan yang penting dikerjakan, yaitu:

- a) Menetapkan ruangan utama.
- b) Menetapkan batas-batas dari setiap ruangan.
- c) Memilih dan menempatkan perlengkapan dan peralatan dalam batas dari ruangan tersebut.
- d) Menyediakan jalan untuk menuju ruangan tersebut.

3.2.6 Membuat Desain Konstruksi

Tahap perancangan konstruksi kapal dilakukan setelah ukuran utama dan bentuk lambung ditetapkan. Pada tahap ini dirancang sistem struktur kapal yang meliputi rangka, pelat lambung, geladak, sekat, serta bangunan atas. Pemilihan sistem konstruksi dan material aluminium, disesuaikan dengan kondisi operasi kapal wisata tipe speed boat sungai serta kebutuhan kekuatan struktur, keselamatan, dan kemudahan perawatan. Hasil tahap ini berupa gambar konstruksi dan spesifikasi struktur kapal yang memenuhi persyaratan keselamatan.

3.2.7 Perhitungan Stabilitas

Stabilitas dilakukan untuk memastikan desain kapal wisata tipe speed boat aman dioperasikan. Parameter hidrostatis kapal dihitung untuk memperoleh *Displacement*, pusat apung, serta posisi titik berat kapal. Selanjutnya dihitung nilai GM, lengan pengembali (GZ), dan kurva stabilitas pada beberapa kondisi pembebanan. Evaluasi dilakukan berdasarkan *IMO (HSC Code 2000)* yang diterbitkan oleh IMO. Dalam proses perancangan kapal, penentuan *Load case* menjadi bagian penting karena setiap kondisi pembebanan akan memengaruhi kekuatan struktur dan stabilitas kapal. Penulis tidak hanya menghitung apakah struktur mampu menahan beban, tetapi juga memastikan kapal tetap stabil pada berbagai kemungkinan kondisi operasi seperti:

1. *Lighship*

Pada kondisi *Lightship*, kapal berada dalam keadaan kosong tanpa penumpang maupun muatan. Kondisi ini biasanya dijadikan acuan awal dalam desain untuk mengetahui karakter dasar kapal, seperti posisi titik berat awal dan nilai tinggi metasentrik (GM).

2. *Full Passenger*

Kondisi *full Passenger* menggambarkan keadaan saat kapal beroperasi sesuai kapasitas rencana dengan penumpang tersebar merata. Pada tahap desain, kondisi ini umumnya dijadikan dasar penentuan dimensi struktur karena beban total yang bekerja paling besar dalam operasi normal. Penambahan berat penumpang akan menaikkan titik berat kapal sehingga dapat memengaruhi nilai GM dan respon stabilitasnya.

3. Penumpang terkonsentrasi satu sisi (*worst-case*).

kondisi penumpang terkonsentrasi pada satu sisi dipertimbangkan sebagai kondisi terburuk dalam desain. Dalam situasi tertentu, penumpang bisa saja berkumpul di satu sisi sehingga terjadi pergeseran titik berat secara transversal dan kapal mengalami kemiringan.

3.2.8 Pembuatan Miniatur

Pembuatan miniatur dilakukan untuk memvisualisasikan hasil desain kapal dalam bentuk model skala.

3.2.9 Penyusunan Laporan

Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil pelaksanaan Tugas Akhir ini sehinggadidapatkan suatu jawaban dari permasalahan yang dipecahkan, sesuai dengantujuan dilaksanakannya penyusunan Tugas Akhir ini.

3.3 Model/Perancangan

Model perancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah perancangan kapal wisata sungai tipe speed boat monohull berbahan aluminium yang dirancang untuk mengangkut 20 orang penumpang dan beroperasi di perairan Sungai Subayang, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Pemilihan model kapal didasarkan pada karakteristik sungai yang memiliki alur berkelok, arus yang cukup deras pada beberapa lokasi, serta kebutuhan transportasi wisata yang mengutamakan waktu tempuh, keselamatan, dan kenyamanan penumpang.

Metode perancangan yang digunakan adalah *Optimization Design Approach* dengan pendekatan *Parent Ship Approach*. Pada metode ini, ukuran utama kapal ditentukan berdasarkan analisis statistik dan regresi terhadap beberapa kapal pembanding yang memiliki fungsi, tipe lambung, dan kapasitas penumpang yang serupa. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan ukuran utama kapal yang selanjutnya disesuaikan dengan kebutuhan operasional di Sungai Subayang.

Tahap selanjutnya adalah pembuatan *Lines Plan* untuk memperoleh bentuk lambung yang memiliki karakteristik hidrodinamika yang baik, sehingga mampu menghasilkan hambatan yang relatif kecil pada kecepatan rencana. Setelah bentuk lambung diperoleh, dilakukan penyusunan *General Arrangement* (GA) sebagai dasar penempatan ruang kemudi, *Area* penumpang, mesin tempel, tangki bahan bakar, perlengkapan keselamatan, serta fasilitas pendukung lainnya.

Model kapal yang telah dirancang kemudian dianalisis melalui serangkaian perhitungan teknis yang meliputi perhitungan hidrostatik, hambatan kapal, kebutuhan daya mesin, stabilitas, berat kapal (*Light Weight* dan *Dead Weight*), kapasitas tangki bahan bakar, serta analisis konstruksi aluminium. Analisis stabilitas dilakukan mengacu pada *IMO High Speed Craft (HSC) Code 2000*, sedangkan perancangan konstruksi aluminium mengacu pada *BKI Rules for High Speed Craft* (July 2026 Edition, Pt 3, Vol III, Sec 3).

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penyusunan gambar teknik yang meliputi *Lines Plan*, *General Arrangement*, dan gambar konstruksi sebagai acuan pembuatan miniatur kapal. Miniatur dibuat dengan skala 1:22 sebagai representasi fisik dari desain kapal yang telah dirancang. Pembuatan miniatur bertujuan untuk memvisualisasikan bentuk lambung, tata letak ruang kapal sehingga hasil perancangan dapat ditampilkan secara lebih nyata dan mudah dipahami. Miniatur tersebut menjadi luaran akhir penelitian yang merepresentasikan desain kapal wisata Sungai Subayang sesuai dengan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang diperlukan sebagai dasar proses perancangan kapal wisata Sungai Subayang. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan dan observasi secara langsung di lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi perairan, karakteristik rute pelayaran, serta kebutuhan operasional kapal wisata. Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui studi literatur dari buku, jurnal ilmiah, peraturan klasifikasi *IMO High Speed Craft (HSC) Code 2000* dan *IMO High Speed Craft (HSC) Code 2000*, serta referensi lain yang berkaitan dengan perancangan kapal wisata berbahan aluminium. Seluruh data yang telah diperoleh kemudian dianalisis dan digunakan sebagai dasar dalam proses perancangan kapal.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Ukuran Utama Kapal

Pengumpulan data dilakukan dengan metode, yaitu wawancara langsung, dan pengumpulan data dari berbagai sumber. Wawancara dan observasi dilaksanakan langsung di *Area* bumi perkemahan dan Wisata Alam Desa Gema, untuk memperoleh gambaran nyata secara langsung kebutuhan dan kekurangan pelayanan wisatawan di wisata alam Desa Gema. Selain itu, informasi juga diperoleh dari pekerja pariwisata dari Wisata Alam Desa Gema, salah satunya narasumber Bapak Rizal, yang merupakan pengelola kapal di Wisata Alam Desa Gema.

Tujuan dari survei ini adalah untuk mengumpulkan data dan informasi yang berkaitan dengan potensi pariwisata, kebutuhan transportasi wisata, serta pola perjalanan masyarakat dan wisatawan di Wisata Alam Desa Gema. Data yang diperoleh akan menjadi dasar dalam proses perancangan kapal wisata. Berikut adalah daftar jumlah kunjungan wisatawan atau pengguna jasa transportasi wisata setiap bulannya yang melakukan perjalanan dari Wisata Alam Desa Gema menuju Air Terjun Batu Dinding. dapat dilihat pada tabel 4.1 dan untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 1.1 Data Pengunjung.

Tabel 4. 1 Data Pengunjung

Bulan	Pengunjung
Januari-Juni	7050
Juli-Desember	9450
Total	16500

Berdasarkan Tabel diatas diperoleh data bahwa pada tahun 2025 jumlah wisatawan yang berkunjung pada tahun 2025 jumlah wisatawan Wisata Alam Desa Gema mencapai 16500 pengunjung pada tahun 2025. Sedangkan jika diuraikan

lebih detail lagi, jumlah wisatawan jumlah wisatawan sebanyak 46 orang per hari. Berdasarkan rata-rata jumlah wisatawan harian, karakteristik operasional kapal wisata, kondisi alur Sungai Subayang, serta mempertimbangkan efisiensi pelayanan dan kenyamanan penumpang, maka kapasitas kapal ditetapkan sebanyak 20 penumpang dengan 2 orang awak. Kapasitas tersebut juga digunakan sebagai dasar dalam pemilihan kapal pembanding untuk analisis regresi sehingga diperoleh ukuran utama kapal yang representatif.

4.1.1 Data Kapal Pembanding

Penentuan ukuran utama kapal pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode regresi berdasarkan data kapal pembanding. Metode ini dipilih karena mampu menghasilkan ukuran utama kapal yang mendekati kondisi operasional sebenarnya melalui hubungan statistik antara kapasitas penumpang dan dimensi utama kapal. Oleh karena itu, pemilihan kapal pembanding dilakukan secara selektif agar hasil regresi yang diperoleh representatif terhadap kapal yang akan didesain.

Tabel 4. 2 Data Kapal Pembanding

Nama Kapal	L	B	H	T	Kapasitas
FBI 1026 PA	12,5	3	1,2	0,55	18
FBI 1230 PB	10	2,6	1,2	0,55	15
FBI 1030 SF	12,5	3	1,2	0,55	25
FB 1535 KA	15	3,5	1,2	0,6	30
FRP JY 1230	15	3,5	1,2	0,6	30

Data kapal pembanding diperoleh dari penelitian terdahulu yang menggunakan beberapa kapal wisata sebagai acuan dalam penentuan ukuran utama kapal melalui metode regresi linier (Helmi *et al.*, 2025).. Kapal pembanding dipilih berdasarkan beberapa kriteria, yaitu memiliki fungsi sebagai kapal tipe speed boat

yang digunakan untuk kegiatan wisata maupun angkutan penumpang, menggunakan lambung monohull dengan karakteristik *Planing hull (modified-V)*, serta memiliki kapasitas penumpang berkisar 15–30 orang. Rentang kapasitas tersebut dipilih karena mendekati kapasitas desain kapal yang direncanakan, yaitu 20 penumpang, sehingga hubungan regresi yang diperoleh lebih representatif.

Selain itu, kapal pembanding memiliki panjang sekitar 10–15 meter, lebar 2,6–3,5 meter, dan beroperasi pada perairan sungai maupun perairan terlindung dengan karakteristik operasi yang sebanding dengan kondisi Sungai Subayang. Kesamaan fungsi, tipe lambung, kapasitas, dan dimensi utama tersebut diharapkan menghasilkan hubungan regresi yang sesuai sebagai dasar dalam menentukan ukuran utama kapal wisata tipe speed boat yang dirancang.

4.1.2 Metode Regresi Linear

Regresi linear adalah sebuah pendekatan untuk memodelkan hubungan antara variabel terikat Y dan satu atau lebih variabel bebas yang disebut X. Salah satu kegunaan regresi linear adalah untuk melakukan prediksi berdasarkan data yang telah dimiliki sebelumnya atau yang dilakukan maupun survey.

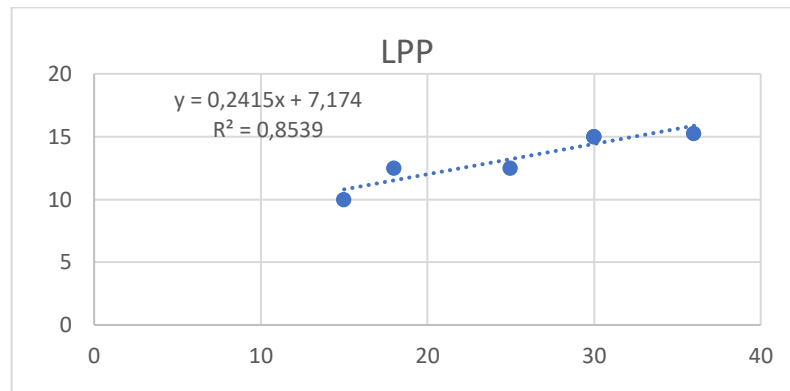
Metode regresi linier menggunakan metode regresi kuadrat terkecil, regresi kuadrat terkecil adalah suatu regresi dengan kontrainnya adalah jumlah kuadrat jarak vertikal setiap titik dalam data terhadap kurva regresi menjadi minimum. Maka untuk menentukan ukuran utama kapal dibutuhkan metode regresi tersebut.

R^2 atau Koefisien Determinasi adalah ukuran statistik yang menunjukkan seberapa baik model regresi menjelaskan variasi dalam data. Nilai R^2 berkisar antara 0 hingga 1. Jika nilai $R^2 = 0$ berarti model tidak dapat menjelaskan variasi dalam data, tapi jika nilai R^2 mendekati 1 berarti model menjelaskan variasi dalam data semakin akurat

Data dari Tabel 4.2 Tabel regresi data kapal pembanding dilanjutkan dengan pembuatan grafik perbandingan regresi linier sehingga mendapatkan beberapa grafik regresi linier dari masing-masing ukuran pokok kapal dengan perencanaan

regresi linier. Metode regresi dapat dicari ukuran utama kapal dari jumlah kapasitas yang direncanakan.

1. *Length between perpendicular (LPP)*



Gambar 4. 1 Grafik *Length between perpendicular*

Dari grafik pada gambar 4.1 mendapat rumus persamaan garisnya, yaitu $y = 0,2415x + 7,174$ dan $R^2 = 0,8539$. Variabel x diganti dengan kapasitas kapal yang direncanakan sebesar 20 orang.

Mencari LPP :

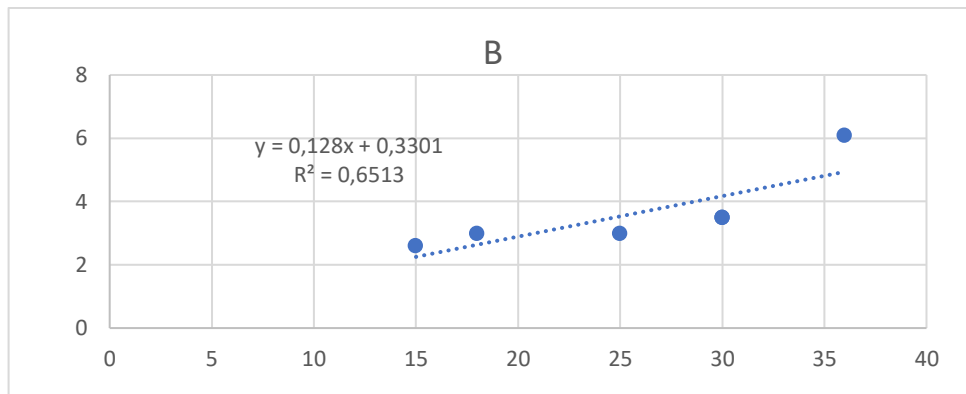
$$Y = 0,2415(X) + 7,174$$

$$Y = 0,2415(20) + 7,174$$

$$L = 12,00$$

Hasil analisis regresi menunjukkan nilai *Length between perpendicular* (LPP) sebesar 12,00 m. Nilai tersebut digunakan sebagai dimensi akhir karena telah memenuhi kebutuhan kapasitas kapal sebanyak 20 penumpang serta sesuai dengan karakteristik jalur pelayaran Sungai Subayang. Dengan lebar sungai rata-rata sekitar 38,17 m, kapal dengan panjang 12,00 m masih memiliki ruang manuver yang memadai pada tikungan maupun saat berpapasan dengan perahu lain. Oleh karena itu, tidak dilakukan perubahan terhadap nilai hasil regresi karena secara teknis telah memenuhi kebutuhan operasional kapal wisata.

2. *Breath* (B)



Gambar 4. 2 Grafik Breath Kapal

Dari grafik pada gambar 4.2 mendapat rumus persamaan garisnya, yaitu $y = 0,128x + 0,3301$ dan $R^2 = 0,6513$. Variabel x diganti dengan kapasitas kapal yang direncanakan sebesar 20 orang.

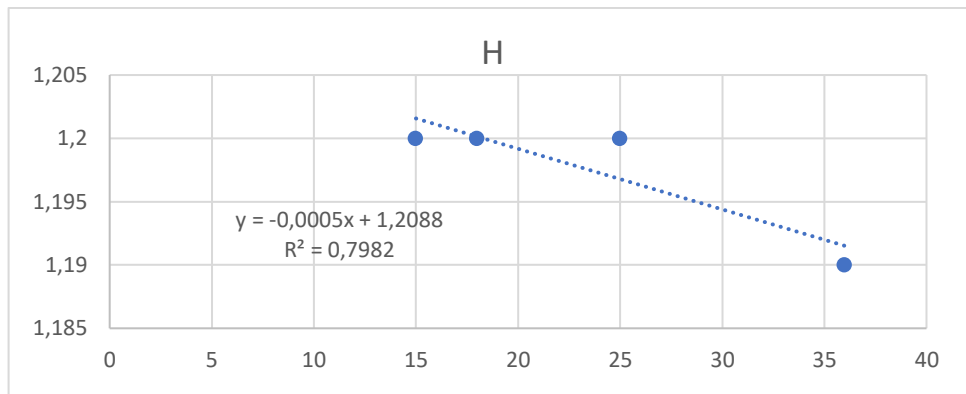
$$Y = 0,128(X) + 0,3301$$

$$Y = 0,128(20) + 0,3301$$

$$B = 2,8901$$

Hasil regresi menghasilkan lebar kapal sebesar 2,89 m, kemudian disesuaikan menjadi 3,00 m. Penyesuaian sebesar 0,11 m atau sekitar 3,8% dilakukan untuk meningkatkan stabilitas melintang (*transverse stability*) kapal selama beroperasi di Sungai Subayang yang memiliki kecepatan arus rata-rata 1,20 m/s dan dapat mencapai 2,20 m/s pada beberapa segmen. Penambahan lebar memberikan momen pemulih (*righting moment*) yang lebih baik sehingga kapal lebih stabil terhadap pengaruh arus maupun pergerakan penumpang. Meskipun mengalami penambahan lebar, dimensi 3,00 m masih sangat proporsional terhadap lebar sungai 38,17 m, sehingga kemampuan manuver kapal tetap terjaga. Penyesuaian dimensi utama seperti ini merupakan bagian dari proses *design refinement* pada tahap *preliminary ship design* (Papanikolaou, 2014).

3. *Height (H)*



Gambar 4. 3 Grafik Height Kapal

Dari grafik pada gambar 4.3 mendapat rumus persamaan garisnya, yaitu $y = -0,0005x + 1,2088$ dan $R^2 = 0,7982$. Variabel x diganti dengan kapasitas kapal yang direncanakan sebesar 20 orang.

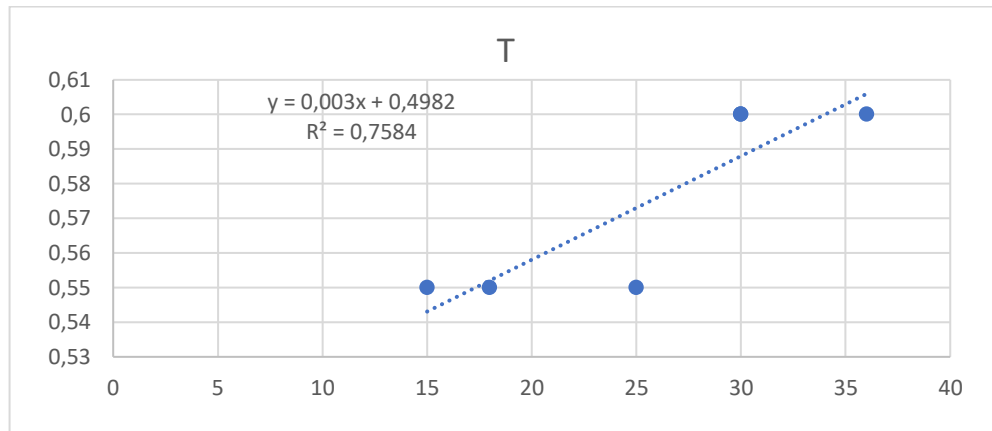
$$Y = -0,0005(X) + 1,2088$$

$$Y = -0,0005(20) + 1,2088$$

$$H = 1,198$$

Nilai tinggi kapal hasil regresi sebesar 1,1988 m kemudian dibulatkan menjadi 1,20 m. Perubahan sebesar 0,0012 m (1,2 mm) sangat kecil sehingga tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap karakteristik hidrostatik maupun stabilitas kapal. Pembulatan dilakukan agar dimensi konstruksi menjadi lebih praktis pada saat penyusunan gambar kerja, perhitungan konstruksi, serta proses fabrikasi di galangan. Selain itu, penggunaan angka 1,20 m mempermudah penentuan tinggi gading, sekat, dan komponen struktur lainnya yang umumnya menggunakan satuan dimensi yang seragam. Menurut Eyres dan Bruce (2012), dimensi hasil estimasi awal umumnya disempurnakan menjadi ukuran konstruksi yang lebih praktis tanpa mengubah karakteristik utama kapal..

4. *Draft* (T)



Gambar 4. 4 Grafik Draft Kapal

Dari grafik pada gambar 4.4 mendapat rumus persamaan garisnya, yaitu $y = 0,003x + 0,4982$ dan $R^2 = 0,7584$. Variabel x diganti dengan kapasitas kapal yang direncanakan sebesar 20 orang.

$$Y = 0,003(X) + 0,4982$$

$$Y = 0,003(20) + 0,4982$$

$$D = 0,5582$$

Hasil regresi menunjukkan sarat kapal sebesar 0,5582 m, kemudian ditetapkan menjadi 0,60 m sebagai sarat desain. Penyesuaian sebesar 0,0418 m dilakukan untuk memperoleh nilai desain yang lebih realistis terhadap kondisi operasi sebenarnya. Dengan kedalaman rata-rata Sungai Subayang sebesar 1,90 m, kapal masih memiliki ruang bebas di bawah lunas (*under keel clearance*) sekitar 1,30 m, sehingga kapal tetap aman beroperasi pada kondisi normal. Penyesuaian sarat ini juga mempertimbangkan variasi pembebanan selama operasi, perubahan muka air sungai akibat musim, serta toleransi konstruksi. Oleh karena itu, penggunaan sarat desain 0,60 m dinilai lebih representatif dibandingkan menggunakan nilai matematis hasil regresi sebesar 0,5582 m.

Berdasarkan uraian tersebut, penyesuaian dimensi utama dari hasil regresi menjadi dimensi desain dilakukan bukan hanya untuk memperoleh angka yang lebih sederhana, tetapi juga untuk menghasilkan dimensi yang lebih sesuai dengan karakteristik hidrografi Sungai Subayang, memenuhi aspek stabilitas, serta memudahkan proses konstruksi kapal. Seluruh perubahan yang dilakukan relatif kecil sehingga tidak mengubah karakteristik dasar kapal hasil analisis regresi. seperti tabel 4.3 di bawah ini:

Tabel 4. 3 Ukuran Utama Kapal

Parameter Kapal	Nilai	Satuan
LPP	: 12,00	M
B	: 3,00	M
H	: 1,20	M
T	: 0,60	M
Kapasitas	: 20	Penumpang

4.1.1 Penentuan Bentuk Lambung

Berdasarkan hasil survei lapangan, Sungai Subayang memiliki karakteristik berupa alur sungai yang berkelok, arus rata-rata sekitar 0,9 m/s, serta dasar sungai yang didominasi material batu dan pasir. Karakteristik tersebut menjadi dasar dalam menentukan bentuk lambung yang sesuai agar kapal wisata dapat beroperasi secara aman, efisien, dan memberikan kenyamanan bagi penumpang selama pelayaran.

Beberapa bentuk lambung yang umum digunakan pada kapal penumpang berukuran kecil antara lain *Flat Bottom*, *U-Bottom*, dan *Modified-V*. Masing-masing bentuk lambung memiliki karakteristik yang berbeda sehingga perlu dilakukan perbandingan berdasarkan beberapa aspek teknis, seperti sarat air, stabilitas, hambatan, kemampuan manuver, potensi gelombang yang ditimbulkan (*ship wake*), serta risiko benturan terhadap dasar sungai. Menurut Nugroho et al. (2025), pemilihan bentuk lambung harus disesuaikan dengan karakteristik operasi kapal karena geometri lambung berpengaruh terhadap performa hidrodinamika dan efisiensi operasional kapal.

Tabel 4. 4 Perbandingan Alternatif Bentuk Lambung

Parameter	Flat Bottom	Round Bilge	Catamaran	Modified-V Monohull
Sarat Air	Memerlukan sarat air yang kecil sehingga dapat beroperasi pada perairan dangkal.	Memerlukan sarat air lebih besar dibandingkan Flat Bottom.	Sarat air terbagi pada dua lambung sehingga mampu beroperasi pada perairan relatif dangkal.	Memiliki sarat air yang sesuai dengan kedalaman operasi Sungai Subayang serta tetap mempertahankan performa hidrodinamika.
Stabilitas	Memiliki stabilitas awal yang besar ketika kapal diam, namun perubahan gerakan kapal lebih cepat ketika menerima gangguan gelombang.	Memberikan gerakan kapal yang lebih halus, tetapi stabilitas awal lebih kecil dibandingkan lambung ber-chine.	Memiliki stabilitas melintang yang besar karena jarak antar dua lambung.	Memberikan keseimbangan antara stabilitas awal dan stabilitas dinamis sehingga sesuai untuk kapal wisata penumpang.
Hambatan	Luas bidang basah dan pembentukan gelombang meningkat ketika kecepatan bertambah sehingga kebutuhan daya mesin menjadi lebih besar.	Hambatan gesek relatif kecil pada kecepatan rendah akibat bentuk lambung yang halus.	Hambatan gelombang berkurang, namun dapat terjadi interferensi gelombang antar lambung.	Bentuk haluan V membantu mengurangi hambatan gelombang sehingga lebih efisien untuk operasi kapal cepat di sungai.

Kemampuan Manuver	Perubahan arah kapal memerlukan ruang putar yang lebih besar ketika kecepatan meningkat.	Memiliki respons kemudi yang cukup baik pada berbagai kondisi operasi.	Lebar kapal yang besar menyebabkan ruang manuver di alur sempit menjadi lebih terbatas.	Lebar lambung yang relatif kecil memudahkan kapal melakukan manuver pada tikungan dan alur sungai yang sempit.
Risiko Benturan	Dasar kapal lebih mudah bersentuhan dengan dasar sungai ketika terjadi kandas.	Bentuk dasar melengkung membantu mengurangi benturan terhadap dasar perairan.	Benturan pada salah satu lambung dapat memengaruhi distribusi beban antar lambung.	Bentuk haluan V membantu membelah aliran air dan mengurangi benturan terhadap gelombang maupun benda terapung.
Ship Wake	Gelombang bangkitan cenderung lebih besar ketika dioperasikan pada kecepatan tinggi sehingga berpotensi meningkatkan erosi tebing sungai.	Gelombang bangkitan lebih kecil dibandingkan Flat Bottom.	Gelombang bangkitan relatif kecil karena distribusi perpindahan air pada dua lambung.	Gelombang bangkitan lebih terkendali sehingga sesuai untuk operasi pada kawasan wisata sungai.
Kemudahan Konstruksi	Proses fabrikasi sederhana karena bentuk pelat relatif datar.	Membutuhkan proses pembentukan pelat yang lebih kompleks.	Membutuhkan dua struktur lambung sehingga waktu dan biaya konstruksi lebih besar.	Konstruksi relatif sederhana serta sesuai dengan metode fabrikasi aluminium yang digunakan pada penelitian ini.
Kesesuaian dengan	Sesuai untuk operasi berkecepatan	Sesuai untuk operasi umum, namun kurang	Memerlukan lebar alur yang lebih besar	Dipilih karena mampu memenuhi kebutuhan stabilitas,

Sungai Subayang	rendah pada perairan tenang.	optimal pada kebutuhan kapal cepat.	sehingga kurang sesuai dengan beberapa segmen Sungai Subayang.	kemampuan manuver, efisiensi hidrodinamika, dan karakteristik alur Sungai Subayang.
-----------------	------------------------------	-------------------------------------	--	---

Sumber: Diadaptasi dari Molland et al. (2017), Nugroho et al. (2025), dan Iqbal et al. (2025).

Berdasarkan hasil evaluasi pada Tabel 4.4 setiap bentuk lambung memiliki karakteristik yang berbeda sesuai dengan tujuan pengoperasiannya. *Flat Bottom* lebih sesuai untuk perairan dangkal dengan kecepatan rendah, *Round Bilge* memiliki karakteristik yang mendukung pelayaran pada kecepatan rendah hingga sedang, sedangkan Catamaran menawarkan stabilitas melintang yang tinggi namun membutuhkan ruang manuver yang lebih besar. Sementara itu, *Modified-V* Monohull memiliki karakteristik yang paling sesuai dengan kondisi Sungai Subayang karena mampu memberikan sarat air yang sesuai, stabilitas yang memadai, hambatan yang lebih kecil dibandingkan *Flat Bottom*, kemampuan manuver pada alur sungai yang berkelok, serta *ship wake* yang lebih terkendali. Selain itu, bentuk lambung ini juga sesuai untuk diterapkan pada konstruksi kapal aluminium berukuran kecil. Oleh karena itu, *Modified-V* Monohull dipilih sebagai bentuk lambung pada penelitian ini dan selanjutnya dijadikan dasar dalam penentuan kecepatan desain serta analisis teknis pada tahap berikutnya.

4.1.2 Perencanaan Kecepatan desain kapal

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap beberapa alternatif kecepatan desain, peningkatan kecepatan kapal akan menyebabkan waktu tempuh menjadi lebih singkat, tetapi juga meningkatkan hambatan kapal dan kebutuhan daya propulsi. Oleh karena itu, penentuan kecepatan desain perlu mempertimbangkan kebutuhan operasional kapal serta kondisi daerah pelayaran.

Penentuan kecepatan desain pada penelitian ini juga mengacu pada owner requirement, yaitu adanya permintaan dari pemilik kapal agar kapal wisata yang dirancang memiliki kecepatan sebesar 15 knot. Kecepatan tersebut ditetapkan

sebagai target kecepatan kapal untuk memenuhi kebutuhan operasional dan karakteristik pelayanan kapal wisata pada rute Desa Gema menuju Air Terjun Batu Dinding. *Owner requirement* tersebut kemudian digunakan sebagai salah satu dasar dalam menentukan kecepatan desain dan selanjutnya diverifikasi melalui analisis teknis.

Secara teknis, kecepatan 15 knot dinilai masih sesuai dengan kondisi operasional Sungai Subayang. Berdasarkan hasil pengukuran, Sungai Subayang memiliki kecepatan arus rata-rata sebesar 1,5 m/s atau sekitar 2,92 knot. Dengan kecepatan kapal sebesar 15 knot, secara pendekatan kecepatan efektif ketika melawan arus menjadi sekitar 12,08 knot. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapal masih memiliki kemampuan untuk mempertahankan kecepatan pelayaran yang memadai ketika menghadapi arus sungai. Sementara itu, ketika mengikuti arus, kecepatan efektif secara pendekatan dapat mencapai sekitar 17,92 knot.

Selain mempertimbangkan kondisi arus, kecepatan 15 knot memberikan waktu tempuh sekitar 13 menit untuk menempuh jarak pelayaran ± 6 km. Waktu tempuh tersebut dinilai sesuai dengan karakteristik operasi kapal wisata karena memungkinkan perjalanan menuju lokasi wisata dilakukan dalam waktu relatif singkat, sehingga waktu pelayaran tidak terlalu mendominasi waktu kegiatan wisata. Kecepatan tersebut juga memberikan kemampuan manuver yang masih dapat disesuaikan dengan kondisi alur sungai melalui pengaturan kecepatan aktual selama pengoperasian.

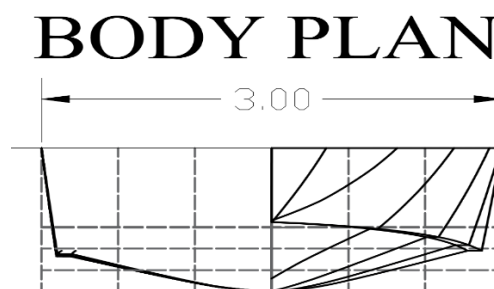
Kecepatan 15 knot juga digunakan sebagai batas kecepatan desain karena peningkatan kecepatan di atas nilai tersebut akan meningkatkan kebutuhan daya untuk mengatasi hambatan kapal. Meskipun kecepatan 16 knot menghasilkan waktu tempuh yang sedikit lebih singkat dibandingkan 15 knot, peningkatan tersebut tidak menjadi kebutuhan utama berdasarkan *owner requirement* maupun kebutuhan operasional kapal. Dengan demikian, penggunaan kecepatan 15 knot memberikan keseimbangan antara target kecepatan yang ditetapkan pemilik, kemampuan menghadapi arus sungai, waktu tempuh, serta kebutuhan daya propulsi.

Berdasarkan pertimbangan owner requirement dan hasil evaluasi teknis terhadap kondisi perairan serta kebutuhan operasional, maka kecepatan 15 knot ditetapkan sebagai kecepatan desain kapal wisata Sungai Subayang. Nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis hambatan kapal dan penentuan kebutuhan daya mesin. Dalam kondisi operasi sebenarnya, kecepatan kapal dapat dikurangi sesuai dengan kondisi alur, terutama pada daerah tikungan, alur yang sempit, kedalaman yang terbatas, serta kondisi yang memerlukan peningkatan keselamatan dan kenyamanan penumpang.

4.2 Perencanaan *Lines Plan*

Setelah mendapatkan data utama kapal maka selanjutnya dengan melakukan permodelan dengan menggunakan software *Maxsurf*. Setelah didesain gambar kapal wisata tersebut di *export ke Auto CAD*, untuk memperjelas gambar yang masih kurang bagus. Berdasarkan nilai-nilai yang di dapat maka didapatkan gambar rancangan kapal sebagai berikut.

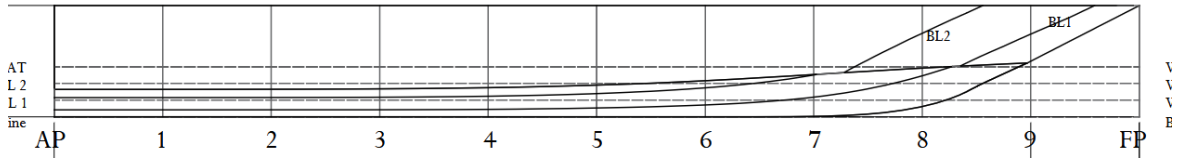
Body Plan merupakan proyeksi bentuk dari pada kapal berdasarkan stasionnya jika dilihat dari pandangan depan maupun belakang kapal. Jadi *Body Plan* ini disebut juga potongan-potongan melintang kapal berdasarkan stasionnya. Dari gambar bodyplan ini maka akan didapatkan bentuk *sheer plan* berdasarkan proyeksi dari garis lengkung yang memotongi *buttock line* sesuai dengan stasionnya dan bentuk *half breath plan* dengan memproyeksikannya dari garis lengkung yang memotong waterline berdasarkan stasionnya.



Gambar 4. 5 *Body Plan*

Sheer plan merupakan gambar irisan-irisan memanjang kapal jika dilihat dari samping berdasarkan setiap *buttock line* dapat dilihat pada Gambar 4.6

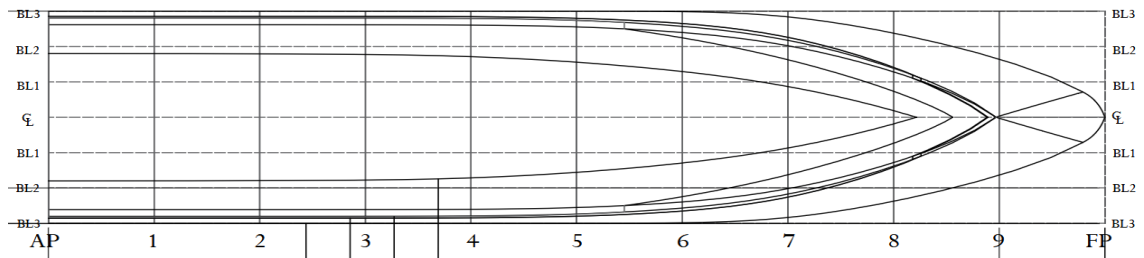
BUTTOCK PLAN



Gambar 4. 6 Sheer Plan/Buttock Plan

Half Breadth plan merupakan bentuk lebar kapal dilihat dari atas jika potongan secara horizontal kapal berdasarkan *water line*,

HALF BREADTH



Gambar 4. 7 Half Breadth

Dari hal di atas dalam penelitian ini untuk mendesain kapal wisata tipe speed boat untuk daerah Wisata Alam Desa Gema, dimana kapal tersebut akan didesain dengan menggunakan desain monohull, dapat dilihat pada Gambar 4.5 model gambar Kapal Dengan ukuran panjang kapal 12,00 meter, Lebar kapal 3,00 meter, Tinggi kapal 1,20 meter, dan Sarat kapal 0.60 meter. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu instansi terkait dalam mendesain kapal wisata tipe speed boat yang lebih optimal dan efisien sehingga dapat membantu pelayanan di Wisata Alam Desa Gema, untuk lebih jelas dapat melihat pada lampiran.

4.2.1 Data Hidrostatik kapal

Tabel 4. 5 Data Hidrostatik Kapal

No	Measurement	Value	Units
1	Displacement	11,18	t
2	Volume (displaced)	11,18	m ³
3	Draft Amidships	0,6	m
4	Immersed depth	0,6	m
5	WL Length	10,799	m
6	Beam max extents on WL	2,873	m
7	Wetted Area	32,368	m ²
8	Max sect. Area	1,313	m ²
9	Waterpl. Area	26,94	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,789	
11	Block coeff. (Cb)	0,601	
12	Max Sect. Area coeff. (Cm)	0,762	
13	Waterpl. Area coeff. (Cwp)	0,868	
14	LCB length	4,396	from zero pt. (+ve fwd) m
15	LCF length	4,771	from zero pt. (+ve fwd) m
16	LCB %	40,709	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
17	LCF %	44,179	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
18	KB	0,369	m
19	KG fluid	0	m
20	BMt	1,467	m
21	BML	19,269	m
22	GMt corrected	1,835	m
23	GML	19,638	m
24	KMt	1,835	m
25	KML	19,638	m
26	Immersion (TPc)	0,269	tonne/cm
27	MTc	0,183	tonne.m
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	0,358	tonne.m
29	Length:Beam ratio	3,759	
30	Beam:Draft ratio	4,788	
31	Length:Vol ^{0.333} ratio	4,828	
32	Precision	Medium	59 stations

Berdasarkan Tabel 4.6 didapatkan data-data seperti diantaranya.

- a) *Displacement* adalah jumlah ton air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tenggelam dalam air. Biasanya dinyatakan dalam long ton atau metrik ton.

Berat benanam (*Displacement*) tergantung kepada berat jenis air yang dipengaruhi suhu air dan perairan yang dilewati laut atau air tawar.

- b) *Volume Displacement* adalah volume zat cair yang dipindahkan oleh badan kapal yang berada dibawah permukaan cairan dimana kapal berada.
- c) *Draft* adalah jarak vertikal antara permukaan air dan dasar kapal. Ini merupakan kedalaman minimum yang dibutuhkan oleh kapal agar dapat mengapung dengan aman dan stabil di permukaan air.
- d) *Moulded breadth* (BM) adalah Lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat dari kayuatau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.
- e) *Coefisien block* (cb) adalah perbandingan antara volume kapal yang terbenam didalam air dengan volume sebuah block yang panjangnya sama dengan panjang kapal, nilai cb pada umumnya lebih kecil 1 kecuali kapal berbentuk kotak.
- f) *Coefisien prismatic* (cp) adalah perbandingan volume kapal yang tenggelam pada *Draft* tertentu dengan volume prismatic yang mempunyai panjang sama dengan panjang kapal sepanjang garis air dan luas *Area* bidang melintang tengah kapal.

4.3 Menentukan Hambatan dan *Engine Power*

4.3.1 Hambatan

Menentukan hambatan kapal dan *Engine Power* yaitu untuk mendapatkan berapa besar hambatan yang akan berpengaruh dengan daya yang akan dibutuhkan oleh kapal. Besarnya hambatan kapal sangat berpengaruh pada kecepatan dinas kapal, oleh karena itu pentingnya menghitung besarnya hambatan yang di alami oleh kapal saat berlayar. Dalam menghitung hambatan pada kapal ini menggunakan *software Maxsurf Resistance 2025*. Berikut merupakan parameter-parameter yang didapatkan dari proses optimasi *principal dimension* dengan menggunakan *software Maxsurf Resistance 2025* sebagai berikut:

LPP : 12,00 Meter

B : 3,00 Meter

H : 1,20 Meter

T : 0,60 Meter

Pada *software Maxsurf Resistance 2025* dapat mengestimasi besarnya tahanan yang dihasilkan dari suatu desain kapal. Lihat pada Table berikut.

Tabel 4. 6 Hasil input Data

No	Item	Value	Units	Wyman
1	LWL	10,799	m	10,799
2	Beam	2,873	m	--
3	Draft	0,6	m	--
4	Displaced volume	11,192	m ³	11,192
5	Wetted Area	33,563	m ²	33,563
6	Prismatic coeff. (Cp)	0,789		--
7	Waterpl. Area coeff. (Cwp)	0,869		--
8	1/2 angle of entrance	28,7	deg.	--
9	LCG from midships(+ve for'd)	-1,604	m	--
10	Transom Area	1,313	m ²	--
11	Transom wl beam	2,873	m	--
12	Transom Draft	0,6	m	--
13	Max sectional Area	1,313	m ²	--
14	Bulb transverse Area	0	m ²	--
15	Bulb Height from keel	0	m	--
16	Draft at FP	0,6	m	--
17	Deadrise at 50% LWL	15,3	deg.	--
18	Hard chine or Round bilge	Hard Chine		
19	Frontal Area	0	m ²	
20	Headwind	0	kn	
21	Drag Coefficient	0		
22	Air density	0,001	tonne/m ³	
23	Appendage Area	0	m ²	
24	Nominal App. length	0	m	
25	Appendage Factor	1		
26	Correlation allowance	0,0004		
27	Kinematic viscosity	1,1883E-06	m ² /s	
28	Water Density	1,000	tonne/m ³	

Daya untuk menggerakkan kapal pada kecepatan servis 15 knot dihitung sebesar 80% dari daya maksimum (MCR). Penggunaan 80% ini merujuk pada aturan *BKI Part 7 Class Notation, Volume B, Sec, 4, 3,1 Power Output*, yang menyatakan bahwa mesin utama harus beroperasi minimal 80% MCR saat uji coba atau kondisi servis. Berikut hasil input result dapat dilihat pada tabel berikut,

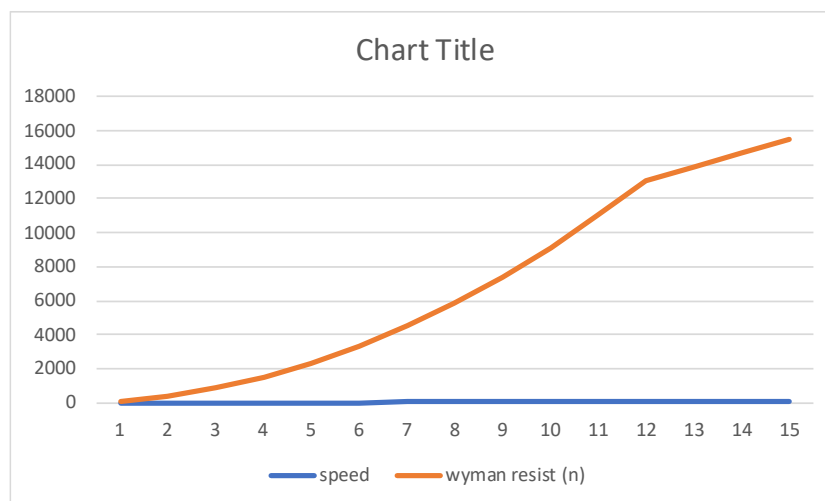
Tabel 4. Hasil Resistance dan Power Engine

<i>No</i>	<i>speed</i>	<i>froude No LWL</i>	<i>Froude No Vol</i>	<i>wyman resist (n)</i>	<i>wyman Power (hp)</i>
1	1,00	0,05	0,11	91,53	0,11
2	2,00	0,10	0,23	366,10	0,84
3	3,00	0,15	0,34	823,73	2,84
4	4,00	0,20	0,45	1464,40	6,74
5	5,00	0,25	0,57	2288,13	13,15
6	6,00	0,30	0,68	3294,91	22,73
7	7,00	0,35	0,79	4484,74	36,10
8	8,00	0,40	0,91	5857,62	53,88
9	9,00	0,45	1,02	7413,55	76,72
10	10,00	0,50	1,13	9152,53	105,24
11	11,00	0,55	1,25	11074,56	140,07
12	12,00	0,60	1,36	13034,21	179,84
13	13,00	0,65	1,47	13923,55	208,12
14	14,00	0,70	1,59	14740,18	237,28
15	15,00	0,75	1,70	15487,51	267,11

Berdasarkan tabel di atas, diperoleh hasil analisa tahanan menggunakan metode Wyman, diperoleh data hubungan antara kecepatan kapal, tahanan total, dan kebutuhan daya poros seperti yang ditunjukkan pada tabel di atas, Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan kapal, maka nilai tahanan akan meningkat secara signifikan. Pada kecepatan (*service speed*) 15 knot, nilai tahanan total (wyman resist) yang diperoleh sebesar 15,48 kN dengan kebutuhan daya poros (wyman Power) sekitar 267,11 hp. Nilai ini menunjukkan bahwa untuk mencapai kecepatan servis tersebut, kapal memerlukan daya mesin minimal sebesar 267,11 hp,

Kurva Tahanan (*Resistance Curve*) merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara kecepatan kapal dan tahanan yang dihadapi oleh kapal saat bergerak melalui air. Tahanan ini diatasi dengan tenaga penggerak kapal (biasanya dari mesin atau tenaga manusia) untuk mempertahankan kecepatan tertentu.

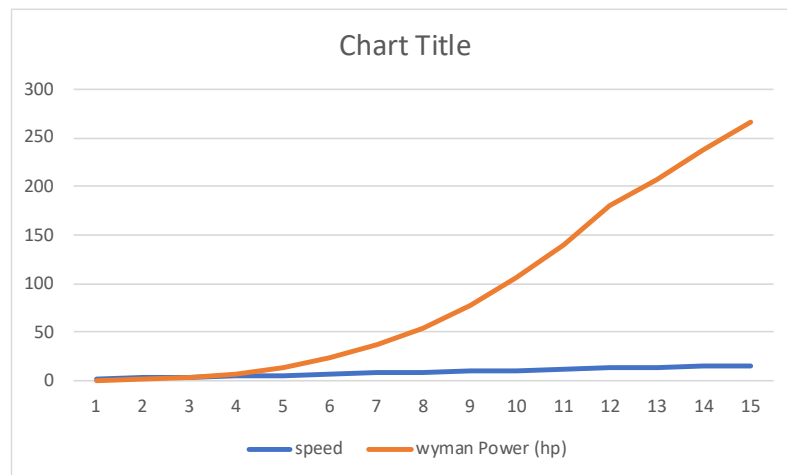
Hasil Kurva *Resistance vs speed* di bawah ini menunjukkan semakin besar kecepatan kapal maka akan semakin besar pula hambatan yang diperoleh kapal. Hasil kurva menunjukkan hambatan kapal pada kecepatan 15 knot akan mengalami hambatan senilai 15,48 kN. Berikut merupakan grafik *Resistance vs speed* dari hasil pengujian sebelumnya.



Gambar 4. 8 Grafik Speed vs Resistance

Kurva Daya (*Power Curve*) merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara kecepatan kapal dan daya yang diperlukan untuk mempertahankan kecepatan tersebut. Ini mencerminkan seberapa besar tenaga penggerak (misalnya mesin) yang dibutuhkan untuk melawan tahanan dan mempertahankan kecepatan. Hasil Kurva *Power vs speed* di bawah ini menunjukkan semakin besar kecepatan kapal maka akan semakin besar pula *Power* yang dibutuhkan kapal untuk beroperasi. Hasil kurva menunjukkan pada kecepatan 15 knot kapal memerlukan *Power* senilai 267,11 hp

Berikut merupakan grafik *Power vs speed* dari hasil pengujian sebelumnya.



Gambar 4. 9 Grafik Speed vs Power

4.3.2 Engine Power

Berdasarkan hasil perhitungan hambatan kapal dan kebutuhan daya propulsi, diperoleh kebutuhan daya mesin sebesar 267 HP. Nilai tersebut merupakan daya minimum yang diperlukan agar kapal mampu mencapai kecepatan desain sebesar 15 knot pada kondisi perhitungan yang telah diasumsikan. Namun demikian, dalam praktik perancangan kapal, daya hasil perhitungan umumnya tidak digunakan secara langsung sebagai daya mesin terpasang (*installed Power*), melainkan disesuaikan dengan spesifikasi mesin yang tersedia di pasaran (*commercially available Engine rating*).

Oleh karena itu, daya mesin sebesar 267 HP dibulatkan menjadi 300 HP dengan memilih mesin luar (*outboard Engine*) berdaya 300 HP. Pemilihan ini didasarkan pada pertimbangan bahwa produsen mesin kapal umumnya menyediakan mesin dengan kelas daya standar, seperti 200 HP, 250 HP, 300 HP, 350 HP, dan 400 HP, sehingga mesin dengan daya 267 HP tidak tersedia secara komersial.

Selain mempertimbangkan ketersediaan mesin di pasaran, penambahan daya sekitar 33 HP atau sekitar 12,4% dari hasil perhitungan juga memberikan cadangan daya (*Power margin*) untuk mengantisipasi kondisi operasi yang berbeda dari asumsi perhitungan, seperti pengaruh arus Sungai Subayang yang dapat

mencapai sekitar 2,20 m/s, perubahan kondisi cuaca, variasi pembebanan kapal, pertumbuhan fouling pada lambung, penurunan performa mesin akibat umur pemakaian, serta rugi-rugi mekanis yang terjadi selama pengoperasian. Dengan adanya cadangan daya tersebut, mesin tetap mampu menghasilkan performa yang memadai tanpa harus selalu bekerja pada beban maksimum (*maximum continuous rating*), sehingga diharapkan dapat meningkatkan keandalan dan umur operasi mesin.

Adapun spesifikasi mesin yang sesuai dengan yang dibutuhkan oleh kapal tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 4. 8 Spesifikasi Mesin kapal wisata tipe speed boat

Parameter	Spesifikasi
<i>Engine Brand</i>	Yamaha Marine
<i>Model</i>	F150F / FL150F
<i>Engine Type</i>	<i>4-Stroke, DOHC, 16-Valve, In-line 4, Electronic Fuel Injection (EFI)</i>
<i>Cylinders</i>	4 Silinder Segaris (Inline-4)
<i>Bore × Stroke</i>	94.0 mm × 96.2 mm
<i>Displacement</i>	2,670 cm ³ (2.67 L)
<i>Aspiration</i>	<i>Naturally Aspirated</i>
<i>Max Output</i>	150 HP (110.3 kW) @ 5,500 rpm
<i>Specific Fuel Consumption (SFOC)</i>	280 g/kWh
<i>Continuous Output</i>	<i>110.3 kW (150 HP) pada rentang operasi 5,000–6,000 rpm*</i>

<i>Fuel Consumption</i>	<i>Maksimum sekitar 55.8 L/h pada WOT (6000 rpm);</i>
<i>Cooling System</i>	<i>Water Cooling (Raw Water Cooling) dengan Thermostat</i>
<i>Lubrication System</i>	<i>Wet Sump, Full Pressure Lubrication</i>
<i>Oil Capacity</i>	4.5 L (termasuk filter oli)
<i>Dimensions (L × W × H)</i>	920 × 548 × 1,869 mm (varian shaft X/25")
<i>Dry Weight</i>	222–227 kg (tergantung panjang shaft dan tipe kontrol)

Berdasarkan tabel di atas data spesifik tentang mesin yang di gunakan untuk kapal wisata telah di dapatkan adapun jumlah mesin yg digunakan adalah sebanyak 2 buah mesin

4.3.3 Verifikasi Kriteria *High-Speed Craft* (HSC)

Berdasarkan hasil perhitungan displacement kapal sebesar ton, volume displacement digunakan sebesar dengan asumsi massa jenis air sebesar .

Kriteria kecepatan untuk menentukan kapal sebagai *High-Speed Craft* berdasarkan HSC Code 2000 dinyatakan sebagai:

$$V \geq 3,7 \nabla^{0,1667}$$

Substitusi nilai ke dalam persamaan tersebut menghasilkan:

$$V \geq 3,7(11,18)^{0,1667}$$

$$V \geq \frac{5,53 \text{ m}}{\text{s}}$$

Nilai tersebut kemudian dikonversikan ke dalam satuan knot:

$$V \geq 0,51445,53$$

$$V \geq 10,75 \text{ knot}$$

Kecepatan desain kapal yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$V = 15 \text{ knot}$$

Dengan demikian, perbandingan antara kecepatan desain dan batas kecepatan berdasarkan kriteria HSC adalah:

$$15 \text{ knot} > 10,75 \text{ knot}$$

Berdasarkan hasil tersebut, kecepatan desain kapal sebesar knot telah memenuhi batas kecepatan yang dipersyaratkan untuk dikategorikan sebagai *High-Speed Craft* berdasarkan kriteria *HSC Code 2000*. Oleh karena itu, desain kapal selanjutnya dapat dievaluasi menggunakan persyaratan keselamatan yang berlaku untuk kapal cepat, termasuk persyaratan stabilitas kapal monohull pada *Annex 8 HSC Code 2000*.

4.4 Gambar Rencana Umum (*General Arrangement*)

Rencana Umum atau *General Arrangement* dari suatu kapal dapat didefinisikan sebagai penentuan dari ruangan kapal untuk segala kegiatan (fungsi) dan peralatan yang dibutuhkan. Langkah-langkah dalam merencanakan *General Arrangement* pada kapal ini adalah :

1. Menentukan jarak gading/ *Frame*.
2. Perhitungan tangki-tangki.
3. Perencanaan ruang akomodasi.
4. Perlengkapan kapal dan peralatan keselamatan kapal.

4.4.1 Penentuan Jarak Gading/*Frame*

Jarak gading yang di gunakan dalam kapal ini yaitu mengacu pada BKI *Rules For Small Vessel Up To 24 m, Volume VII, Sec 1. 5. 8 Frame spacing*, yaitu

$$\begin{aligned} a &= (350 + 5 \cdot L) [\text{mm}] \\ &= (350 + 5 \cdot 12) [\text{mm}] \\ &= 410 \text{ mm atau dibulatkan } 0,4 \text{ m} \end{aligned}$$

4.4.1 Perhitungan tangki-tangki

Pada perencanaan tangka-tangki di kapal ini hanya merencanakan tangki bahan bakar. Untuk perhitungan tangki bahan bakar adalah sebagai berikut :

Kebutuhan Tangki Bahan Bakar

$$\text{Fuel Oil} = \text{PB} \times \text{SFOC} \times (\text{S}/\text{Vs}) \times 10^{-6} \times 1,4 \text{ (ton)}$$

$$\text{S} = \text{Radius Pelayaran (pulang-pergi)}$$

$$= 12 \text{ km}$$

$$= 6,48 \text{ Mil}$$

$$\text{Vs} = \text{Kecepatan}$$

$$= 15 \text{ knot}$$

$$\text{PB} = \text{Daya Mesin}$$

$$= 150 \text{ hp}$$

$$= 110,3 \text{ kW}$$

$$\text{SFOC} = 280\text{g/kWh}$$

$$\text{Fuel Oil} = \text{PB} \times \text{SFOC} \times (\text{S} / \text{Vs}) \times 10^{-6} \times 1,4 \text{ (ton)}$$

$$= 110,3 \times 280 \times (6,48/ 15) \times 10^{-6} \times 1,4$$

$$= 0,02001 \text{ ton}$$

$$= 20 \text{ kg}$$

Dikonversikan dari kg ke liter bensin untuk mendapatkan kebutuhan minyak untuk 1 kali berangkat, 1 kg minyak = 1,2987 liter bensin,

$$= 20 \text{ kg} \times 1,2987 \text{ liter}$$

$$= 25,988 \text{ liter}$$

Kebutuhan bahan bakar yang diperoleh sebesar 20,01 kg (± 26 liter) merupakan kebutuhan untuk satu unit mesin Yamaha F150L. Karena kapal menggunakan dua unit mesin dengan spesifikasi yang sama, maka total kebutuhan bahan bakar untuk satu kali pelayaran adalah sebesar 40,02 kg atau sekitar 52 liter untuk satu trip.

Kebutuhan bahan bakar harian dihitung berdasarkan jumlah perjalanan yang direncanakan. Selanjutnya kapasitas tangki ditentukan dengan mempertimbangkan ruang ekspansi (*ullage*) sebesar 10% sehingga tangki tidak diisi penuh.

Persamaan kapasitas tangki dituliskan sebagai berikut.

Kebutuhan bahan bakar total untuk satu kali perjalanan dihitung dengan persamaan:

$$V_{bb} = n \times V_m$$

dengan:

V_{bb} = kebutuhan bahan bakar total untuk satu kali perjalanan (liter)

n = jumlah mesin

V_m = kebutuhan bahan bakar satu mesin (liter)

Substitusi nilai:

$$\begin{aligned} V_{bb} &= 2 \times 25,99 \\ &= 51,98 \text{ liter} \end{aligned}$$

Karena kapal direncanakan melakukan lima kali perjalanan dalam satu hari, maka kebutuhan bahan bakar harian dihitung sebagai berikut:

$$V_h = N \times V_{bb}$$

dengan:

V_h = kebutuhan bahan bakar harian (liter)

N = jumlah perjalanan per hari

Substitusi nilai:

$$\begin{aligned}V_h &= 5 \times 51,98 \\ &= 259,90 \text{ liter}\end{aligned}$$

Untuk memberikan ruang ekspansi bahan bakar (*ullage*) sebesar 10%, kapasitas tangki dihitung menggunakan persamaan:

$$V_t = \frac{V_h}{\eta}$$

dengan:

V_t = kapasitas tangki bahan bakar (liter)

V_h = kebutuhan bahan bakar harian (liter)

η = efisiensi pengisian tangki (0,90)

Substitusi nilai:

$$\begin{aligned}V_t &= \frac{259,90}{0,90} \\ &= 288,78 \text{ liter}\end{aligned}$$

Sehingga kapasitas tangki dibulatkan menjadi:

$$V_t = 300 \text{ liter}$$

Dengan demikian, kapasitas tangki bahan bakar yang digunakan pada kapal wisata ini adalah 300 liter.

Perencanaan jarak tempuh kapal

Perhitungan kecepatan kapal yang sudah dirancang dengan perhitungan berikut :

V_s = 15 Knot

S = 6,48 mill laut

t = Waktu

t = S/V_s

$$= 6,48/15$$

$$= 0,432 \text{ jam} = 44 \text{ menit}$$

4.4.2 Perencanaan Ruang Akomodasi

Rancangan tata letak seluruh ruangan dan fasilitas di atas kapal yang disusun berdasarkan fungsi operasional, kenyamanan penumpang, aspek keselamatan, serta kemudahan pengoperasian kapal. Penyusunan tata letak pada kapal wisata Sungai Subayang dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik pelayaran sungai yang memiliki alur sempit, banyak tikungan, dan waktu pelayaran yang relatif singkat.

1. Pemilihan konsep deck tertutup (enclosed deck) pada penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan aspek keselamatan, kenyamanan penumpang, serta karakteristik operasi kapal wisata di Sungai Subayang. Kapal dirancang memiliki kecepatan operasi sebesar 15 knot, sehingga selama pelayaran penumpang berpotensi menerima paparan angin (*wind exposure*) dan percikan air (*spray*) yang lebih besar dibandingkan kapal dengan kecepatan rendah.
2. Kapal dirancang untuk mengangkut 20 orang penumpang dengan 2 orang *Crew*. *Area* penumpang ditempatkan di bagian tengah kapal agar distribusi beban lebih merata terhadap titik berat kapal sehingga trim dan stabilitas tetap terjaga selama operasi. Penempatan ruang penumpang di tengah juga bertujuan untuk mengurangi pengaruh gerakan pitching yang umumnya lebih besar terjadi pada bagian haluan dan buritan sehingga kenyamanan penumpang dapat ditingkatkan.
3. Susunan kursi penumpang dibuat menghadap kedepan dengan menyediakan lorong di bagian tengah sebagai jalur sirkulasi. Lebar lorong dirancang mencukupi agar penumpang dapat bergerak dengan mudah saat naik, turun, maupun ketika proses evakuasi darurat. Jarak antar kursi disesuaikan dengan dimensi ergonomis orang dewasa sehingga ruang kaki tetap nyaman selama perjalanan tanpa mengurangi kapasitas angkut kapal.

4. Ruang navigasi ditempatkan pada bagian haluan (*forward*) kapal. Posisi ini memberikan pandangan yang lebih luas ke arah depan sehingga nahkoda dapat mengamati alur sungai, tikungan, rintangan, maupun lalu lintas kapal lain dengan lebih baik. Penempatan ruang kemudi di bagian depan juga mempercepat respons pengendalian kapal, terutama saat beroperasi di Sungai Subayang yang memiliki jalur berkelok.
5. Tangki bahan bakar (*Fuel Oil Tank*) ditempatkan pada sisi tengah dengan kapasitas yang seimbang. Penempatan tersebut bertujuan menjaga distribusi berat kapal tetap simetris terhadap centerline sehingga kemiringan kapal akibat beban tidak mudah terjadi. Selain itu, posisi tangki berada dekat dengan sistem propulsi sehingga jalur instalasi bahan bakar menjadi lebih pendek dan efisien.
6. Ruang baterai ditempatkan terpisah dari ruang penumpang untuk meningkatkan aspek keselamatan. Penempatan ruang baterai di *Area* khusus bertujuan memudahkan inspeksi dan perawatan secara berkala tanpa mengganggu aktivitas penumpang.
7. *Void tank* ditempatkan pada beberapa kompartemen lambung sebagai ruang kosong yang berfungsi meningkatkan keamanan konstruksi, memberikan cadangan daya apung apabila terjadi kebocoran pada salah satu kompartemen, serta membantu distribusi berat kapal agar lebih seimbang.
8. *Rope store* ditempatkan pada bagian depan kapal agar tali tambat mudah dijangkau ketika kapal melakukan proses sandar maupun lepas sandar. Posisi ini memungkinkan awak kapal melakukan proses penambatan dengan lebih cepat dan aman.

4.4.3 Perlengkapan dan Keselamatan

1. *Life Jacket* (Jaket Penolong)

Life jacket merupakan alat keselamatan yang berfungsi memberikan daya apung kepada penumpang dan awak kapal apabila terjatuh ke air. Pada kapal wisata tipe speed boat yang dirancang, disediakan 22 unit life jacket yang terdiri atas 20 unit untuk penumpang, 2 unit untuk awak kapal. Pemilihan dan

spesifikasinya mengacu pada SOLAS *Chapter III* dan LSA *Code Chapter II* Section 2.2.1

2. *Lifebuoy*

Lifebuoy merupakan alat penyelamat yang digunakan untuk memberikan pertolongan pertama kepada korban yang jatuh ke air. Kapal dirancang menggunakan 3 unit *Lifebuoy* yang ditempatkan di sisi haluan dan buritan agar mudah dijangkau saat keadaan darurat. Spesifikasinya mengacu pada LSA *Code Chapter II* Section 2.1.

3. APAR (Alat Pemadam Api Ringan)

APAR berfungsi untuk memadamkan kebakaran pada tahap awal sehingga dapat mencegah penyebaran api. Pada kapal ini digunakan 1 unit APAR yang ditempatkan di belakang ruang penumpang. Pemilihan APAR mengacu pada SOLAS *Chapter II-2* Regulation 10.

4. *First Aid Kit*

First Aid Kit merupakan perlengkapan yang digunakan untuk memberikan pertolongan pertama terhadap korban yang mengalami cedera atau gangguan kesehatan ringan selama pelayaran. Kotak P3K ditempatkan di wheelhouse agar mudah diakses oleh awak kapal.

5. *Bollard*

Bollard merupakan perlengkapan tambat kapal yang berfungsi sebagai tempat mengikat tali tambat (mooring rope) saat kapal bersandar di dermaga atau berhenti pada suatu lokasi. *Bollard* berperan menjaga posisi kapal agar tetap stabil dan tidak bergeser akibat arus sungai, angin, maupun gelombang yang ditimbulkan oleh kapal lain.

6. Tali Tambat

Tali tambat adalah tali yang digunakan untuk menambat kapal di dermaga.

4.5 Perencanaan Berat Kapal

4.5.1 Perhitungan LWT (*Light Weight Tonnage*) kapal

Adalah berat komponen kapal yang bersifat tetap. Umumnya dapat dibagi 3 bagian yaitu, berat baja atau alumunium badan kapal, berat peralatan seperti, alat-alat navigasi, *Lifebuoy* dll, dan berat mesin penggerak.

Berikut perhitungan LWT kapal

1. Berat Struktur Aluminium

Berdasarkan buku parametric design, Michael G. Parsons *Chapter 11* hal 22 tentang berat kapal kosong (LWT) dapat dihitung dengan rumus:

$$W_{st} = K \times E^{1,36}$$

dimana

$$K = 0,015 - 0,025 \text{ (untuk kapal alumunium) diambil harga } K=0,025$$

$$h = \text{Tinggi bangunan atas (1,35)}$$

$$l = \text{Panjang bangunan atas (5,6)}$$

$$E = L (B+T) + 0,85L (H-T) + 0,85 \Sigma (lxh)$$

$$= 12 \times (3+0,6) + 0,85 \times 12 (1,2-0,6) + 0,85 \times (5,6 \times 1,35)$$

$$= 55,746$$

Maka

$$W_{st} = K \times E^{1,36}$$

$$= 0,025 \times 55,746^{1,36}$$

$$= 5,926395827 \text{ ton}$$

$$= 5926,395827 \text{ kg}$$

Perhitungan diatas untuk kapal dengan $C_b = 0,5$ yang diukur pada $0,8H$, maka perlu diukur untuk kapal dengan $C_b = 0,601$.

$$C_{b0,8H} = C_b - (1 - C_b) \times (0,8H - T) / 3T$$

$$= 0,601 - (1 - 0,601) \times (0,8 \times 1,2 - 0,6) / 3 \times 0,6$$

$$= 0,521$$

Sehingga berat badan kapal Adalah

$$W_{st} = W_{st} \times (1 + 0,05 (C_b 0,8H - 0,7))$$

$$= 5,926395827 \times (1 + 0,05 \times (0,521 - 0,7))$$

$$= 5,873413849 \text{ ton}$$

$$= 5873,413849 \text{ kg}$$

Setelah diperoleh berat struktur kapal (*Structural Weight*) menggunakan metode Parametric Design menurut Michael G. Parsons, langkah selanjutnya adalah menghitung *Light Weight* (LWT) kapal. *Light Weight* merupakan berat kapal dalam kondisi lengkap dan siap dioperasikan, namun belum membawa penumpang, awak kapal, bahan bakar, maupun muatan lainnya. Dengan kata lain, *Light Weight* terdiri atas seluruh komponen permanen yang terpasang pada kapal.

Tabel 4. 9 berat komponen permanen yang terpasang pada kapal

NO	Item	Jumlah	Berat/ Unit	Total berat (kg)	LCG	TCG	VCG
1	Berat konstruksi Struktur Kapal	1	5873,41	5873,4	5	0	0,4
2	Mesin Tempel S	1	227,00	227,00	0	-1	0,7
3	Mesin Tempel P	1	227,00	227,00	0	1	0,7
4	Marine Battery 100 Ah S	1	27,00	27,00	1	1	1
5	Marine Battery 100 Ah P	1	27,00	27,00	1	-1	1
6	Kursi Penumpang S	11	11,00	121,00	5	1	1,1
7	Kursi Penumpang P	11	11,00	121,00	5	-1	1,1
8	Kursi ABK S	1	15,00	15,00	8	1	1,1
9	Kursi ABK P	1	15,00	15,00	8	-1	1,1
10	Life jacket S	11	0,80	8,80	5	1	1,1
11	Life jacket P	11	0,80	8,80	5	-1	1,1
12	Life jacket S	1	0,80	0,80	8	1	1,1
13	Life jacket P	1	0,80	0,80	8	-1	1,1
14	Lifebuoy S	1	2,50	2,50	0	1	1,8
15	Lifebuoy P	1	2,50	2,50	0	-1	1,8
16	Lifebuoy C	1	2,50	2,50	10	0	1,8
17	Mooring Rope	2	5,00	10,00	9	0	1,5
18	Air Conditioner 1 PK S	1	28,00	28,00	4	1	2,3
19	Air Conditioner 1 PK P	1	28,00	28,00	4	-1	2,3
20	Fire Extinguisher (APAR 3 kg)	1	5,00	5,00	4	1	1,2
	Total			6751,11			
	Lightship			6751,11	4,56	0	0,45

4.5.2 Perhitungan DWT (*Dead Weight Tonnage*) Kapal

Setelah diperoleh *Light Weight* (LWT), langkah selanjutnya adalah menghitung Dead Weight (DWT). Dead Weight merupakan berat seluruh beban yang berubah selama kapal beroperasi. Komponen DWT pada penelitian ini meliputi penumpang, awak kapal, bahan bakar, dan perbekalan yang dibawa selama pelayaran.

Tabel 4. 10 komponen beban yang berubah pada kapal

NO	Item	Jumlah	Berat/Unit	Total berat KG
1	<i>Passenger</i>	20	75	1500
2	<i>Crew</i>	2	75	150
3	F.O.T	1	225	225
4	Perbekalan	1	100	100
	Total			1975

4.6 Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal adalah keseimbangan kapal, yaitu sifat atau kecenderungan kapal untuk kembali ke posisi semula setelah mengalami kemiringan (*heeling*) akibat pengaruh gaya eksternal. Kapal dengan stabilitas yang baik akan tetap tegak saat mengapung, tidak miring ke kiri atau ke kanan. Saat berlayar, kapal juga dapat kembali tegak meskipun terpengaruh oleh faktor eksternal seperti kecepatan angin dan gelombang laut.

Dalam hal ini akan dibuat variasi muatan, sehingga diketahui stabilitas untuk tiap kondisi loadcase ditinjau pada 3 (tiga) kondisi yang mempresentasikan loadcase pada saat kapal beroperasi di perairan, untuk membantu perhitungan digunakan *software Maxsurf stability*. Dalam menghitung stabilitas kapal harus membuat variasi muatan pada beberapa kondisi, untuk setiap kondisi sebagai berikut:

1. Kondisi kapal kosong
2. Kondisi kapal dengan penumpang tidak beraturan
3. Kondisi kapal penuh

4.6.1 Kondisi kapal penuh

Pada perencanaan ini menunjukkan stabilitas kondisi kapal penuh. Setelah dilakukan running, maka dapat dilihat kondisi kapal tersebut dalam keadaan stabil hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 11 Pembebanan Kondisi kapal penuh

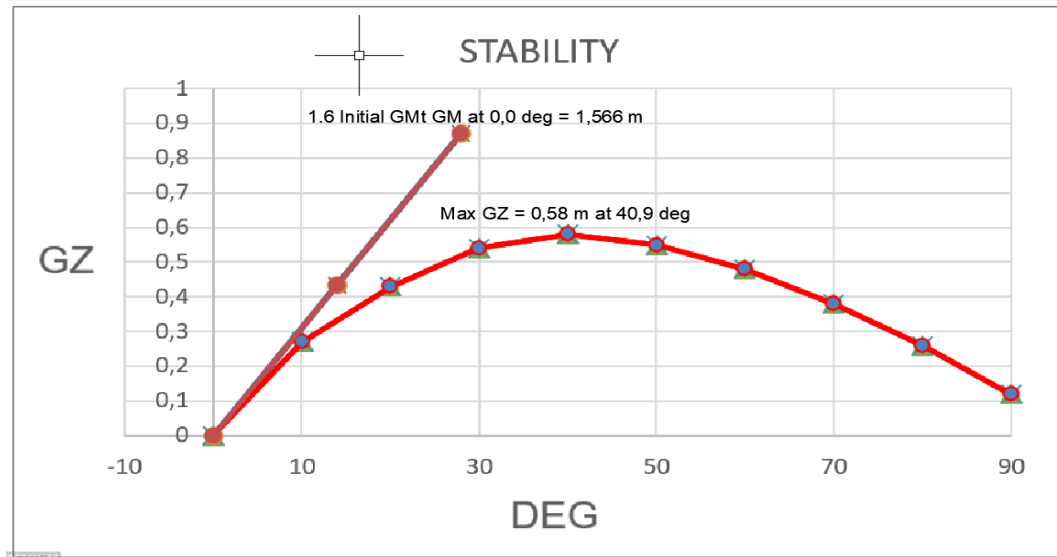
<i>Item Name</i>	<i>Quantity</i>	<i>Unit Mass kg</i>	<i>Total Mass kg</i>	<i>Unit Volume m³</i>	<i>Total Volume m³</i>	<i>Long Arm m</i>	<i>Trans. Arm m</i>	<i>Vert. Arm m</i>
<i>Lightship</i>	1	6751,1	6751,1			4,560	0,000	0,450
<i>F.O.T</i>	100%	225,0	225,0	0,300	0,300	3,800	0,000	0,450
<i>PASSENGER S</i>	10	75,0	750,0			5,000	1,000	1,300
<i>PASSENGER P</i>	10	75,0	750,0			5,000	-1,000	1,300
<i>CREW P</i>	1	75,0	75,0			8,000	1,000	1,300
<i>CREW S</i>	1	75,0	75,0			8,000	-1,000	1,300
<i>Perbekalan</i>	1	100,0	100,0			9,000	0,000	0,800
<i>Total Loadcase</i>			8726,1	0,300	0,300	4,726	0,000	0,615
<i>FS correction</i>								0,000
<i>VCG fluid</i>								0,615

Berdasarkan kondisi pembebanan seperti ditunjukkan pada tabel diatas, maka didapat hasil stabilitas kapal, dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 12 Hasil Pembebanan Kondisi kapal penuh

<i>Code</i>	<i>Criteria</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>	<i>Actual</i>	<i>Status</i>	<i>Margin %</i>
<i>HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact</i>	<i>1.1 Weather criterion from IMO A.749(18) Angle of steady heel shall not be greater than (<=)</i>	16,0	deg	1,0	Pas s	+94,46
<i>HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact</i>	<i>1.2 Area 0 to 30 or GZmax</i>	3,1510	m.de g	9,690 8	Pas s	+198,49
<i>HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact</i>	<i>1.3 Area 30 to 40</i>	1,7190	m.de g	5,645 1	Pas s	+220,53
<i>HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact</i>	<i>1.4 Max GZ at 30 or greater</i>	0,200	m	0,580	Pas s	+180,00
<i>HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact</i>	<i>1.5 Angle of maximum GZ</i>	15,0	deg	40,9	Pas s	+160,61
<i>HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact</i>	<i>1.6 Initial GMt</i>	0,150	m	1,566	Pas s	+849,33

Grafik stabilitas loadcase berupa sudut terhadap tinggi kapal (meter), didalam gambar terdapat nilai GZ maksimal yang menandakan kapal dengan kondisi berangkat memiliki nilai GZ maksimal 0, 580 m dan 40,9 deg (derajat), hal ini menandakan bahwa kapal pada kondisi berangkat hanya dapat miring 40,9 deg jika dari itu maka kapal akan tenggelam, dapat dilihat pada gambar



Gambar 4. 10 Grafik Stabilitas Kondisi kapal penuh

4.6.2 Kondisi Kapal dengan penumpang tidak beraturan

Pada perencanaan ini menunjukkan stabilitas kondisi kapal penuh. Setelah dilakukan running, maka dapat dilihat kondisi kapal tersebut dalam keadaan stabil hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 13 Pembebanan Kapal dengan penumpang tidak beraturan

Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Lightship	1	6751,0	6751,0			4,560	0,000	0,450
F.O.T	50%	225,0	112,5	0,300	0,150	3,800	0,000	0,325
PASSENGER S	20	75,0	1500,0			5,000	1,000	1,300
PASSENGER P	0	75,0	0,0			5,000	-1,000	1,300
CREW P	1	75,0	75,0			8,000	1,000	1,300
CREW S	1	75,0	75,0			8,000	-1,000	1,300
Perbekalan	1	20,0	20,0			9,000	0,000	0,800
Total Loadcase			8533,5	0,300	0,150	4,698	0,176	0,614
FS correction								0,001

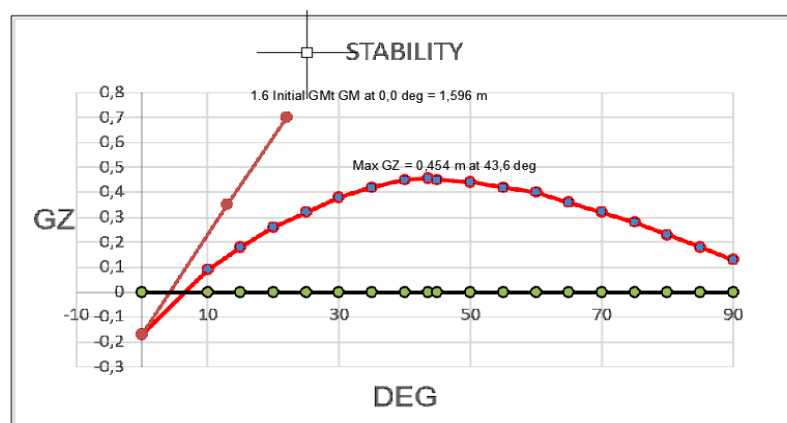
VCG fluid							0,615
-----------	--	--	--	--	--	--	-------

Berdasarkan kondisi pembebanan seperti ditunjukkan pada tabel diatas, maka didapat hasil stabilitas kapal, dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 14 Hasil Kapal dengan penumpang tidak beraturan

<i>Code</i>	<i>Criteria</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>	<i>Actual</i>	<i>Status</i>	<i>Margin %</i>
<i>HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact</i>	<i>1.1 Weather criterion from IMO A.749(18) Angle of steady heel shall not be greater than ($\leq$)</i>	16,0	deg	7,4	Pas	+53,63
<i>HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact</i>	<i>1.2 Area 0 to 30 or GZmax</i>	3,1510	m.deg	4,7225	Pas	+49,87
<i>HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact</i>	<i>1.3 Area 30 to 40</i>	1,7190	m.deg	4,2415	Pas	+146,74
<i>HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact</i>	<i>1.4 Max GZ at 30 or greater</i>	0,200	m	0,454	Pas	+127,00
<i>HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact</i>	<i>1.5 Angle of maximum GZ</i>	15,0	deg	43,6	Pas	+190,91
<i>HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact</i>	<i>1.6 Initial GMt</i>	0,150	m	1,596	Pas	+964,00

Grafik stabilitas loadcase berupa sudut terhadap tinggi kapal (meter), didalam gambar terdapat nilai GZ maksimal yang menandakan kapal dengan kondisi berangkat memiliki nilai GZ maksimal 0,454 m dan 43,6 deg (derajat), hal ini menandakan bahwa kapal pada kondisi berangkat hanya dapat miring 43,6 deg jika dari itu maka kapal akan tenggelam, dapat dilihat pada gambar 4.11



Gambar 4. 11 Grafik Stabilitas Kapal dengan penumpang tidak beraturan

4.6.3 Kondisi Kapal Kosong

Pada perencanaan ini menunjukkan stabilitas kondisi kapal penuh. Setelah dilakukan running, maka dapat dilihat kondisi kapal tersebut dalam keadaan stabil hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 15 pembebanan Kapal Kosong

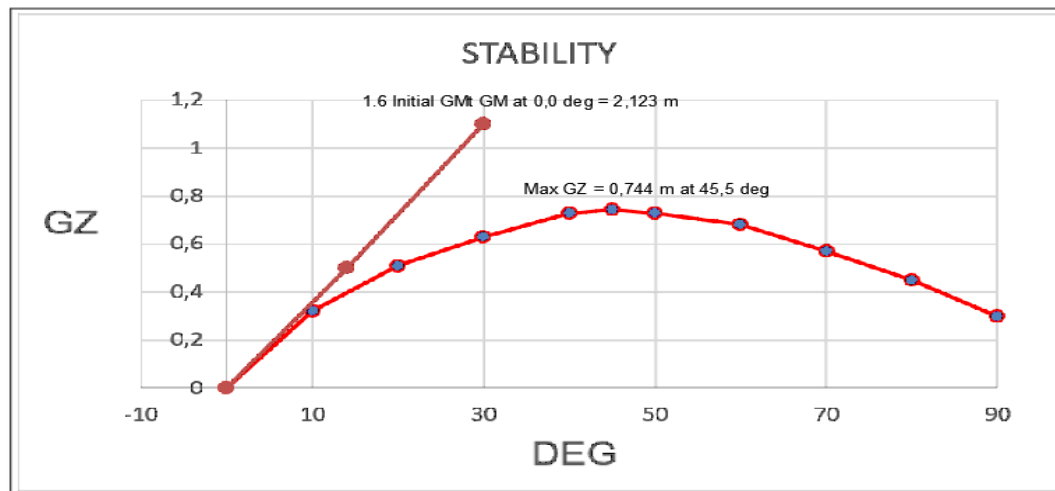
<i>Item Name</i>	<i>Quantity</i>	<i>Unit Mass kg</i>	<i>Total Mass kg</i>	<i>Unit Volume m³</i>	<i>Total Volume m³</i>	<i>Long Arm m</i>	<i>Trans. Arm m</i>	<i>Vert. Arm m</i>
<i>Lightship</i>	1	6751,0	6751,0			4,560	0,000	0,450
<i>F.O.T</i>	0%	225,0	0,0	0,300	0,000	3,800	0,000	0,200
<i>PASSENGER S</i>	0	75,0	0,0			5,000	1,000	1,300
<i>PASSENGER P</i>	0	75,0	0,0			5,000	-1,000	1,300
<i>CREW P</i>	0	75,0	0,0			8,000	1,000	1,300
<i>CREW S</i>	0	75,0	0,0			8,000	-1,000	1,300
<i>Perbekalan</i>	0	20,0	0,0			9,000	0,000	0,800
<i>Total Loadcase</i>			6751,0	0,300	0,000	4,560	0,000	0,450
<i>FS correction</i>								0,000
<i>VCG fluid</i>								0,450

Berdasarkan kondisi pembebanan seperti ditunjukkan pada tabel diatas, maka didapat hasil stabilitas kapal, dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 16 Hasil Pembebanan Kapal Kosong

<i>Code</i>	<i>Criteria</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>	<i>Actual</i>	<i>Status</i>	<i>Margin %</i>
HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.2 Weather criterion from IMO A.749(18) <i>Angle of steady heel shall not be greater than (<=)</i>	16,0	deg	1,1	Pas s	+92,95
HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.2 Area 0 to 30 or GZmax	3,1510	m.de g	11,66 22	Pas s	+270,11
HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.3 Area 30 to 40	1,7190	m.de g	6,923 2	Pas s	+302,74
HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.4 Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,744	Pas s	+272,00
HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.5 <i>Angle of maximum GZ</i>	15,0	deg	45,5	Pas s	+203,03
HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.6 <i>Initial GMt</i>	0,150	m	2,123	Pas s	+1315,33

Grafik stabilitas loadcase berupa sudut terhadap tinggi kapal (meter), didalam gambar terdapat nilai GZ maksimal yang menandakan kapal dengan kondisi berangkat memiliki nilai GZ maksimal 0,744 m dan 45,5 deg (derajat), hal ini menandakan bahwa kapal pada kondisi berangkat hanya dapat miring 45,5 deg jika dari itu maka kapal akan tenggelam, dapat dilihat pada gambar 4.12



Gambar 4. 12 Grafik Stabilitas Kapal Kosong

Analisis stabilitas dilakukan terhadap tiga kondisi utama pembebanan kapal, yaitu saat kondisi kapal kosong, kapal penuh, dan kapal beroperasi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kapal dalam semua kondisi tersebut memiliki performa stabilitas yang sangat baik dan memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan oleh IMO (*HSC Code 2000*).

Dari seluruh hasil pengamatan dan perhitungan, dapat disimpulkan bahwa kapal ini memiliki desain stabilitas yang baik dan aman untuk dioperasikan dalam seluruh kondisi operasionalnya, baik saat membawa muatan penuh dan saat muatan kosong. Nilai sudut kritis sebesar 45,5° menjadi indikasi penting bahwa kapal telah memenuhi aspek keamanan dalam hal kemampuan untuk menghadapi kemiringan ekstrim, sekaligus menunjukkan kinerja stabilitas yang layak dan dapat diandalkan untuk keperluan pelayanan transportasi bagi wisatawan alam kampung gema.

4.7 Konstruksi Kapal

Perhitungan konstruksi kapal dilakukan untuk menentukan dimensi minimum setiap elemen struktur lambung agar mampu menahan beban yang bekerja selama kapal beroperasi. Perhitungan ini mengacu pada BKI Rules for High Speed Craft Volume III Section 3 Structures (Juli 2026). Elemen yang dihitung meliputi pelat alas, pelat sisi, pelat geladak, pelat sekat, penegar biasa (*ordinary Stiffener*), *bottom longitudinal*, *web Frame*, *side stringer*, dan *girder*. Seluruh hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan ukuran profil yang dipilih sehingga diperoleh konstruksi yang memenuhi persyaratan klasifikasi.

Sebelum dilakukan perhitungan konstruksi, terlebih dahulu ditentukan parameter utama kapal yang akan digunakan pada seluruh proses perhitungan. Parameter ini merupakan hasil akhir dari proses desain kapal wisata Sungai Subayang.

Tabel 4. 17 Parameter Perhitungan Kontruksi

Parameter	Simbol	Nilai
Length Overall	LOA	12,40 m
<i>Length between perpendicular</i>	LPP	12,00 m
Lebar	B	3,00 m
Tinggi	H	1,20 m
Sarat	T	0,60 m
<i>Displacement</i>	Δ	11,18 ton
Kecepatan	V	15 knot
<i>Block Coefficient</i>	Cb	0,601
<i>Frame spacing</i>	s	0,40 m
<i>Stiffener spacing</i>	s	0,40 m
<i>Web Frame spacing</i>	Sw	1,20 m

<i>Girder spacing</i>	Bg	0,75 m
Jumlah sekat	-	4 buah
Material plating	-	AA5083-H116
Material profile	-	AA6082-T6

4.7.1 Pemilihan Material Aluminium

Pemilihan material konstruksi dilakukan berdasarkan ketentuan *BKI Rules for High Speed Craft* (July 2026 Edition, Pt 3, Vol III, Sec 3), khususnya sub-bagian C3.2.3 (Aluminium Alloy Structures). Material yang dipilih harus memiliki kekuatan mekanik yang memadai, ketahanan terhadap korosi air laut, serta memiliki kemampuan pengelasan yang baik (*welded condition*).

Pelat kulit, pelat geladak, dan sekat menggunakan aluminium paduan AA 5083-H116 (Rolled). Berdasarkan Table C3.2.2 BKI HSC, nilai tegangan luluh minimum dalam kondisi setelah pengelasan (*minimum guaranteed yield stress in welded condition*) adalah $R'_{p0.2} = 125 \frac{N}{mm} \text{ } ^2$ (MPa). Untuk elemen penegar (*Stiffener*) dan profil ekstrusi digunakan aluminium paduan AA 6082-T6 / 6061-T6 (Extruded) dengan nilai $R'_{p0.2} = 115 \frac{N}{mm} \text{ } ^2$ (MPa). Berdasarkan ketentuan BKI HSC C3.2.3.3, faktor material aluminium (k) dihitung menggunakan persamaan:

$$k = \frac{100}{R'_{p0.2}}$$

- a) Faktor Material Pelat (AA 5083-H116):

$$k_{plate} = \frac{100}{125} = 0,80$$

- b) Faktor Material Penegar / Profil (AA 6082-T6):

$$k_{stiff} = \frac{100}{115} = 0,87$$

Nilai faktor koreksi k tersebut digunakan dalam seluruh perhitungan kekuatan struktur selanjutnya.

4.7.2 Perhitungan Konstruksi Kapal

1. Tegangan Material dan Tekanan Desain

Tegangan izin material dihitung menggunakan persentase tegangan luluh sisa welded ($R'_{p0.2}$):

$$\sigma_a = 0,65 \times R'_{p0.2} = 0,65 \times 125 = 81,25 \text{ N/mm}^2$$

Untuk sekat kedap air (*watertight bulkhead*), tegangan izin yang digunakan adalah:

$$\sigma_{bh} = 0,85 \times R'_{p0.2} = 0,85 \times 125 = 106,25 \text{ N/mm}^2$$

a) Tekanan Alas (P_b)

Tekanan alas dihitung berdasarkan formula kombinasi beban hidrostatik dan percepatan a_{cg} :

$$P_b = 10T + K_3\Delta(1 + a_{cg})$$

Dengan data kapal ($T = 0,60'' \text{ m}''$, $\Delta = 11,18'' \text{ ton}''$, $a_{cg} = 0,75$, $K_3 = 2,2$):

$$\begin{aligned} P_b &= (10 \times 0,60) + (2,2 \times 11,18 \times (1 + 0,75)) = 6,00 + 43,04 \\ &= 49,04 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

b) Tekanan Sisi (P_s)

$$P_s = 21,00 \text{ kN/m}^2$$

c) Tekanan Geladak (P_d)

$$P_d = 10,00 \text{ kN/m}^2$$

d) Tekanan Sekat Kedap Air (P_{bh})

$$P_{bh} = 10 \times h = 10 \times 1,20 = 12,00 \text{ kN/m}^2$$

2. Perhitungan Ketebalan Pelat

Rumus tebal pelat menggunakan batas tegangan izin σ :

$$t = 15,8 \times s \times \sqrt{\frac{P}{\sigma}}$$

a) Pelat Alas (*Bottom Plating*)

Diketahui: $s = 0,40'' m''$, $P_b = 49,04'' \frac{kN}{m}''^2$, $\sigma = 81,25'' \frac{N}{mm}''^2$

$$t = 15,8 \times 0,40 \times \sqrt{\frac{49,04}{81,25}} = 6,32 \times 0,777 = 4,91 \text{ mm}$$

Pemilihan Ketebalan: Digunakan pelat aluminium 6'' mm'' (Alloy 5083-H116).

b) Pelat Sisi (*Side Plating*)

Diketahui: $s = 0,40'' m''$, $P_s = 21,00'' \frac{kN}{m}''^2$, $\sigma = 81,25'' \frac{N}{mm}''^2$

$$t = 15,8 \times 0,40 \times \sqrt{\frac{21,00}{81,25}} = 6,32 \times 0,508 = 3,21 \text{ mm}$$

Pemilihan Ketebalan: Digunakan pelat 5'' mm'' (Alloy 5083-H116).

c) Pelat Geladak (*Deck Plating*)

Diketahui: $s = 0,40'' m''$, $P_d = 10,00'' \frac{kN}{m}''^2$, $\sigma = 81,25'' \frac{N}{mm}''^2$

$$t = 15,8 \times 0,40 \times \sqrt{\frac{10,00}{81,25}} = 6,32 \times 0,351 = 2,22 \text{ mm}$$

Pemilihan Ketebalan: Digunakan pelat 4'' mm'' (Alloy 5083-H116).

d) Pelat Sekat Kedap Air (*Bulkhead Plating*)

Diketahui: $s = 0,40'' m''$, $P_{bh} = 12,00'' \frac{kN}{m}''^2$, $\sigma_{bh} = 106,25'' \frac{N}{mm}''^2$

$$t = 15,8 \times 0,40 \times \sqrt{\frac{12,00}{106,25}} = 6,32 \times 0,336 = 2,12 \text{ mm}$$

Pemilihan Ketebalan: Digunakan pelat 4" mm" (Alloy 5083-H116).

3. Perhitungan Profil Penegar (*Stiffener*)

Dengan menggunakan $k_{stiff} = 0,87$ (untuk profil AA 6082-T6):

a.) Bottom Longitudinal *Frame*

Diketahui:

$$m = 83,3$$

$$s = 0,40 \text{ m}$$

$l = 1,60 \text{ m}$ (*bentang antar web Frame*)

$$P_b = 49,04 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_a = 81,25 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{stiff} = 0,87$$

Rumus:

$$Z = \frac{m \times s \times l^2 \times P_b}{\sigma_a} \times k_{stiff}$$

Perhitungan:

$$Z = \frac{83,3 \times 0,40 \times (1,60)^2 \times 49,04}{81,25} \times 0,87$$

$$Z = \frac{4183,10}{81,25} \times 0,87 = 51,48 \times 0,87 = 44,79 \text{ cm}^3$$

Pemilihan Profil: Digunakan profil L 60 × 40 × 5" mm" atau Built-up T dengan $Z_{aktual} \geq 45" \text{ cm}^3$.

b.) *Stiffener* Sekat Kedap Air

Diketahui: $s = 0,40'' m''$, $l = 1,00'' m''$, $P_{bh} = 12,00'' \frac{kN}{m}''^2$, $\sigma_{bh} = 106,25'' \frac{N}{mm}''^2$, $k_{stiff} = 0,87$

Rumus:

$$Z = \left(\frac{s \times l^2 \times P_{bh}}{10 \times \sigma_{bh}} \times 1000 \right) \times k_{stiff}$$

Perhitungan:

$$Z = \left(\frac{0,40 \times (1,00)^2 \times 12}{10 \times 106,25} \times 1000 \right) \times 0,87$$

$$Z = 4,52 \times 0,87 = 3,93 \text{ cm}^3$$

Pemilihan Profil: Digunakan profil L $40 \times 30 \times 4'' mm''$.

1. Perhitungan Gading Besar (*Web Frame*)

Gading besar merupakan penumpu melintang utama (*transverse web ring*) yang dipasang setiap jarak bentang gading $1,60'' m''$.

Diketahui:

- Jarak gading besar (S) = $1,60'' m''$
- Bentang bebas gading besar (l) = $1,20'' m''$ (*dari alas ke geladak*)
- Tekanan alas (P_b) = $49,04'' \frac{kN}{m}''^2$
- Tegangan izin (σ_a) = $81,25'' \frac{N}{mm}''^2$
- Koefisien konstruksi (m) = 55 (*untuk Web Frame melintang*)
- Faktor material (k) = 0,87

Rumus:

$$Z_{wf} = \frac{m \times S \times l^2 \times P_b}{\sigma_a} \times k$$

Perhitungan:

$$Z_{wf} = \frac{55 \times 1,60 \times (1,20)^2 \times 49,04}{81,25} \times 0,87$$

$$Z_{wf} = \frac{55 \times 1,60 \times 1,44 \times 49,04}{81,25} \times 0,87$$

$$Z_{wf} = \frac{6215,35}{81,25} \times 0,87 = 76,50 \times 0,87 = 66,55 \text{ cm}^3$$

Pemilihan Profil & Modulus Aktual:

- a) Profil Rekomendasi: *Built-up T* (160 × 5" mm" Web / 60 × 6" mm" Flange).
- b) Modulus Aktual Terhitung (Z_{aktual}): $Z_{top} = 121,90" \text{ cm}^3$ dan $Z_{bottom} = 281,6 \text{ cm}^3$.
- c) Evaluasi: $Z_{aktual} \geq Z_{wf}$ ($121,90" \text{ cm}^3 \geq 66,55" \text{ cm}^3$) → MEMENUHI SYARAT (OK).

2. Perhitungan Penumpu Sisi (*Side Stringer*)

Side Stringer dipasang secara memanjang pada sisi lambung untuk menopang gading-gading sisi dan membagi bentang gading.

Diketahui:

- a) Jarak penumpu sisi / lebar pembebanan (b) = 0,60" m "
- b) Bentang *Side Stringer* antar gading besar (l) = 1,60" m "
- c) Tekanan sisi (P_s) = $21,00" \frac{kN}{m} "$ 2
- d) Tegangan izin (σ_a) = $81,25" \frac{N}{mm} "$ 2
- e) Koefisien konstruksi (m) = 83,3
- f) Faktor material (k) = 0,87

Rumus:

$$Z_{st} = \frac{m \times b \times l^2 \times P_s}{\sigma_a} \times k$$

Perhitungan:

$$Z_{st} = \frac{83,3 \times 0,60 \times (1,60)^2 \times 21,00}{81,25} \times 0,87$$

$$Z_{st} = \frac{83,3 \times 0,60 \times 2,56 \times 21,00}{81,25} \times 0,87$$

$$Z_{st} = \frac{2686,92}{81,25} \times 0,87 = 33,07 \times 0,87 = 28,77 \text{ cm}^3$$

Pemilihan Profil & Modulus Aktual:

- Profil Rekomendasi: *Built-up T* ($120 \times 5'' \text{ mm}''$ Web / $50 \times 5'' \text{ mm}''$ Flange) atau L-Profile $75 \times 50 \times 6'' \text{ mm}''$.
- Modulus Aktual Terhitung (Z_{aktual}): $Z_{aktual} \approx 36,20'' \text{ cm}''^3$.
- Evaluasi: $Z_{aktual} \geq Z_{st}$ ($36,20'' \text{ cm}''^3 \geq 28,77'' \text{ cm}''^3$) → MEMENUHI SYARAT (OK).

3. Perhitungan Penumpu Tengah & Sisi Alas (*Center & Side Girder*)

Girder (Penumpu Alas) memikul beban kekakuan memanjang kapal (*longitudinal strength*) dan menahan beban *slamming* pada bottom.

- Penumpu Tengah (*Center Girder*)

Diketahui:

- Lebar pembebanan penumpu tengah (b) = $0,80'' \text{ m}''$
- Bentang *girder* antar sekat/*Web Frame* (l) = $1,60'' \text{ m}''$
- Tekanan alas (P_b) = $49,04'' \frac{\text{kN}}{\text{m}}''^2$

- d) Tegangan izin (σ_a) = $81,25 \frac{N}{mm} "$
- e) Koefisien konstruksi (m) = 100 (*girder utama*)
- f) Faktor material (k) = 0,87

Rumus:

$$Z_{cg} = \frac{m \times b \times l^2 \times P_b}{\sigma_a} \times k$$

Perhitungan:

$$Z_{cg} = \frac{100 \times 0,80 \times (1,60)^2 \times 49,04}{81,25} \times 0,87$$

$$Z_{cg} = \frac{100 \times 0,80 \times 2,56 \times 49,04}{81,25} \times 0,87$$

$$Z_{cg} = \frac{10043,78}{81,25} \times 0,87 = 123,62 \times 0,87 = 107,55 \text{ cm}^3$$

Pemilihan Profil & Modulus Aktual:

- a) Profil Rekomendasi: *Built-up T* ($180 \times 6 \text{ mm} "$ Web / $75 \times 8 \text{ mm} "$ Flange).
- b) Modulus Aktual Terhitung (Z_{aktual}): $Z_{top} = 159,58 \text{ cm}^3$ dan $Z_{bottom} = 402,08 \text{ cm}^3$.
- c) Evaluasi: $Z_{aktual} \geq Z_{cg}$ ($159,58 \text{ cm}^3 \geq 107,55 \text{ cm}^3$) $\rightarrow$ MEMENUHI SYARAT (OK).

b) Penumpu Sisi Alas (*Side Girder*)

Diketahui:

- a) Lebar pembebanan penumpu sisi (b) = $0,60 \text{ m} "$
- b) Bentang *girder* (l) = $1,60 \text{ m} "$

- c) Tekanan alas (P_b) = $49,04 \frac{kN}{m} \text{ }^2$
- d) Tegangan izin (σ_a) = $81,25 \frac{N}{mm} \text{ }^2$
- e) Koefisien (m) = 83,3
- f) Faktor material (k) = 0,87

Perhitungan:

$$Z_{sg} = \frac{83,3 \times 0,60 \times (1,60)^2 \times 49,04}{81,25} \times 0,87$$

$$Z_{sg} = \frac{6276,11}{81,25} \times 0,87 = 77,24 \times 0,87 = 67,20 \text{ cm}^3$$

Pemilihan Profil & Modulus Aktual:

- a) Profil Rekomendasi: *Built-up T* ($150 \times 5 \text{ mm}$ Web / $60 \times 6 \text{ mm}$ Flange).
- b) Modulus Aktual Terhitung (Z_{aktual}): $Z_{top} = 115,54 \text{ cm}^3$ dan $Z_{bottom} = 258,42 \text{ cm}^3$.
- c) Evaluasi: $Z_{aktual} \geq Z_{sg}$ ($115,54 \text{ cm}^3 \geq 67,20 \text{ cm}^3$) → Memenuhi Syarat (Ok).

Tabel 4. 18 Rekapitulasi Kontruksi

Elemen Konstruksi	Parameter Minimum BKI (t_{min} / Z_{req})	Profil Ukuran Terpilih	Parameter Penampang Aktual (Z_{act})	Material Alloy
Alas (Bottom)	$t_{min} = 4,91 \text{ mm}$	6 mm	-	AA 5083-H116
	$Z_{req} = 44,79 \text{ cm}^3$	L $60 \times 40 \times 5 \text{ mm}$	48,50 cm^3	AA 6082-T6

<i>Sisi (Side)</i>	$t_{min} = 3,21 \text{ mm}$	5 mm	-	AA 5083-H116
	$Z_{req} = 10,79 \text{ cm}^3$	L $50 \times 40 \times 4'' \text{ mm}''$	$14,20 \text{ cm}^3$	AA 6082-T6
	$Z_{req} = 19,18 \text{ cm}^3$	L $50 \times 40 \times 5'' \text{ mm}''$	$22,40 \text{ cm}^3$	AA 6082-T6
<i>Geladak (Deck)</i>	$t_{min} = 2,22 \text{ mm}$	4 mm	-	AA 5083-H116
	$Z_{req} = 9,13 \text{ cm}^3$	L $50 \times 30 \times 4'' \text{ mm}''$	$12,50 \text{ cm}^3$	AA 6082-T6
<i>Sekat (Bulkhead)</i>	$t_{min} = 2,12 \text{ mm}$	4 mm	-	AA 5083-H116
	$Z_{req} = 3,93 \text{ cm}^3$	L $40 \times 30 \times 4'' \text{ mm}''$	$6,80 \text{ cm}^3$	AA 6082-T6
<i>Penumpu (Girder)</i>	$Z_{req} = 107,55 \text{ cm}^3$	T $180 \times \frac{6}{75} \times 8'' \text{ mm}''$	$159,58 \text{ cm}^3$	AA 5083-H116
	$Z_{req} = 67,20 \text{ cm}^3$	T $150 \times \frac{5}{60} \times 6'' \text{ mm}''$	$115,54 \text{ cm}^3$	AA 5083-H116
<i>Gading Besar</i>	$Z_{req} = 66,55 \text{ cm}^3$	T $160 \times \frac{5}{60} \times 6'' \text{ mm}''$	$121,90 \text{ cm}^3$	AA 5083-H116

4.8 Pembuatan Miniatur

Proses membuat miniatur kapal dilakukan secara langsung tanpa membuat cetakan, dimulai dari *Marking dan cutting* untuk setiap station maupun kulit lambung, fit-up, serta pemasangan kulit lambung, Proses Pendempulan, pembuatan Outffiting, *Painting* serta finising. Dengan skala 1:22 dengan data utama kapal miniature.

Tabel 4. 19 Data Utama Miniatur Kapal

Parameter	Ukuran Asli	Ukuran Miniatur
Panjang	12 m	55,00 cm
Lebar	3,0 m	13,75 cm
Tinggi	1,2 m	5,50 cm
Sarat	0,6 m	2,75 cm

4.8.1 *Marking dan cutting*

Pada proses marking agar menghasilkan bentuk yang presisi dan sesuai dengan bentuk design dan skala yang diinginkan, maka dalam hal ini menggunakan *software maxsuf structure* yang selanjutnya *di export ke AutoCad* kemudian print dalam kertas A untuk setiap bagian- bagian kapal. Selanjutnya pada tahap cutting dilakukan sesuai pola pada PVC 2mm untuk station dan 1mm untuk lambung kapal.



Gambar 4. 13 Proses Marking dan Cutting

4.8.2 Proses *Fit Up*

Setelah didapat bagian-bagian kapal dari proses cutting selanjutnya dilakukan proses fit-up pada *Frame* dengan jarak yang telah ditentukan, pemasangan kulit lambung, deck, dan lainnya.



Gambar 4. 14 Proses Fit Up

4.8.3 Proses Pendempulan

Pendumpulan merupakan proses lanjutan setelah pesangan kulit lambung, dan kontruksi kapal yang bertujuan untuk mengisi bagian yang terdapat celah atau rongga-rongga, kemudian dilakukan proses pengamplasan yang bertujuan agar permukaan menjadi halus dan mulus supaya mendapatkan hasil *Painting* yang bagus.



Gambar 4. 15 Proses Pendempulan

4.8.4 Proses *Painting*

Pengecatan merupakan tahap akhir dari pengerjaan ini, dapat dilakukan jika semua bagian-bagian pada kapal selesai (tidak ada yang kurang), pengecatan dilakukan menggunakan cat pilox dengan cara bertahap untuk setiap lapisan nya tipis tapi rata dan tunggu hingga dapat dilakukan tahap lapisan berikutnya. ± 10 menit untuk tiap lapisannya.



Gambar 4. 16 Proses Painting

4.8.5 *Finishing*

Proses terakhir yaitu *Finishing* dengan melakukan pemasangan seluruh komponen yang ada pada kapal dan melakukan pengecatan akhir pada miniatur kemudian agar dapat diletaka dalam kaca.



Gambar 4. 17 Prose Finishing

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai desain kapal wisata Sungai Subayang yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Desain kapal wisata berhasil dirancang menggunakan metode Parent Design Approach dengan analisis regresi berdasarkan kapal pembanding. Ukuran utama kapal yang diperoleh yaitu LOA 12,00 m, B 3,00 m, H 1,20 m, dan T 0,60 m. Kapal memiliki kapasitas 20 penumpang dengan bentuk lambung tipe V-bottom dan kecepatan rencana 15 knot.
2. Perencanaan kapal menghasilkan gambar Lines Plan, General Arrangement, dan gambar konstruksi sebagai acuan dalam proses pembangunan kapal. General Arrangement dirancang untuk mengakomodasi 20 penumpang, ruang kemudi, serta fasilitas pendukung dengan memperhatikan aspek kenyamanan, keselamatan, dan kemudahan operasional. Konstruksi kapal menggunakan aluminium paduan 5083-H116 untuk pelat dan 6082-T6 untuk profil penegar sesuai dengan BKI Rules for High Speed Craft (July 2026 Edition, Pt 3, Vol III, Sec 3).
3. Hasil perhitungan stabilitas menunjukkan bahwa kapal memenuhi kriteria yang dipersyaratkan dalam IMO High Speed Craft (HSC) Code 2000 pada seluruh kondisi pembebanan yang dianalisis, termasuk kondisi kapal membawa 20 penumpang, sehingga desain memiliki stabilitas yang memadai untuk operasional kapal wisata di Sungai Subayang.
4. Miniatur kapal berhasil dibuat dengan skala 1:22 berdasarkan gambar Lines Plan, General Arrangement, dan gambar konstruksi yang telah dirancang. Miniatur tersebut mampu merepresentasikan bentuk kapal hasil desain secara visual dan digunakan sebagai media pendukung dalam penyajian hasil penelitian.

5.1 Saran

1. Penelitian selanjutnya dapat melakukan analisis hambatan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) atau uji model (*towing tank*) untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.
2. Analisis konstruksi dapat dikembangkan menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA) sehingga distribusi tegangan pada struktur kapal dapat diketahui secara lebih rinci.
3. Desain kapal dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan aspek ekonomi, biaya pembangunan, serta analisis operasional agar diperoleh desain yang tidak hanya memenuhi aspek teknis, tetapi juga layak secara ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeter, J. M. (1993). *Weight Estimating and Weight Control for Small Craft*. Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME).
- Begovic, E., & Mancini, S. (2021). Stability and seakeeping of marine vessels in waves. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(2), 222. <https://www.mdpi.com/2077-1312/9/2/222>
- Begovic, E., & Mancini, S. (2021). Operational limits of ships based on seakeeping criteria. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(2), 222. <https://www.mdpi.com/2077-1312/9/2/222>
- Bagazinski, P., & Ahmed, A. (2023). Ship hull design optimization dataset for hydrodynamic analysis. *arXiv preprint arXiv:2305.08279*. <https://arxiv.org/abs/2305.08279>
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2026). Prakiraan cuaca Kecamatan Kampar Kiri Hulu, Kabupaten Kampar, Riau. BMKG.
- Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). 2022. *Rules for Classification and Construction – Hull of Small Craft*. Jakarta: PT Biro Klasifikasi Indonesia.
- Demo, N., Tezzele, M., & Rozza, G. (2018). Shape optimization of ship hulls based on hydrodynamic Resistance. <https://arxiv.org/abs/1801.06369>
- Education, B., Of, F., & Training, T. (n.d.). *ANALYSIS OF SUBAYANG RIVER QUALITY BASED ON BIOTILIC INDEX AS ENRICHMENT OF AQUATIC ECOLOGY*. 1–13.
- Efendy, T. S., Surbakti, A. G., Kapal, T. M., Mesin, T., Banyuwangi, P. N., Kapal, T. M., Mesin, T., & Banyuwangi, P. N. (2024). *PERANCANGAN KONSTRUKSI KAPAL WISATA 1 GT BERBAHAN DASAR*. 2(2), 138–148.
- Google. (2026). Google Maps [Peta digital]. Google.
- Harvald, S. A. (1983). *Resistance and propulsion of ships*. In *TA - TT -*. Krieger

Pub. <https://doi.org/LK> - <https://worldcat.org/title/25630677>

Helmi, M., Audina, N., & Khodijah, R. (2025). *Desain kapal wisata sebagai penunjang pariwisata di Danau PLTA Koto Panjang ditinjau dari power engine*. Inovtek Polbeng: Jurnal Inovasi Teknologi Politeknik Negeri Bengkalis, **15**(1), 89–100. <https://doi.org/10.35314/3a72j784>

Huang, L., Wang, X., & Li, Y. (2019). Numerical simulation of ship Resistance using CFD-DEM approach. *arXiv preprint arXiv:1909.10018*. <https://arxiv.org/abs/1909.10018>

Iqbal, M., et al. (2025). *Hull Form Optimisation to Minimise the Total Resistance and Dynamic Responses of Small Fishing Vessels*. *Ocean Engineering*, 326.

International Maritime Organization. 2008. *International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code)*. London: IMO.

Journal, I., Innovation, M. E., & Online, A. (2024). *To Determine The Principal Dimensions of A*. *9*(4), 842–847.

Journal of Marine Science and Engineering Editorial Office. (2022). Ship motion and wave loads research collection. *Journal of Marine Science and Engineering*. https://www.mdpi.com/journal/jmse/special_issues/YF0ZFP1AEH

Journal of Marine Science and Engineering Editorial Office. (2023). Simulation-based ship hydrodynamic optimization. *Journal of Marine Science and Engineering*. https://www.mdpi.com/journal/jmse/special_issues/8C8QOJIXCM

Larsson, L., & Eliasson, R. E. (2000). *Principles of Yacht Design* (2nd ed.). International Marine.

Laut, D. A. N. (n.d.). *ALIRAN DAN POWERING PADA KAPAL PERAIRAN SUNGAI*. *m*, 1–6.

Martania, D. R., Tanjung, M. H., & Suryadi, A. (2022). *Engineering , Environment*

, and Technology Identification of Potential Geotourism Destination in the River Subayang Areas of Kampar , Riau , Indonesia. 7(4), 167–175.
<https://doi.org/10.25299/jgeet.2022.7.4.10394>

Nam, S., Kim, Y., & Lee, D. (2024). Small vessel motion analysis using CFD methods. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(3), 369
<https://www.mdpi.com/2077-1312/12/3/369>

Nugroho, A., et al. (2025). *A Hull Form Design Analysis with Variations of Block Coefficient (Cb) and Cross-Sectional Area (CSA)*. ISMATECH Journal.

Park, D., Kim, S., & Lee, J. (2023). Hybrid modeling for ship motion prediction. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11, 1842.

PT. Fiberboat Indonesia. (n.d.). *PT. Fiberboat Indonesia*. Diakses pada 10 Mei 2026, dari [PT. Fiberboat Indonesia](#)

Santoso, B., & Ikhsan, M. (2021). *Resistance and Intact Stability Calculation of Hull Form Tourism Boat Siak River for Passenger Safety*. 208(12), 222–227.

Santoso, B., Riski, M., & Satria, B. (2025). *Intact Stability and Seakeeping Assessment of a High-Speed Patrol Craft : GZ / GMt Metrics with RAO Responses under IMO A . 749 (18)/ HSC Code . 749(18)*, 97–106.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengunjung

Kab. Kampar													
DATA KUNJUNGAN WISATAMAN NUSANTARA DI DESTINASI WISATA PROVINSI RIAU Bulan Januari s/d Desember 2025													
NO	NAMA DESTINASI	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MAY	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER
1	Ulu Kasok	6.175	6.275	4.430	1.047	1.042	1.800	1.850	1.880	1.950	2.023	2.190	2.190
2	Puncak Kompe	5.200	5.320	4.532	2.018	3.211	3.722	3.750	3.850	4.200	1.870	1.974	1.974
3	Cubadak Hill	280	266	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Raja Onom	360	366	-	366	366	420	570	630	750	1.200	1.270	1.270
5	Kelok Indah	695	750	532	650	650	748	873	880	980	-	-	-
6	Puncak Panorama	19.285	19.524	12.543	10.012	10.012	11.202	11.340	11.430	11.750	11.995	12.080	12.657
7	Demaga Tepian Mahligai Taman SB	7.115	7.823	6.321	5.610	5.610	5.710	5.870	5.880	6.001	6.430	6.670	7.450
8	Demaga Tepian Mahligai 2	5.598	6.556	4.321	1.616	1.616	2.340	2.450	2.540	2.750	2.688	3.200	3.650
9	Candi Muara Takus	2.835	7.018	2.005	35.080	18.200	20.211	20.300	20.330	20.758	20.887	21.001	21.200
10	Fada Camping Ground/ Pulau gombang	750	790	532	345	421	460	640	650	801	982	1.001	1.120
11	Air Terjun Guilano	3.001	3.501	3.101	2.088	2.532	2.890	2.990	2.910	3.201	3.795	3.800	4.201
12	Air Terjun Pulosimo	713	820	1.200	1.616	1.672	1.872	1.892	1.898	2.001	2.250	2.750	2.890
13	Air Terjun Tambang Murai	1.028	1.102	520	1.282	1.295	1.540	1.650	1.660	1.750	1.976	1.990	2.100
15	dekoriz Villa	769	790	-	345	543	808	850	880	907	830	840	920
16	Danau Rusa	387	-	-	1.394	-	-	-	-	-	560	670	820
17	Arroyand Island	830	870	432	230	240	2.80	320	340	750	960	1.002	1.100
18	Sungai Gagak	1.100	1.350	2.345	2.381	2.450	2.862	2.934	2.980	3.020	2.340	2.450	2.590
19	Hendeland	6255	6.333	4.334	18.678	18.760	19.750	20.090	20.145	20.265	18.000	18.302	18.540
20	Air Terjun Batu Hiding	3140	3.230	2.303	1.050	1.260	1.890	1.895	1.898	2.001	2.302	2.402	2.760
21	Air Terjun Panisan	2.625	2.750	964	463	543	742	823	834	970	1.201	1.403	1.403
22	Sungai Kopukapur	2.010	2.300	1.320	1.157	1.230	1.540	1.640	1.675	1.870	1.965	2.050	2.050
23	Hulan Rumba Tujuh Danau	387	457	320	380	370	3.90	480	470	750	895	945	945
24	Labersa	4.585	4.656	5.320	6.430	6.470	6.770	6.760	6.795	6.990	7.020	7.200	7.200
25	Taman Rekreasi Stanum	688	795	870	750	760	845	890	874	960	1.022	1.120	1.120
26	Teluk Jering	7.720	7.380	8.450	100.810	100.810	112.500	112.500	112.740	11.600	11.790	11.873	11.873
27	Ecowisata Go Green	830	870	983	1.925	1.930	2.344	2.375	2.430	2.750	2.832	2.860	2.860
28	Agrowisata Nadin	1.590	1.675	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	Pulau Ghindu	75	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	Subsaryang Holiday	1.070	1.260	570	340	460	650	680	686	-	823	854	850
31	Pemandian Alam Kuntu Torroba	1.570	1.656	532	320	350	465	475	487	795	895	906	1.001
32	Alam Berdungan Sei Paku	2.158	2.254	975	540	550	758	793	793	853	989	1.002	1.100
33	Air Terjun Koboko	1.031	2.154	987	3.371	3.371	3.745	3.790	3.880	3.950	4.200	4.350	4.740
34	Siantan Park	1.231	1.324	970	3.371	3.371	3.770	3.782	3.860	3.970	4.002	4.002	4.250
35	Kolam Pancing H. Edward	312	350	-	400	322	3.33	370	395	430	543	650	740
36	Taman Bernam Asmar	235	289	-	320	312	343	385	3.889	4.001	4.320	4.540	4.750
37	Batu Tiam	4.880	5.432	2.304	642	754	853	895	2.880	2.999	3.201	-	3.301

NO	NAMA DESTINASI	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOPEMBER	DESEMBER
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
38	Batu Dinding	800	950	800	2.200	1.400	1.100	1.800	2.500	1.200	900	750	2.300
39	Rumahnya Lontok	1.280	1.360	450	582	472	560	586	575	575	794	790	800
40	Wisata Keluarga Andalus	1.355	1.544	531	1.832	1.895	1.922	1.942	1.998	1.998	2.100	2.150	2.160
41	Sungai Hijau	11.200	11.235	10.245	32.450	24.756	24.945	24.994	25.110	25.650	25.950	26.001	26.101
42	Play Smart Topaz	7.500	8.650	5.670	14.022	13.275	13.733	13.855	14.906	15.001	152.001	152.020	152.200
43	Sungai Gelombang	9100	8.160	8.670	81.546	15.320	15.420	15.801	15.888	16.001	16.432	16.580	16.980
44	Pulau Kosok	5005	5.120	3.500	766	780	902	910	1.002	12.001	12.230	12.450	12.754
45	Batang Mobaui Island	770	852	432	650	750	890	881	892	900	1.002	145	730
46	Ompang Sungai Sonang	2.200	2.350	1.245	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	Ghimbo Pannuan	720	735	543	134	136	200	203	301	430	543	580	580
48	Bukit Naang	835	875	235	321	432	560	580	720	980	990	1.002	1.002
49	Pohon Pinus	830	895	345	420	432	534	545	620	960	996	1.020	1.102
50	Borneo	1840	1.882	543	2.340	2.534	2.333	2.430	2.850	2.850	2.030	2.150	2.340
51	Kebun Binatang	2102	2.110	1.830	18.679	16.234	17.343	17.620	17.750	17.850	17.880	17.900	18.001
52	Buluh Cina	1001	1.201	675	1.301	1.343	1.343	1.343	1.438	1.670	1.680	1.690	1.720
JUMLAH		146.139	158.863	110.154	367.097	271.781	297.820	301.479	310.300	226.521	364.789	368.541	375.655

Bangkinang, Desember 2025
KEPALA DINAS PARAWISATA DAN
KABUPATEN KAMPAR

AMHUR, ST
Pembina TGL

NIP.19731012.199603.1.001



Lampiran 2 Pengukuran Kecepatan Angin Melalui Aplikasi BMKG



Lampiran 4 Kondisi Tempat Wisata Kampung Gema



Lampiran 5 Mewawancarai Pemilik Kapal Yang Ada Di Kampung Gema



Lampiran 6 Merekam Pengunjung Yang Menikmati Kapal Pighau



Lampiran 7 Mewawancarai Salah Satu Pengunjung Yang Ada Di Kampung Gema



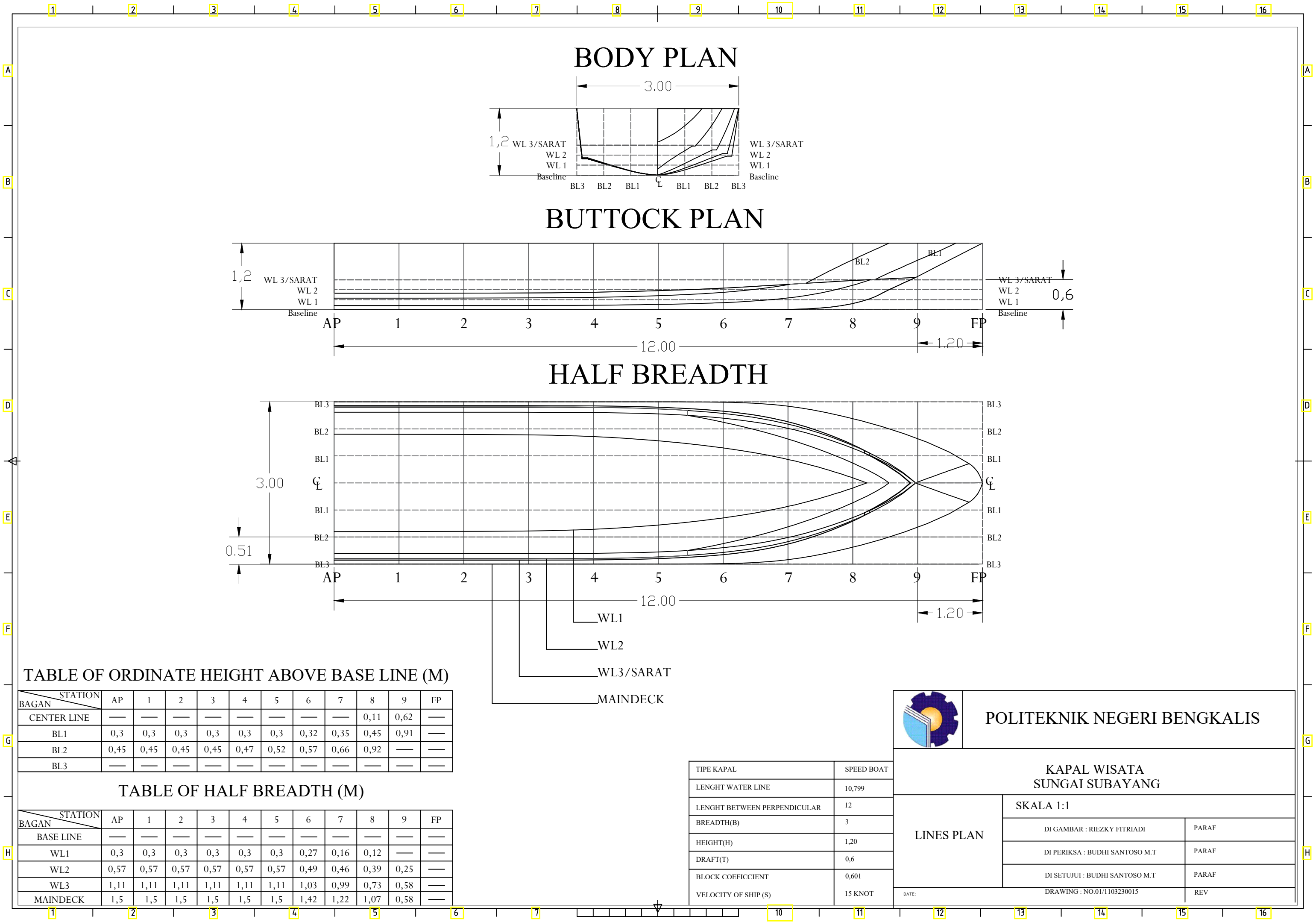


TABLE OF ORDINATE HEIGHT ABOVE BASE LINE (M)

STATION BAGAN	AP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	FP
CENTER LINE	—	—	—	—	—	—	—	—	0,11	0,62	—
BL1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,32	0,35	0,45	0,91	—
BL2	0,45	0,45	0,45	0,45	0,47	0,52	0,57	0,66	0,92	—	—
BL3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLE OF HALF BREADTH (M)

STATION BAGAN	AP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	FP
BASE LINE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
WL1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,27	0,16	0,12	—	—
WL2	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,49	0,46	0,39	0,25	—
WL3	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,03	0,99	0,73	0,58	—
MAINDECK	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,42	1,22	1,07	0,58	—

TIPE KAPAL	SPEED BOAT
LENGHT WATER LINE	10,799
LENGHT BETWEEN PERPENDICULAR	12
BREADTH(B)	3
HEIGHT(H)	1,20
DRAFT(T)	0,6
BLOCK COEFFICIENT	0,601
VELOCITY OF SHIP (S)	15 KNOT



POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

KAPAL WISATA
SUNGAI SUBAYANG

SKALA 1:1

DI GAMBAR : RIEZKY FITRIADI

PARAF

DI PERIKSA : BUDHI SANTOSO M.T

PARAF

DI SETUJUI : BUDHI SANTOSO M.T

PARAF

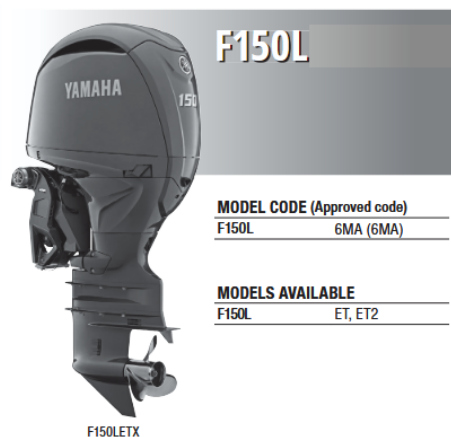
DATE:

DRAWING : NO.01/1103230015

REV

LINES PLAN

Fuel Injection model



MODEL CODE (Approved code)

F150L	6MA (6MA)
-------	-----------

MODELS AVAILABLE

F150L	ET, ET2
-------	---------

Dimension

Overall length	963 mm (38.0 in)
Overall width	548 mm (21.6 in)
Overall height	L: 1742 mm (68.6 in), X: 1869 mm (73.6 in)
Engine transom height	L: 516 mm (20.3 in), X: 642 mm (25.3 in)
Minimum distance	660 mm (26.0 in)
Steering angle	32 deg. each direction
Dry weight	237 – 243 kg

Performance F150L

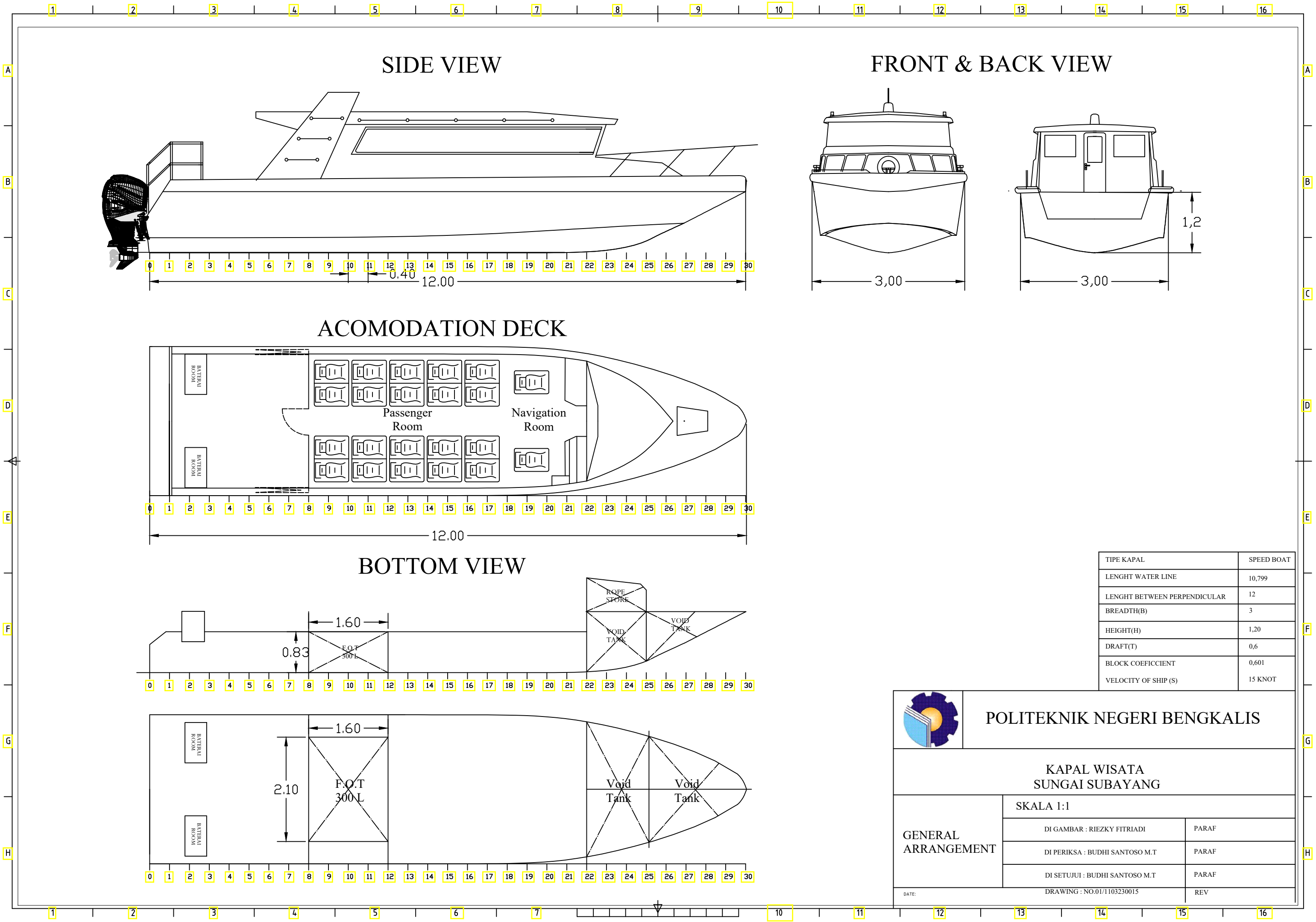
Max. prop shaft output	110.3 kW (150 ps)
Full throttle operating range	5000 – 6000 r/min
Idling speed	650 – 750 r/min
Fuel consumption	*58.6 L/h@5850 r/min
*: reference data	

Engine

Engine type	16-Valve, DOHC, In-line4
Displacement	2670 cm ³
Bore × stroke	94.0 × 96.2 mm
Compression ratio	9.0:1
Fuel induction system	Fuel injection
Lubrication system	Wet sump
Engine oil capacity	4.5 L/ 4.3 L (with / without oil filter replacement)
Ignition system	TCI
Ignition timing	—
Spark plug	LFR5A-11
Alternator	35 A (Charging capacity: 21A)
Cooling system	Raw-water, thermostatically controlled
Exhaust system	Through propeller boss

Bracket / Drive

Trim	— (continuously variable)
Shallow water drive	PTT: variable position
Gear shift	F-N-R
Gear ratio	2.00 (28/14)
Gear oil capacity	0.980 L
Propeller fitting	Spline
Propeller rotation	Clockwise
Shaft length	L, X



TIPE KAPAL	SPEED BOAT
LENGHT WATER LINE	10,799
LENGHT BETWEEN PERPENDICULAR	12
BREADTH(B)	3
HEIGHT(H)	1,20
DRAFT(T)	0,6
BLOCK COEFFICIENT	0,601
VELOCITY OF SHIP (S)	15 KNOT



POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

KAPAL WISATA
SUNGAI SUBAYANG

GENERAL
ARRANGEMENT

SKALA 1:1

DI GAMBAR : RIEZKY FITRIADI	PARAF
DI PERIKSA : BUDHI SANTOSO M.T	PARAF
DI SETUJUI : BUDHI SANTOSO M.T	PARAF
DATE:	REV

DRAWING : NO.01/1103230015

The diagram illustrates the layout of a ship, showing various rooms and their relative positions. The ship is oriented horizontally, with the bow (front) on the right. The layout includes:

- BATTERY ROOM:** Located at the stern (left side), consisting of two separate rooms.
- Passenger Room:** A large central area containing multiple rows of seating or bunks, arranged in a grid-like pattern.
- Navigation Room:** Located towards the bow (right side), containing a large table and chairs.
- Dimensions:** A dimension line at the bottom indicates a length of 12.00 units, spanning from the stern to the bow.
- Section Markers:** The ship is divided into sections numbered 0 to 30, marked along the bottom edge.

SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION	QTY.	TOTAL
	NAVIGATION LIGHT	TOP NAVIGATION ROOM	3	3
	LIFE BUOY	AFTER PEAK FORE PEAK	2 1	3
	LIFE JACKET	PASSENGER ROOM NAVIGATION ROOM	20 2	22
	VHF RADIO TELEPHONE	NAVIGATION ROOM	1	1
	9 L FIRE FOAM EXTINGUISHER	PASSENGER ROOM	1	1
	FIRS AID KIT	NAVIGATION ROOM	1	1

TIPE KAPAL	SPEED BOAT
LENGHT WATER LINE	10,799
LENGHT BETWEEN PERPENDICULAR	12
BREADTH(B)	3
HEIGHT(H)	1,20
DRAFT(T)	0,6
BLOCK COEFFICIENT	0,601
VELOCITY OF SHIP (S)	15 KNOT



POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

KAPAL WISATA SUNGAI SUBAYANG

SKALA 1:1

SAFETY PLAN

DI GAMBAR : RIEZKY FITRIADI

PARAF

DI PERIKSA : BUDHI SANTOSO M.T

PARAF

DI SETUJUI : BUDHI SANTOSO M.T

PARAF

DATE:

DRAWING : NO.01/1103230015

REV

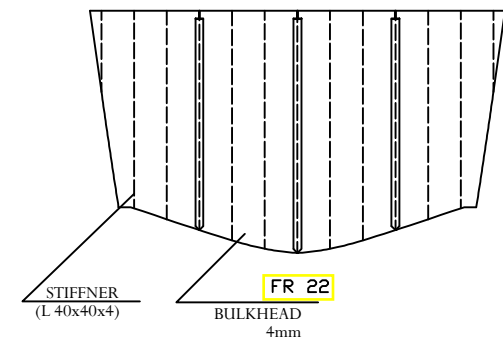
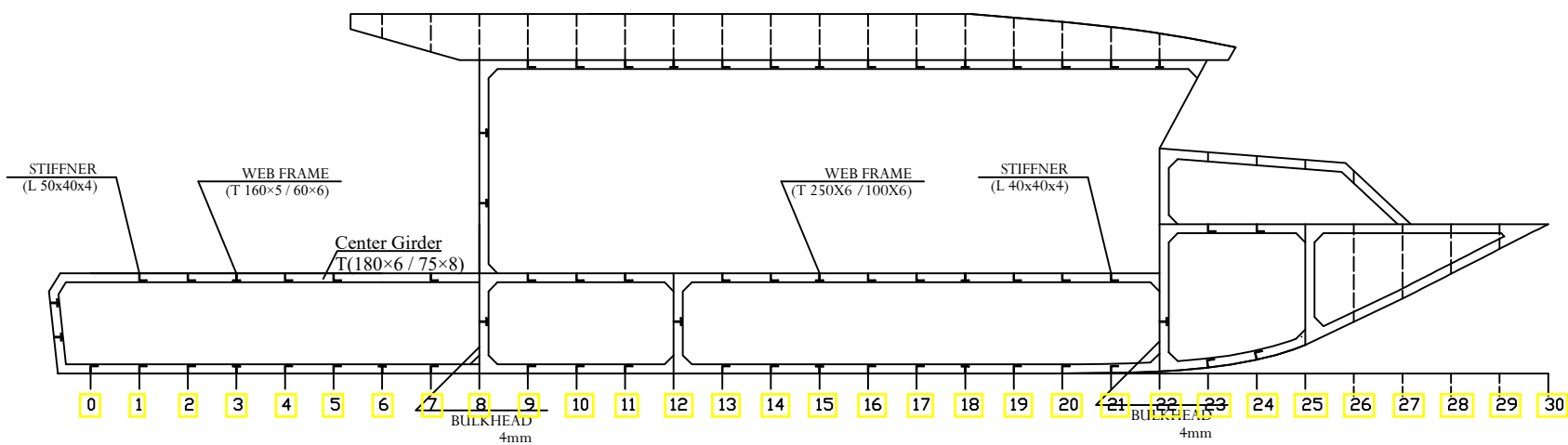
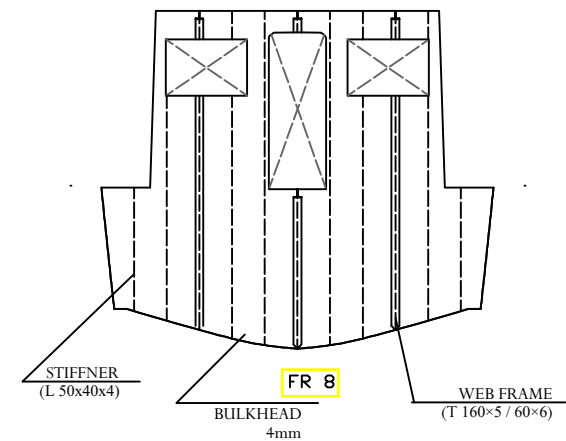
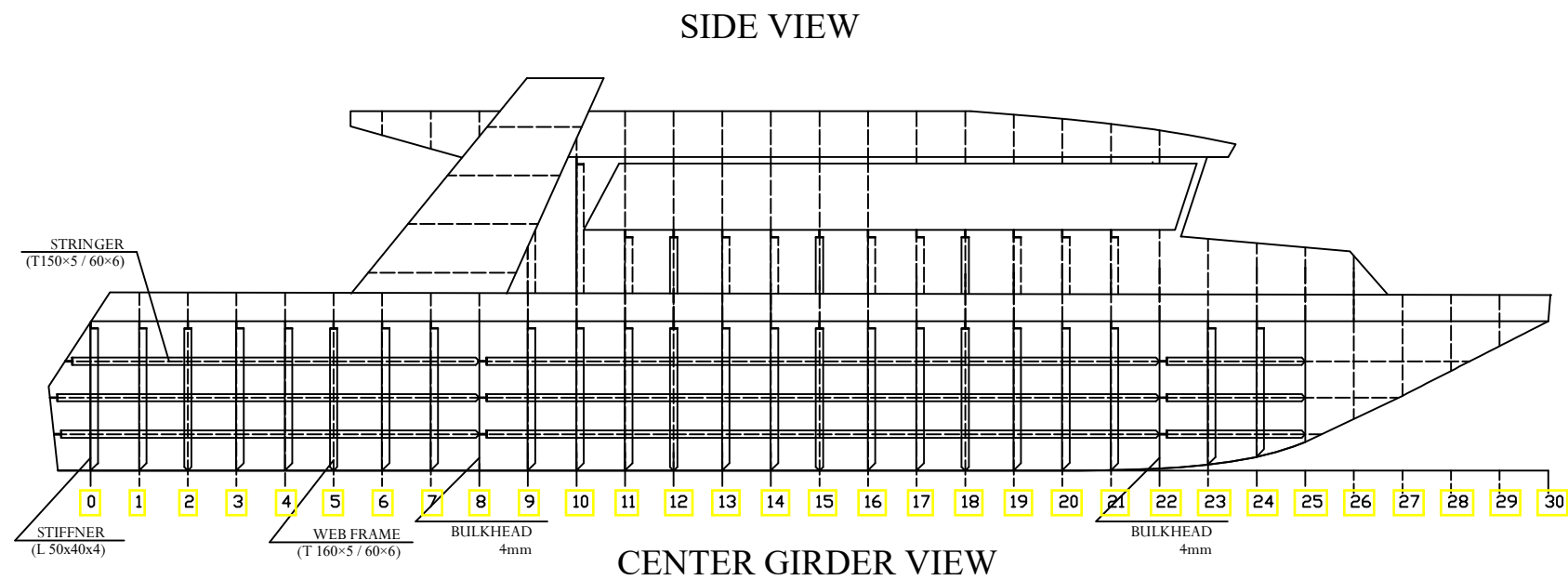


TABLE PROFILE		TIPE KAPAL	SPEED BOAT
Bottom Plate	5mm	LENGHT WATER LINE	10,799
Side Plate	4mm	LENGHT BETWEEN PERPENDICULAR	12
Deck Plate	4mm	BREADTH(B)	3
Bulkhead Plate	4mm	HEIGHT(H)	1,20
Bottom Plate	5mm	DRAFT(T)	0,6
Bottom Long	L 60x40x5	BLOCK COEFFICIENT	0,601
Stiffener	L 50x40x4	VELOCITY OF SHIP (S)	15 KNOT
Web Frame	T-Bar 160x5 / 60x6		
Girder	T-Bar 180x6 / 75x8		
Stringer	T-Bar 150x5 / 60x6		

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

KAPAL WISATA
SUNGAI SUBAYANG

PROFIL
CONSTRUCTION

SKALA 1:1

DI GAMBAR : RIEZKY FITRIADI	PARAF
DI PERIKSA : BUDHI SANTOSO M.T	PARAF
DI SETUJUI : BUDHI SANTOSO M.T	PARAF
DATE:	REV

DRAWING : NO.01/1103230015

A horizontal timeline with 16 numbered boxes. Box 10 is highlighted with a yellow border.



D



F	1000x900x4	1200x900x4	1200x900x4	1200x900x4	1200x900x4	1200x900x4	1200x900x4	1200x900x4	1200x900x4	1200x900x4	1200x900x4	F
---	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	---

H	Bottom Long	L 60x40x5	DRAFT(T)	0,6	EXPANSION	DI PERIKSA : BUDHI SANTOSO M.T	PARAF	H
	Side	L 50 x 40 x 4						
	Top	L 60 x 40 x 4						

			KAPAL WISATA	
TABLE PROFILE	TIPE KAPAL	SPEED BOAT		

H	Bottom Long	L 60x40x5	DRAFT(T)	0,6	EXPANSION	DI PERIKSA : BUDHI SANTOSO M.T	PARAF	H
	Side	L 50 x 40 x 4						
	Top	L 60 x 40 x 4						

Deck Plate	4mm	BREADTH(B)	3	SHELL	DI GAMBAR : RIEZKY FITRIADI	PARAF
Bulkhead Plate	4mm					

H	Bottom Plate	5mm	HEIGHT(H)	1,20	SHELL EXPANSION		
	Bottom Long	L 60x40x5				DI PERIKSA : BUDHI SANTOSO M.T	PARAF

Bottom Long	L 60x40x3	DRAFT(T)	0,6
Stiffener	L 50x40x4		

Web Frame	T-Bar 160×5 / 60×6	BLOCK COEFFICIENT	0,601	DI SETIOJOJI : BUDHI SANTOSO M.T	PAKAR
Girder	T-Bar 180×6 / 75×8	VELOCITY OF CURV (C)	15 KNOT	DRAWING : NO.01/1103730015	REV

Stringer		T-Bar 150×5 / 60×6		VELOCITY OF SHIP (S)		15 KNOT		DATE:		DRAWING / NO. 110520015		REV	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Lampiran 14 Lembar Asistensi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 RISET DAN INOVASI
POLITEKNIK NEGERI BENGALIS
 Jalan bathin Alam, Kecamatan, Bengkalis, Riau 29111
 Telepon. (+32766), F. X (+621) 01000
 Laman: <http://www.polbeng.ac.id> E-mail: polbeng@polbeng.ac.id

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR
Program Studi D-III Teknik Perkapalan

Nama : Riezky Fitriadi
 Nim : 1103230015
 Dosen pembimbing : Budhi Santoso, S.T., M.T.
 Judul : Desain kapal wisata sungai subayang kampung Gema, Kapar kiri

NO.	Tanggal	Materi Asistensi	Paraf Pembimbing
1.	5/ Mei 2016	- Skenario wisata yang akan di desain. - bentuk Lambung kapal. di desain	
2.	20/ 6	- Luas plat alas Lusi - Rencana kem di desain.	
3.	23/ 6 2016	- Luas Plasi - Penyelesaian batuk lambung	
4.	27/ 6 2016	- General Arrangement - Foto letak sungai	
5.	3/ 7 2016	- Perbaikan Halaman kapal - Katalog mesin lambung	
6.	11/ 7 2016	- Analisis Stabilitas - 3 beach - landing.	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
Jalan bathin Alam, Sungaialam, Bengkalis, Riau 28711
Telepon. (+62766), FAX (+62766) 8001000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>, E-mail: polbeng@polbeng.ac.id

NO.	Tanggal	Materi Asistensi	Paraf Pembimbing
7.	15/7 2026	- Purbaki bentuk kapal - Tonodukan Leg: Tcy. Vcy	
8.	20/7 2026	- Perhitungan konstruksi bangunan - Guna dan kebutuhan.	
9.	30/7 26	Dapat diunduh kan (Acc.)	
10.			

Bengkalis, 30/7 - 2026

Dosen Pembimbing TA

Budhi Santoso, S.T., M.T.

NIP. 1986032920504002

pobling.siskadcloud.com/siskad/data_ujanta/detail/2472	
Jenis Ruang	Luring
Ruang Ujian	GRP-11 - Ruang Rapat JTP
Dosen Penguji	
Dosen Penguji 1	198208152014041001 - MUHAMMAD HELMI, S.T., M.T
Dosen Penguji 2	198404202019032014 - NURHASANAH, MT
Dosen Penguji 3	198807312020062001 - Dr. Egi YULIORA, S.Si, MSI
Catatan Penguji	
Catatan Pembimbing	
MUHAMMAD HELMI, S.T., M.T Penguji 1 NURHASANAH, MT Penguji 2 Dr. Egi YULIORA, S.Si, MSI Penguji 3	
1. Perbaiki lagi tentang kapal di pokusikan pada kapal penumpang atau kapal wisata 2. Penentuan kecepatan harus jelas pastikan ada rumus pendekatan. 3. kaji dan kenyamanan harus ada validasi yang jelas 4. perbaiki kesimpulan harus menjawab tujuan TA 1. Kriteria kapal wisata yang di desain belum dijelaskan agar gambaran awal desain kapal bisa diketahui terutama untuk G4. Misalkan apakah kapal wisata perlu cepat? Ruang okomodi untuk wisatawan didesain seperti apa? Bentuk lambung kapal wisata jalur pelayaran sungai seperti apa (bisa dicari dari referensi) 2. Karakteristik perairan rute pelayaran belum dijelaskan seperti kecepatan arus, kecepatan angin, tinggi gelombang, perairan sungai atau danau atau apa? Jika perairan sungai, berapa lebar sungai, perlu diketahui lebar sungai untuk menyesuaikan dengan karakteristik mesin engine 3. Data kapal pembandring pada tabel 4.2 dijelaskan sumbernya. Nama kapal, rute dan lainnya yang dijadikan perbandingan harus ada 1. tinjau kembali mengenai HSC, apakah desain kapal yang dibuat sudah memenuhi kriteria kapal HSC berdasarkan v, F_r, C_b dan pertimbangan metode perhitungan hambatan v_{ppm}/soxityk 2. lengkapi data hidrografi sungai guna untuk pertimbangan performo kapal 3. perkuat asumsi bahwa hasil desain kapal yang dibuat memenuhi kriteria kapal cepat dan memenuhi kriteria stabilitas kapal berdasarkan annex 8 dari IMO HSC 2000 (monohull) 4. buatkan tabel perbandingan data stabilitas dari desain kapal dari IMO HSC 2000, sehingga dapat diberikan rekomendasi stabilitas kapalnya memenuhi tidaknya untuk masing-masing kondisi kapal, penuh, tidak beraturan, kosong, dan beroperasi.	

Lampiran 16 Catatan Pembimbing

Riwayat Nilai Ujian	
Nilai Akhir	
Waktu Mulai	11:00
Waktu Selesai	12:30
Tahap Ujian	Lulus Tugas Akhir
Jenjang Ruang	Luring
Ruang Ujian	GTP-11 - Ruang Rapat JTP
Dosen Penguji	
Dosen Penguji 1	198208152014041001 - MUHAMMAD HELMI, S.T., MT
Dosen Penguji 2	198404202019032014 - NURHASANAH, MT
Dosen Penguji 3	198807312025062001 - Dr. EGI YULIORA, SSI, MSI
Citation Pembimbing	
Budhi Santoso, S.T., M.T. Pembimbing 1 1. Koreksi hubungan hambatan, effective power, brake power, dan daya terpasang. 2. Sarnakan IOA, LPP, dan LWT di seluruh naskah. 3. Sarnakan aturan BK yang digunakan pada abstrak, isi, dan daftar pustaka. 4. Perbaiki batasan masalah agar sesuai dengan analisis konstruksi yang dilakukan. 5. Perbaiki urut penulisan modul profil dan salurannya. 6. Sarnakan (jarak web frame) 120 m atau 180 m. 7. Lengkapi tabel ringkasan stabilitas dan identifikasi load case paling kritis. 8. Batasi kicin bahwa kapal aman dan layak dipasarkan. 9. Perbaiki justifikasi kecapaian 15 knot untuk operasi sungai. 10. Perbaiki penomoran, bahasa, gambar, tabel, dan daftar pustaka.	
Nur Audina, S.Pi., MSI	
Pembimbing 2	
Pembimbing 3	