

TUGAS AKHIR
DESAIN KONSTRUKSI BUS AIR BENGKALIS –
SUNGAI SELARI BERBAHAN *FIBERGLASS*

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



Oleh
WAWAN KURNIAWAN
1103201187

PROGRAM STUDI D-III TEKNIK PERKAPALAN
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
BENGKALIS
2023

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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

Bengkalis, February 2024



Wawan Kurniawan

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN KONSTRUKSI BUS AIR BENGKALIS –
SUNGAI SELARI BERBAHAN DASAR FIBERGLAS**

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

Oleh:

Wawan Kurniawan

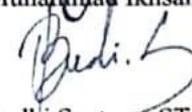
11032011187

Disetujui oleh tim penguji tugas akhir: Tanggal Ujian :

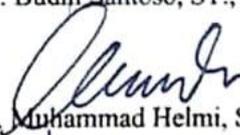
Periode Wisuda :

1.  Muhammad Ikhsan, M.T

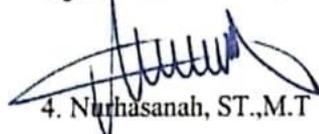
(Pembimbing)

2.  Budhi Santoso, ST., M.T

(Penguji I)

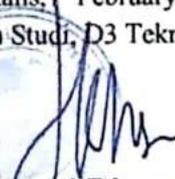
3.  Muhammad Helmi, ST.,M.T

(Penguji II)

4.  Nurhasanah, ST.,M.T

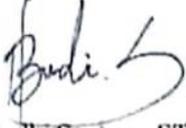
(Penguji III)

Bengkalis, February 2024
Ketua Program Studi, D3 Teknik Perkapalan


Muhammad Ikhsan, M.T
NIP. 198902122022031002

LEMBAR PENGESAHAN

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

Tanda Tangan : 
Nama Penguji : Budi Santoso, ST., MT
Tanggal Pengujian : February 2024

Tanda Tangan : 
Nama Penguji : Muhammad Helmi, ST., MT
Tanggal Pengujian : February 2024

Tanda Tangan : 
Nama Penguji : Nuchasanah, ST., MT
Tanggal Pengujian : February 2024

**DESAIN KONSTRUKSI BUS AIR
BENGKALIS – SUNGAI SELARI BERBAHAN DASAR *FIBERGLASS***

Nama Mahasiswa : Wawan Kurniawan

Nim : 1103201187

Dosen Pendamping: Muhammad Ikhsan, M.T

ABSTRAK

Konstruksi adalah suatu kegiatan pembangunan sarana maupun prasarana. Selain itu konstruksi juga dapat diartikan sebagai bangunan maupun satuan infrastruktur dalam satu atau beberapa area. Konstruksi sangat dibutuhkan pada suatu bangunan apalagi pada bangunan bergerak seperti kapal contohnya karena sangat berpengaruh bagi kekokohnya. Pada tugas akhir Windah Natarida dengan judul Desain Bus Air Bengkalis – Sungai Selari penulis telah membuat desain Bus Air tersebut. Penulis sebelumnya telah mendesain *lines plan* dan *general arrangement*. Adapun hasil dari penelitian ini adalah mendapatkan perhitungan konstruksi dan ketebalan dari tiap – tiap komponen dari Bus Air Bengkalis – Sungai Selari yaitu : *Transverse Frame* 50 x 75 x 65 ketebalan 5 mm, *Side Longitudinal* 60 x 90 x 65 ketebalan 5 mm, *Bottom Longitudinal* 60 x 90 x 75 ketebalan 5 mm, *Beam* 50 x 75 x 65 ketebalan 5 mm, *Deck Girder* 50 x 75 x 65 ketebalan 5 mm, lebar dan tebal *Keel* 542,1 x 12mm, ketebalan *side shell* 5,4 mm, ketebalan *bottom shell* 5,7mm, ketebalan *Superstructure* 4,32 mm, ketebalan *deck* 5,15 mm, Ketebalan *Center Girder* 8,308 mm, ketebalan *side girder* 7,481 mm, tinggi dan tebal *floor* 68,75 x 3,332 mm. selanjutnya mendapatkan gambar konstruksi dan detail gambar konstruksi secara 3D pada Bus Air Bengkalis – Sungai Selari.

Kata Kunci: Perhitungan Konstruksi, Gambar konstruksi, Bus air.

**WATER BUS CONSTRUCTION DESIGN
BENGKALIS – RIVER SELARI FROM FIBERGLASS BASED**

Author Name : Wawan Kurniawan
Student Of Number : 1103201187
Supervisor : Muhammad Ikhsan, M.T

ABSTRACT

Construction is an activity of building facilities and infrastructure. In addition, construction can also be interpreted as a building or infrastructure unit in one or several areas. Construction is needed in a building, especially in moving buildings such as ships, for example, because it is very influential for its robustness. In Windah Natarida's final assignment with the title Bengkalis – Sungai Selari Water Bus Design, the author has made the Water Bus design. The previous author has designed the lines plan and general arrangement. The results of this study are to obtain construction calculations and the thickness of each component of the Bengkalis - Sungai Selari Air Bus, namely: Transverse Frame 50 x 75 x 65 with a thickness of 5 mm, Side Longitudinal 60 x 90 x 65 with a thickness of 5 mm, Bottom Longitudinal 60 x 90 x 75 thickness 5 mm, Beam 50 x 75 x 65 thickness 5 mm, Deck Girder 50 x 75 x 65 thickness 5 mm, Keel width and thickness 542.1 x 12 mm, side shell thickness 5.4 mm, bottom thickness shell 5.7 mm, thickness Superstructure 4,32 mm deck thickness 5.15 mm, center girder thickness 8.308 mm, side girder thickness 7.481 mm, floor height and thickness 68.75 x 3.332 mm. then get construction drawings and detailed 3D construction drawings on the Bengkalis – Sungai Selari Water Bus.

Keywords: Construction Calculations, Construction drawings, bus air.

KATA PENGANTAR

Assalamula'ikum Warahmatullahi Wabarakatuh

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

1. Romadhoni, ST., MT selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis.
2. Muhammad Ikhsan, M.T selaku Ketua Program Studi D-III Teknik Perkapalan sekaligus Dosen Pembimbing di Politeknik Negeri Bengkalis.
3. Bapak Budhi Santoso, ST., MT. selaku Sekertaris Jurusan. Terima kasih atas bimbingan masukan beserta ide-ide yang telah diberikan.
4. Kedua orang tua saya Bapak Mulyadi dan Ibu Eka Supianti terima kasih atas doa, dukungan moril dan materil selama pengerjaan Tugas Akhir saya.

Penulis mohon maaf karena dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan. Atas perhatian dan waktunya saya ucapkan terima kasih.

Sekian dan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bengkalis, 10 January 2024

Wawan Kurniawan
1103201187

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Teruntuk kedua orang tua saya, Mulyadi dan Eka supiyanti yang sudah membesarkan saya selama 21 tahun ini sehingga saya bisa menjadi seperti sekarang dan terima kasih atas semua suport yang diberikan kepada saya. sehingga saya menjadi laki laki yang tegas terutama bertanggung jawab dalam berpendidikan.
2. Teruntuk rekan seperjuangan D3 Teknik Pekapalan Angkatan 2020. Terima kasih sudah banyak memberikan masukan dan mampu bersaing tanpa menjatuhkan satu sama lain.
3. Terima kasih untuk Manja Wulandari yang selalu kasih support kepada saya dari pertama kuliah hingga ketitik ini.
4. Terima kasih untuk teman-teman terdekat saya Muhammad faizal, Alfi fajariawan, Muhammad al mujahidin, Rezky arasyi, Maulana Dewantoro dan teman-teman yang lainnya yang selalu meningkatkan tanpa kenal lelah untuk mengerjakan tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

COVER

PERNYATAAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	vix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terkait	6
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Pengertian Konstruksi.....	6
2.3 Teori Tentang Konstruksi Kapal <i>Fiberglass</i>	7
2.3.1 Konstruksi Bus Air	7
2.3.2 Teori Tentang Konstruksi kapal <i>Fiberglass</i>	8
2.4 Bagian-bagian Konstruksi Kapal <i>Fiberglass</i>	8

2.4.1 Lambung (<i>Hull</i>).....	9
2.4.2 Geladak (<i>Deck</i>).....	9
2.4.3 Bangunan atas (<i>Superstructure</i>)	10
2.4.4 Lunas (<i>Keel</i>)	10
2.4.5 Buritan (<i>Stern</i>).....	10
2.5 Jenis-jenis Profil konstruksi Fiberglass.....	11
2.5.1 Profil <i>Stringer</i>	11
2.5.2 Profil <i>Frame</i>	11
2.5.3 Profil Geladak.....	12
2.5.4 Profil Siku dan Sudut.....	12
2.5.5 Profil Lunas	12
2.6 Sistem Konstruksi Pada Kapal	12
2.6.1 Sistem Konstruksi Memanjang.....	13
2.6.2 Sistem Konstruksi Melintang	13
2.6.3 Sistem Konstruksi Kombinasi	14
2.7 Biro Klasifikasi Indonesia	14
2.8 Data Utama Kapal.....	17
2.9 Tinjauan Teknis Desain Konstruksi.....	17
2.9.1 Aturan Konstruksi pada lambung dan Perlengkapan	17
2.9.2 Laminasi Lambung.....	17
2.9.3 <i>Decks</i>	18
2.9.4 <i>Frames</i>	19
2.9.5 <i>Konstruksi Bottom</i>	20
2.9.6 <i>Beams (balok)</i>	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Peralatan yang Digunakan	23
3.1.1 Alat	23
3.1.2 Bahan:.....	23
3.2 Tahapan Penelitian.....	23
3.2.1 Studi Literatur.....	23
3.2.2 Pengumpulan Data.....	24
3.2.3 Membuat Perhitungan Konstruksi.....	24
3.2.4 Membuat Desain Konstruksi Kapal	24
3.2.5 Laporan.....	24

3.2.6 Kesimpulan	24
3.3 Diagram alir (<i>flowchart</i>)	24
3.4 Teknik Pengumpulan Dan Analisis Data.....	26
BAB IV HASIL PEMBAHASAN	27
4.1 Data Utama	27
4.2 Perhitungan Konstruksi	29
4.2.1 <i>Transverse Frame</i>	30
4.2.2 <i>Side Longitudinal frames</i>	31
4.2.3 <i>Bottom Longitudinal Frames</i>	31
4.2.4 <i>Beam</i>	32
4.2.5 <i>Keel</i>	34
4.2.6 <i>Shell Laminates</i>	34
4.2.7 Bangunan Atas (<i>Supersructure</i>).....	35
4.2.8 <i>Deck</i>	35
4.2.9 <i>Bottom Construction</i>	35
BAB V PENUTUP	38
5.1. Kesimpulan	38
5.2. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Konstruksi Memanjang.....	8
Gambar 2.2 Sistem Konstruksi Melintang	9
Gambar 2.3 Sistem Konstruksi Kombinasi	10
Gambar 2.4 Logo Biro Klasifikasi Indonesia.....	11
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i>	24
Gambar 4.1 <i>Body Plan</i>	27
Gambar 4.2 Rencana Umum	27

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nama Komponen.....	32
Tabel 4.2 Nama Komponen.....	34

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
W	Modulus	Cm^3
I	Momen Inersia	Cm^4
B	Breath (Lebar)	Mm
H	Height (Tinggi)	Mm
A	Jarak	M
C	Koefisien	M

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Desain adalah suatu konsep untuk memecahkan fenomena bentuk, bahan, teknik, rupa, pemakaian dan fungsi guna yang dinyatakan dalam bentuk dan gambar(<http://digilib.isi.ac.id/>). Pengertian desain juga dapat berubah ubah tergantung pada kategori desainnya. Terdapat sejumlah kategori desain diantaranya Desain Komunikasi Visual, Desain Interior, Desain produk, Desain Busana, dan Desain Arsitektur. Desain Arsitektur yaitu cabang ilmu desain yang terfokus pada perancangan bangunan tetap maupun bangunan terapung yang dimulai dari konsep desain, skematik desain, pengembangan desain, pembuatan gambar kerja maupun pembuatan konstruksinya.

Konstruksi adalah suatu susunan (model, tata letak) suatu bangunan (jembatan, rumah, dll.) Walaupun kegiatan konstruksi dikenal sebagai satu pekerjaan, namun pada kenyataannya konstruksi merupakan satu kesatuan kegiatan yang terdiri dari beberapa pekerjaan yang berbeda (<https://doi.org/10.47521/selodangmayang.v4i3.107>).

Pada saat ini terdapat tiga sistem konstruksi pada kapal, yaitu sistem kombinasi, sistem memanjang dan sistem melintang. Yang dimaksud dengan sistem melintang adalah sistem dimana dalam sistem ini seluruh gading utama dipasang secara vertikal, mengikuti bentuk *body plan* dengan jarak antara (*spacing*), ke arah memanjang kapal, satu sama lain yang rapat dengan jarak antara sekitar 500 mm-1000mm tergantung panjang kapal. Pada semua bagian geladak dipasang pula balok-balok geladak atau *deckbeem* dengan jarak antara sama seperti jarak antara gading-gading. Ujung masing-masing balok geladak ditumpu oleh gading-gading yang terletak pada vertikal yang sama. Pada alas dipasang wrang-wrang dengan jarak yang sama pula dengan jarak antara gading-gading sedemikian rupa agar masing-masing wrang, gading-gading dan balok geladak terbentuk

sebuah rangkaian yang saling berhubungan dan terletak pada satu bidang vertikal sesuai penampang melintang kapal pada tempat yang bersangkutan. Jadi, sepanjang kapal berdiri rangkaian-rangkaian (*frame ring*) ini dengan jarak antara yang rapat sebagaimana disebutkan di atas.

Bus air Bengkalis-Sungai Selari merupakan sebuah desain kapal penumpang yang telah dikerjakan oleh Mahasiswa Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis yang bernama Windah Natarida dan di desain sebagai tugas akhir. Penelitian tersebut diharapkan dapat membantu instansi terkait dalam mendesain kapal Bus air agar mengurangi jumlah antrian penumpang pada saat terjadinya hal mendesak. Kemudian Bus Air ini mampu menampung penumpang sebanyak 12 orang dengan kecepatan sebesar 19 knot, dimana kecepatan ini sudah diperhitungkan agar kapal dapat berlayar selama kurang lebih 30 menit sesuai dengan yang diinginkan. Jarak dari pelabuhan Desa Air Putih ke Pelabuhan Sungai Selari yaitu 8,19 km atau sama dengan 5,09 mil laut. Diharapkan pula dengan adanya Bus air ini nantinya penumpukan penumpang dapat berkurang serta penumpang dalam keadaan sakit dapat dengan cepat sampai ditujuan agar dapat ditangani sebelum terlambat. Pada penelitian tersebut telah dilakukan proses mendesain rencana garis dan rencana umum. Namun penelitian tersebut masih kurang pada proses desain konstruksi sekaligus perhitungan konstruksi berbahan *fiberglass* yang membuat penelitian tersebut kurang maksimal.

Dengan adanya masalah tersebut, penulis ingin melanjutkan tugas akhir tersebut dengan membuat perhitungan konstruksi, mendapatkan ketebalan setiap komponen, sekaligus membuat desain gambar konstruksi dan detail gambar secara 3D pada Bus Air Bengkalis – Sungai Selari yang berbahan *fiberglass*. Penelitian ini diharapkan dapat membantu sebuah instansi dalam perhitungan estimasi biaya agar lebih terperinci dan lebih akurat atau mendekati keadaan yang sebenarnya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana perhitungan konstruksi pada bus air Bengkalis – Sungai Selari berbahan *fiberglass*?
2. Bagaimana mendapatkan ketebalan setiap komponen pada bus air Bengkalis – Sungai Selari berbahan *fiberglass* ?
3. Bagaimana cara mendapatkan desain konstruksi dan detail gambar 3D pada bus air Bengkalis – Sungai Selari ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan dibuat berdasarkan data tugas rencana garis(*Lines Plan*) dan rencana umum(*General Arrangement*) akhir bus air Bengkalis – Sungai Selari.
2. Desain konstruksi ini berbahan dasar *Fiberglass*.
3. Perhitungan dan desain konstruksi berdasarkan *Rule BKI volume V* 2021.

1.4 Tujuan

1. Mendapatkan perhitungan konstruksi bus air Bengkalis – Sungai Selari berbahan dasar *fiberglass*.
2. Mendapatkan ketebalan setiap komponen pada bus air Bengkalis – Sungai Selari berbahan dasar *fiberglass*.
3. Mendapatkan desain konstruksi dan detail gambar secara 3D pada bus air Bengkalis – Sungai Selari.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah:

1. Tugas akhir ini dapat menambah ilmu dan wawasan pengetahuan pada dunia perkapalan khususnya desain konstruksi pada kapal penumpang berbahan *fiberglass* agar dalam pembuatan desain kapal berikutnya jauh lebih baik dari yang sebelumnya.
2. Penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk mahasiswa atau peneliti khususnya mahasiswa semester akhir untuk membuat tugas akhir desain konstruksi.
3. Menghasilkan konstruksi kapal penumpang bus air Bengkalis – Sungai Selari yang telah di desain untuk mengefisiensi waktu penyebrangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar laporan tugas akhir ini tersusun dari tiga bagian, yaitu:

1. Bagian awal laporan berisi tentang : Halaman Pengesahan, Halaman pernyataan orientasi, Abstrak, Kata pengantar, Daftar isi, Daftar gambar dan Daftar tabel.
2. Bagian isi laporan

BAB 1 : PENDAHULUAN

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

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai tinjauan pustaka tentang pengertian konstruksi, sistem konstruksi pada kapal, biro klasifikasi Indonesia, data utama kapal dan tinjauan teknis desain konstruksi kapal.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai peralatan dan bahan yang digunakan, tahapan penelitian, model / perancangan, diagram alir, dan teknik pengumpulan dan analisa data.

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil yang didapatkan setelah dilakukan proses perhitungan dan desain.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran.

3. Bagian akhir laporan

Pada bagian akhir ini memuat daftar pustaka yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian penulisan laporan tugas akhir dan lampiran – lampiran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Jihan Wahyudi (2019) Jarak kota Bengkalis dengan ibukota provinsi (Pekanbaru) sejauh 173 Km. Untuk mencapai ibukota provinsi (Pekanbaru) atau Riau daratan bisa digunakan dua jalur transportasi yaitu jalur darat dan jalur laut. Dimana masyarakat Bengkalis pada umumnya menggunakan ro-ro, mereka harus menyeberang terlebih dahulu dari bengkalis ke pakning lebih kurang 40 – 50 Menit. Seperti yg diketahui kapal menuju kedaerah tersebut sudah diberhentikan, untuk itu dibutuhkan kapal yang cepat dan aman. Dalam melaksanakan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan perancangan yaitu membuat rencana garis, rencana umum, pemilihan motor induk berdasarkan hasil perhitungan daya motor sesuai dengan hambatan yang dialami. Perancangan kapal penumpang ini menggunakan metode perbandingan. Proses desain ini mengacu pada kapal “*Mulia Kencana, Alita Ekspres dan Terubuk Ekspres*” sebagai kapal pembanding. Desain kapal ini juga turut diperhitungkan secara teknis maupun ekonomis. Ukuran utama kapal yang didapat adalah $L_{pp} = 19.48$ m, $B = 5.2$ m, $T = 1.38$ m, $H = 2.17$ m, $V_s = 20.44$ m. Dari ukuran utama tersebut kemudian dibuat gambar rencana garis dan rencana umum kapal. Kapal ini menggunakan sebuah mesin tanam *Inboard* dengan daya yang dihasilkan sebesar 1100 HP dan memiliki DWT 0.098 ton. Berdasarkan hasil analisa di dapatkan nilai hambatan sebesar 79.838 kN pada V_{max} 23 knot.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Konstruksi

Konstruksi adalah suatu susunan (model, tata letak) suatu bangunan (jembatan, rumah, dll.) Walaupun kegiatan konstruksi dikenal sebagai satu pekerjaan, namun pada kenyataannya konstruksi merupakan satu kesatuan kegiatan yang terdiri dari beberapa pekerjaan yang berbeda (

<https://doi.org/10.47521/selodangmayang.v4i3.107>).

Konstruksi kapal adalah salah satu proses dari pembangunan sebuah kapal yang diawali dengan mendesain kemudian dilanjutkan dengan pembangunan konstruksinya. Secara umum pembangunan konstruksi akan dimulai dari meletakkan lunas-lunas, dilanjutkan dengan konstruksi rangka/gading-gading, geladak, anjungan, dan diakhiri dengan pemasangan kulit kapal. Dapat juga diartikan bahwa konstruksi kapal merupakan komponen-komponen penting bagi suatu bangunan yang mendukung atau menyusun bangunan yang terdapat pada kapal tersebut. (https://id.wikipedia.org/wiki/Konstruksi_kapal, 2023)

Secara umum pada konstruksi kapal terdiri dari konstruksi lambung kapal, konstruksi bangunan atas, dan konstruksi pada rumah geladak. Pada bagian lambung konstruksi terdiri dari geladak, lunas, dan lambung. Di bagian bangunan atas pula terdapat konstruksi tambahan yang letaknya berada di atas kapal, memiliki panjang setengah dari geladak dan ada pula yang sepanjang geladak seperti pada kapal bus air. Yang terakhir yaitu konstruksi pada rumah geladak. Rumah geladak memiliki ukuran yang lebih kecil dari pada geladak kapal sebagai contohnya yaitu ruangan navigasi pada kapal.

Perhitungan konstruksi lambung kapal menggunakan ketentuan *Biro Klasifikasi Indonesia* untuk menjamin keselamatan kapal dalam beroperasi. Berkaitan dengan biro klasifikasi indonesia disini penulis menggunakan *VOLUME V RULES FOR FIBREGLASS REINFORCED PLASTIC SHIPS , TAHUN 2021*.

2.3 Teori Tentang Konstruksi Kapal *Fiberglass*

2.3.1 Konstruksi Bus Air

Konstruksi bus air ini direncanakan berbahan baku fiberglass. Pilihan pada fiberglass dengan pertimbangan berbobot ringan namun memenuhi kriteria kekuatan. Material fiberglass tersebut dibentuk menjadi frame, web, dan stiffener. Penentuan tebal lapisan fiberglass dan modulus-modulus elemen konstruksi mengacu pada peraturan klasifikasi dan konstruksi kapal yang dikeluarkan oleh Biro Klasifikasi indonesia. Bagian-bagian bus air yang dihitung tebal lapisan fiberglass dan modulus-modulus adalah: konstruksi, gading-gading dan sekat serta

lain-lain.(Sudjasta, B. dkk, (2012)

2.3.2. Teori Tentang Kontruksi Kapal Fiberglass

a) Teori kekuatan struktural (*Structural strength theory*)

Teori ini berkaitan dengan kekuatan struktural dari badan kapal untuk menahan beban yang bekerja padanya. Hal ini mencakup desain, material, dan metode fabrikasi yang dipakai untuk mendapatkan kekuatan struktur kapal fiber yang optimal.

b) Teori hidrodinamika (*Hydrodynamic theory*)

Teori ini berkaitan dengan interaksi fluida (air) dengan badan kapal ketika kapal bergerak. Hal ini mencakup desain bentuk lambung, lunas, buritan, dll yang mempengaruhi tahanan kapal, kecepatan, stabilitas, dan performa kapal di air.

c) Teori stabilitas (*Stability theory*)

Teori ini berkaitan dengan kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegaknya setelah mendapat gangguan atau guncangan, misalnya oleng karena gelombang laut. Hal ini mencakup desain titik berat kapal, metasentris, dll yang mempengaruhi stabilitas kapal.

d) Teori optimasi (*Optimization theory*)

Teori ini berkaitan dengan pemilihan material, proses, dan desain kapal yang optimal untuk mendapatkan performa kapal fiber yang terbaik. Mencakup optimasi berat, biaya, kekuatan, hidrodinamika, stabilitas, dll.

e) Teori fabrikasi/produksi (*Fabrication theory*)

Teori ini berkaitan dengan metode dan proses fabrikasi badan kapal fiber serta komponennya. Termasuk material fiber, resin, teknik laminasi, dll yang digunakan agar mendapat kualitas konstruksi kapal fiber terbaik.

2.4 Bagian-bagian Konstruksi Kapal *Fiberglass*

Kapal fiberglass merupakan jenis kapal yang dibangun dengan bahan utama fiberglass atau serat kaca yang diperkuat dengan resin. Semua komponen utama konstruksi kapal fiberglass seperti lambung, geladak, bangunan atas, dan lainnya menggunakan bahan komposit fiberglass.

Adapun konstruksi pada kapal fiberglass sebagai berikut:

2.4.1 Lambung (*Hull*)

Lambung kapal fiberglass merupakan bagian utama pada konstruksi kapal fiberglass yang berfungsi sebagai badan kapal dan tempat menampung muatan serta aktivitas di dalam kapal. Adapun konstruksi pada lambung sebagai berikut:

- a. Kulit luar (*outer skin*), terdiri dari lapisan fiberglass dan resin. Biasanya menggunakan woven roving fiberglass untuk lapisan terluar.
- b. Lapisan inti (*core layer*), terbuat dari balsa wood atau foam core. Berfungsi memberi kekakuan dan bentuk lambung.
- c. Stiffener, berupa stringer dan frame yang menempel pada kulit dalam lambung. Terbuat dari fiberglass atau divinyester untuk memberi kekuatan memanjang dan melintang.
- d. Kulit dalam (*inner skin*), lapisan fiberglass bagian dalam setelah stiffener.
- e. Gelcoat, lapisan tipis resin polyester di kulit luar sebagai lapisan estetika dan perlindungan.

2.4.2 Geladak (*Deck*)

Geladak adalah bagian struktur yang berfungsi sebagai lantai atau alas di atas lambung kapal. Pada kapal fiberglass, geladak berperan penting untuk menopang beban konstruksi, peralatan, dan aktivitas di atas lambung kapal.

Umumnya, geladak pada kapal fiberglass dibangun dengan konstruksi sandwich. Lapisan teratas dan bawah terdiri dari lembaran-lembaran fiberglass. Sementara lapisan inti menggunakan bahan ringan dan kaku seperti balsa wood atau foam core.

Lapisan fiberglass bagian atas berfungsi sebagai lantai geladak yang kuat dan kedap air. Lapisan bawah juga fiberglass untuk mencegah masuknya air dari lambung. Sedangkan lapisan inti foam atau balsa wood memberikan kekakuan dan bentuk struktur geladak. Berikut penjelasan yang terdapat pada geladak sebagai berikut :

- a. Lapisan *fiberglass* sebagai *outer skin* geladak.
- b. Lapisan *balsa wood* atau *foam* sebagai *core*.

- c. Balok geladak (*deck beam*) untuk memberi kekakuan melintang.
- d. Gading-gading geladak (*deck framing*) untuk kekakuan memanjang.

2.4.3 Bangunan atas (*Superstructure*)

Superstruktur adalah bagian bangunan atau konstruksi yang berada di atas geladak utama pada sebuah kapal. Superstruktur berfungsi sebagai tempat akomodasi para awak kapal, penumpang, dan juga sebagai tempat perlengkapan navigasi dan kemudi kapal.

Pada kapal fiberglass, superstruktur umumnya dibangun dengan konstruksi sandwich yang terdiri dari rangka, panel dinding, dan atap. Rangka superstruktur dapat terbuat dari bahan kayu, aluminium, ataupun fiberglass itu sendiri. Rangka berfungsi sebagai penopang beban dari konstruksi di atasnya

2.4.4 Lunas (*Keel*)

Lunas adalah bagian konstruksi memanjang di bawah lambung kapal yang berfungsi sebagai fondasi utama kapal. Pada kapal fiberglass, lunas berperan penting untuk menopang lambung kapal dan memberikan kekuatan memanjang serta stabilitas arah gerak kapal.

Umumnya, lunas kapal fiberglass dibangun dengan konstruksi balok kotak (box beam) atau balok berbentuk I (I-beam) dari material fiberglass. Balok lunas ini akan memanjang dari haluan hingga buritan sepanjang garis tengah kapal.

Pemilihan profil balok kotak atau balok I pada konstruksi lunas kapal fiberglass karena kedua jenis penampang balok tersebut sangat kuat dan kaku untuk menahan lenturan dan tekuk akibat berat lambung dan beban kapal. Balok lunas fiberglass juga memiliki kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan kayu untuk ukuran yang sama.

2.4.5 Buritan (*Stern*)

Buritan adalah bagian belakang dari lambung kapal fiberglass yang berfungsi sebagai penutup dan penempatan propulsi kapal. Buritan dirancang sedemikian rupa untuk menyesuaikan bentuk akhir lambung kapal dan memberikan dorongan

yang optimal dari propulsi kapal.

Pada kapal fiberglass, buritan umumnya dibentuk menjadi satu kesatuan dengan konstruksi utama lambung kapal. Rangka dan lembaran kulit buritan menggunakan material fiberglass yang sama dengan lambung. Buritan juga dilengkapi penguat berupa frame dan girder untuk menambah kekuatan dan kekakuan struktur.

2.5 Jenis-jenis Profil Konstruksi *Fiberglass*

Profil konstruksi fiberglass adalah komponen berbentuk balok atau pelat dengan penampang melintang tertentu yang berfungsi untuk memperkuat struktur pada kapal fiberglass. Profil digunakan untuk menambah kekakuan dan kekuatan konstruksi kapal fiberglass seperti pada lambung, geladak, dan bangunan atas. Adapun profil konstruksi pada kapal fiberglass sebagai berikut:

2.5.1 Profil *Stringer*

Stringer adalah profil memanjang yang dipasang pada sisi bagian dalam lambung kapal fiberglass. *Stringer* berfungsi untuk memberikan kekuatan secara memanjang terhadap lambung kapal dari beban lentur dan tekan yang bekerja. *Stringer* umumnya dibuat dari material fiberglass atau plastik cetakan dengan berbagai bentuk penampang seperti persegi, L, T, oval, dan lainnya.

2.5.2 Profil *Frame*

Frame adalah profil melintang yang dipasang pada sisi bagian dalam lambung kapal fiberglass. *Frame* berfungsi untuk memberikan kekuatan secara melintang pada konstruksi lambung kapal. *Frame* biasanya berbentuk persegi, U, atau L yang terbuat dari bahan fiberglass. *Frame* dipasang berselang untuk menambah kekakuan melintang lambung.

2.5.3 Profil Geladak

Profil pada geladak kapal fiberglass seperti balok geladak dan gading geladak berfungsi untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan struktur geladak. Balok geladak dilewatkan melintang di bawah permukaan geladak sedangkan gading geladak memanjang. Bahan yang digunakan adalah fiberglass dengan penampang persegi atau L/T.

2.5.4 Profil Siku dan Sudut

Profil siku dan sudut dipasang pada titik pertemuan bidang-bidang tegak pada konstruksi kapal fiberglass. Profil ini berbentuk mengikuti sudut bidang pertemuan untuk memberi kekuatan tambahan pada sambungan atau sudut tersebut. Bahan umumnya fiberglass atau plastik cetakan.

2.5.6 Profil Lunas

Lunas kapal fiberglass umumnya dibentuk balok kotak (box beam) atau balok I memanjang di bawah lambung. Bentuk profil balok ini sangat kuat dan kaku untuk menahan lenturan akibat berat lambung sekaligus memberi kekuatan memanjang kapal. Lunas terbuat dari material fiberglass.

2.6 Sistem Konstruksi Pada Kapal

Pemilihan jenis sistem untuk suatu kapal sangat ditentukan oleh ukuran kapal (dalam hal ini panjangnya sehubungan dengan kebutuhan akan kekuatan memanjang), jenis/fungsi kapal menjadikan dasar pertimbangan-pertimbangan lainnya. Sistem kerangka/konstruksi kapal (*framing system*) dibedakan dalam dua jenis utama; yaitu sistem kerangka melintang (*transverse framing system*) dan sistem membujur atau memanjang (*longitudinal framing system*). Dari kedua sistem utama ini maka dikenal pula sistem kombinasi (*combination/mixed framing system*) (repository.unhas.ac.id). Ketiga sistem tersebut diantaranya:

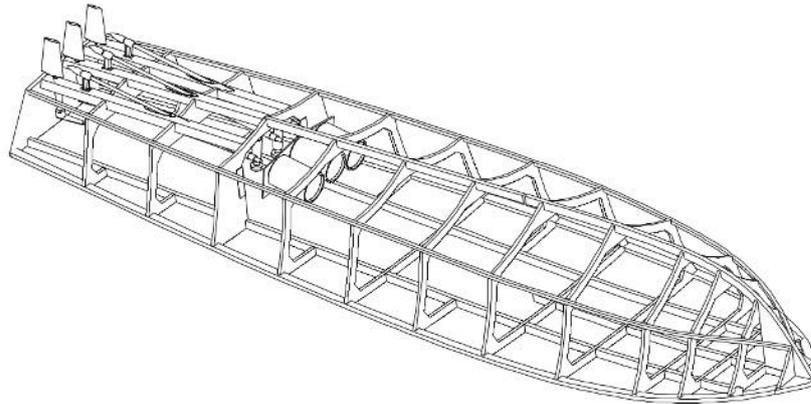
2.6.1 Sistem Konstruksi Memanjang

Sistem konstruksi memanjang yaitu dimana dalam sistem ini gading-gading utama tidak dipasang vertikal, tetapi dipasang membujur pada sisi kapal dengan jarak antara, diukur ke arah vertikal, sekitar 700 mm-1.000 mm. gading-gading ini (pada sisi) dinamakan pembujur sisi (*side longitudinal*). Pada setiap jarak tertentu (sekitar 3-5 m) dipasang gading-gading besar, sebagaimana gading-gading besar pada sistem melintang, yang disebut pelintang sisi (*side transverse*). Pada alas, dan alas dalam, juga dipasang pembujur-pembujur seperti pembujur-pembujur sisi tersebut di atas dengan jarak antara yang sama, ini dinamakan pembujur-pembujur alas (*bottom longitudinal*) dan, pada alas dalam, pembujur alas dalam (*inner bottom longitudinal*). Pada alas juga dipasang wrang-wrang, dan dihubungkan pada pelintang pelintang sisi. Penumpu tengah dan penumpu samping sama halnya seperti pada sistem melintang. Pada geladak juga dipasang pembujur-pembujur seperti halnya pembujur-pembujur yang lain tersebut di atas. Pembujur-pembujur ini dinamakan pembujur geladak (*deck longitudinal*). Balok-balok geladak dengan bilah yang besar dipasang pada setiap pelintang sisi dan disebut pelintang geladak (*deck transverse*) (repository.unhas.ac.id).

2.6.2 Sistem Konstruksi Melintang

Sistem konstruksi melintang yaitu dimana sistem ini gading-gading (*frame*) dipasang *vertical* (mengikuti bentuk body plan) dengan jarak antara (*spacing*), ke arah memanjang kapal, satu sama lain yang rapat (sekitar antara 500 mm – 1000 mm, tergantung panjang kapal). Pada geladak, baik geladak kekuatan maupun geladak-geladak lainnya, dipasang balok-balok geladak (*deck beam*) dengan jarak antara yang sama seperti jarak antara gading-gading. Ujung masing-masing balok geladak ditumpu oleh gading-gading yang terletak pada vertikal yang sama. Pada alas dipasang wrang-wrang dengan jarak yang sama pula dengan jarak antara gading-gading sedemikian rupa sehingga masing-masing wrang, gading-gading dan balok geladak membentuk sebuah rangkaian yang saling berhubungan dan terletak pada satu bidang vertikal sesuai penampang melintang kapal pada tempat yang bersangkutan. Elemen-elemen yang dipasang membujur dalam sistem melintang yaitu :

- a. Pada alas : Centre girder dan Side girder
- b. Pada sisi : Side Stringer
- c. Pada geladak : Deck girder atau carling



Gambar 2.2 Sistem Konstruksi Melintang
(Sumber: tom59harder.cz)

2.6.3 Sistem Konstruksi Kombinasi

Sistem kombinasi ini diartikan bahwa sistem melintang dan sistem membujur dipakai bersama-sama dalam badan kapal. Dalam sistem ini geladak dan alas dibuat menurut sistem membujur sedangkan sisinya menurut sistem melintang. Jadi, sisi-sisinya diperkuat dengan gading-gading melintang dengan jarak antara yang rapat seperti halnya dalam sistem melintang, sedangkan alas dan geladaknya diperkuat dengan pembujur-pembujur. Dengan demikian maka dalam mengikuti peraturan klasifikasi (*rules*) sisi-sisi kapal tunduk pada ketentuan yang berlaku untuk sistem melintang, sedangkan alas dan geladaknya mengikuti ketentuan yang berlaku untuk sistem membujur, untuk hal-hal yang memang diperlukan secara terpisah (repository.unhas.ac.id).

2.7 Biro Klasifikasi Indonesia

Menurut kamus besar bahasa Indonesia Biro Klasifikasi Indonesia adalah Badan Usaha Milik Negara Indonesia yang ditunjuk sebagai satu-satunya badan klasifikasi nasional untuk melakukan pengkelasan kapal niaga berbendara Indonesia maupun asing yang secara reguler beroperasi di perairan Indonesia (repository.unimar-amni.ac.id).

Tujuan pendirian badan klasifikasi adalah untuk memberikan layanan jasa

klasifikasi dan statutoria serta membantu industri maritim dan pihak berwenang terkait dengan masalah keselamatan dan pencegahan pencemaran lingkungan berdasarkan akumulasi pengetahuan dan teknologi maritim yang dimilikinya.

Sedangkan tujuan dari pengklasifikasian kapal adalah untuk melakukan verifikasi kekuatan struktural dan integritas bagian-bagian penting dari struktur kapal dan pelengkapannya, serta keterandalan dan fungsi sistem propulsi dan kemudi, pembangkit daya dan peralatan lain, dan sistem pendukung yang dipasang di kapal untuk menjaga fungsi utamanya yaitu pengoperasian kapal yang aman.

Badan klasifikasi diarahkan untuk mencapai tujuan itu melalui pengembangan dan penerapan aturan klas yang dibuatnya dan melalui verifikasi kesesuaian dengan aturan statutoria internasional dan/atau nasional atas nama suatu otoritas negara bendera tertentu.

Kegiatan klasifikasi kapal didasari pemahaman bahwa kapal dimuati, dioperasikan dan dirawat dengan cara yang baik oleh awak atau operator yang memiliki kualifikasi dan kompetensi. Sehingga badan klasifikasi tidak dapat diartikan sebagai penjamin keselamatan jiwa atau benda di laut atau kelaik lautan kapal, karena badan klasifikasi tidak memiliki kendali atas pengoperasian dan pemeliharaan sebuah kapal di antara periode survey berkala yang diwajibkan untuk kapal tersebut. Peraturan Klasifikasi juga tidak dimaksudkan sebagai suatu koda atau aturan desain dan secara faktual tidak bisa digunakan untuk itu.

Kapal yang dibuat sesuai dengan Aturan Badan Klasifikasi tertentu akan mendapatkan tanda/notasi dan sertifikat klas dari badan klasifikasi yang bersangkutan, setelah berhasil melewati serangkaian survey dan verifikasi tertentu. Untuk kapal yang sedang beroperasi, badan Badan Klasifikasi akan melakukan survey berkala untuk membuktikan bahwa kapal itu tetap dalam kondisi memenuhi aturan atau Rules badan klasifikasi tersebut. Dalam mengembangkan Rules atau Aturannya, badan klasifikasi umumnya bertumpu pada pengalaman empiris yang didapat dari mengklaskan bermacam-macam kapal selama bertahun-tahun dan kegiatan penelitian yang memberikan kontribusi melalui pengembangan persyaratan teknik yang relevan. Badan klasifikasi juga dapat meminta masukan dan kajian dari anggota-anggota industri dan akademisi yang dianggap memiliki

pengetahuan dan pengalaman yang relevan.

Kelas sebuah kapal dikatakan terpelihara jika pihak pemilik atau operator mengindahkan opini Badan Klasifikasi, menjaga agar kapalnya sesuai atau memenuhi persyaratan aturan klas yang terkait, yang dipastikan melalui pelaksanaan survey periodik maupun non periodik. Sebagai sebuah badan yang independen, mengatur diri sendiri, dan diaudit oleh pihak eksternal, badan klasifikasi tidak memiliki kepentingan komersil terkait dengan perancangan, pembangunan, kepemilikan, pengoperasian, manajemen, pemeliharaan atau perbaikan, asuransi, atau penyewaan kapal (repository.unimar-amni.ac.id).



Gambar 2.4 Logo Biro Klasifikasi Indonesia
(Sumber: Logo Biro Klasifikasi Indonesia)

2.8 Data Utama Kapal

Ukuran utama kapal diperoleh berdasarkan hasil survei yang dilakukan oleh penulis, bahwasannya bus air Bengkalis – Sungai Selari memiliki data utama sebagai berikut:

LOA	: 9	meter
LPP	: 8,276	meter
B	: 2,40	meter
H	: 1,10	meter
T	: 0,30	meter
VS	: 19	knot

2.9 Tinjauan Teknis Desain Kontruksi

2.9.1 Aturan Konstruksi pada Lambung dan Perlengkapan

Adapun konstruksi pada lambung dan perlengkapannya adalah sebagai berikut (sumber: <https://bki.co.id>):

2.9.2 Laminasi Lambung

Pada bagian lambung terdapat perhitungan sebagai berikut (sumber: <https://bki.co.id>):

1. Pada bagian Lunas (*Keel*)

Lebar atau lingkaran dan ketebalan laminasi pada lunas di sepanjang kapal tidak boleh kurang dari yang di peroleh dari rumus berikut. Namun, ketebalannya tidak boleh kurang dari ketebalan laminasi *bottom shell* yang berdekatan. Dan lebar atau lingkaran tidak boleh melebihi $0,2B$.
dimana :

$$B = 530 + 14,6L \text{ mm} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Tebal} = 9 + 0,4L \text{ mm} \dots\dots\dots (2.11)$$

2. Laminasi *shell* untuk bagian *midship*

- a. *Side shell*

Ketebalan laminasi tidak boleh kurang dari yang diperoleh dari rumus berikut :

$$t_s = 15.a.\sqrt{T + 0.026L} \text{ mm} \dots\dots\dots (2.12)$$

di mana :

a = Jarak *frame* [m]

b. *Bottom shell*

Ketebalan laminasi tidak boleh kurang dari yang diperoleh dari rumus berikut :

$$t_B = 15,8 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0,026L} \text{ mm} \dots\dots\dots (2.13)$$

di mana :

a = Jarak *frame* [m]

2.9.3 Decks

Pada bagian *Deck* terdapat perhitungan sebagai berikut (sumber: <https://bki.co.id>):

1. Ketebalan laminasi *deck* konstruksi kulit tunggal

Sebelum masuk ke rumus terdapat hal yang harus diketahui, yaitu sebagai berikut.

Untuk geladak cuaca sebelum 0,3L dari ujung depan dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$p = 0,50L + 0,46 \dots\dots\dots (2.14)$$

Untuk geladak cuaca di belakang 0,3L dari ujung depan dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$p = 0,0270L + 0,46 \dots\dots\dots (2.15)$$

- a. Ketebalan laminasi *deck* bagian atas untuk bagian *midship* jika menggunakan *frame* memanjang tidak kurang dari yang diperoleh dari rumus berikut :

$$t_D = 4,8 \cdot a \cdot \sqrt{p} \dots\dots\dots (2.16)$$

di mana:

a = Jarak dari beams memanjang.

- b. Ketebalan laminasi *deck* bagian atas untuk bagian *midship* jika menggunakan *frame* melintang adalah tidak kurang dari yang diperoleh dari rumus berikut :

$$t_D = 5,8 \cdot a \cdot \sqrt{p} \dots\dots\dots (2.17)$$

di mana:

a = Jarak dari *beams* memanjang.

c. Ketebalan laminasi *deck* bagian atas *kecuali* untuk bagian *midship* dan laminasi geladak lainnya tidak kurang dari yang diperoleh dari rumus berikut :

$$t_D = 4,2 \cdot a \cdot \sqrt{p} \dots\dots\dots (2.18)$$

di mana:

a = Jarak dari *beams* memanjang ataupun melintang.

2.9.4 Frames

Pada bagian *Frame* terdapat perhitungan sebagai berikut (sumber: <https://bki.co.id>):

1. Sistem melintang

a. Modulus penampang rangka melintang di belakang 0,15L dari ujung depan tidak boleh kurang dari yang diperoleh dari rumus berikut:

$$W = 32 \cdot a \cdot h \cdot \ell^2 \text{ [mm]} \dots\dots\dots (2.19)$$

Di mana:

a = Jarak *frame* [m]

ℓ = Jarak vertikal dari bagian atas laminasi bagian dalam atau lantai dasar tunggal pada sisi ke bagian atas balok geladak pada bagian atas pada sisi [m]. Untuk rangka di belakang 0,25L dari ujung depan, L harus di ukur di tengah kapal. Untuk *frame* antara 0,25L dan 0,15L dari ujung depan, ℓ harus di ukur dari ujung 0,25L.

h = Jarak vertikal dari ujung bawah ℓ di tempat pengukuran ke titik T+0,026L [m] di atas titik H[m]. Namun, jika jaraknya kurang 0,5H[m], maka h nya adalah 0,5H[m].

b. Modulus penampang rangka melintang di depan 0,15L dari ujung depan tidak boleh kurang dari yang diperoleh dari rumus berikut:

$$W = 37,5 \cdot a \cdot h \cdot \ell^2 \text{ [cm}^3 \text{]} \dots\dots\dots (2.20)$$

Di mana:

a, ℓ , dan h sama seperti penampang rangka melintang di belakang.
 Namun ℓ harus diukur pada $0,15L$ dari depan akhir.

2. Sistem memanjang

a. Modulus penampang *longitudinal* samping di bawah geladak atas untuk bagian tengah kapal tidak boleh kurang dari yang diperoleh dari rumus berikut:

$$W = 49 \cdot a \cdot h \cdot \ell^2 \text{ [cm}^3\text{]} \dots\dots\dots (2.21)$$

Di mana:

a = Jarak *frame* [M]

h = Jarak vertikal dari garis melintang ke titik $T+0,026L$ [m]
 diatas titik dasar H [m]. Namun, jika jaraknya kurang dari $0,5 H$ [m], maka adalah $0,5H$ [m]

ℓ = Jika jarak antara sekat melintang, atau dimana gading-gading di pasang, jarak antara gading-gading atau antara sekat melintang dan gading-gading termasuk panjang sambungan ujung [m].

b. Di luar bagian tengah kapal, modulus penampang *longitudinal* sisi dapat dikurangi secara bertahap menuju ujung kapal, dan mungkin 0,85 kali yang diperoleh dari rumus di atas sebelumnya untuk bagian ujung. Namun, modulus penampang sisi membujur di depan $0,15L$ dari ujung depan tidak boleh kurang dari yang diperoleh dari rumus di atas sebelumnya.

2.9.5 Konstruksi *Bottom*

Pada konstruksi bagian *Bottom* terdapat perhitungan sebagai berikut (sumber: <https://bki.co.id>):

1. *Center Girder* (balok tengah)

a. Tebal badan gelagar tegah tidak boleh kurang dari rumus berikut, Namun, di luar bagian tengah kapal, ketebalan dapat dikurangi secara bertahap menuju ujung dan mungkin 85% dari nilai tengah kapal untuk bagian ujung.

$$t = 0,4L+5 \dots\dots\dots (2.22)$$

- b. Lebar dan ketebalan pelat muka tidak boleh kutang dari rumus berikut. Namun, di luar bagian tengah kapal, luas penampang pelat muka dapat dikurangi secara bertahap ke arah ujung dan mungkin 80% dari nilai tengah kapal untuk bagian ujung.

$$A_f = (0,4L+5) \times (4L+30) \dots\dots\dots (2.23)$$

2. *Side Girders* (balok samping)

- a. Tebal badan gelagar samping tidak boleh kurang dari rumus berikut. Namun, di luar bagian tengah kapal, ketebalan dapat dikurangi secara bertahap menuju ujung dan mungkin 85% dari nilai tengah kapal untuk bagian ujung.

$$t = 0,3L+3,5 \text{ [mm]} \dots\dots\dots (2.24)$$

- b. Tebal pelat muka gelagar samping tidak boleh kurang dari tebal badan gelagar samping dan lebarnya tidak boleh kurang dari rumus berikut. Namun, di luar bagian tengah kapal, luas penampang pelat muka dapat dikurangi secara bertahap ke arah ujung dan mungkin 80% dari nilai tengah kapal untuk bagian ujung.

$$t_f = 3,2L+24 \text{ [mm]} \dots\dots\dots (2.25)$$

3. *Floor* (lantai)

- a. Untuk konstruksi bagian bawah dengan sistem *frame* melintang, *Floor* harus di pasang pada setiap rangka. Luas *floor* ditentukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$h = 62,5xb \dots\dots\dots (2.26)$$

$$t = 0,4L \qquad t_{min} = 4 \text{ [mm]}$$

di mana:

- h = Kedalaman pelat *floor* pada garis tengah kapal.
- b = Jarak horizontal antara permukaan luar laminasi *side shell* yang di ukur di atas permukaan *floor*.
- t = Tebal telat

- b. Modulus penampang tidak boleh kurang dari rumus berikut.

$$W = 15,4 \cdot a \cdot H \cdot b^2 \text{ [cm}^3\text{]} \dots\dots\dots (2.27)$$

4. *Bottom longitudinal*

- a. Modulus penampang memanjang bagian bawah tidak boleh kurang dari rumus berikut.

$$W = 55,6 \cdot a \cdot h \cdot \ell^2 \text{ [cm}^3\text{]} \dots\dots\dots (2.28)$$

di mana:

- a = Jarak *bottom* memanjang [m]
 ℓ = Jarak *bottom* melintang [m]
h = Jarak vertikal dari garis bujur bawah ke titik T+0,026L [m]
di atas alas. h_{\min} tidak kurang dari 0,5H [m].

2.9.6 Beams (balok)

Pada bagian *Beams* terdapat perhitungan sebagai berikut (sumber: <https://bki.co.id>):

Modulus penampang balok, w, tidak boleh kurang dari yang diperoleh dari rumus berikut :

$$W = C \cdot a \cdot p \cdot \ell^2 \text{ [cm}^3\text{]} \dots\dots\dots (2.30)$$

di mana:

ℓ = Jarak horizontal dari tepi dalam braket balok ke garis penyangga terdekat [m]. Dimana ℓ kurang dari 0,25B pada balok geladak atas kecuali pada bagian ujung, ℓ harus diambil sebagai 0,25B. Dimana ℓ kurang dari 0,2B pada balok pada bagian ujung geladak atas atau pada balok geladak bangunan atas, ℓ harus diambil sebagai 0,2B.

- a = Jarak balok [m]
C = Koefisien seperti yang diberikan di bawah ini :
= *Longitudinal beams* (balok memanjang)
- Bagian *midship* = 3,4
- Selain *midship* = 2,9
= *Transverse beams* (balok melintang) = 2,9

p =
- Sebelum 0,3L dari ujung depan = $0,32L + 0,46 \text{ [kN/m}^2\text{]}(2.31)$

- Di belakang 0,3L dari ujung depan = $0,16L + 0,46 \text{ [kN/m}^2\text{]}(2.32)$

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mendapatkan konstruksi yang tepat untuk bus air Bengkalis – Sungai Selari penulis harus melakukan beberapa usaha dan kegiatan sehingga kita bisa mendapat hasil yang semaksimal mungkin, dalam persiapan perencanaan yang akan di lakukan. Adapun kegiatan yang akan dilakukan antara lain adalah sebagai berikut:

3.1 Peralatan yang Digunakan

Pada metodologi penelitian perlunya alat dan bahan yang digunakan, yaitu:

3.1.1 Alat:

- a. Auotocad 2016 Dan Rhino
- b. Microsoft Excel
- c. Microsoft Word
- d. Laptop
- e. Printer

3.1.2 Bahan:

- a. Buku
- b. Pena
- c. Tinta Print
- d. Kertas

3.2 Tahapan Penelitian

3.2.1 Studi Literatur

Dalam tahapan ini penulis mengumpulkan semua referensi yang diperlukan, baik dalam bentuk buku maupun jurnal-jurnal yang berkaitan dengan judul Tugas Akhir.

3.2.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini penulis mengumpulkan semua data berupa data bus air Bengkalis – Sungai Selari, desain *body plan*, desain *buttock plan* dan desain *halfbreath plan*. Penulis juga rumus-rumus dari perhitungan kapal fiber berdasarkan *rule* BKI tahun 2021.

3.2.3 Membuat Perhitungan Konstruksi

Pada tahapan ini penulis mulai membuat perhitungan konstruksi kapal fiber dengan menggunakan aplikasi *microsoft excel*.

3.2.4 Membuat Desain Konstruksi Kapal

Desain dibuat dengan menggunakan autocad untuk mendapatkan gambar konstruksi kapal fiber.

3.2.5 Laporan

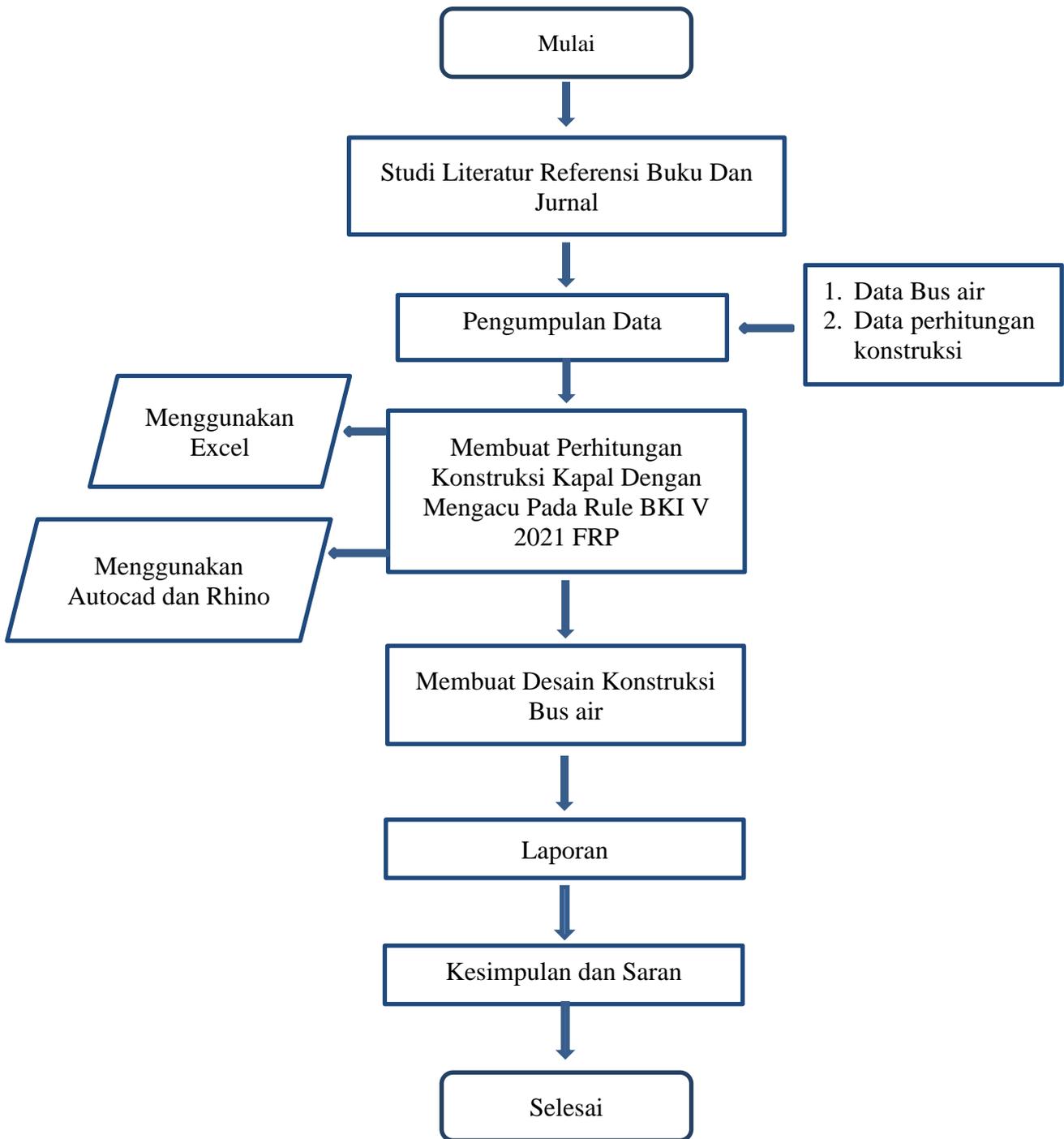
Tahapan selanjutnya pembuatan laporan dari mulai perhitungan dan desain konstruksi agar didapatkan kesimpulan dan saran.

3.2.6 Kesimpulan

Kesimpulan yang akan diambil ialah dari segi perhitungan dan bentuk konstruksi kapal yang telah di desain.

3.3 Diagram alir (flowchart)

Flowchart adalah suatu bagian dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antar suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program. *Flowchart* sistem merupakan bagian yang menunjukkan alur kerja atau apa yang sedang dikerjakan di dalam sistem keseluruhan dan menjelaskan urutan dari prosedur-prosedur yang ada di dalam sistem. Dengan kata lain, *flowchart* merupakan deskripsi secara grafik dari urutan prosedur yang terkombinasi dan membentuk suatu sistem.



Gambar 3.1 Flowchart
(Sumber: Penulis)

3.4 Teknik Pengumpulan Dan Analisa Data

Pada teknik pengumpulan dan analisis data disini penulis menggunakan metode kepustakaan dimana metode ini dilakukan dengan cara membaca literature yang ada di buku, jurnal, maupun website resmi sehingga dapat diperoleh data-data yang akurat.

BAB IV PEMBAHASAN

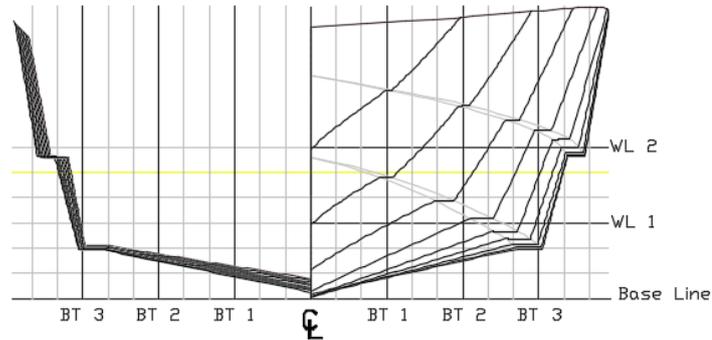
4.1 Data utama

Bus air merupakan desain kapal penumpang yang dibuat oleh Mahasiswa Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis yang bernama Windah Natarida sebagai penelitian tugas akhir pada tahun 2022. Penelitian tersebut diharapkan dapat membantu masyarakat dalam mendesain kapal penumpang yang lebih optimal dan efisien pada rute Bengkalis – Sungai Selari, sehingga dapat membantu masyarakat yang ingin menyebrang ke Bengkalis – Sungai Selari jika terdapat antrian yang terjadi dipelabuhan ro-ro bengkalis. Dari penelitian tersebut di dapat data utama kapal yaitu sebagai berikut :

LOA	:	9	M
LPP	:	8,276	M
LWL	:	8,273	M
B	:	2,40	M
H	:	1,10	M
T	:	0,30	M
VS	:	19	Knot

Dalam proses pembuatan desain konstruksi dibutuhkan data terdahulu seperti body plan yang sudah ada sebelumnya yang dibuat oleh Mahasiswa yang bernama windah natarida. Lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 4.1

BODY PLAN



Gambar 4.1 *Body Plan* KM. RINA M

(sumber: Windah Natarida)

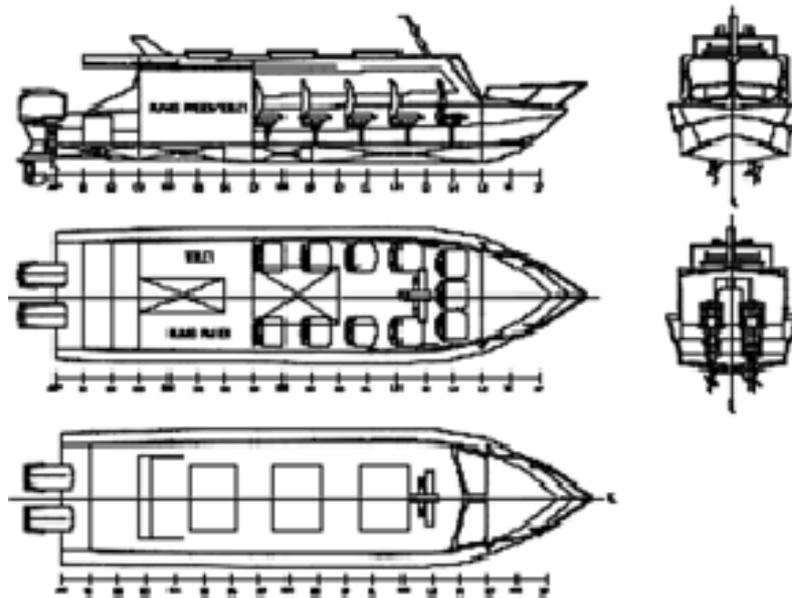
Kemudian dibawah ini terdapat desain Rencana Umum KM. RINA M sebelumnya yang sudah ada. Gambar Rencana Umum ini sebagai acuan dalam proses pembuatan konstruksi Bus Air Bengkalis-Sungai Selari dengan data dan gambar bisa dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut:

Panjang kapal keseluruhan = 9 Meter

Max person = 12 orang

Kecepatan = 19 Knot dimana kecepatan ini udah diperhitungkan agar kapal dapat berlayar selama kurang lebih 30 menit sesuai dengan yang diinginkan.

jarak tempuh = Dari Pelabuhan Desa Air Putih ke Pelabuhan Sungai Selari yaitu 8,19 km atau sama dengan 5,09 mil laut.



Gambar 4.2 Rencana Umum KM. RINA M
(sumber: Windah Natarida)

4.2 Perhitungan Kontruksi

Perhitungan Tugas Akhir ini menggunakan panduan BKI *Fiberglass Part 3 Special Ship*. Perhitungan Modulus Konstruksi berdasarkan BKI *Volume V Rules for Fiberglass Reinforced Plastic Ships 2021 Edition*, Rules ini diperuntukkan pada seluruh kapal berbahan dasar fiberglass. Sedangkan Ukuran Profil, dihitung berdasarkan *Volume B Guidance For Certification of FRP Fishing Vessel less than 12 M*, yaitu ukuran profil yang diperuntukkan pada kapal berbahan dasar fiberglass dengan ukuran tidak lebih dari 12 meter. Adapun jenis kapal yang dimaksud adalah kapal nelayan, kapal wisata, kapal penumpang, Speed Boat, dan lain sebagainya. Jarak Frame digunakan berdasarkan BKI *Volume V Rules for Fiberglass Reinforced Plastic Ships 2021 Edition, Section 9 Frames, Point C Frames Spacing*, Standard yang digunakan adalah 500 mm atau 0,5 Meter.

Penentuan profil atau gading ditentukan oleh BKI *Volume B Guidance For*

Certification of FRP Fishing Vessel less than 12 M, Sec 7 Frp Structural Design, pada page 17-13.

4.2.1 Transverse Frame

- Modulus penampang rangka melintang di belakang 0,15L dari ujung depan tidak boleh kurang dari yang diperoleh dari rumus berikut:

$$W = 32 \cdot a \cdot h \cdot \ell^2 \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana:

$$a = \text{Jarak frame} = 500 \text{ mm atau } 0,5 \text{ meter (BKI)}$$

ℓ = Jarak vertikal dari bagian atas laminasi bagian dalam atau lantai dasar tunggal pada sisi ke bagian atas balok geladak pada bagian atas pada sisi [m].

h = Jarak vertikal dari ujung bawah ℓ di tempat pengukuran ke titik $T+0,026L$ [m] di atas titik H [m] yang diketahui T (Sarat) dan L (L_{pp}).

$$W = \text{Modulus}$$

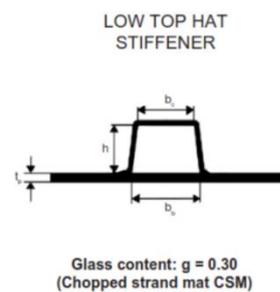
$$\begin{aligned} \ell &= 0,15 \times L \\ &= 0,15 \times 8,3 \\ &= 1,2405 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= T + (0,026 \times L) \\ &= 0,3 + 0,026 \times 8,3 \\ &= 0,52 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} W &= 32 \times 0,5 \times 0,52 \times 1,2405 \\ &= 10,3 \quad \text{cm}^3 \end{aligned}$$

Profil yang dipilih ialah profil U dengan ukuran profil (50 x 75 x 65 x 5 mm). Dan Profil yang didapat ialah dari hasil perhitungan tersebut dicari angka yang mendekati. Untuk mencari ketebalan profil bisa dilihat pada tabel *Top Hat Stiffeners* pada gambar 4.3



4.2.2 Side Longitudinal frames

- Modulus penampang side longitudinal tidak boleh kurang dari berikut :

$$W = 49 \cdot a \cdot h \cdot \ell^2 \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana:

a = Jarak *frame* = 500 mm atau 0,5 meter (BKI)

ℓ = Jarak vertikal dari bagian atas laminasi bagian dalam atau lantai dasar tunggal pada sisi ke bagian atas balok geladak pada bagian atas pada sisi [m].

h = Jarak vertikal dari ujung bawah ℓ di tempat pengukuran ke titik $T+0,026L$ [m] di atas titik H [m] yang diketahui T (Sarat) dan L (L_{pp}).

W = Modulus

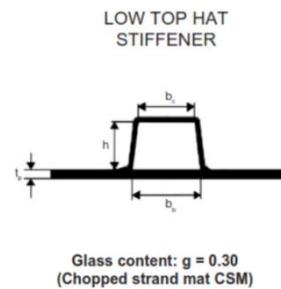
$$\begin{aligned} \ell &= 0,15 \times L \\ &= 0,15 \times 8,3 \\ &= 1,2405 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= T + (0,026 \times L) \\ &= 0,3 + 0,026 \times 8,3 \\ &= 0,5150 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} W &= 49 \times 0,5 \times 0,52 \times 1,2405 \\ &= 15,7 \quad \text{cm}^3 \end{aligned}$$

Profil yang dipilih ialah profil U dengan ukuran profil (60 x 90 x 75 x 5mm) Dan profil yang didapat ialah dari hasil perhitungan tersebut dicari angka yang mendekati. Untuk mencari ketebalan profil bisa dilihat pada tabel *Top Hat Stiffeners* pada gambar 4.3



4.2.3 Bottom Longitudinal Frames

- Modulus penampang bottom longitudinal tidak boleh kurang dari berikut :

$$W = 55 \cdot a \cdot h \cdot \ell^2 \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana:

a = Jarak *frame* = 500 mm atau 0,5 meter (BKI)

ℓ = Jarak vertikal dari bagian atas laminasi bagian dalam atau lantai dasar tunggal pada sisi ke bagian atas balok geladak pada bagian atas pada sisi [m].

h = Jarak vertikal dari ujung bawah ℓ di tempat pengukuran ke titik $T+0,026L$ [m] di atas titik H [m] yang diketahui T (Sarat) dan L (L_{pp}).

W = Modulus

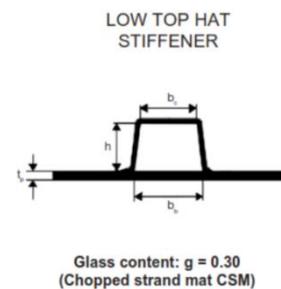
$$\begin{aligned}\ell &= 0,15 \times L \\ &= 0,15 \times 8,3 \\ &= 1,2405\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h &= T + (0,026 \times L) \\ &= 0,3 + 0,026 \times 8,3 \\ &= 0,5150\end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned}W &= 55 \times 0,5 \times 0,52 \times 1,2405 \\ &= 17,6 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Profil yang dipilih ialah profil U dengan ukuran profil (60 x 90 x 75 x 5 mm). Profil yang didapat ialah dari hasil perhitungan tersebut dicari angka yang mendekati. Untuk mencari ketebalan profil bisa dilihat pada tabel *Top Hat Stiffeners* pada gambar 4.3



4.2.4 Beam

- Modulus penampang balok, w , tidak boleh kurang dari yang diperoleh dari rumus berikut :

$$W = C \cdot a \cdot p \cdot \ell^2 \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana:

a = Jarak gading = 500 mm atau 0,5 meter (BKI)

ℓ = Jarak horizontal dari tepi dalam braket balok ke garis penyangga terdekat [m].

B = Lebar kapal

$$\begin{aligned}\ell &= 0,15 \times B \\ &= 0,15 \times 2,4\end{aligned}$$

$$= 0,36$$

c = Koefisien seperti yang diberikan di bawah ini;

Longitudinal beams (Balok memanjang):

$$\text{Bagian } Midship = 3,4$$

$$\text{Selain } Midship = 2,9$$

$$\text{balok melintang} = 2,9$$

p = ditentukan berikut ini:

Sebelum $0,3xL$ dari ujung depan:

$$P = 0,32L + 4,6 \text{ [kN/m]}$$

$$= 0,32 \times 8,3 + 4,6$$

$$= 7,25 \text{ [kN/m]}$$

Di belakang $0,3xL$ dari ujung depan:

$$P = 0,16L + 4,6 \text{ [kN/m]}$$

$$= 0,16 \times 8,3 + 4,6$$

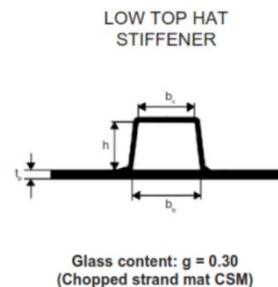
$$= 4,60 \text{ [kN/m]}$$

$$P = \text{yang dipilih } 7,25 \text{ [kN/m]}$$

Sehingga:

$$W = 3,4 \times 0,5 \times 7,25 \times 0,36 \times 2$$

$$= 8,9 \text{ cm}^3$$



Profil yang dipilih ialah profil U dengan ukuran profil (50 x 75 x 65 x 5 mm) Dan profil yang didapat ialah dari hasil perhitungan tersebut dicari angka yang mendekati. Untuk mencari ketebalan profil bisa dilihat pada tabel *Top Hat Stiffeners* pada gambar 4.3

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, ketebalan yang didapat berbeda beda dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Nama komponen

No	Nama Komponen	Modulus Perencanaan (Mm)	Modulus (Mm)	Tebal (Mm)
1	<i>Transverse Frame</i>	10,2	12	5
2	<i>Side Longitudinal</i>	15,7	19	5
3	<i>Bottom Longitudinal</i>	17,6	19	5
4	<i>Beam</i>	8,9	10	5

4.2.5 Keel

1. Lebar Keel

$$B = 530 + 14.6 L$$

Dimana:

$$L = \text{panjang kapal}$$

$$B = \text{Lebar}$$

Sehingga:

$$= 530 + 14.6 \times 8,3$$

$$= 542,1 \text{ mm} \quad (\text{untuk lebar keel adalah } 542 \text{ mm})$$

2. Ketebalan

$$T_k = 9 + 0.4 L$$

$$= 9 + 0.4 \times 8,3$$

$$= 12 \text{ mm} \quad (\text{untuk ketebalan keel adalah } 12 \text{ mm})$$

4.2.6 Shell Laminates

1. Ketebalan laminasi Side Shell

$$T_s = 15 \cdot a \cdot \sqrt{T} + 0.026 \cdot L$$

Dimana :

$$a = \text{Jarak frame } 0,5(M)$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} &= 15 \times 0.5 \times ((0.3 + (0.026 \times 8,3)))^{0.5} \\ &= 5,4 \text{ mm} \quad (\text{untuk ketebalan } \textit{side sheell} \text{ adalah } 5 \text{ mm}) \end{aligned}$$

2. Ketebalan laminasi *Bottom Shell*

$$T_b = 15.8 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0.026 \cdot L}$$

Dimana :

$$a = \text{Jarak } \textit{frame} \text{ } 0,5 \text{ (M)}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} &= 15.8 \times 0.5 \times (0.5 \times (0.026 + 7.6))^{0.5} \\ &= 5,7 \text{ mm} \quad (\text{untuk ketebalan } \textit{bottom sheell} \text{ adalah } 5 \text{ mm}) \end{aligned}$$

4.2.7 Bangunan Atas (*Superstructure*)

- Ketebalan Laminasi Bangunan Atas

Menurut BKI Volume V tahun 2021 pada section 7 poin E, ketebalan laminasi bangunan atas diambil dari rumus $0,8 \times$ ketebalan side shell di tempat tersebut dimana ketebalan perencanaan side shell yang telah di ukur adalah 5,4 mm.

$$\begin{aligned} T_{ss} &= 0,8 \times 5,4 \text{ mm} \\ &= 4,32 \text{ mm} \quad (\text{untuk ketebalan } \textit{Superstructure} \text{ adalah } 4 \text{ mm}) \end{aligned}$$

4.2.8 Deck

Ketebalan laminasi *deck* konstruksi *Frames* memanjang

$$T_d = 4,8 \times a \sqrt{p} \text{ (mm)}$$

Dimana:

$$a = \text{Jarak dari } \textit{beams} \text{ memanjang } 0,5 \text{ [m].}$$

$$P = \text{sebagaimana ditentukan } 3 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} &= 4,8 \times 0,5 \sqrt{4,6} \\ &= 5,15 \text{ (mm)} \quad (\text{untuk ketebalan } \textit{deck} \text{ adalah } 5 \text{ mm}) \end{aligned}$$

4.2.9 Bottom Construction

Dimana:

$$H = \text{Kedalaman pelat } \textit{floor} \text{ pada garis tengah kapal}$$

$$B = \text{Jarak horizontal antara permukaan luar laminasi cangkang samping diukur pada permukaan atas lantai [m]}$$

T = Ketebalan pelat *Floor*

1. *Side Girder* (balok samping)

$$\begin{aligned} T &= 0,3L + 5 \text{ [mm]} \\ &= 0,3 \times 8,3 + 5 \\ &= 7,481 \text{ mm} \quad (\text{untuk ketebalan profil side girder adalah 8 mm}) \end{aligned}$$

2. *Floor* (lantai)

$$\begin{aligned} H &= 62,5 \times b \text{ [mm]} \\ &= 62,5 \times 1,1 \\ &= 68,75 \text{ mm} \quad (\text{untuk tinggi floor adalah 68 mm}) \end{aligned}$$

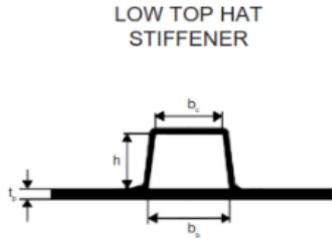
$$\begin{aligned} T &= 0,4L \\ &= 0,4 \times 8,3 \\ &= 3,32 \text{ mm} \quad (\text{untuk ketebalan floor adalah 3 mm}) \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas , ketebalan yang didapat berbeda beda dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Nama Komponen

No	Nama Komponen	Ketebalan
1	<i>Keel</i>	12 mm
2	<i>Side Shell</i>	5,4 mm
3	<i>Bottom Shell</i>	5,7 mm
4	<i>Superstructure</i>	4,32 mm
5	<i>Side Girder</i>	7,481 mm
6	<i>Floor</i>	3,32 mm

TOP HAT STIFFENERS						
Dimensions of former			Plating thickness t mm	Stiffener glass weight w g/m ²	Section modulus SM _{min} cm ³	
h mm	b _b mm	b _c mm				
25	36	30	5	600	1,8	
			10	600	2,7	
			15	600	5,1	
40	60	50	5	600	4,5	
			10	600	5,4	
			15	600	7,5	
50	75	65	5	900	10	
			10	900	12	
			15	900	14	
60	90	75	5	1200	19	
			10	1200	21	
			15	1200	24	
75	100	85	5	1200	27	
			10	1200	30	
			15	1200	33	
100	150	125	5	1800	73	
			10	1800	81	
			15	1800	87	
125	175	150	5	2100	125	
			10	2100	140	
			15	2100	149	
150	220	190	5	2700	230	
			10	2700	260	
			15	2700	280	



Glass content: $g = 0.30$
(Chopped strand mat CSM)

Gambar 4.3 Top Hat Stiffeners

(sumber: bki Part 3 Special Ships Volume B Guidance For Certification of FRP Fishing Vessel Less than 12 m)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan dan desain pada penelitian Tugas Akhir ini, Terdapat beberapa kesimpulan yaitu :

1. Perhitungan konstruksi Bus Air yang telah didapat yaitu perhitungan ukuran konstruksi dan juga modulus dari masing-masing komponen diantaranya :

1. Ukuran konstruksi yaitu:

- a. *Transverse Frame* = 50 x 75 x 65 ketebalan 5 mm
- b. *Side Longitudinal* = 60 x 90 x 65 ketebalan 5 mm
- c. *Bottom Longitudinal* = 60 x 90 x 75 ketebalan 5 mm
- d. *Beam* = 50 x 75 x 65 ketebalan 5 mm
- e. *Deck Girder* = 50 x 75 x 65 ketebalan 5 mm

2. Modulus dari masing-masing komponen diantaranya :

Nama Komponen	Modulus Perencanaan (mm)	Modulus (mm)	Tebal (mm)
<i>Transverse Frame</i>	10,2	12	5
<i>Side Longitudinal</i>	15,7	19	5
<i>Bottom Longitudinal</i>	17,6	19	5
<i>Beam</i>	8,9	10	5
<i>Deck Girder</i>	11,9	12	5

3. Didapat ketebalan masing–masing komponen konstruksi yaitu:

Lebar dan tebal *Keel* 542,1 x 12 mm, ketebalan *side shell* 5,4 mm, ketebalan *bottom shell* 5,7 mm, ketebalan *Superstructure* 4,32 ketebalan *deck* 5,15 mm, ketebalan *side girder* 7,481 mm, tinggi dan

tebal *floor* 68,75 x 3,332 mm.

4. Telah di desain gambar konstruksi Bus Air Bengkalis-Sungai Selari secara 3D yang dibuat berdasarkan *body plan* dengan jarak *frame*, jarak *Side Longitudinal*, dan Jarak Bottom Longitudinal masing-masing adalah 0,5 meter.

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran pada Tugas Akhir ini yaitu :

1. Sebaiknya terdapat penelitian lebih lanjut tentang tugas akhir saya mengenai perhitungan biaya ekonomis dalam membangun Bus Air Bengkalis-Sungai Selari.
2. Sebaiknya lebih teliti dalam menghitung ketebalan dan modulus agar di dapat data yang lebih akurat.
3. Sebaiknya lebih detail dalam mendesain konstruksi agar tidak terjadinya kesalahan yang tidak diinginkan pada gambar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfa, Akbar. (2018). Industri Konstruksi Diera Industri 4.0. *Available from* : (<https://doi.org/10.47521/selodangmayang.v4i3.107>).Diakses 31 January 2023.
- Ayudya, Aprilena (2018) Prosedur Pengecekan kapal fiberglass Sebagai Upaya Perbaikan Sesuai Dengan Standarisasi klasifikasi Oleh Biro Klasifikasi Indonesia Di Mt. Amas nusa. Karya Tulis. *Available from* : (repository.unhas.ac.id). Diakses 1 January 2023.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2021). *Volume V Rules For Fibreglass Reinforced Plastic Ships 2021 Edition*. *Available from* : (<https://bki.co.id>), Diakses 31 January 2023.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2020). *Part 3 Special Ships Volume B Guidance For Certification of FRP Fishing Vessel Less than 12 m*.
- Hefazi, H., Karim, M.R. and Kassar, M.O., (2010). *Numerical study on the influence of transom sterns on hydrodynamic performance of FRP boats*. Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike, 61(2), pp.159-168.
- Mouritz, A.P. and Gellert, E., (2000). *Hull construction of fiberglass recreational boats*. *International Journal of Maritime Engineering*, 142(Part A1), pp.1-8.
- Mouritz, A.P., Gellert, E., Burchill, P. and Challis, K., (2001). *Review of advanced composite structures for naval ships and submarines*. *Composite structures*, 53(1), pp.21-42.
- Natarida, Windah. (2022). *Desain Bus Air Bengkalis – Sungai Selari*. Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis.
- Sudjasta, B. dkk, (2012). *Desain Bus Air Ramah Lingkungan Sebagai Sarana Transportasi Alternatif Di Provinsi Dki Jakarta*.
- Tinarbuko, Isidorus Tyas Sumbo(2015) DEKAVE:Desain Komunikasi Visual Penanda Zaman Masyarakat Global. CAPS, Yogyakarta.. *Available from* : (<http://digilib.isi.ac.id/>), Diakses 31 January 2023. a



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

FORMULIR 11

SARAN PERBAIKAN SIDANG TA SKRIPSI

TA : 2020/2023

SARAN PERBAIKAN SIDANG TA/ SKRIPSI

Pelaksanaan sidang TA/Skripsi mahasiswa :

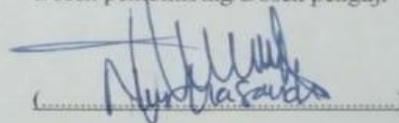
Nama : Manja Wulandari
Nim : 1103201219
Jurusan : Teknik Perkapalan /D-III Teknik Perkapalan
Judul : Rancang Bangun Alat Penyedot Asap las Meja Kerja

Berdasarkan hasil seminar proposal, maka kami sampaikan saran-saran sebagai berikut:

No	Uraian
1	Jengkapl BAB-2 : a) Teori tentang Konduksi Kapal Fiberglass. b) Asapan & Konsumsi Fiberglass. c) jenis & profil pada kapal Fiberglass.
2	BAB-A : a) Pemilihan profil berdasarkan modulus, dijabarkan proses mgn.
3	b) Profil yang dipilih ditulis -> Ukuran + Gambar profil
4	c) Gambarkan Konstruksi bangunan atas.
5	Gambar: a) Bedakan gambar 2D dan 3D pd katak etiket b) Keterangan pd gambar direvisi agar lebih jelas.

Demikian, untuk dapat dijadikan koreksi dari saran-saran tersebut dan atas perhatiannya.

Bengkalis, 07 Desember 2023
Dosen pembimbing/Dosen penguji



Catatan :

1. Form lembar saran perbaikan proposal yang telah diisi dikembalikan kepada koordinator
2. Tanda * - coret salah satu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

FORMULIR 11

SARAN PERBAIKAN SIDANG TA SKRIPSI

TA : 2020/2023

SARAN PERBAIKAN SIDANG TA/ SKRIPSI

Pelaksanaan sidang TA/Skripsi mahasiswa :

Nama : Wawan kurniawan
Nim : 1103201187
Jurusan : Teknik Perkapalan /D-III Teknik Perkapalan
Judul : Desain Konstruksi Bus Air Bengkalis-Sungai Selari Berbahan Fiberglass

Berdasarkan hasil seminar proposal, maka kami sampaikan saran-saran sebagai berikut:

No	Uraian
1	Koreksi perhitungan Modulus konstruksi nilai I dan E di setiap koreksi
2	pada Deck Girder, Transverse, Bottom Lengkung.
3	pengambilan profil pada Tabel Top Hat Stiffener (gunakan interpolasi)
4	Lampirkan Gambar 2D profil secara meruncing dan melintang
5	pada kesimpulan Modulus di cantumkan pada masing-masing koreksi

Demikian, untuk dapat dijadikan koreksi dari saran-saran tersebut dan atas perhatiannya.

Bengkalis, 7/12/2023
Dosen pembimbing/Dosen penguji

Saechri S.

Catatan :

1. Form lembar saran perbaikan proposal yang telah diisi dikembalikan kepada koordinator
2. Tanda * - coret salah satu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

FORMULIR 11

SARAN PERBAIKAN SIDANG TA SKRIPSI

TA : 2020/2023

SARAN PERBAIKAN SIDANG TA/SKRIPSI

Pelaksanaan sidang TA/Skripsi mahasiswa :

Nama : Wawan kurniawan
Nim : 1103201187
Jurusan : Teknik Perkapalan /D-III Teknik Perkapalan
Judul : Desain Konstruksi Bus Air Bengkalis-Sungai Selari Berbahan Fiberglass

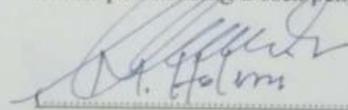
Berdasarkan hasil seminar proposal, maka kami sampaikan saran-saran sebagai berikut:

No	Uraian
1	Perbaiki tata tulis. ← Bab 2. S. Perbaiki susunan BEI Fiberglass dengan ada halaman kosong
2	Perbaiki isi
3	Perbaiki penyusunan konstruksi Detail
4	
5	

Demikian, untuk dapat dijadikan koreksi dari saran-saran tersebut dan atas perhatiannya.

Bengkalis, 7 Desember 2023

Dosen pembimbing/Dosen penguji


Dr. Halim

Catatan :

1. Form lembar saran perbaikan proposal yang telah diisi dikembalikan kepada koordinator
2. Tanda * - coret salah satu