



ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERANCANGAN KAPAL *AMBULANCE BOAT* UNTUK FASILITAS KESEHATAN PULAU TERLUAR DI KABUPATEN DONGGALA, SULAWESI TENGAH

Mochamad Aldi Maulana^{1*}, Minto Basuki²

^{1,2}Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

*Email Korespondensi : aldimaulana1906@gmail.com

Alamat : Jl Arief Rachman Hakim 100, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya

Korespondensi penulis: aldimaulana1906@gmail.com

Abstract. Donggala Regency, Central Sulawesi is the 7th largest regency in area and the 4th most populous in Central Sulawesi. Donggala Regency has several inhabited and uninhabited islands, the inhabited ones include Maputi Island, Pangalasiang Island, and Toguan Island. Therefore, a means of transportation (ambulance boat) is needed to provide health facilities to the people on these islands. In the technical and economic analysis of this ambulance boat, a fiberglass-based boat design will be produced. Using water condition analysis and owner requirements as guidelines in determining the ship's dimensions, which are analyzed using a linear regression method approach. At the design analysis stage, the general plan of the ship is according to KEPMENKES No. 143 of 2021 and the anthropometric dimension approach of the Indonesian people, resistance analysis uses maxsurf resistance software and calculations and fiber ship construction plans use BKI FRP 2016 regulations, stability condition analysis uses maxsurf stability software. The ship production cost budget design uses a bill of quantity approach. Technical and economic analysis is used as a reference for the procurement of health transportation facilities in the waters of Donggala Regency or similar waters in Indonesia.

Keywords: *Donggala Regency, health transportation equipment, fiberglass, fiber boat construction, stability, production cost budget design*

Abstrak. Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah adalah kabupaten terluas ke-7 dan populasi terpadat ke 4 di Sulawesi Tengah. Kabupaten Donggala memiliki beberapa pulau yang berpenghuni maupun tak berpenghuni, yang berpenghuni meliputi Pulau Maputi, Pulau Pangalasiang dan Pulau Toguan. Maka diperlukan alat transportasi (*ambulance boat*) yang diperlukan untuk memberikan fasilitas kesehatan kepada masyarakat yang berada di pulau - pulau tersebut. Dalam analisis teknis dan ekonomis *ambulance boat* ini akan menghasilkan desain kapal berbahan dasar *fiberglass*. Menggunakan analisis kondisi perairan dan *owner requirement* sebagai pedoman dalam menentukan dimensi kapal, yang dianalisis menggunakan pendekatan metode *regresi linear*. Pada tahap analisis desain rencana umum kapal menurut KEPMENKES No. 143 Th. 2021 dan pendekatan dimensi antropometri masyarakat Indonesia, analisa hambatan menggunakan *software maxsurf resistance* dan perhitungan dan rencana kontruksi kapal fiber menggunakan regulasi BKI FRP 2016, analisa kondisi stabilitas menggunakan *software maxsurf stability*. Rancangan anggaran biaya produksi kapal menggunakan pendekatan *bill of quantity*. Analisis teknis dan ekonomis digunakan sebagai refrensi untuk pengadaan sarana transportasi kesehatan diperairan Kabupaten Donggala atau perairan sejenis yang ada di Indonesia.

Kata Kunci:: Kabupaten Donggala, alat transportasi kesehatan, *fiberglass*, kontruksi kapal *fiber*, stabilitas, rancangan anggaran biaya produksi

1. LATAR BELAKANG

Kabupaten Donggala merupakan salah satu kabupaten di provinsi Sulawesi Tengah, Indonesia. Ibu kota kabupaten sekaligus pusat administrasi terletak di kecamatan Bonawa. Donggala adalah kabupaten terluas ke-7, terpadat ke-4, dan memiliki populasi terbanyak ke-4 di Sulawesi Tengah (<https://p2k.stekom.ac.id>). Kabupaten Donggala memiliki beberapa pulau yang berpenghuni maupun pulau yang tak berpenghuni, pulau yang berpenghuni dan cukup besar meliputi Pulau Maputi, Pulau Pangalasiang, Pulau Toguan. Dalam memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat diperlukan kapal (*boat*) yang digunakan sebagai alat transportasi yang digunakan untuk menyebrang antar pulau. Untuk daerah kepulauan yang dikelilingi oleh lautan dibutuhkan fasilitas penunjang kesehatan yang bisa mengantarkan laut agar mendapatkan fasilitas serta penanganan yang lebih baik (Kalbuadi & Kurniawati, 2020).

Ambulans air dapat berupa kapal (*boat*) dipakai sebagai ambulans untuk pelayanan antar pulau, atau daerah dengan banyak kanal, jenis ambulans ini termasuk ambulans transport, untuk pelayanan kegawat daruratan akan sulit dilakukan di *boat* karena faktor ombak (Pedoman teknis ambulans KEMENKES RI, 2014). Ada beberapa jenis ambulans berdasarkan KEPMENKES Nomor 143 tahun 2001, salah satunya adalah ambulans gawat darurat. Tujuan penggunaan ambulans gawat darurat adalah :

- (1) Pertolongan pertama gawat darurat pra-rumah sakit;
- (2) Pengangkutan penderita gawat darurat yang sudah di stabilkan dari lokasi kejadian ke tempat tindakan definitif atau ke rumah sakit;
- (3) Sebagai kendaraan transportasi rujukan;

Perancangan kapal adalah fase perencanaan kapal dengan pertimbangan-pertimbangan pemenuhan persyaratan pada konsep *spiral design* (Haripamudya, 2020). Dalam perencanaan pembuatan ambulans air (*ambulance boat*) terdapat beberapa standart dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia sebagai berikut :

- (1) Memiliki ruang yang cukup luas untuk akses evakuasi pasien menuju ambulance. Minimal lebar bukaan pintu 1200 mm agar dapat mempermudah evakuasi pasien oleh pihak medis menggunakan tandu portable.;
- (2) Ruangan kerja cukup luas untuk tujuan penggunaannya dan cukup tinggi sehingga petugas dapat berdiri tegak untuk berkerja dan cairan infus dapat menetes dengan baik.;

- (3) Tempat duduk sesuai keperluan diruang kerja.;
- (4) Tempat tidur / tandu yang dapat dilipat sekurang – kurangnya 1 (satu) penderita.;
- (5) Tempat kereta dorong penderita.

Dalam studi kasus kali ini peneliti berusaha untuk memberikan studi perancangan kesesuaian desain kapal dengan tujuan sebagai sarana alat transportasi air kesehatan (*ambulance boat*) di Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. Analisis teknis dan ekonomis ini telah melakukan perencanaan dan perancangan desain yang sesuai dengan *owner requirement* dan kondisi perairan sekitar Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah.

Dalam pembuatannya dipilih material *fiberglass*, kapal berbahan *fiberglass* telah banyak dibuat di Indonesia, karena memiliki kekuatan yang baik serta lebih murah dibandingkan dengan kapal kayu. Biaya penyusutan, biaya perawatan, serta nilai investasi kapal *fiberglass* juga lebih menguntungkan dibandingkan dengan biaya – biaya dan nilai investasi kapal berbahan dasar kayu (Ariesta dkk, 2018). Selain itu, ketersediaan kayu sebagai bahan baku pembuatan kapal semakin sedikit, sehingga diperlukan alternatif material lain (Pardi & Afriantoni, 2017). Material FRP tersusun dari beberapa komposisi yaitu serat *fiberglass*, resin, katalis (Baskoro, 2018). Serat *fiberglass* ditempatkan pada cetakan kemudian diberi cairan resin yang telah dicampur dengan katalis yang menentukan *curing time*. Proses produksi yang umum digunakan adalah metode *hand lay up*, dimana proses laminasi dilakukan secara manual.

Analisis teknis dan ekonomis ini mengacu dengan berbagai aspek kebutuhan rencana umum pada kapal yang dianalisa berdasarkan *owner requirement*, meliputi yang mengacu pada analisa perairan dimana kapal digunakan. Rencana umum merupakan suatu gambar teknik yang menyajikan secara umum kelengkapan dari banyak sudut pandang (Irmiyana dkk, 2022). Kecepatan kapal mengacu pada analisa hambatan dari bentuk lambung kapal. Besarnya gaya hambat total merupakan jumlah dari semua komponen gaya hambat (tahanan) yang bekerja pada kapal diantaranya tahanan gesek (*friction resistance*), tahanan gelombang (*wave making resistance*), tahanan tambahan (*appendages resistance*) (Irmiyana dkk, 2022). Perencanaan kapasitas tangki bahan bakar mengacu pada jarak pelayaran, dan analisa stabilitas kapal berdasarkan *IMO HSC code 2000 Annex 8*. Analisa stabilitas menggunakan *software maxsurf stability*, analisa akan dilakukan dengan 3 kondisi yaitu *full load*, *partial* dan *lightship* (Rizaldo dkk, 2019). Perhitungan biaya yang digunakan untuk pembuatan kapal menggunakan metode *bill of quantity*

(Haripamudya, 2020). Biaya merupakan sejumlah uang yang dikeluarkan untuk kegiatan operasi perusahaan dalam rangka menghasilkan suatu barang atau jasa (Anwar dkk, 2010). Dari hasil analisa teknis dan ekonomis diharapkan mendapatkan hasil yang sesuai dengan kebutuhan *ambulance boat* yang berada diperairan Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah.

2. KAJIAN TEORITIS

Owner Requirement dan Regulasi Ambulance Boat

Dalam merancang sebuah kapal, terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui. Tahap pertama yang harus dilalui adalah *Owner Requirement / Design Requirement*, biasa juga disebut dengan permintaan pemesan. *Owner Requirement* adalah spesifikasi umum kapal yang akan didesain yang biasanya terdiri dari rute pelayaran, tipe kapal, kapasitas penumpang kapal dan kecepatan dinas kapal. Berikut *Owner Requirement* yang di berikan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Donggala kepada PT. Fiberboat Indonesia. *Type : boat, LOA : min. 6 meter, material : fiber / rubber, kecepatan estimasi : 25 knot dan kapasitas : min. 6 orang. Regulasi ambulance boat menurut KEPMENKES No. 143 Tahun 2001 yang mempunyai beberapa persyaratan yaitu 1. Mempunyai sirine dan lampu rotator yang terletak di tengah atas kendaraan, 2. Memiliki tabung oksigen dengan peralatannya dan peralatan PPGD (seperti pengukur tekanan darah, dengan manset untuk anak dan dewasa), Obat – obatan sederhana, cairan infus.3. Memiliki ranjang pasien (stretcher ambulance).*

Kondisi Perairan Kabupaten Donggala

Kabupaten Donggala mengelilingi wilayah Kota Palu, dan berbatasan dengan Parigi Moutong di bagian timur, Tolitoli di bagian utara dan timur laut, Sigi di bagian selatan, dan Sulawesi Barat di bagian barat dan barat daya. Terdapat beberapa pulau yang berada besar dan berpenghuni di Kabupaten Donggala yaitu Pulau Maputi, Pulau Panglasiang dan Pulau Toguan. Kabupaten Donggala berbatasan dengan selat makassar dan memiliki arus yang cukup tenang di pesisirnya.

Misi Kapal

Misi kapal adalah fungsi dan tujuan dibuatnya kapal saat kapal selesai dibangun. Misi kapal antara lain adalah :

- a. Kebutuhan alat transportasi kesehatan pada perairan Kabupaten Donggala.
- b. Fasilitas kesehatan pada pulau – pulau yang berpenghuni di Kabupaten Donggala.
- c. Karakteristik kapal *ambulance* yang dibutuhkan.

3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menggunakan metode konsep *design*. Konsep *design* merupakan tahap awal dari pembuatan desain kapal. Dimulai dari penentuan misi kapal yang dilakukan dengan pengumpulan data meliputi *owner requirement* yang dipadukan dengan *refrensi* yang penulis dapatkan dari galangan kapal maupun penelitian yang pernah ada. Setelah *general requirement* sudah didapatkan , langkah selanjutnya menentukan ukuran utama kapal dengan metode *regresi linear*, membuat desain rencana garis dengan koreksi *displacement* dan *LCB* dan rencana umum yang menyesuaikan antropometri masyarakat inonesia dan penentuan mesin kapal dengan menganalisis hambatan kapal. Perhitungan konstruksi kapal dengan pedoman BKI FRP 2016 dan menganalisis stabilitas kapal. Apabila kriteria stabilitas tidak terpenuhi maka diperlukan perubahan pada desain rencana garis. Setelah desain teknis kapal sudah ada maka dilakukan analisis ekonomis kapal dengan metode *bill of quantity*. Perhitungan – perhitungan dalam fase ini merupakan perhitungan yang masih umum yang berfokus pada batasan – batasan yang ditetapkan. Setelah dilakukan analisis data sehingga mendapatkan kesimpulan dari analisis atau penelitian dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat tiga poin yang menjadi pembahasan pada penelitian ini, yakni ; mendapatkan desain yang tepat kapal yang sesuai dengan kondisi perairan, hasil stabilitas desain kapal yang didapatkan dan estimasi rancangan anggaran biaya pembangunan kapal. Objek penelitian ini diambil dari proyek pembangunan kapal *ambulance boat* pada galangan PT. Fiber Boat Indonesia.

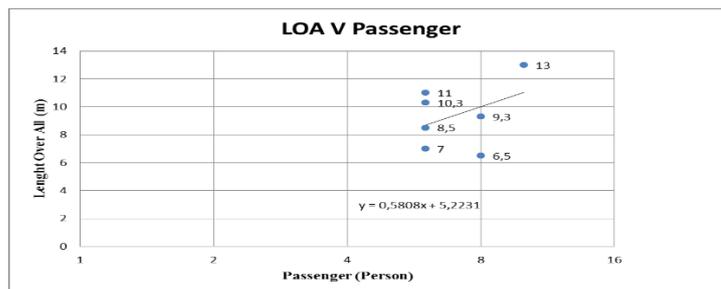
Desain Kapal Sesuai *Owner Requirement* Dan Kondisi Perairan

Dalam mencari ukuran utama kapal penulis melakukan pengumpulan data kapal pembanding. Pengumpulan data kapal pembanding ini sebagai referensi yang digunakan sebagai sumber perhitungan dalam menentukan ukuran utama kapal. Dilakukan pengumpulan data kapal dengan panjang yang tak lebih dari 15 meter. Berikut hasil data kapal pembanding yang didapatkan :

Tabel 1. Data Resume Kapal Pembanding

| NO | Nama Kapal | Perairan | Ship Building | LOA | BOA | Depth | Draft | Passenger | Enggine | Speed |
|----|---------------------------|----------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|----------|-------|
| | | | | Meter | Meter | Meter | Meter | Person | HP | Knot |
| 1. | Patroli Subur Agro Makmur | Pesisir | PT. Merpati Marine | 6,5 | 2 | 1 | 0,35 | 8 | 2x85 HP | 25 |
| 2. | Kapal Patroli KPLP | Pesisir | PT. Merpati Marine | 11 | 2,8 | 0,8 | 0,55 | 6 | 2x200 HP | 23 |
| 3. | KM. Adhiyaksa | Pesisir | PT. SSA | 9,3 | 2,3 | 1,2 | 0,45 | 8 | 2x115 HP | 25 |
| 4. | SB. Todak 03 | Pesisir | PT. SSA | 13 | 3,2 | 1,6 | 0,55 | 10 | 2x230 HP | 25 |
| 5. | Kapal Patroli Dinas Pu | Pesisir | PT. FBI | 8,5 | 2,2 | 1,1 | 0,45 | 6 | 2x85 HP | 28 |
| 6. | Kapal Patroli 7M | Pesisir | PT. FBI | 7 | 2,2 | 1,1 | 0,4 | 6 | 2x40 HP | 20 |
| 7. | Kapal Nelayan | Pesisir | - | 10,3 | 1,3 | 1,1 | 0,45 | 6 | - | - |

Dari data kapal pembanding yang sudah diolah dengan rumus *regresi linear* untuk mendapatkan ukuran utama kapal yang akan digunakan. Dalam mencari ukuran utama kapal *ambulance boat* juga memperhatikan beberapa aspek yang telah ada pada *general requirement* sebagai penentu ukuran utama kapal yang akan digunakan. Berikut adalah gambar grafik hasil *regresi linear LOA* berbanding penumpang.



Gambar 1. Grafik Perhitungan Regresi Linear

Perhitungan *LOA* berdasarkan jumlah penumpang yang direncanakan sebanyak 6 penumpang, dengan rumus *regresi linear* didapatkan persamaan sebagai berikut :

$$Y = 0,5808x + 5,2231$$

Dengan memasukkan nilai x sebagai jumlah penumpang sebanyak 6 orang maka nilai Y = *LOA* didapatkan nilai sebagai berikut :

$$Y = 8,7079 \text{ LOA} = 8,7079 \text{ LOA} = 8,7 \text{ meter (Pembulatan)}$$

Dari perhitungan persamaan *regresi linear* didapatkan panjang kapal 8,7 meter

Pada proses menentukan dimensi kapal menggunakan metode perbandingan kapal yaitu $X1 = L/B$, $X2 = T/B$, $X3 = B/H$, $X4 = T/H$ dan $X5 = L/H$.

Tabel 2. Perbandingan Ukuran Kapal Pembanding

| NO | Nama Kapal | L/B | T/B | B/H | T/H | L/H |
|-------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | X1 | x2 | X3 | x4 | X5 |
| 1 | Patroli Subur Agro Makmur | 3,250 | 0,175 | 2,0 | 0,350 | 6,500 |
| 2 | Kapal Patroli KLP | 3,929 | 0,196 | 3,5 | 0,688 | 13,750 |
| 3 | KM. Adhiyaksa | 4,043 | 0,196 | 1,9 | 0,375 | 7,750 |
| 4 | SB. Todak 03 | 4,063 | 0,172 | 2,0 | 0,344 | 8,125 |
| 5 | Kapal Patroli Dinas Pu | 3,864 | 0,205 | 2,0 | 0,409 | 7,727 |
| 6 | Kapal Patroli 7M | 3,182 | 0,182 | 2,0 | 0,364 | 6,364 |
| 7 | Kapal Nelayan | 5,722 | 0,333 | 1,6 | 0,522 | 8,957 |
| Rata - rata | | 4,007 | 0,208 | 2,140 | 0,436 | 8,453 |

Hasil yang didapatkan dari perhitungan perbandingan dari 7 kapal yang datanya di *resume* di Tabel 1. Nilai rata – rata dari masing – masing perbandingan tersebut digunakan untuk mencari dimensi lebar kapal, tinggi kapal dan sarat kapal.

Perhitungan dimensi kapal yang direncanakan berdasarkan pada tabel 2 adalah sebagai berikut :

1. Lebar kapal (B)

$$\begin{aligned} \text{Lebar kapal (Breadth)} &= L / X1 \\ &= 8,7 / 4,007 \\ &= 2,17 \end{aligned}$$

2. Sarat Kapal (T)

$$\begin{aligned} \text{Sarat kapal (Draught)} &= B \times X2 \\ &= 2,2 / 0,208 \\ &= 0,457 \end{aligned}$$

Lebar kapal (*Breadth*) = 2,2 meter (Pembulatan) Sarat kapal (*Draught*) = 0,46 meter

3. Tinggi Kapal (H)

$$\begin{aligned} \text{Tinggi kapal (Height)} &= T / X4 \\ &= 0,46 / 0,436 \\ &= 1,055 \end{aligned}$$

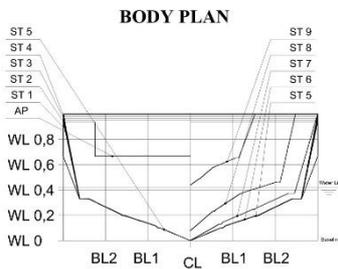
Tinggi kapal (*Height*) = 1,1 meter (Pembulatan)

Maka ukuran utama kapal yang dilakukan sebagai berikut :

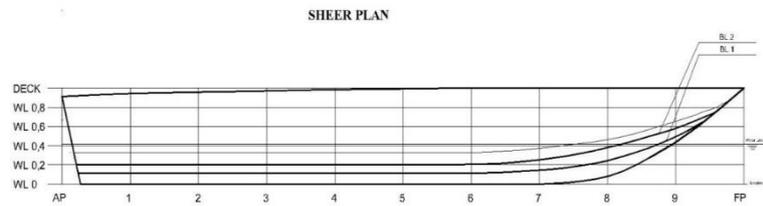
Ship Particular

| | | | |
|------------------|---|------|---------------|
| <i>LOA</i> | = | 8,7 | meter |
| <i>Breadth</i> | = | 2.2 | meter |
| <i>Height</i> | = | 1.1 | meter |
| <i>Draft</i> | = | 0,46 | meter |
| <i>Passenger</i> | = | 6 | <i>Person</i> |
| <i>Speed</i> | = | 25 | knot |

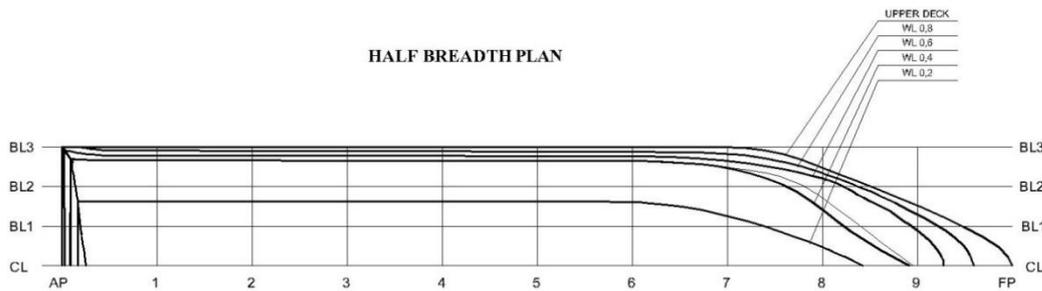
Ukuran utama kapal telah didapatkan, tahap selanjutnya adalah tahap desain kapal *ambulance boat*. Tahap desain *ambulance boat* diawali dengan penggambaran rencana garis atau lines plan. Gambar rencana garis didapatkan dari pembuatan model kapal *ambulance boat* menggunakan *software maxsurf modeller* menggunakan pedoman pembuatan berdasarkan pada *general arrangement*. Dengan koreksi pada *coefficient block (cb)* dan juga *displacement*. Hasil yang telah dimodelkan pada *software maxsurf modeller* di *export* ke dalam *software autocad* untuk dilakukan penyempurnaan garis – garis agar lebih *streamline*. Hasil rencana garis yang telah *stream line* kembali dimodelkan pada *software maxsurf modeller* untuk diambil sebagai hasil *output* dari model tiga dimensi yang diperoleh dari *software maxsurf modeller*. Berikut merupakan gambar rencana garis yang sudah di *export* ke *software autocad*:



Gambar 2. Body Plan



Gambar 3. Sheer Plan



Gambar 4. Half Breadth Plan

Proses validasi rencana gambar mengacu pada persamaan yaitu rencana *deadweight* pada kapal untuk menentukan estimasi kapal yang dibutuhkan. Maka didapatkan *displacement* kapal secara perencanaan seperti tabel sebagai berikut :

Tabel 3. Perencanaan Displacement

| Perencanaan Displacement | | | | | |
|-------------------------------------|---|-------|-------|-----------|------|
| No | Muatan | Berat | Unit | Total | Unit |
| 1 | 6 Penumpang (1 Nahkoda + 1 ABK + 1 pasien + 2 Nakes + 1 Penumpang) | 90 | Kg/p | 0,54 | ton |
| 2 | Perlengkapan Medis dan Oksigen | 200 | Kg | 0,20 | ton |
| 3 | Perlengkapan Kapal | 550 | Kg | 0,55 | ton |
| 4 | Bagasi | 1100 | Kg | 1,1 | ton |
| 5 | F.O.T (Estimasi) | 200 | liter | 0,20 | ton |
| 6 | F.W.T (Estimasi) | 100 | liter | 0,10 | ton |
| Total Deadweight Estimasi | | | | 2,69 ton | |
| Displacement (3/2. DWT Estimated) | | | | 4,035 ton | |

Tabel 4. Data Desain Model Maxsurf

| | Measurement | Value | Units |
|---|--------------------|--------|----------------|
| 1 | Displacement | 4,013 | t |
| 2 | Volume (displaced) | 3,915 | m ³ |
| 3 | Draft Amidships | 0,460 | m |
| 4 | Immersed depth | 0,460 | m |
| 5 | WL Length | 7,680 | m |
| 6 | Beam max extents o | 1,934 | m |
| 7 | Wetted Area | 16,998 | m ² |
| 8 | Max sect. area | 0,573 | m ² |
| 9 | Waterpl. Area | 13,967 | m ² |

Perhitungan koreksi *displacement* kapal :

$$\text{Koreksi } \Delta = (\Delta \text{ Estimasi} - \Delta \text{ Model}) / (\Delta \text{ Estimasi}) \times 100\%$$

$$\text{Koreksi } \Delta = (4.035 - 4.013) / 4.035 \times 100\%$$

$$\text{Koreksi } \Delta = 0.05\%$$

Dilakukan koreksi pada model pada *software maxsurf modeller* yang mendapatkan *displacement* 4.013 ton, sedangkan pada *displacement* perencanaan 4,035 ton. Hasil dari perhitungan *margin error* validasi sebesar 0,05% hasil tersebut masih dibawah dari ambang batas toleransi sebesar 0.5% validasi.

Untuk mendapatkan validasi bagian *LCB* menggunakan cara persamaan mendapatkan hasil sebagai berikut.

$$LWL = 7.6 \text{ meterr}$$

$$LCB = (8,8 - 38,9 * 1,2) / 100 * 7,6$$

$$LCB = 2,9 \text{ m dari AP}$$

Setelah mendapatkan hasil perhitungan *LCB* perencanaan melalui teori dilakukan perhitungan koreksi *LCB* antara hasil perhitungan teori dengan hasil yang didapatkan pada model kapal.

Perhitungan koreksi *displacement* kapal :

$$\text{Koreksi } LCB = (LCB \text{ Estimasi} - LCB \text{ Model}) / (LCB \text{ Estimasi}) \times 100\%$$

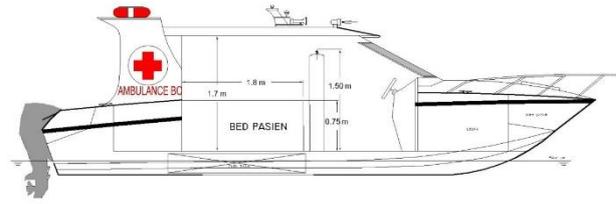
$$\text{Koreksi } LCB = (2,9 - 3,59) / 2,9 \times 100\%$$

$$\text{Koreksi } LCB = 0.23\%$$

Koreksi pada model mendapatkan *LCB* sebesar 3,591 meter dari *AP* seadangkan pada *LCB* estimasi sebesar 2,9 meter dari *AP* maka *margin error* validasi sebesar 0,023%. Hasil yang didapatkan tersebut masih dibawah dari ambang toleransi sebesar 0,5%, sehingga model kapal yang direncanakan diperbolehkan secara validasi. Gambar rencana umum merupakan gambar yang menjelaskan tentang tata penempatan fasilitas dan peralatan yang mempertimbangkan dengan ilmu ergonomi. Sebagai contoh tempat tidur pasien (*strecher*), kursi penumpang dan tinggi ruangan yang dibuat disesuaikan dengan rasio dimensi kapal dan antropometri tubuh masyarakat Indonesia. Berikut adalah gambar rencana umum :



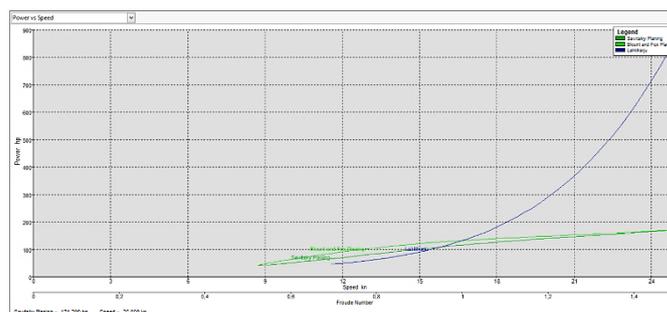
Gambar 6. Desain Rencana Umum



Gambar 7. Tinggi Ruang Kapal

Perancangan rencana umum pada gambar 6 dan 7 menunjukkan tinggi ruangan bagian dalam kapal *ambulance boat* setinggi 1,7 meter, namun menurut regulasi SOLAS tinggi tersebut kurang proporsional karena tinggi yang direkomendasikan untuk ruangan kapal minimal 2.4 meter. Karena tinggi postur tubuh masyarakat indonesia menurut angka kecukupan gizi yang dimiliki oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia adalah 168 cm. Alasan utama yaitu ketinggian tabung O2 masih bisa ditempatkan dengan posisi berdiri dengan ketinggian 1,5 meter untuk kebutuhan darurat pasien. Maka ketinggian ruangan 1,7 meter masih dapat diaplikasikan pada kapal *ambulance boat* ini. Ketinggian tersebut juga berguna untuk menghindari ketinggian titik berat (*KG*) yang mendekati *MTC* (*metacentra*) pada kapal karena semakin tinggi bangunan kapal aka menyebabkan kapal berpotensi oleng

Langkah selanjutnya yaitu memilih mesin kapal, dalam menghitung hambatan kapal dan daya mesin yang akan dipakai. Penulis menggunakan metode simulasi kapal dengan model pada *software maxsurf resistance*. Menggunakan Metode Numerik : *Hull Speed* dengan metode perhitungan *savitsky* dan metode pembandingan yaitu *Latiharju* dan *Blount and Fox* dengan max limit kecepatan 25 knot didapatkan grafik daya mesin berbanding kecepatan sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik Daya Mesin Berbanding

Dari pengujian yang dilakukan pada *software maxsurf resistance* didapatkan kapasitas mesin sebesar 171 HP. Pemilihan mesin juga mempertimbangkan kesesuaian dengan *owner requirement* yaitu 2 x 100 hp. Pada tahap berikutnya adalah penggambaran bentuk tiga dimensi kapal. Dalam proses penggambarannya penulis melakukan penggambaran sebaik mungkin demi mendapatkan gambar tiga dimensi yang sesuai dengan aslinya. Berikut merupakan tampilan tiga dimensi dari *ambulance boat* yang penulis *capture* yang akan ditampilkan pada gambar 9 Sampai gambar 10 sebagai berikut :



Gambar 9. Rendering View 3D Tampak Samping Kapal



Gambar 10. Rendering View 3D Tampak Haluan Kapal

Perhitungan konstruksi kapal akan mengacu pada regulasi Biro Klasifikasi Indonesia Volume V tentang *fiberglass reinforced plastic (FRP)* tahun 2016. Tujuan dari perhitungan konstruksi adalah untuk mengetahui ukuran dan modulus material kapal yang akan dibangun. Didapatkan hasil perhitungan konstruksi sebagai berikut :

- a. *Keel* dengan regulasi tebal minimal 12,4 mm maka lapisan laminasi 13,6 mm dengan rincian lapisan laminasi CSM 300 dengan 3 lapis, lapisan laminasi CSM 450 dengan 5 lapis dan lapisan laminasi EBX 800 dengan 6 lapis.
- b. *Side shell* dengan regulasi tebal minimal 6,14 mm maka lapisan laminasi 7,3 mm dengan rincian lapisan laminasi CSM 300 dengan 3 lapis, lapisan laminasi CSM 450 dengan 2 lapis dan lapisan laminasi EBX 800 dengan 3 lapis.
- c. *Bottom shell* dengan regulasi tebal minimal 6,47 mm maka lapisan laminasi 8,3 mm dengan rincian lapisan laminasi CSM 300 dengan 3 lapis, lapisan laminasi CSM 450 dengan 2 lapis dan lapisan laminasi EBX 800 dengan 4 lapis.

- d. *Super Structure* dengan regulasi tebal minimal 4.9 mm maka lapisan laminasi 6.6 mm dengan rincian lapisan laminasi CSM 300 dengan 2 lapis, lapisan laminasi CSM 450 dengan 2 lapis dan lapisan laminasi EBX 800 dengan 3 lapis.
- e. *Main deck* dengan regulasi tebal minimal 6.22 mm maka lapisan laminasi 7.7 mm dengan rincian lapisan laminasi CSM 300 dengan 2 lapis, lapisan laminasi CSM 450 dengan 3 lapis dan lapisan laminasi EBX 800 dengan 3 lapis.
- f. *Transverse frame* dengan jarak frame 0.5 mtr dan modulus profil 3,53 m³ maka ukuran balok 5 cm x 4, 5 cm.
- g. *Side longitudinal* dengan modulus profil 4,77 m³ dengan ukuran balok profil 5,5 cm x 5 cm
- h. *Center girder* dengan regulasi tebal minimal 8.44 mm maka lapisan laminasi 9.4 mm dengan rincian lapisan laminasi CSM 300 dengan 3 lapis, lapisan laminasi CSM 450 dengan 3 lapis dan lapisan laminasi EBX 800 dengan 4 lapis.
- i. *Side girder* dengan regulasi tebal minimal 6.05 mm maka lapisan laminasi 6.6 mm dengan rincian lapisan laminasi CSM 300 dengan 2 lapis, lapisan laminasi CSM 450 dengan 2 lapis dan lapisan laminasi EBX 800 dengan 3 lapis.
- j. Transom dengan regulasi tebal minimal 22 mm maka lapisan laminasi 23 mm dengan rincian lapisan laminasi CSM 300 dengan 2 lapis, lapisan laminasi CSM 450 dengan 6 lapis, lapisan laminasi EBX 800 dengan 9 lapis dan honey comb dengan 1 lapis,

Dalam perhitungan estimasi berat kapal menggunakan teknik berat per area. Pengukuran luas area kapal yang diambil dari data area *surface* pada *software maxsurf modeller* dan dikalikan dengan berat susunan laminasi pada setiap bagian konstruksi. Teknik pendekatan berat kapal dengan praktek pengujian berat laminasi per meter persegi dalam keadaan sebelum dan sesudah proses *lay – up* laminasi untuk setiap jenis laminasi yang digunakan bisa di pertanggung jawabkan. Teknik tersebut mendekati dengan volume kubik tiap bagian kapal nantinya. Berikut merupakan hasil uji berat laminasi :

Tabel 5. Hasil Uji Berat Laminasi

| Msterial | W Lay – up |
|----------------|----------------------|
| | (kg/m ²) |
| CSM 300 | 1.00 |
| CSM 450 | 1.00 |
| EBX 800 | 1.300 |
| Honeycomb 6 mm | 0.492308 |

Selanjutnya data akan diolah dengan data hasil perhitungan kontruksi . Data hasil perhitungan kontruksi kapal *ambulance boat* terdiri dari ketebalan yang harus dipenuhi dan jenis material yang digunakan untuk mencapai ketebalan tersebut sesuai dengan regulai BKI FRP 2016 tentang *Rules Of Fiberglass Reinforced Plastics*. Dari data hasil percobaan uji berat laminasi dan data hasil lapisan laminasi kontruksi setiap bagian kapal diolah untuk mendapatkan berat pada setiap bagian kontruksi kapal dengan cara mengkalikan jumlah sususan laminasi dengan berat tiap lapisan laminasi per meter persegi, maka akan diperoleh berat setiap bagian kontruksi per meter persegi dengan lapisan yang telah direncanakan. Selanjutnya hasil yang didapatkan pada tabel, dikalikan dengan luas areanya untuk mendapatkan berat total kontruksi dari laminasi kapal yang ada seperti pada tabel sebagai berikut :

Tabel 6. Berat Per Meter Persegi Bagian

| No | Nama Kontruksi | CSM 300 | | CSM 450 | | EBX 800 | | Honeycomb | | Total (W/m ²) |
|----|-----------------|---------|---|---------|---|---------|-----|-----------|-----|---------------------------|
| | | ply | W | ply | W | ply | W | ply | w | |
| 1 | Keel | 3 | 3 | 5 | 5 | 6 | 6,5 | | 0 | 15,8 |
| 2 | Bottom Sheel | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3,9 | | 0 | 10,2 |
| 3 | Side Sheel | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2,6 | | 0 | 8,9 |
| 4 | Bulkhead | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 2,6 | 1 | 0,5 | 7,4 |
| 5 | Super Structure | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2,6 | | 0 | 7,9 |
| 6 | Transom | 3 | 3 | 6 | 6 | 9 | 7,8 | 1 | 0,5 | 21,2 |
| 7 | Deck | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2,6 | | 0 | 8,9 |

Tabel 7. Hasil Luas Area dan Berat Per Meter Persegi Material

| NO. | Bagian Kontruksi | W (kg/M ²) | Area (M ²) | W (Kg) |
|-------|------------------|------------------------|------------------------|---------|
| 1. | Bottom + Keel | 26 | 20,265 | 526,89 |
| 2. | Side Sheel | 8,9 | 21,987 | 195,684 |
| 3. | Bulkhead | 7,4 | 8,276 | 61,242 |
| 4. | Super Structure | 7,9 | 29,504 | 233,081 |
| 5. | Transom | 21,2 | 4,965 | 105,258 |
| 6. | Deck | 8,9 | 20,035 | 178,311 |
| Total | | | | 1300,47 |

Untuk mengetahui berat kapal kosong, perlu ditambahkan berat perlengkapan, alat kesehatan dan berat beban tambahan. Kapal *ambulance boat* akan membawa alat kesehatan dan peralatan kesehatan maka diberikan beban maxsimal seberat 200 kg. Dalam memperhitungkan beban maximal memperhatikan perlengkapan *emergency* dan peralatan kesehatan seperti tabung gas oksigen dan lain - lain. Pada Tabel 8, menunjukkan berat kapal kosong, berat perlengkapan dan engine, beserta berat beban tambahan. Dari Tabel 8 diperoleh berat kapal kosong kapal atau *Light Wight Tonnage (LWT)* seberat 2,071 Ton. Setelah mengetahui berat *LWT* , selanjutnya menghitung berat *Dead Weight Tonnage (DWT)* yaitu mencari berat total akhir kapal dengan menambahkan berat penumpang, bahan bakar dan muatan tambahan yang akan disajikan di Tabel 9 total berat kapal sebagai berikut :

Tabel 8. Total Berat Kapal

| No. | Nama Bagian | Jumlah | Berat unit (Kg) | Berat Total (Ton) |
|-----|--|--------|-----------------|-------------------|
| 1. | Berat Kapal (Laminasi Hull, Superstructure, Deck) | 1 | 1300,47 | 1,3 |
| | Equipment | | | |
| 2. | Kursi | 1 | 30 | 0,03 |
| | Engine | 2 | 188 | 0,376 |
| | Kursi penumpang | 1 | 60 | 0,06 |
| | Bed Pasien | 1 | 50 | 0,05 |
| | Equipment Jangkar | 1 | 200 | 0,2 |
| 3. | Berat Cadangan 3% - 5% Berat Laminasi | 1 | 55 | 0,055 |
| | Berat Total | | | 2,071 |

Tabel 9. Total Berat Kapal

| No. | Nama Bagian | Jumlah | Berat unit (Kg) | Berat Total (Ton) |
|-------------|--------------------------------|--------|-----------------|-------------------|
| 1. | LWT | | | 2,071 |
| 2. | DWT | | | |
| | 6 person | 6 | 90 | 0,54 |
| | Bahan Bakar | 1 | 200 | 0,2 |
| | Fresh water | 1 | 100 | 0,1 |
| | Perlengkapan medis, dan Bagasi | 1 | 1250 | 1,25 |
| Total Berat | | | | 4,161 |

Berat total kapal *ambulance boat* (DWT) adalah seberat 4,161 Ton. Setelah mengetahui DWT, selanjutnya menganalisis stabilitas kapal yang akan mempunyai *loadcase* dan variasi yang berbeda beda.

Stabilitas Desain Kapal

Dalam menganalisis stabilitas kapal penulis menggunakan *software maxsurf stability* yang berpedoman pada regulasi *IMO HSC code 2000 Monohull Annex 8 Intact*. Regulasi tersebut dipilih sebagai pedoman karena regulasi tersebut mencantumkan ketentuan – ketentuan yang ditujukan untuk menghitung stabilitas *high speed craft*. Terdapat 3 kondisi kapal yang akan dianalisis yaitu kondisi muatan kosong, setengah muatan dan muatan penuh.

a. *Loadcase* 1 (kondisi muatan kosong)

Loadcase 1 merupakan kondisi saat kapal dalam keadaan kosong atau *Light Wight Tonnage (LWT)*. Dengan rincian *loadcase* penumpang 0%, tangki bahan bakar 0% dan tidak membawa muatan. Berikut tabel pembebanan pada *loadcase* 1 :

Tabel 10. Data Pembebanan Kapal Kosong

| NO. | Item | Jumlah | Massa (Ton) | Total Massa (Ton) | LCG | TCG | VCG | F.SM |
|----------------|-------------|--------|-------------|-------------------|-------|--------|-------|------|
| 1. | Lightweight | 1 | 1,300 | 1,300 | 4,350 | 0,010 | 0,299 | 0 |
| 2. | Mesin | 1 | 0,376 | 0,376 | 0,035 | 0,000 | 0,189 | 0 |
| 3. | Nahkoda | 1 | 0,090 | 0,090 | 7,520 | 0,470 | 1,100 | 0 |
| 4. | Crew | 1 | 0,090 | 0,090 | 3,900 | 0,000 | 1,100 | 0 |
| 5. | equipment | 0 | 0,200 | 0,000 | 7,000 | 0,000 | 1,000 | 0 |
| 6. | Oksigen | 1 | 0,150 | 0,150 | 4,500 | 0,000 | 1,000 | 0 |
| 7. | Penumpang 1 | 0 | 0,090 | 0,000 | 4,000 | 0,470 | 1,100 | 0 |
| 8. | Penumpang 2 | 0 | 0,090 | 0,000 | 4,000 | 0,980 | 1,100 | 0 |
| 9. | Penumpang 3 | 0 | 0,090 | 0,000 | 4,000 | -0,470 | 1,100 | 0 |
| 10. | Penumpang 4 | 0 | 0,090 | 0,000 | 4,000 | -0,470 | 1,100 | 0 |
| 11. | Penumpang 5 | 0 | 0,090 | 0,000 | 4,000 | -0,980 | 1,100 | 0 |
| 12. | Penumpang 6 | 0 | 0,090 | 0,000 | 4,000 | -0,980 | 1,100 | 0 |
| 13. | Muatan | 0 | 1,250 | 0,000 | 4,000 | 0,000 | 0,452 | 0 |
| 14. | FOT | 0 | 0,200 | 0,000 | 3,500 | 0,000 | 0,143 | 0 |
| Total Loadcase | | | | 2,006 | 3,674 | -0,003 | 0,350 | 0 |
| FS correction | | | | | | | 0,000 | |
| VCG fluid | | | | | | | 0,350 | |

Hasil analisis kapal kosong pada *software maxsurf stability* menggunakan kriteria *IMO HSC code 2000 Monohull Annex 8 Intact* secara regulasi pada kondisi kapal kosong terpenuhi dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 11. Kriteria Hasil Analisis Kapal Kosong

| Code | Criteria | Value | Units | Actual | Status | Margin % |
|-----------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|----------|
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.1 Weather criterion from IMO A.749(18) | | | | Pass | |
| | Angle of steady heel shall not be greater than (\leq) | 16,0 | deg | 14,5 | Pass | +9,23 |
| | Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less than ($<$) | 80,00 | % | 36,70 | Pass | +54,13 |
| | Area1 / Area2 shall not be less than (\geq) | 100,00 | % | 108,70 | Pass | +8,70 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.2 Area 0 to 30 or GZmax | 3,1510 | m.de g | 7,1513 | Pass | +126,95 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.3 Area 30 to 40 | 1,7190 | m.de g | 4,7298 | Pass | +175,15 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.4 Max GZ at 30 or greater | 0,200 | m | 0,776 | Pass | +288,00 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.5 Angle of maximum GZ | 15,0 | deg | 101,8 | Pass | +578,79 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.6 Initial GMt | 0,150 | m | 1,529 | Pass | +919,33 |

b. *Loadcase 2* (kondisi setengah muatan)

Loadcase 2 merupakan kondisi saat kapal dalam keadaan setengah penuh. Dengan rincian *loadcase* penumpang 50%, tangki bahan bakar 50% dan membawa muatan 50%. Berikut tabel pembebanan pada *loadcase 2* :

Tabel 12. Data Pembebanan Kapal Setengah Muatan

| NO. | Item | Jumlah | Massa (Ton) | Total Massa (Ton) | LCG | TCG | VCG | F.SM |
|----------------|-------------|--------|-------------|-------------------|-------|--------|-------|------|
| 1. | Lightweight | 1 | 1,300 | 1,300 | 4,350 | 0,010 | 0,299 | 0 |
| 2. | Mesin | 1 | 0,376 | 0,376 | 0,035 | 0,000 | 0,189 | 0 |
| 3. | Nahkoda | 1 | 0,090 | 0,090 | 7,520 | 0,470 | 1,100 | 0 |
| 4. | Crew | 1 | 0,090 | 0,090 | 3,900 | 0,000 | 1,100 | 0 |
| 5. | equipment | 0,5 | 0,200 | 0,100 | 7,000 | 0,000 | 1,000 | 0 |
| 6. | Oksigen | 1 | 0,150 | 0,150 | 4,500 | 0,000 | 1,000 | 0 |
| 7. | Penumpang 1 | 1 | 0,090 | 0,090 | 4,000 | 0,470 | 1,100 | 0 |
| 8. | Penumpang 2 | 1 | 0,090 | 0,090 | 4,000 | 0,980 | 1,100 | 0 |
| 9. | Penumpang 3 | 1 | 0,090 | 0,090 | 4,000 | -0,470 | 1,100 | 0 |
| 10. | Penumpang 4 | 0 | 0,090 | 0,000 | 4,000 | -0,470 | 1,100 | 0 |
| 11. | Penumpang 5 | 0 | 0,090 | 0,000 | 4,000 | -0,980 | 1,100 | 0 |
| 12. | Penumpang 6 | 0 | 0,090 | 0,000 | 4,000 | -0,980 | 1,100 | 0 |
| 13. | Muatan | 0,5 | 1,250 | 0,625 | 4,000 | 0,000 | 0,452 | 0 |
| 14. | FOT | 0,5 | 0,200 | 0,100 | 3,500 | 0,000 | 0,143 | 0 |
| Total Loadcase | | | | 3,151 | 3,863 | -0,009 | 0,478 | 0 |
| FS correction | | | | | | | 0,000 | |
| VCG fluid | | | | | | | 0,478 | |

Hasil analisis kapal kosong pada *software maxsurf stability* menggunakan kriteria *IMO HSC code 2000 Monohull Annex 8 Intact* secara regulasi pada kondisi kapal setengah muatan terpenuhi dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 13. Kriteria Hasil Analisis Kapal Setengah Muatan

| Code | Criteria | Value | Units | Actual | Status | Margin % |
|-----------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|----------|
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.1 Weather criterion from IMO A.749(18) | | | | Pass | |
| | Angle of steady heel shall not be greater than (\leq) | 16,0 | deg | 12,0 | Pass | +25,01 |
| | Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less than ($<$) | 80,00 | % | 36,68 | Pass | +54,15 |
| | Area1 / Area2 shall not be less than (\geq) | 100,00 | % | 121,00 | Pass | +21,00 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.2 Area 0 to 30 or GZmax | 3,1510 | m.de g | 5,1639 | Pass | +63,88 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.3 Area 30 to 40 | 1,7190 | m.de g | 3,6730 | Pass | +113,67 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.4 Max GZ at 30 or greater | 0,200 | m | 0,598 | Pass | +199,00 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.5 Angle of maximum GZ | 15,0 | deg | 95,5 | Pass | +536,37 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.6 Initial GMt | 0,150 | m | 1,018 | Pass | +578,67 |

c. *Loadcase 3* (kondisi muatan penuh)

Loadcase 3 merupakan kondisi saat kapal dalam keadaan penuh. Dengan rincian *loadcase* penumpang 100%, tangki bahan bakar 100% dan membawa muatan 100%. Berikut tabel pembebanan pada *loadcase 3* :

Tabel 15. Data Pembebanan Kapal Muatan Penuh

| NO. | Item | Jumlah | Massa (Ton) | Total Massa (Ton) | LCG | TCG | VCG | F.SM |
|----------------|-------------|--------|-------------|-------------------|-------|--------|-------|------|
| 1. | Lightweight | 1 | 1,300 | 1,300 | 4,350 | 0,010 | 0,299 | 0 |
| 2. | Mesin | 1 | 0,376 | 0,376 | 0,035 | 0,000 | 0,189 | 0 |
| 3. | Nahkoda | 1 | 0,090 | 0,090 | 7,520 | 0,470 | 1,100 | 0 |
| 4. | Crew | 1 | 0,090 | 0,090 | 3,900 | 0,000 | 1,100 | 0 |
| 5. | equipment | 1 | 0,200 | 0,200 | 7,000 | 0,000 | 1,000 | 0 |
| 6. | Oksigen | 1 | 0,150 | 0,150 | 4,500 | 0,000 | 1,000 | 0 |
| 7. | Penumpang 1 | 1 | 0,090 | 0,090 | 4,000 | 0,470 | 1,100 | 0 |
| 8. | Penumpang 2 | 1 | 0,090 | 0,090 | 4,000 | 0,980 | 1,100 | 0 |
| 9. | Penumpang 3 | 1 | 0,090 | 0,090 | 4,000 | -0,470 | 1,100 | 0 |
| 10. | Penumpang 4 | 1 | 0,090 | 0,090 | 4,000 | -0,470 | 1,100 | 0 |
| 11. | Penumpang 5 | 1 | 0,090 | 0,090 | 4,000 | -0,980 | 1,100 | 0 |
| 12. | Penumpang 6 | 1 | 0,090 | 0,090 | 4,000 | -0,980 | 1,100 | 0 |
| 13. | Muatan | 1 | 1,250 | 1,250 | 4,000 | 0,000 | 0,452 | 0 |
| 14. | FOT | 1 | 0,200 | 0,200 | 3,500 | 0,000 | 0,143 | 0 |
| Total Loadcase | | | | 4,196 | 3,951 | -0,017 | 0,513 | 0 |
| FS correction | | | | | | | 0,000 | |
| VCG fluid | | | | | | | 0,513 | |

Hasil analisis kapal kosong pada *software maxsurf stability* menggunakan kriteria *IMO HSC code 2000 Monohull Annex 8 Intact* secara regulasi pada kondisi kapal muatan penuh terpenuhi dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 16. Kriteria Hasil Analisis Kapal Muatan Penuh

| Code | Criteria | Value | Units | Actual | Status | Margin % |
|-----------------------------------|--|--------|-------|--------|--------|----------|
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.1 Weather criterion from IMO A.749(18) | | | | Pass | |
| | Angle of steady heel shall not be greater than (\leq) | 16,0 | deg | 6,1 | Pass | +61,60 |
| | Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less than ($<$) | 80,00 | % | 23,23 | Pass | +70,96 |
| | Area1 / Area2 shall not be less than (\geq) | 100,00 | % | 130,00 | Pass | +30,00 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.2 Area 0 to 30 or GZmax | 3,1510 | m.deg | 6,2219 | Pass | +97,46 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.3 Area 30 to 40 | 1,7190 | m.deg | 3,9071 | Pass | +127,29 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.4 Max GZ at 30 or greater | 0,200 | m | 0,561 | Pass | +180,50 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.5 Angle of maximum GZ | 15,0 | deg | 83,6 | Pass | +457,57 |
| HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact | 1.6 Initial GMt | 0,150 | m | 0,779 | Pass | +419,33 |

Rancangan Anggaran Biaya

Dalam merancang anggaran biaya penulis membagi perbagian kapal agar estimasi anggaran biaya bisa digunakan sebagai rujukan untuk tinjauan ekonomis kapal berjenis *speedboat* untuk perairan pesisir. Dalam tahap rancangan anggaran biaya dalam metode *bill of quantity*. Penulis akan 8 bagian yang terdiri dari bangunan kapal (FRP), permesinan dan instalasi, elektrikal dan instalasi, peralatan navigasi dan komunikasi, peralatan keselamatan, peralatan tambat labuh, peralatan akomodasi dan biaya produksi, penyelesaian dan pengiriman. Berikut adalah rincian tiap – tiap bagiannya:

- a. Rancangan biaya pembuatan bangunan kapal (FRP) adalah Rp. 466.600.000
- b. Rancangan biaya permesinan dan instalasi adalah Rp. 373.700.000
- c. Rancangan biaya elektrikal dan instalasi adalah Rp. 25.000.000
- d. Rancangan biaya peralatan navigasi dan komunikasi adalah Rp. 60.000.000
- e. Rancangan biaya peralatan keselamatan adalah Rp. 2.000.000
- f. Rancangan biaya peralatan tambat labuh adalah Rp. 15.400.000
- g. Rancangan biaya peralatan akomodasi adalah Rp. 13.000.000
- h. Rancangan biaya produksi, penyelesaian dan pengiriman adalah Rp. 19.600.000

Rancangan biaya penawaran harga kapal untuk membangun kapal *ambulance boat* sebesar Rp. 1.146.300.000. Rancangan biaya berfungsi sebagai pedoman teknis anggaran pengadaan kapal dan juga refrensi pembangunan kapal *ambulance*.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan pada analisa teknis dan ekonomis *ambulance boat* Dinas Kesehatan Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah dipeoleh kesimpulan sebagai berikut :

Desain kapal *ambulance boat* yang tepat dan sesuai dengan kondisi perairan Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah menggunakan metode rumus *regresi linear* dengan refrensi kapal pembanding yang beroperasi di daerah pesisir pantai. Menghasilkan ukuran utama (*ship particular*) sebagai berikut :

| | | | | | | | |
|----------------|---|-----|-------|------------------|---|------|---------------|
| <i>LOA</i> | = | 8,7 | meter | <i>Draft</i> | = | 0,46 | meter |
| <i>Breadth</i> | = | 2,2 | meter | <i>Passanger</i> | = | 6 | <i>person</i> |
| <i>Height</i> | = | 1,1 | meter | <i>Speed</i> | = | 25 | knot |

Proses pembuatan rencana garis menggunakan *software maxsurf modeller* yang disempurnakan pada *software autocad* untuk desain lambung kapal yang lebih *stream line*. Desain rencana umum kapal *ambulance boat* mengacu pada regulasi ambulans transportasi menurut KEPMENKES NO. 143 Th. 2001 yang harus memiliki ranjang pasien (*strecher ambulance*) dan memiliki ruangan yang cukup untuk penanganan medis. *Regulasi SOLAS & LSA code* digunakan dalam penentuan alat navigasi dan komunikasi kapal serta alat keselamatan kapal. Untuk menentukan *power engine* dan tangki bahan bakar menggunakan metode *savitsky* yang dianalisa dalam *software maxsurf resistance* didapatkan kapasitas *engine* 2 x 100 hp. Kapal *ambulance boat* memiliki kapasitas tangki 200 liter dengan jarak tempuh 2 x 39,6 mile untuk pulang – pergi. Perhitungan konstruksi kapal FRP mengacu pada regulasi BKI FRP 2016.

Perhitungan dan analisa stabilitas kapal *ambulance boat* menggunakan *software maxsurf stability* dengan mengacu pada regulasi *IMO HSC code 2000 annex 8* dengan kondisi kapal yang berbeda – beda yaitu kapal kosong, setengah muatan dan muatan penuh menghasilkan keberterimaan disetiap kondisi tanpa ada peringatan tertentu pada setiap kondisi. Disimpulkan bahwa desain lambung kapal memenuhi regulasi yang ditetapkan.

Dalam menghitung estimasi rancangan anggaran biaya pembangunan kapal menggunakan metode *bill of quantity* pada setiap bagiannya yakni lambung dan bangunan atas, interior kapal, permesinan dan instalasi, elektrikal dan instalasi, peralatan navigasi dan komunikasi, peralatan keselamatan, peralatan tambat labuh, peralatan akomodasi, biaya produksi, biaya penyelesaian dan biaya pengiriman didapatkan estimasi anggaran biaya sebesar 1.146.300.000.

DAFTAR REFERENSI

- A. Mubarak, A. Alif, R. Djunuda, dan Samaludin. (2021). *Desain Awal dan Biaya Pembuatan Kapal Operasional Kampus USN Kolaka Berbahan Fiberglass*. Jurnal Transportasi, vol. 21, no. 2, Aug. 2021.
- Abdimas-Polibatam. (2022). *Perawatan dan Perbaikan Dalam Upaya Peremajaan Kapal Batam Marine Ambulance*. Jurnal Teknik Perkapalan, vol. 4, no. 1., 2022.

- Akbar, Dimas Yansetyo (2016). *Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi Deck Cargo Barge 250 ft Menjadi Restobarge, untuk Perairan Gili Trawangan-Gili Meno, Lombok*. Surabaya. FTK-ITS.
- Al Maliky, M. Alawy. (2019). *Penentuan Ukuran Utama Kapal Sebagai Sarana Penangkapan Ikan Di Kabupaten Lamongan*. Tugas Akhir dari Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- Astanugraha, I Made Candra (2017). *Analisis Teknis Dan Ekonomis Konversi Barge Batubara Menjadi Kapal Pengangkut Ikan Hidup Untuk Perairan Sumbawa*. Surabaya : FTK-ITS.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2016). *Vol V Rules for Fiberglass Reinforced Plastics Ships*. Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta, Indonesia.
- Buana, Ma'ruf. (2020). *Kajian Desain Kontruksi Laminasi Lambung Prototipe Kapal SEP – Hull 8 meter*. BPPH - BPPT, Surabaya, Indonesia.
- C. Anwar, L. F. Ashari dan Indrayenti. (2010). *Harga Pokok Produksi Dalam Kaitannya Dengan Penentuan Harga Jual Untuk Pencapaian Target Laba Analisis*. Jurnal Akuntansi & Keuangan, vol. 1, no. 1., 2010.
- Caraka, Eka Satya Adi (2018) *Perencanaan Sistem Propulsi Yang Optimal Untuk Operasional Kapal Roro Barge*. Surabaya: FTK-ITS.
- Coacley, (2003). *Fishing Boat Contruction 2 Building a Fibreglass Fishing Boat*. FAO Fisheries Technical Paper. United Nations.
- D. Chrismianto, M. F. Rizaldo, dan P. Manik. (2019). *Analisis Intact Stability dan Damage Stability Pada Kapal Ro – Ro Ukuran Besar di Perairan Indonesia Berdasarkan IS Code 2008*. Jurnal Teknik Perkapalan, vol. 16, no. 2., 2019.
- Fatahilah, Z. A. (2013). *Analisis Teknis dan Ekonomis Landing Craft Tank (LCT) menjadi Self Propelled Oil Barge (SPOB)*. Surabaya : FTK-ITS.
- H. Siswanti, M. Musta'in, dan T. Irmiyana. (2022). *Preliminary Design Water Ambulance Untuk Pemandahan Pasien Covid – 19 di Wilayah Kepulauan Indonesia (Studi Kasus di Kepulauan Madura)*. Jurnal Techno Bahari, vol. 9, no. 1., 2022.
- Haripamudya, Hargo. (2020). *Studi Perancangan Kapal Penumpang Pada Kabupaten Berau Kalimantan Timur Untuk Kebutuhan Transportasi Sungai Masyarakat*. Tugas Akhir dari Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.

International Maritime Organization (IMO). (2000). *HSC Code 2000*. Dipetik Desember 21, 2023. Dari IMO web site : <https://www.imo.org>.

International Maritime Organization (IMO). (2017). *Life Saving Appliance*. Dipetik Desember 21, 2023. Dari IMO web site : <https://www.imo.org>.

Kalbuadi, and Kurniawati. (2020). *Desain Amphibious High Speed Ambulance Craft (HSAC) sebagai Penunjang Fasilitas Kesehatan di Kepulauan Raja Ampat* . Jurnal Teknik Perkapalan, vol. 9, no. 2,. 2020.

Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2014). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 143 Tahun 2001 tentang pedoman teknis ambulans. Kementrian Kesehatan. Jakarta.