

Desain Hospital Catamaran untuk Operasional Pulau-Pulau di Provinsi Maluku Utara

Nur Mautmainah dan Hasanudin

Departemen Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: hasanudin@na.its.ac.id

Abstrak—Kapal rumah sakit dapat menjadi solusi untuk permasalahan kesehatan di wilayah dengan banyak pulau seperti Provinsi Maluku Utara. Hal ini dikarenakan kapal bersifat fleksibel dapat menjangkau antar pulau. Pada Penelitian ini, kapal rumah sakit didesain dengan bentuk lambung katamaran karena dibutuhkan geladak yang luas. Kapal didesain setara dengan rumah sakit tipe C yang memiliki 4 jenis pelayanan kesehatan dasar. Kapal direncanakan berkeliling dengan 9 titik pemberhentian. Ukuran utama kapal ditentukan berdasarkan jumlah kebutuhan luasan rumah sakit, akses, dan perlengkapan mooring yaitu sebesar 1023.59 m². Luasan tersebut dibagi menjadi dua geladak operasional rumah sakit. Ukuran utama yang didapat antara lain lpp 38.43 meter, lwl 40 meter, loa 44 meter, Bm 15 meter, lebar demihull B1 4.3 meter, jarak antar demihull S 10.7 meter, H 4.8 meter, T 2.14 meter, cb 0.397, dan vs 12 knot. Pada Penelitian ini dilakukan analisis performance, keselamatan, dan kenyamanan kapal dan diperoleh nilai hambatan total kapal sebesar 194.36 kN, nilai freeboard aktual kapal 2.66 meter. Berdasarkan hasil analisis kenyamanan penumpang disimpulkan bahwa penumpang tidak mengalami gejala mabuk laut selama 3 jam pelayaran dengan kecepatan 0 knot dan 12 knot pada kondisi following seas, beam seas, dan head seas. Nilai biaya pembangunan satu unit kapal rumah sakit yaitu Rp24,517,140,725.61-, dan biaya operasional per tahun adalah Rp14,100,393,318-,

Kata Kunci—Kapal, Katamaran, Kesehatan, Maluku-Utara.

I. PENDAHULUAN

PADA pemerintahan era 2020-2024, visi yang dibawa oleh Presiden Joko Widodo ialah Terwujudnya Indonesia Maju yang Berdaulat. Visi tersebut memiliki salah satu agenda pembangunan yaitu Peningkatan SDM Berkualitas dan Berdaya Saing. Program prioritas dalam agenda pembangunan tersebut salah satunya yaitu Peningkatan Pelayanan Kesehatan Menuju Cakupan Kesehatan Semesta. Ditjen Yankes mengambil berbagai peran untuk mencapai program tersebut. Salah satu peran yang diambil adalah Penguatan Pelayanan Kesehatan Dasar dan Rujukan. Program tersebut memiliki bermacam sasaran. Salah satu sasaran penguatan sarana tersebut yaitu untuk Daerah Tertinggal, Perbatasan, dan Kepulauan Kecil (DTPK). Selain itu, pemerintah melakukan langkah penyediaan sarana-prasarana dan alat untuk mewujudkan penguatan pelayanan kesehatan dasar dan rujukan [1]. Pada rapat kerja nasional (rakernas) Kementerian Kesehatan periode 2020-2024, pembangunan kesehatan mengarah pada peningkatan akses dan mutu pelayanan kesehatan.

Salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki banyak pulau kecil adalah Provinsi Maluku Utara. Berdasarkan data BPS Provinsi Maluku Utara dalam “*Maluku Utara Dalam Angka 2020*”, pada tahun 2019, Provinsi Maluku Utara memiliki pulau-pulau berjumlah 805 pulau dengan jumlah penduduk mencapai 1,256 juta jiwa. Provinsi Maluku Utara

terbagi menjadi delapan wilayah kabupaten dan dua wilayah kota. Ditinjau dari sektor kesehatan, pada 2019, Provinsi Maluku Utara memiliki 20 unit rumah sakit umum, 149 unit puskesmas, 11 unit poliklinik, 138 dokter, dan tidak memiliki rumah bersalin. Jumlah tersebut harus dapat mengakomodasi seluruh masyarakat di provinsi Maluku Utara [2].

Pada Mei 2020, diumumkan bahwa terdapat dua kabupaten di Provinsi Maluku Utara yang termasuk dalam kategori DTPK (Daerah Tertinggal, Perbatasan, dan Kepulauan Kecil). Dua kabupaten tersebut yaitu Kabupaten Kepulauan Sula dan Kabupaten Pulau Taliabu. Sebuah daerah dikategorikan sebagai DTPK. Wilayah dengan kategori DTPK perlu diberikan perhatian khusus dalam hal pemerataan pembangunan tak terkecuali dalam bidang kesehatan.

Berdasarkan keterangan yang telah diuraikan, maka perlu diadakannya fasilitas kesehatan berupa rumah sakit yang dapat menjangkau penduduk yang tersebar di pesisir pulau-pulau di Provinsi Maluku Utara. Moda transportasi kapal dipilih karena pergerakannya yang fleksibel sehingga dapat menjangkau pulau-pulau tersebut. Selain itu, dengan rumah sakit yang berbentuk kapal, akan dapat mengurangi dampak kerusakan akibat bencana alam yang sering terjadi di wilayah-wilayah Indonesia tak terkecuali Provinsi Maluku Utara.

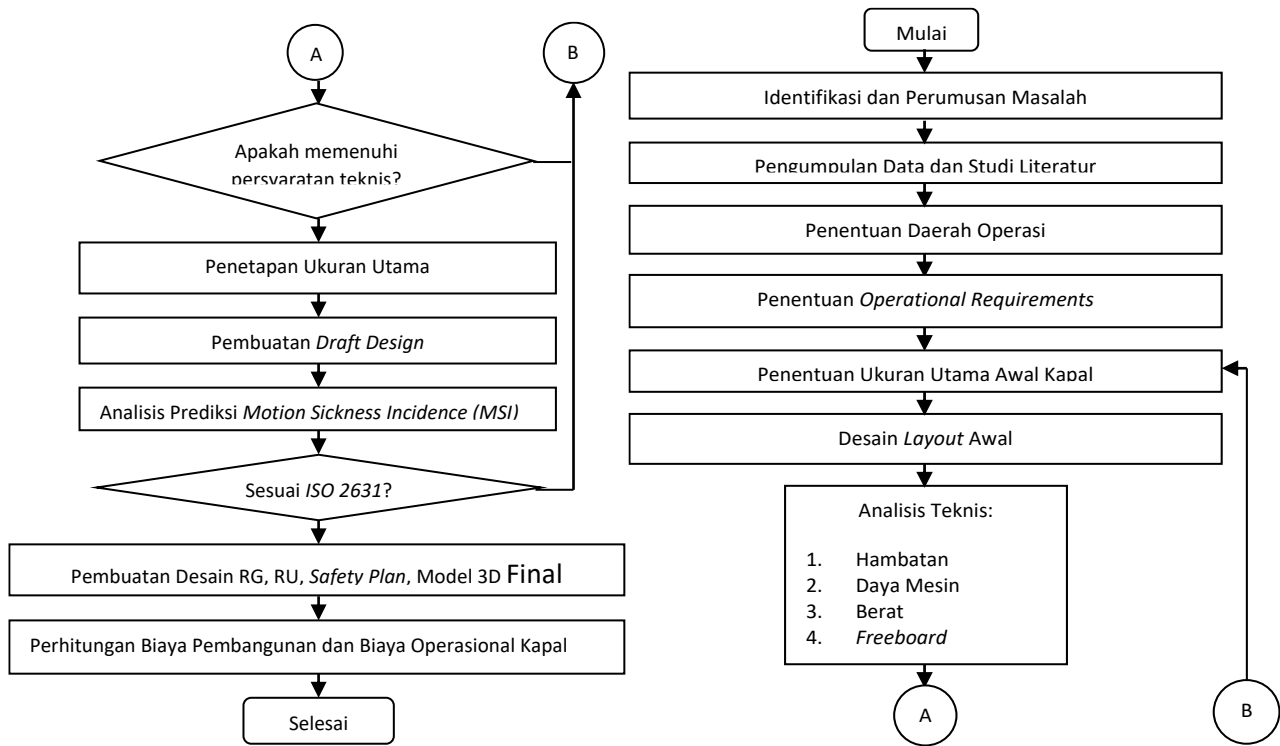
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kapal Katamaran

Katamaran merupakan salah satu jenis kapal yang memiliki 2 lambung (*demi hull*). Kedua lambung dihubungkan dengan struktur *bridging* (jembatan). Adapun penelitian berupa penelitian oleh mahasiswa Teknik Perkapalan FTK-ITS terkait dengan kapal dengan lambung katamaran yang dijadikan rujukan dalam penelitian ini antara lain tentang desain *self-propelled resort* untuk wisata bahari di perairan Bali-Lombok [3] dan penelitian tentang desain kapal untuk wisata rute Bangsring-Pulau Menjangan-Pulau Tabuhan [4]. Selain itu, terdapat pula penelitian serupa yaitu desain *2-in-1 catamaran fishing - tourism boat* dengan variasi *deck convertible* di perairan Jepara [5] dan Penelitian yang tentang desain *catamaran restoboat* untuk menunjang pariwisata di Danau Toba, Sumatera Utara [6].

B. Kapal Rumah Sakit

Kapal rumah sakit merupakan bangunan yang difungsikan sebagai fasilitas medis yang terapung. Di dalamnya terdapat ruangan-ruangan untuk melayani pasien. Ruangan-ruangan kapal rumah sakit mengikuti aturan yang berdasarkan tipe rumah sakit. Beberapa kapal rumah sakit yang ada baik di Indonesia dan luar negeri antara lain kapal rumah sakit Pope



Gambar 1. Diagram alur.

Francis, RSA Lie Dharmawan, RSA Nusa Waluya I Yayasan Ekadharma, RSA Nusa Waluya II, RST Ksatria Airlangga, Gandha Nusantara 1 dan 2, dan KRI Dr. Soeharso.

Selain kapal-kapal di atas, studi perancangan kapal rumah sakit dengan berbagai jenis lambung dan tipe rumah sakit sudah banyak dilakukan, salah satunya adalah mengenai desain kapal rumah sakit untuk perairan Indonesia yang dirancang oleh mahasiswa Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS. Kapal rumah sakit tersebut didesain untuk beroperasi di seluruh perairan Indonesia. Rute operasi kapal tersebut terbagi menjadi 3, yaitu Jakarta – Banda Aceh, Surabaya – Tarakan, dan Makassar - Jayapura. Konsep desain kapal tersebut adalah konversi dari kapal *tanker* dan berbahan dasar baja. Fasilitas rumah sakit yang terdapat dalam kapal ini setara dengan fasilitas rumah sakit tipe B di darat. Fasilitas tersebut antara lain ruang perawatan, ruang operasi, ruang radiologi, ruang unit gawat darurat, ruang poliklinik, apotek dan gudang obat, ruang autopsi, dan ruang penyimpanan jenazah. Kapal rumah sakit tersebut dapat menampung 20 pasien rawat inap [7].

Terdapat pula penelitian serupa yang juga dirancang oleh mahasiswa Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS yaitu mengenai desain kapal rumah sakit untuk rute pelayaran Bitung – Pulau Marampit Kepulauan Talaud Sulawesi Utara. Penelitian ini menghasilkan rancangan kapal rumah sakit dengan bentuk lambung tunggal dengan rumah sakit tipe D yang beroperasi di Kepulauan Talaud, Sulawesi Utara. Kapal rumah sakit tersebut dapat menampung 10 pasien dan 7 dokter [8].

Selain itu, terdapat pula penelitian sejenis yang telah dilakukan yaitu tentang kapal rumah sakit. Kapal ini didesain untuk perairan Indonesia. Kapal rumah sakit ini didesain menggunakan bentuk lambung katamaran yang mengacu pada kapal milik Basarnas yaitu KN Pacitan- BASARNAS. Fasilitas yang tersedia dalam kapal tersebut sesuai dengan fasilitas rumah sakit kelas B. Fasilitas tersebut meliputi ruang

perawatan, ruang operasi, ruang UGD, ruang ICU, ruang radiologi, poliklinik, apotik, dan ruang otopsi. Kapal rumah sakit tersebut dapat menampung 32 pasien rawat inap [9].

III. TINJAUAN UMUM DAERAH OPERASIONAL

A. Provinsi Maluku Utara

Provinsi Maluku Utara merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang termasuk bagian Indonesia Timur. Provinsi ini berbentuk kepulauan dengan total jumlah pulau besar dan kecil mencapai 805 pulau. Secara astronomis, Provinsi Maluku Utara terletak di antara 3° Lintang Utara - 3° Lintang Selatan dan 124° - 129° Bujur Timur dan batas geografisnya yaitu Utara: Samudra Pasifik; Timur : Laut Halmahera; Barat: Laut Maluku; Selatan: Laut Seram [2].

B. Demografi Provinsi Maluku Utara

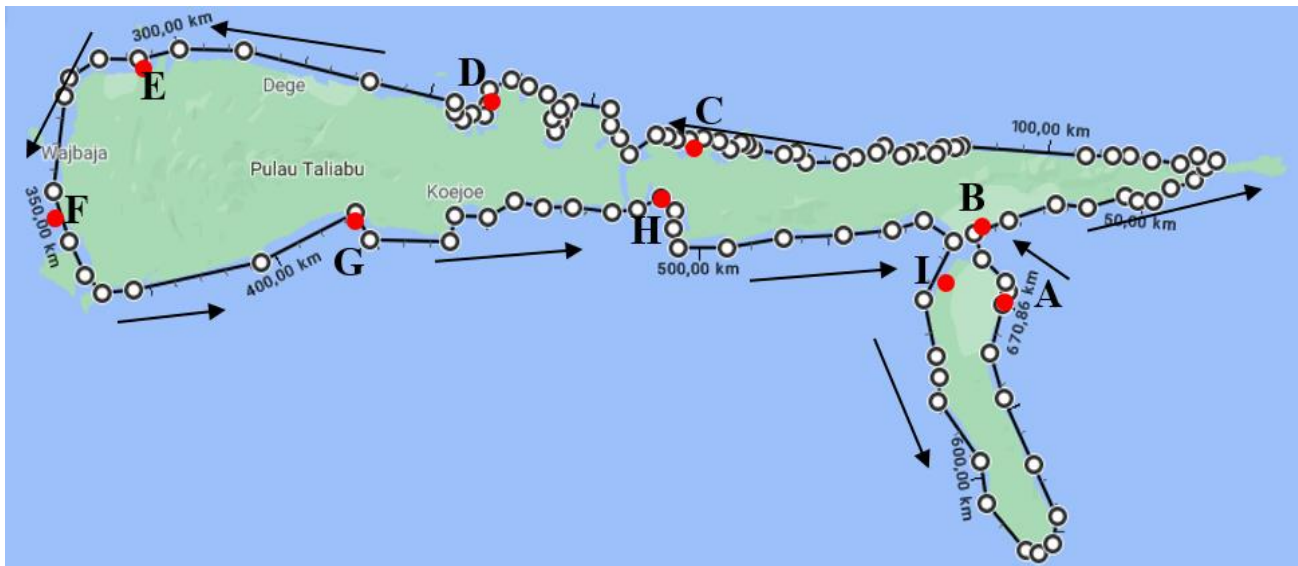
Provinsi Maluku Utara memiliki total jumlah penduduk sebanyak 1.256.000 jiwa pada tahun 2019 dan terdapat total 23 unit fasilitas kesehatan berupa rumah sakit. Persentase penduduk yang memiliki keluhan kesehatan selama sebulan terakhir mencapai 17.99% [2].

C. Ketersediaan Fasilitas Kesehatan Provinsi Maluku Utara

Provinsi Maluku Utara memiliki fasilitas kesehatan berupa rumah sakit umum sejumlah 23 unit pada tahun 2019. Pada tabel 1 rumah sakit yang dimiliki Provinsi Maluku Utara memiliki beberapa tipe yakni 1 unit RSUD tipe B yang terletak di Kota Ternate, 4 unit RSUD tipe C, 12 unit RSUD tipe D, dan 3 unit RSUD yang belum ditetapkan tipenya [2].

D. Kebutuhan Jumlah Tempat Tidur

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, jumlah tempat tidur ideal di Provinsi Maluku Utara sebanyak 1.520 TT. Jumlah total tempat tidur rumah sakit di Provinsi Maluku Utara adalah 1.418 TT. Apabila dibandingkan dengan *bed to*



Gambar 2. Rute pelayaran kapal rumah sakit dengan 9 titik pemberhentian.

population ratio Indonesia (1.21:1000) [10], maka rasio tempat tidur terhadap jumlah penduduk di Provinsi Maluku Utara adalah 1,13 dengan total kekurangan jumlah tempat tidur sebanyak 102 TT.

IV. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi berisi kerangka pengerjaan Penelitian ini. Pada metodologi dijelaskan tahapan-tahapan pengerjaan beserta metode-metode yang digunakan pada setiap tahapannya. Gambar 1 merupakan diagram alur pengerjaan Penelitian ini.

A. Identifikasi Masalah dan Perumusan Masalah

Langkah awal dalam pengerjaan penelitian adalah menemukan masalah yang akan diselesaikan dari jurnal, berita, dan media lain yang mendukung yang mengenai keterbatasan pelayanan kesehatan di wilayah Indonesia.

B. Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan pembelajaran dan pengumpulan teori-teori berkaitan permasalahan pada pengerjaan penelitian Desain Hospital Catamaran untuk Operasional Pulau-pulau di Provinsi Maluku Utara ini. Pokok-pokok dalam studi literatur antara lain berkenaan dengan teori terkait desain kapal (koefisien bentuk kapal, hambatan, daya mesin dan propulsi, berat dan titik berat, lambung timbul, dan stabilitas), pengertian dan persyaratan bangunan rumah sakit, teori *motion sickness incidence (MSI)*, dan teori *safety plan*.

C. Tahapan Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data Penelitian ini adalah dengan pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder). Pengambilan data secara sekunder didapatkan melalui literatur-literatur yang terkait dengan *hospital catamaran* baik dari buku-buku teori maupun dari penelitian-penelitian dan data pendukung dari internet.

D. Penentuan Operational Requirements Kapal

Operational Requirements kapal meliputi jenis kapal, *payload*, rute, dan kecepatan kapal. *Payload* kapal ditentukan berdasarkan jumlah kebutuhan luasan ruangan-ruangan

sesuai tipe rumah sakit dan jenis pelayanan yang diberikan sesuai kajian kebutuhan. Fasilitas rumah sakit yang dibutuhkan akan disesuaikan dengan tipe rumah sakit yang digunakan yang mengacu pada Permenkes No. 56 Tahun 2014 tentang Klasifikasi dan Perizinan Rumah Sakit [11].

E. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal ditentukan berdasarkan ukuran luasan yang dibutuhkan setiap ruangan rumah sakit kemudian menghubungkannya dengan rasio-rasio ukuran utama yang terdapat pada penelitian Insel dan A.F. Molland [12]

F. Penentuan Fasilitas Rumah Sakit yang dibutuhkan

Fasilitas kesehatan pada kapal rumah sakit ditentukan berdasarkan jenis pelayanan sesuai dengan tipe rumah sakit tertentu. Penentuan tipe rumah sakit dilakukan dengan cara mengidentifikasi kebutuhan pelayanan medis pada daerah operasional kapal kemudian disesuaikan dengan standar pelayanan yang diberikan oleh tipe rumah sakit tertentu yang mengacu pada Permenkes No. 56 Tahun 2014 tentang Klasifikasi dan Perizinan Rumah Sakit [11].

G. Perhitungan yang sesuai dengan aspek teknis desain kapal

Analisis teknis kapal rumah sakit yang dihitung meliputi: (1)Perhitungan rasio ukuran utama kapal; (2)Perhitungan koefisien kapal; (3)Perhitungan hambatan kapal; (4)Perhitungan komponen DWT dan LWT kapal beserta titik beratnya; (5)Pemeriksaan *displacement* kapal; (6)Pemeriksaan sarat dan trim; (7)Pemeriksaan stabilitas; (8)Pemeriksaan *freeboard*; (9)Analisis tingkat kenyamanan penumpang (*motion sickness incidence*) dengan mengacu pada ISO 263 [13].

H. Tahap Perencanaan

Lines Plan dibuat dengan bantuan *software Maxsurf* namun diperhalus dengan menggunakan bantuan *software CAD*. Dilanjutkan dengan mendesain General Arrangement dengan bantuan *software CAD*. Kemudian dibuat desain model 3D dengan bantuan *software Maxsurf* dan *software pemodelan 3D* lain jika dibutuhkan. Kemudian dibuat desain

Tabel 1.
Ukuran utama kapal rumah sakit

Ukuran Utama		
Loa	=	44 m
Lwl	=	40.2 m
Lpp	=	38.4 m
B	=	15.0 m
B ₁	=	4.3 m
H	=	4.8 m
T	=	2.14 m
S	=	10.7 m
V _{max}	=	14.0 knot = 9.3 m/s
V _s	=	12.0 knot = 7.2 m/s
g	=	9.8 m/s ²
C _b	=	0.397

Tabel 2.
Hasil perhitungan batasan rasio ukuran utama kapal rumah sakit

Batasan Perbandingan Ukuran Utama		
L/B ₁	= 9.00 ;	5.9 < L/B ₁ < 11.1 Memenuhi
L/H	= 7.00 ;	5.9 < L/H < 11.1 Memenuhi
B ₁ /H	= 0.78 ;	0.7 < B ₁ /H < 4.1 Memenuhi
S/L	= 0.28 ;	0.19 < S/L < 0.51 Memenuhi
S/B ₁	= 2.50 ;	0.9 < S/B ₁ < 4.1 Memenuhi
B ₁ /T	= 1.93 ;	0.9 < B ₁ /T < 3.1 Memenuhi
B ₁ /B	= 0.22 ;	0.15 < B ₁ /B < 0.3 Memenuhi

rencana keselamatan (*safety plan*) dengan bantuan *software CAD*.

I. Perhitungan Biaya Pembangunan dan Operasional

Perhitungan biaya pembangunan kapal yang meliputi biaya pelat dan konstruksi kapal, biaya permesinan kapal, dan biaya outfitting dan perlengkapan kapal. Perhitungan ini mengacu pada buku “*Practical Ship Design*” Chapter 18 tentang *Cost Estimating* [14].

J. Kesimpulan dan Saran

Hasil analisis yang telah dilakukan selanjutnya akan ditarik kesimpulan berupa hasil desain kapal rumah sakit. Selain itu, dengan melakukan evaluasi pekerjaan yang telah dilakukan, maka dapat dituliskan saran untuk penelitian selanjutnya.

V. DESAIN HOSPITAL CATAMARAN UNTUK OPERASIONAL PULAU-PULAU DI PROVINSI MALUKU UTARA

A. Penentuan Daerah Operasional

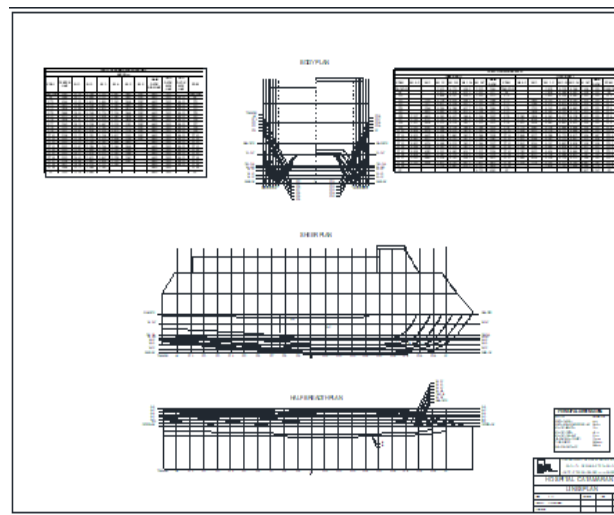
Kapal Rumah Sakit direncanakan beroperasi di Kabupaten Kepulauan Sula dan Kabupaten Pulau Taliabu, Provinsi Maluku Utara. Hal ini dikarenakan kedua kepulauan tersebut termasuk ke dalam DTPK (Daerah Tertinggal, Perbatasan, dan Kepulauan Kecil) dan kekurangan fasilitas medis.

1) Lokasi Kepulauan Sula dan Pulau Taliabu

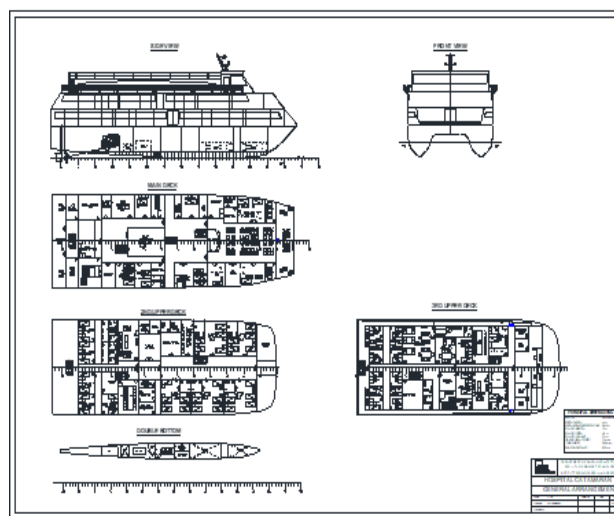
Kabupaten Kepulauan Sula terletak pada batas astronomis 125°19'42–126°29'11 Bujur Timur dan 01°45'08–02°28'39 Lintang Selatan. Kabupaten Kepulauan Sula memiliki daratan dengan luas 13.732,70 km². Kabupaten Kepulauan Sula terdiri dari 2 pulau besar yaitu Pulau Sulabesi dan Pulau Mangoli [15]. Secara astronomis, Pulau Taliabu terletak antara 1°34'39–2°04'24 Lintang Selatan dan 124°17'01–125°19'35 Bujur Timur serta berada di antara Pulau Halmahera dan Pulau Sulawesi [16].

2) Kebutuhan Jumlah Tempat Tidur

Total jumlah penduduk di Kabupaten Kepulauan Sula dan Kabupaten Pulau Taliabu yaitu 156.000 jiwa penduduk.



Gambar 3. Desain rencana garis kapal rumah sakit.



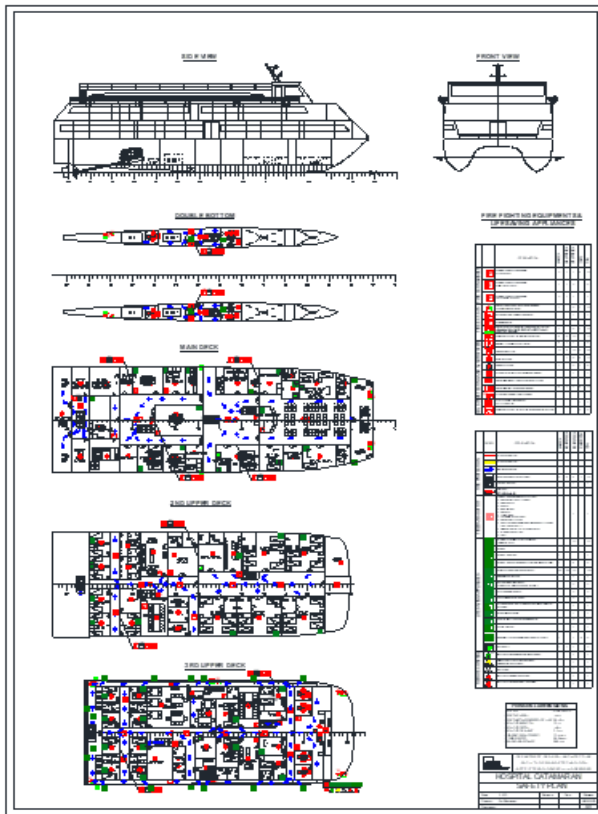
Gambar 4. Desain rencana umum kapal rumah sakit

Kemudian total jumlah tersebut dibandingkan dengan *Bed to Population Ratio* Indonesia. Berdasarkan perhitungan, jumlah tempat tidur ideal yang harus tersedia di Kabupaten Kepulauan Sula dan Kabupaten Pulau Taliabu adalah 189 TT. Untuk menghitung jumlah tempat tidur yang dibutuhkan, diperlukan data jumlah tempat tidur yang telah tersedia di Kabupaten Kepulauan Sula dan Kabupaten Pulau Taliabu. jumlah rumah sakit tipe D di Provinsi Maluku Utara sebanyak 12 unit dengan total jumlah tempat tidur (TT) sebanyak 576 buah dan rumah sakit yang belum ditetapkan tipe berjumlah 3 unit dengan total jumlah tempat tidur sebanyak 59 buah. Dengan asumsi jumlah tempat tidur di rumah sakit dengan tipe yang sama adalah merata/sama, maka jumlah tempat tidur di satu unit rumah sakit tipe D di Provinsi Maluku Utara adalah 48 buah dan jumlah tempat tidur pada satu rumah sakit yang belum ditetapkan tipe adalah 19,667 ≈ 20 buah. Sehingga total jumlah tempat tidur di Kabupaten Kepulauan Sula yang memiliki 1 unit RS tipe D dan Kabupaten Pulau Taliabu yang memiliki 1 unit RS belum ditetapkan tipe adalah 68 buah. Jumlah tersebut apabila dibandingkan dengan total jumlah penduduk di dua kabupaten tersebut adalah 68 : 156.000 atau 0.44:1000. Rasio tersebut masih berada di bawah *bed to population ratio* di Indonesia yakni 1,21:1000. Kekurangan yang terjadi sebanyak 189 TT – 68 TT = 121 TT atau 64%.

Tabel 3.
Pemeriksaan stabilitas kapal berdasarkan kriteria 2000 HSC Code

Kriteria	Loadcase										Status
	A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3	D	
1.1 Area 0 to 30	51.6301	47.48	47.94	52.49	48.29	45.93	53.32	49.08	46.63	49.08	Pass
1.2 Angle of maximum GZ	15.5	14.50	14.50	15.50	14.50	13.60	15.50	14.50	13.60	14.50	Pass
1.5 Area between GZ and HA for Hpc+Hw	48.3019	48.63	49.00	49.08	49.40	51.48	49.84	50.18	52.20	50.18	Pass
3.2.1 Angle of equilibrium	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	Pass

Keterangan loadcases: A1 (pasien 100%; consumables 100%; dan sewage 0%); B1 (pasien 100%; consumables 50%; dan sewage 50%); C1 (pasien 100%; consumables 10%; dan sewage 90%); A2 (pasien 50%; consumables 100%; dan sewage 0%); B2 (pasien 50%; consumables 50%; dan sewage 50%); C2 (pasien 50%; consumables 10%; dan sewage 90%); A3 (pasien 10%; consumables 100%; dan sewage 0%); B3 (pasien 10%; consumables 50%; dan sewage 50%); C3(pasien 10%; consumables 10%; dan sewage 90%); D (kondisi kapal kosong).



Gambar 5. Desain safety plan kapal rumah sakit.

3) Kondisi Perairan

Kondisi perairan di Kabupaten Pulau Taliabu dan Kabupaten Kepulauan Sula yaitu tinggi gelombang berkisar 0.5 meter hingga 1.25 meter (kategori rendah), kecepatan angin sebesar 2-10 knot, dan kedalaman terdangkal adalah 4 meter di pesisir.

B. Rute Pelayaran

Kapal direncanakan mengitari dua kabupaten yakni Pulau Taliabu dan Kepulauan Sula dengan rute pelayaran yaitu: (1)Pelabuhan Sanana (A) – Pelabuhan Mangoli (B); (2)Pelabuhan Mangoli (B) – Pelabuhan Falabisahayaa (C); (3)Pelabuhan Falabisahaya (C) – Pelabuhan Rakyat Desa Penu (D); (4)Pelabuhan Rakyat Desa Penu (D) – Pelabuhan Bakiki Sahu (E); (5)Pelabuhan Bakiki Sahu (E) – Pelabuhan Bobong (F); (6)Pelabuhan Bobong (F) – Pelabuhan Jembatan Lorong Naga (G); (7)Pelabuhan Jembatan Lorong Naga (G) – Pelabuhan Pasifah (H); (8)Pelabuhan Pasifah (H) – Pelabuhan Malbufa (I); dan (9)Pelabuhan Malbufa (I) – Pelabuhan Sanana (A) dengan lama pelayaran selama 3 jam. Lihat gambar 2.

C. Skema Operasional

Kapal rumah sakit direncanakan bekerjasama dengan Pemerintah Kabupaten Pulau Taliabu dan Kabupaten Kepulauan Sula untuk kemudian dibuat jadwal kedatangan kapal di masing-masing daerah tersebut. Kemudian pemerintah daerah meneruskan informasi jadwal kedatangan kapal kepada bawahannya untuk kemudian disampaikan kepada masyarakat setempat. Kapal dijadwalkan berhenti di 9 titik antara lain: Pelabuhan Sanana, Pelabuhan Mangoli, Pelabuhan Falabisahayaa, Pelabuhan Rakyat Desa Penu, Pelabuhan Bakiki Sahu, Pelabuhan Bobong, Pelabuhan Jembatan Lorong Naga, Pelabuhan Pasifah, dan Pelabuhan Malbufa. Bagi wilayah lain yang tidak dijadikan tempat sandar kapal rumah sakit, maka pasien di wilayah tersebut dapat mendatangi kapal rumah sakit ini secara mandiri.

Di setiap titik, kapal direncanakan berhenti untuk beroperasi melayani masyarakat selama 3 hari. Apabila terdapat pasien yang dengan kondisinya diharuskan untuk menjalani rawat inap lebih dari 3 hari, maka dirujuk ke rumah sakit yang lebih memadai. Hal ini pun berlaku untuk pasien rawat inap yang baru datang ke kapal rumah sakit pada hari ke-2 maupun hari ke-3. Jumlah tenaga medis yang direncanakan adalah sebagai berikut. Jumlah tersebut didasarkan pada permenkes No. 56 tahun 2014 namun mengalami penyesuaian dengan kebutuhan pelayanan kesehatan yaitu 8 dokter; 4 tenaga farmasi; dan 16 perawat.

D. Penentuan Kebutuhan Luasan Ruang

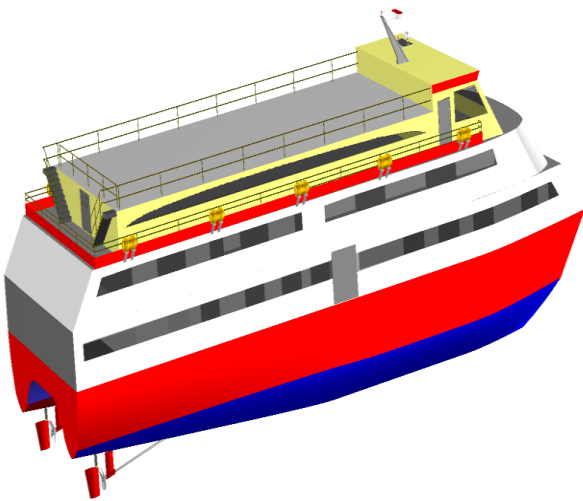
Payload ditentukan dengan cara menghitung kebutuhan total luasan tiap ruangan berdasarkan fasilitas dari pelayanan yang diberikan oleh rumah sakit dan didapatkan total luasan rumah sakit adalah 606.57 m². Rumah sakit direncanakan memuat 25 pasien rawat inap.

E. Penentuan Kecepatan Kapal

Kecepatan kapal dihitung dengan rumus umum perbandingan jarak, kecepatan, dan waktu pada masing-masing rute pelayaran dan diperoleh kecepatan maksimal sebesar 18 knots dan kecepatan dinas kapal diambil dari rata-rata semua nilai kecepatan yaitu sebesar 12 knots.

F. Penentuan Ukuran Utama Awal Kapal

Ukuran utama awal kapal rumah sakit ini ditentukan berdasarkan kebutuhan total luasan pelayanan rumah sakit. Setelah dilakukan perhitungan, total kebutuhan luasan rumah sakit yaitu sebesar 606.57 m². Kemudian Penulis menambahkan luasan untuk akses. Sehingga total luasan yang dibutuhkan untuk pelayanan rumah sakit adalah sebesar 909,855 m² yang dibagi ke dalam dua geladak yaitu geladak



Gambar 6. Desain model 3D kapal rumah sakit.

utama dan geladak kedua. Maka masing-masing geladak membutuhkan luasan sebesar $454,9275 \text{ m}^2$. Pada *maindeck*, luas tersebut ditambahkan dengan luas kebutuhan perlengkapan *mooring* kapal sebesar 20% dari luas total *maindeck*. Sehingga total luasan di *maindeck* menjadi 568.66 m^2 . Dilakukan pembagian total luas geladak dengan panjang kapal agar didapat nilai lebar kapal. Penulis mengambil nilai rasio panjang kapal terhadap lebar *demihull* (L/B_1) yaitu 9 dan rasio antara selisih panjang *demihull* (S) terhadap lebar *demihull* (B_1) adalah 2.5 dan nilai-nilai rasio yang lain diambil dari hasil interpolasi berdasarkan paper dari Insel dan A.F. Molland antara lain rasio lebar *demihull* terhadap sarat B_1/T adalah 2.0, rasio panjang kapal terhadap volume displasemen $L/\text{vol disp}^{1/3}$ adalah 7.417, rasio panjang kapal terhadap tinggi kapal L/H adalah 9, dan nilai C_b adalah 0.397. Nilai ukuran utama kapal seperti pada Tabel 1.

G. Perhitungan Rasio Ukuran Utama Kapal

Selanjutnya dilakukan perhitungan rasio ukuran utama awal kapal tersebut dan dibandingkan dengan hasil penelitian Insel dan A.F. Molland. Hasilnya memenuhi persyaratan seperti yang terlihat pada Tabel 2.

H. Perhitungan Koefisien Kapal

Koefisien bentuk pada kapal rumah sakit ini diperoleh dari hasil model Insel dan Molland. Berikut merupakan nilai dari koefisien kapal *hospital catamaran*: *Froude Number*, $F_n = 0.318$; $C_p = 0.69$; dan $C_m = 0.57$.

I. Perhitungan Hambatan Kapal

Perhitungan komponen hambatan yang dihitung meliputi *viscous resistance* (C_F), faktor bentuk ($1+\beta_k$), *wave resistance interference* (τ) dan *wave resistance* (C_w) dengan nilai antara lain *viscous resistance* bernilai 0.002771; faktor bentuk ($1+\beta_k$) bernilai 1.467; *wave resistance interference* (τ) bernilai 1.123; *wave resistance* (C_w) bernilai 0.0017; C_{tot} sebesar 0.0060; dan nilai hambatan yang didapat adalah sebesar 194.358 kN.

J. Permesinan Kapal

Perhitungan permesinan kapal rumah sakit ini meliputi perhitungan daya mesin yang dibutuhkan oleh kapal, pemilihan mesin induk, dan pemilihan *genset*. Berdasarkan

perhitungan kebutuhan daya mesin, didapatkan nilai BHP kapal sebesar 1086.957 HP atau sama dengan 800 kW. Dalam pemilihan *genset* diperhatikan standar minimal kebutuhan listrik rumah sakit kelas C yaitu 300 kVA. Kapal rumah sakit ini direncanakan menggunakan tiga unit *genset* dengan rincian antara lain 2 unit *genset* utama sehingga besaran daya masing-masing *genset* menjadi 150 kVA dan 1 unit *genset* cadangan atau darurat dengan besaran daya yang sama.

K. Perhitungan DWT Kapal

DWT kapal rumah sakit meliputi berat kru kapal, tenaga medis, penumpang dan barang bawaan, bahan bakar dan minyak pelumas mesin induk dan *genset*, air tawar, dan *sewage*. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai total berat DWT adalah 123.26 ton.

L. Perhitungan LWT Kapal

Komponen LWT kapal yang dihitung meliputi berat pelat dan konstruksi kapal, permesinan, perlengkapan rumah sakit, peralatan keselamatan (*LSA*). Berdasarkan perhitungan, didapat nilai total berat LWT adalah 142.45 ton.

M. Koreksi Displasemen Kapal

Setelah didapat nilai LWT dan DWT kapal, selanjutnya dilakukan koreksi dengan nilai displasemen kapal. Berdasarkan perhitungan nilai koreksi displasemen adalah 7.34% atau selisih sebesar 10.61 ton. Angka ini memenuhi *margin* koreksi yaitu 2-10% sehingga koreksi displasemen diterima.

N. Lambung Timbul (*Freeboard*)

Perhitungan *freeboard* minimum beserta koreksi-koreksi seperti koreksi untuk C_b , koreksi panjang kapal lebih dari 24 meter, koreksi *depth*, koreksi *sheer*, dan koreksi bangunan atas. Pada kapal ini tidak dilakukan koreksi C_b karena nilai C_b kurang dari 0.68 dan tidak dilakukan koreksi panjang kapal lebih dari 24 meter dan di bawah 100 meter dikarenakan panjang bangunan atas kapal di atas 35%. Maka didapatkan nilai *Actual Freeboard* adalah 2.66 meter. Maka berdasarkan perhitungan *freeboard* yang telah dilakukan dan diperoleh kesimpulan bahwa kondisi *freeboard* kapal rumah sakit ini diterima karena memenuhi ketiga persyaratan yaitu *freeboard minimum* untuk perairan tropis, *minimum bow height*, dan *minimum bow reserve buoyancy*.

O. Perhitungan Titik Berat Kapal

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh nilai titik berat total kapal rumah sakit ini yaitu LCG pada jarak -0.36 dari *midship* dan VCG pada jarak 4.44 dari *baseline* kapal.

P. Perhitungan Trim

Berdasarkan perhitungan, didapatkan nilai *trim* sebesar 0.0321 meter. Kondisi ini pada saat kapal muatan penuh. Oleh karena *trim* bernilai lebih dari nol, maka kapal rumah sakit ini mengalami kondisi *Trim Buritan* (*Trim by Stern*). Selanjutnya nilai *trim* tersebut dibandingkan dengan batasan *trim* sesuai regulasi *SOLAS Chapter II-1, Part B-1, Reg. 5-1* bahwa nilai *trim* maksimal sebesar $\pm 0.5\%$ LWL atau sama dengan ± 0.1998 meter sehingga didapatkan kesimpulan bahwa nilai *trim* kapal rumah sakit ini memenuhi syarat dan diterima.

Q. Analisis Stabilitas

Pada analisis stabilitas kapal, dilakukan perencanaan tanki-tanki pada kapal rumah sakit antara lain tangki bahan bakar (*fuel oil* – FOT), tangki bahan bakar diesel (*diesel oil* – DOT), tangki air bersih (*fresh water* – FWT), dan tangki untuk air kotor (*Sewage Tank*), masing-masing terdapat pada kedua sisi kapal, *portside* dan *starboard side* seperti pada gambar 2. Pada kapal ini, stabilitas kapal rumah sakit akan dihitung pada beberapa kondisi pemuatan (*loadcases*). Berdasarkan analisis stabilitas kapal rumah sakit yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa nilai stabilitas memenuhi persyaratan *2000 HSC Code*. Lihat Tabel 3.

R. Analisis Tingkat Kenyamanan Penumpang (MSI)

Motion sickness incidence dianalisis agar dapat diketahui performa kapal terhadap kenyamanan penumpang. Analisis ini digunakan bantuan *software*. Perencanaan location yang digunakan untuk analisis ini dibagi menjadi 3 deck, dengan masing-masing deck dibagi menjadi 3 titik yaitu *portside*, *starboard side*, dan *centerline*. Kecepatan yang dimasukkan adalah kecepatan dinas 12 knot dan kecepatan 0 knot. Terdapat tiga arah gelombang yang dimasukkan yaitu searah laju kapal (*following seas* = 0°), tegak lurus dengan arah kapal (*beam seas* = 90°), dan berlawanan arah dengan laju kapal (*head seas* = 180°). Tinggi gelombang yang digunakan yaitu 1.25 meter. Maka diperoleh hasil dalam pelayaran 3 jam, tidak terdapat penumpang yang mengalami mabuk laut (*motion sickness*).

S. Ukuran Utama Akhir Kapal Rumah Sakit

Ukuran utama akhir kapal rumah sakit diperoleh setelah dilakukan analisis teknis *performance*, keselamatan, dan kenyamanan kapal dan hasilnya memenuhi persyaratan terkait. Ukuran utama akhir kapal dapat dilihat pada Tabel 1.

T. Perancangan Linesplan, General Arrangements, dan 3D Model

Setelah dilakukan analisis teknis, selanjutnya dilakukan perancangan *linesplan* yang mengacu model 4b pada penelitian Insel-Molland (Gambar 3), *general arrangement* (Gambar 4), desain *safety plan* (Gambar 5), dan model 3D kapal rumah sakit (Gambar 6).

U. Manajemen Pengolahan Limbah Kapal Rumah Sakit

Pengolahan limbah rumah sakit pada kapal rumah sakit ini merujuk pada Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1204/MENKES/SK/X/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit [9] dan memerhatikan regulasi *MARPOL 73/78 Annex IV Regulation for Prevention of Pollution by Sewage from Ships, Annex V Regulations for the Prevention of Pollution by Garbage from Ships, Annex VI Regulation for Prevention of Air Pollution from Ships* [10]. Pada kapal rumah sakit ini, sampah atau hasil buangan yang dihasilkan akan diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke laut dengan mengikuti peraturan tersebut. Akan tetapi apabila terdapat hasil buangan/limbah yang tidak boleh dibuang ke laut, maka limbah tersebut akan disimpan di ruang penyimpanan sementara di kapal rumah sakit untuk kemudian dibuang ke fasilitas pelabuhan [17].

VI. PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL RUMAH SAKIT

A. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal Rumah Sakit

Besaran biaya yang dihitung untuk pembangunan kapal rumah sakit ini dibagi ke dalam tiga jenis, yaitu biaya pelat dan konstruksi kapal, biaya tenaga penggerak, dan biaya perlengkapan kapal. Maka berdasarkan perhitungan biaya pembangunan, diperoleh nilai biaya pembangunan satu unit kapal rumah sakit sebesar Rp17,432,783,979.06,-. Setelah dilakukan perhitungan biaya pembangunan kapal, selanjutnya dilakukan perhitungan koreksi keadaan ekonomi dan dihasilkan nilai koreksi sebesar Rp7,004,897,350.17,-. Maka nilai biaya pembangunan satu unit kapal rumah sakit katamaran ini adalah Rp24,517,140,725.61,-.

B. Perhitungan Biaya Operasional Kapal Rumah Sakit

Setelah dilakukan perhitungan biaya operasional, diperoleh total biaya yang harus dikeluarkan oleh pemilik kapal tiap tahun adalah sebesar Rp14,068,143,259,-.

VII. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis data dan teknis, maka didapatkan kesimpulan dari pengerjaan Penelitian *Desain Hospital Catamaran untuk Operasional Pulau-pulau di Provinsi Maluku Utara* yaitu: (1) *Operational requirements* kapal rumah sakit yaitu kapal berfungsi sebagai kapal rumah sakit, *payload* kapal rumah sakit ini didasarkan pada kebutuhan luasan rumah sakit, akses, dan luasan untuk *mooring* kapal yaitu sebesar 1023.59 m². Diperoleh kecepatan dinas kapal rumah sakit, $v_s = 12$ knot dan $v_{max} = 18$ knot. (2) Diperoleh ukuran utama kapal rumah sakit: $Loa = 44$ m, $Lwl = 40.2$ m, $Lpp = 38.43$ m, $B = 15$ m, $B1 = 4.3$ m, $H = 4.8$ m, $T = 2.14$ m, $S = 10.7$ m, dan $Cb = 0.397$; (3) Didapatkan hasil analisis teknis telah memenuhi yang disyaratkan: (a) Pemeriksaan *displacement* dihasilkan *margin* 7.34% telah memenuhi rentang *margin* 2-10%; (b) Tinggi lambung timbul kapal 2.66 meter telah memenuhi nilai minimum berdasarkan *ICLL 1966/88*; (c) Perhitungan trim kapal *actual* sebesar 0.0321 meter telah memenuhi persyaratan *SOLAS Chapter II-1, Part B-1, Reg. 5-1*; (d) Perhitungan stabilitas dengan perencanaan 10 *loadcases* dan seluruhnya memenuhi persyaratan sesuai dengan kriteria stabilitas *2000 HSC Code*; dan (d) Analisis *motion sickness incidence* diperoleh bahwa penumpang tidak mengalami gejala mabuk laut dalam pelayaran terlama 3 jam dengan kecepatan 0 knot dan 12 knot pada kondisi sudut gelombang 0 derajat, 90 derajat, dan 180 derajat; (4) Didapatkan rencana garis yang telah memenuhi ukuran utama dan rasio-rasio ukuran utama kapal; didapatkan rencana umum yang telah memenuhi kebutuhan akomodasi untuk kru, tenaga medis, pasien serta mampu memenuhi kebutuhan luasan operasional rumah sakit; didapatkan desain *safety plan* dengan perlengkapan keselamatan yang telah memenuhi regulasi *SOLAS Chapter II-2 tentang fire protection, fire detection, dan fire extinction, SOLAS Chapter III tentang life-saving appliances and arrangement, dan LSA Code*; dan didapatkan pemodelan 3D kapal rumah sakit yang masing-masing dapat

dilihat pada BAB VIII; (5) Didapatkan hasil perhitungan biaya pembangunan kapal rumah sakit beserta koreksi yaitu sebesar Rp24,517,140,725.61,-, dan total biaya operasional yang harus dikeluarkan oleh pemilik kapal tiap tahun adalah sebesar Rp14,100,393,318,-.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku Utara, Kabupaten Kepulauan Sula, dan Kabupaten Pulau Taliabu; Pemerintah Kabupaten Kepulauan Sula dan Pemerintah Kabupaten Pulau Taliabu, dan Kementerian Kesehatan RI yang telah menjadi sumber pengambilan data untuk digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Pritasari, "Arah Kebijakan dan Rencana Aksi Program Kesehatan Masyarakat tahun 2020 - 2024," Jakarta, 2020.
- [2] B. P. S. P. M. Utara, *Maluku Utara dalam Angka 2019*. Maluku Utara: Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku Utara, 2019.
- [3] R. A. Utama and Hasanudin, "Desain Self-Propelled Resort Untuk Wisata Bahari Di Perairan Bali-Lombok," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2016.
- [4] K. Khotimah and Hasanudin, "Desain Kapal untuk Wisata Rute Bangsring- Pulau Menjangan – Pulau Tabuhan," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.18113.
- [5] B. A. Resnaji and H. Hasanudin, "Desain 2-In-1 catamaran fishing - tourism boat dengan variasi deck convertible di perairan jepara," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.34713.
- [6] A. K. Pratiwa and Hasanudin, "Desain Catamaran Restoboat Untuk Menunjang Pariwisata Di Danau Toba, Sumatera Utara," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2021.
- [7] W. Purwonugraho, "Desain Hospital Ship (Kapal Rumah Sakit) Untuk Perairan Indonesia," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2015.
- [8] M. T. Wibowo and Hasanudin, "Desain Kapal Rumah Sakit Untuk Rute Pelayaran Bitung-Pulau Marampit Kepulauan Talaud Sulawesi Utara," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2017.
- [9] M. F. Anhar, "Desain Hospital Ship Dengan Lambung Katamaran Untuk Perairan Indonesia," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2017.
- [10] A. L. Djono, "Kesehatan: Rasio Tempat Tidur dibandingkan Populasi di RI Masih Rendah," 2020. .
- [11] Kementerian Kesehatan RI, "PERMENKES No. 56/2014," vol. 2008, no. c, pp. 1–43, 2014, doi: 10.16526/j.cnki.11-4762/tp.2014.11.051.
- [12] M. Insel and A. Molland, "An investigation into resistance components of high speed displacement catamarans," *Br. Marit. Technol.*, vol. 134, pp. 1–20, 1992.
- [13] "The International Standard ISO 2631-1," in *Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole body vibration*. 1997.
- [14] D. G. M. Watson, *Practical Ship Design*, 1st ed. Amsterdam, New York: Elsevier, 1998.
- [15] B. P. S. Kabupaten Kepulauan Sula, *Kabupaten Kepulauan Sula dalam Angka 2019*. Kepulauan Sula: Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Sula, 2019.
- [16] B. P. S. K. P. Taliabu, *Kabupaten Pulau Taliabu Dalam Angka 2019*. Kabupaten Pulau Taliabu: Badan Pusat Statistik Kabupaten Kabupaten Pulau Taliabu, 2019.
- [17] D. Jumineti, "Perencanaan Pengelolaan Limbah Medis Pada Kapal Rumah Sakit 124m Perencanaan Pengelolaan Limbah Medi," *Teknik Kelautan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2021.