

Desain Kapal *Landing Craft Utility* Ideal untuk Trayek Perintis dan Tol Laut

Design Solution Ideal for Landing Craft Utility Ship for Pioneer Routes and Sea Toll

Abdy Kurniawan^{1,*}, Johny Malisan², Muhammad Kadhafi Aznur³

^{1,2}Puslitbang Transportasi Laut SDP, Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan
Jl. Merdeka Timur No. 5 Jakarta Pusat 10110

³PT. Biro Klasifikasi Indonesia (Persero)

Jalan Yos Sudarso No.38-40, Tanjung Priok, Jakarta Utara 14320

*E-mail: birulaut09@hotmail.com

Diterima: 20 Agustus 2018, revisi 1: 12 November 2018, revisi 2: 15 November 2018, disetujui: 28 November 2018

Abstract

The condition of the open sea such as the area of Natuna becomes the challenge for the continuation of the service ship which causes the risky waves at certain times. Generally, it is known as North Monsoon. North Monsoon impacts on the cessation of the shipping activities for several months. In this condition, several small islands are in the isolated condition. This study aims to determine the ideal and adequate ship type based on the route serving for the isolated areas on the pioneer ship route and the sea toll route. The result in this research shows that the ship type which is suitable for the market share of 30% is landing craft utility type with 1000 DWT, service speed of 8 knots with the shipping frequency of 23 voyage per year.

Keywords: North monsoon, landing craft utility, pioneer route, sea toll route, ship design.

Abstrak

Kondisi perairan terbuka seperti wilayah Natuna, menjadi sebuah tantangan tersendiri terhadap kontinuitas pelayanan kapal yang disebabkan oleh kondisi gelombang yang rawan pada waktu tertentu. Umumnya hal ini dikenal dengan Angin Musim Utara. Angin Musim Utara berdampak pada berhentinya sebagian kegiatan pelayaran selama beberapa bulan. Dalam kondisi ini, beberapa pulau kecil berada dalam kondisi terisolasi. Kajian ini bertujuan untuk menentukan tipe kapal yang ideal dan sesuai dengan rute untuk melayani daerah terisolasi pada trayek kapal perintis dan trayek kapal tol laut. Hasil kajian menunjukkan bahwa tipe kapal yang sesuai dengan skenario *market share* 30% adalah tipe *landing craft utility* dengan ukuran 1000 DWT, kecepatan dinas 8 knot dengan frekuensi pelayaran sebanyak 23 voyage per-tahun.

Kata kunci: Desain kapal, *landing craft utility*, trayek perintis, trayek tol laut, angin musim utara.

Pendahuluan

Pengembangan sektor transportasi laut untuk mencapai target Poros Maritim di Indonesia sejalan dengan Visi dan Misi Program Prioritas Presiden terpilih Jokowi- JK khususnya dalam butir 3 yaitu: memberi prioritas pada pembangunan infrastruktur dan konektivitas maritim dengan membangun tol laut, *deep seaport*, logistik, industri perkapalan, dan pariwisata maritim [1].

Kabupaten Natuna adalah salah satu kabupaten di Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia yang memiliki luas wilayah 141.901,20 km² dengan luas daratan 3.235,20 km² dan lautan 138.666 km² [2]. Pada tahun 2017 jumlah penduduk tercatat sebanyak 81.346 jiwa dan tingkat pertumbuhan 1,4% per tahun dengan kegiatan ekonomi utama

pada sektor perdagangan dan perikanan laut. Sebagai salah satu wilayah terluar NKRI permasalahan utama yang dihadapi oleh masyarakat di Kabupaten Natuna adalah aksesibilitas yang banyak bergantung kepada angkutan laut. Kondisi ini menyebabkan pelabuhan sebagai salah satu simpul transportasi memegang peranan penting dalam mendukung terciptanya penyelenggaraan angkutan laut yang aman sekaligus mampu memberikan nilai tambah untuk masyarakat. Pada saat ini, Kabupaten Natuna terutama Pulau Bunguran telah dilayani oleh beberapa trayek angkutan laut liner (tetap) yang dioperasikan oleh PT Pelni yang dilayani oleh KM. Bukit Raya, trayek perintis R-5 dan Tol Laut trayek T-2 serta trayek tramper oleh angkutan pelra maupun swasta. Permasalahan utama terkait

angkutan laut di Kabupaten Natuna adalah aksesibilitas yang kurang ke daerah *hinterland*-nya yang berupa pulau-pulau. Saat ini angkutan laut telah menjangkau wilayah *hinterland* tersebut namun masih dalam frekuensi yang kecil dan tidak teratur begitu juga dengan kondisi sarana angkutan yang masih didominasi oleh kapal kecil dengan rute tramper (tidak tetap) [3].

Kondisi perairan Kabupaten Natuna yang terbuka menjadi sebuah tantangan tersendiri untuk kontinuitas pelayanan kapal karena kondisi gelombang yang rawan pada waktu tertentu dikenal sebagai musim utara yang awalnya berlangsung antara bulan Desember hingga Februari namun akibat anomali cuaca terjadi perubahan yang cenderung berlangsung antara bulan November hingga Maret dengan ketinggian ombak rata-rata 3 hingga di atas 5 meter. Hal tersebut berdampak pada terhentinya sebagian kegiatan pelayaran selama beberapa bulan, dalam kondisi tersebut beberapa pulau kecil lainnya berada dalam kondisi terisolasi. Untuk melayani daerah yang terisolasi dibutuhkan kapal dengan aspek teknis ideal seperti stabilitas yang baik serta aspek ekonomis berupa kapasitas kapal yang sesuai dengan karakteristik pelayaran [4] dimana selama ini Tentara Nasional Indonesia Angkatan Laut mengemban tugas ganda, peran utama untuk mempertahankan wilayah dan tugas bantuan angkutan barang [5].

Kementerian Perhubungan melalui Direktorat Perkapalan dan Kepelautan saat ini memerlukan konsep perumusan desain kapal yang optimal khususnya untuk wilayah perairan di Kabupaten Natuna. Desain kapal perlu memperhatikan beberapa aspek regulasi terutama yang terkait dengan standar keselamatan, selain itu konsep desain juga perlu memperhatikan potensi muatan yang akan diangkut sesuai dengan trayek yang telah ditetapkan agar didapatkan *conceptual design* yang optimal. Berdasarkan kondisi tersebut, maka permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana desain kapal yang sesuai dengan wilayah Kabupaten Natuna?

Aspek legalitas terkait penelitian ini, meliputi Undang-undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, beserta aturan turunannya yang terkait di bidang perkapalan [6][7][8]. Berdasarkan beberapa referensi tersebut dapat disimpulkan bahwa definisi kapal adalah “wahana yang berfungsi untuk mengakomodasi dan mendistribusikan muatan berupa penumpang dan barang dalam berbagai macam bentuk kemasan

melalui media air dalam posisi dinamis maupun permanen dengan menggunakan mekanisme penggerak untuk berpindah posisi”.

Metodologi

A. Tahapan desain

Proses desain merupakan proses yang dilakukan secara berulang-ulang hingga menghasilkan suatu desain yang sesuai dengan apa yang diinginkan. Dalam proses desain pembangunan kapal baru terdapat beberapa tahapan desain, yaitu antara lain.

- 1) *Concept design*, yaitu proses menerjemahkan persyaratan-persyaratan *owner requirement* ke dalam ketentuan-ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan, dimana dalam tahap ini diperlukan studi kelayakan (*Technical Feasibility Study*) untuk menentukan elemen-elemen dasar dari kapal yang di desain, seperti panjang kapal, lebar kapal, tinggi kapal, sarat, power mesin, dan lain-lain yang memenuhi persyaratan-persyaratan kecepatan, jarak pelayaran, volume muatan dan *deadweight*. Selanjutnya hasil-hasil pada tahap *concept design* dapat digunakan sebagai acuan awal untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi selain itu dapat direkomendasikan desain-desain alternatif.
- 2) *Preliminary design*, yaitu tahapan dimana dilakukan penentuan lebih jauh karakteristik-karakteristik utama kapal yang mempengaruhi perhitungan biaya-biaya awal dari pembuatan kapal dan performance kapal untuk menghasilkan sebuah desain kapal yang lebih presisi yang akan memenuhi persyaratan-persyaratan pemesan. Hasil dari tahap ini merupakan dasar dalam pengembangan *contract design* dan spesifikasi kapal.
- 3) *Contract design*, dalam tahapan ini dihasilkan satu *set plans* dan spesifikasinya yang akan digunakan untuk menyusun dokumen kontrak pembangunan kapal. Tahap desain ini terdiri dari satu, dua atau lebih putaran dari desain spiral yang mendetailkan desain yang dihasilkan dari tahap *preliminary design*. Penggambaran dilakukan lebih presisi terhadap profil-profil kapal, seperti bentuk badan kapal, daya yang dibutuhkan, karakteristik olah geraknya, detail konstruksi, dan lain-lain. Rencana umum terakhir dibuat dalam tahap ini.

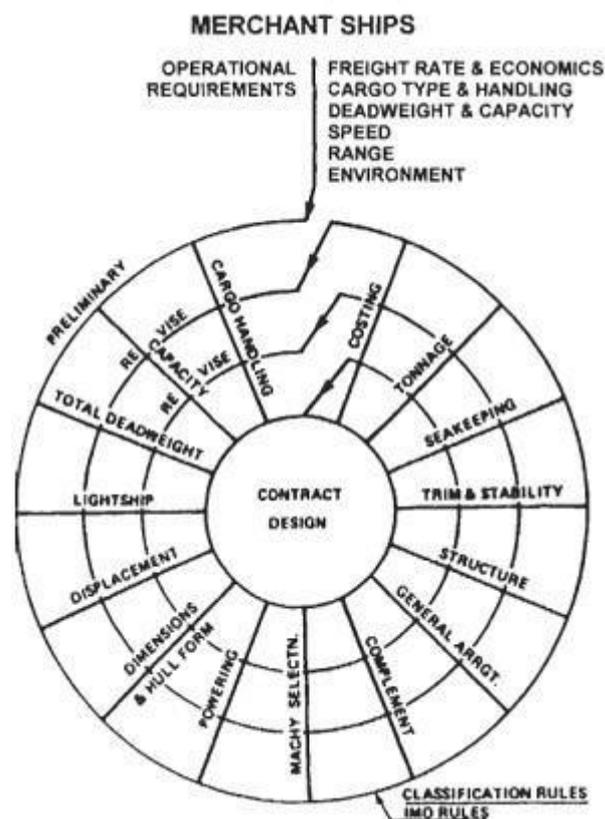
4) *Detail design*, merupakan tahap akhir dari *design spiral* yang mengembangkan gambar rencana kerja (*production drawing*) yang detail meliputi instruksi tentang instalasi dan konstruksi terhadap tukang pasang (*fitters*), las (*welders*), *outfitting*, pekerja bagian logam, vendor mesin dan permesinan kapal, tukang pipa, dan lain-lain.

Empat tahap desain diatas dapat digambarkan dalam suatu design spiral yang merupakan suatu proses iterasi mulai dari persyaratan-persyaratan yang diberikan oleh *owner* kapal hingga pembuatan detail design yang siap digunakan dalam proses produksi (Gambar 1) [9].

Untuk memperkaya literatur dalam penelitian ini juga menggunakan acuan primer berupa hasil penelitian yang memiliki relevansi dengan penelitian yang akan dilaksanakan baik kesesuaian tema maupun metode analisis. Beberapa hasil penelitian terkait yang dapat dijadikan referensi seperti pada Tabel 1 [10][11][12][13][14].

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pada proses pemilihan desain kapal, perlu dilakukan proses seleksi desain, dimana menggunakan metode simulasi Monte Carlo untuk menentukan pilihan [15]. Penelitian dilaksanakan di Pulau Bunguran, Kabupaten Natuna pada bulan April - Juni 2018, pemilihan lokasi didasarkan pertimbangan bahwa daerah tersebut termasuk kedalam kriteria tertinggal, terluar, terpencil dan perbatasan (3T+P). Selain itu Pulau Bunguran merupakan sentral kegiatan perekonomian dan titik persinggahan beberapa jaringan angkutan laut dengan beberapa gugusan pulau kecil sebagai hinterlandnya. Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dari *interview* dan *focus group discussion* dengan



Sumber: Evan, 1959

Gambar 1. Evan's Spiral Design.

stakeholder terutama dengan pihak regulator. Dari hasil *interview* dan *focus group discussion* didapatkan rekomendasi trayek kapal dan kriteria preferensi pemilihan tipe kapal untuk wilayah Kabupaten Natuna. Data sekunder yang digunakan berupa profil wilayah, dan karakteristik wilayah perairan hinterland, data ini diperoleh dari beberapa sumber tertulis antara lain dari BPS Kabupaten Natuna, Stasiun BMKG Natuna, dan Kantor UPP Tarempa Satker Ranai.

C. Analisis dan Desain Teknis

Tabel 1. Kajian penelitian terdahulu

No	Judul penelitian	Perbedaan
1	Fitri Indriastiwi (2016) [10] Desain Kapal Feeder untuk Mendukung Tol Laut dan Konektivitas Angkutan Laut (Maluku Utara)	- Justifikasi penentuan tipe kapal - Spesifikasi desain
2	Johny Malisan (2017) [11] Studi Keyplan Desain Kapal Feeder Tol Laut (Maluku Utara)	- Spesifikasi desain
3	Mardi Santoso (2015) [12] Studi Perancangan Kapal Ferry Tipe Catamaran 1000 GT	- Tipe kapal - Spesifikasi desain
4	Shaun Ren (2016) [13] Savu Sea Ferry – The Design of a ROPAX ferry for Indonesia	- Tipe kapal - Spesifikasi desain
5	Didik Wahyu Cahyono (2016) [14] Analisa Pemilihan Tipe Kapal Patroli di Indonesia dengan Integrasi Mode <i>Life Cycle Cost</i> dan MCDM	- Kriteria pemilihan tipe kapal

Secara umum dalam proses perancangan kapal untuk menghasilkan desain kapal yang sesuai dilakukan dengan rangkaian tahapan yang saling berkaitan dimana dalam sebuah tahapan dihasilkan satu hingga beberapa nilai parameter yang dapat menjadi acuan dalam proses analisis maupun penggambaran desain di tahap selanjutnya. Justifikasi terkait kelayakan *output* yang dihasilkan dari tahapan sebelumnya juga turut menentukan bisa atau tidaknya proses analisis maupun desain dilanjutkan ke tahap berikutnya. Jika dinyatakan layak maka proses dapat dilanjutkan, sebaliknya jika terdapat ketidaksesuaian maka harus mengulang satu hingga beberapa tahapan sebelumnya. Dalam tahapan evaluasi, nilai parameter yang dihasilkan sebagai *output* analisis seperti stabilitas kapal umumnya kepada aturan keselamatan yang tertuang dalam beberapa aturan yang berlaku secara nasional [16] dan merujuk kepada aturan internasional dalam hal ini International Maritime Organization (IMO) [17].

Untuk menganalisis untuk mendapatkan desain kapal yang cocok pada suatu rute tertentu, maka operasi pelayaran itu harus dilihat sebagai suatu sistem kompleks dimana kapal merupakan salah satu dari sistem operasi tersebut. Selanjutnya, menganalisis sistem kompleks tersebut agar mendapatkan prioritas sub sistem yang akan digunakan untuk mengevaluasi tipe kapal yang ditawarkan. Proses perancangan kapal dalam penelitian ini menggunakan konsep *basic design* yaitu perancangan kapal dengan menentukan parameter awal seperti *owner requirement* melalui pendekatan analisis secara empiris untuk menghasilkan justifikasi terkait karakter operasional kapal, potensi *demand* sebagai dasar penentuan kapasitas, pemilihan tipe kapal yang sesuai, dan selanjutnya melalui tahapan analisis hingga menghasilkan desain teknis. *Owner requirement* adalah spesifikasi umum kapal yang akan didesain yang biasanya terdiri dari rute pelayaran, tipe kapal, kapasitas kapal, dan kecepatan dinas kapal.

Analisis pola operasi adalah penetapan jumlah kapal dan jumlah frekuensi yang diperlukan pada tiap lintasan sesuai dengan potensi muatan, jenis kapal dan jarak lintasan. Sedangkan frekuensi pelayaran adalah banyaknya pengoperasian suatu kapal dalam operasi pelayaran selama setahun. Banyaknya frekuensi pengoperasian suatu kapal merupakan suatu hal yang sangat mendasar untuk menilai efisiensi pengoperasian kapal dan sebagai

salah satu informasi dasar untuk mengetahui optimalisasi biaya dalam hal perhitungan keuntungan atau kerugian dalam melaksanakan pengoperasian kapal [18], yang mampu melakukan manuver [19] serta sesuai dengan karakteristik pola arusnya [20]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi frekuensi pelayaran antara lain kecepatan dinas kapal, estimasi waktu efektif operasional kapal, estimasi *idle time* kapal, kondisi alur pelayaran, dan kecepatan manajemen dan administrasi operasional.

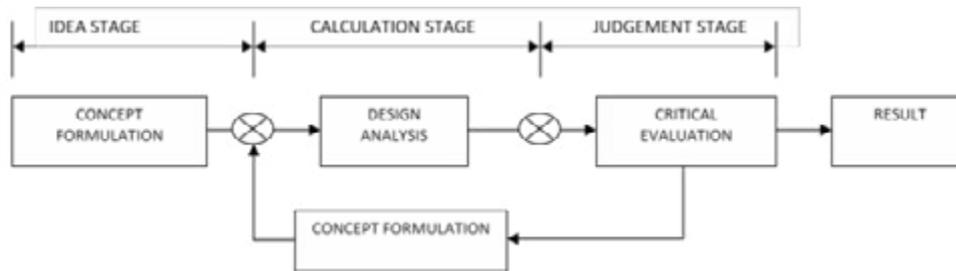
Conceptual design adalah proses menerjemahkan *owner requirement* ke dalam ketentuan-ketentuan dasar penentuan parameter desain seperti ukuran utama kapal, bobot dan kapasitas kapal, penentuan daya mesin, konstruksi lambung dan geladak, hingga stabilitas awal. Dalam tahapan ini akan dihasilkan desain kapal yang akan menjadi acuan dalam tahap analisis lanjut berupa biaya pembangunan kapal, biaya operasional, hingga dasar perencanaan tarif [21]. Rangkaian proses penelitian selanjutnya disederhanakan dalam skema alur penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Analisis dan Pembahasan

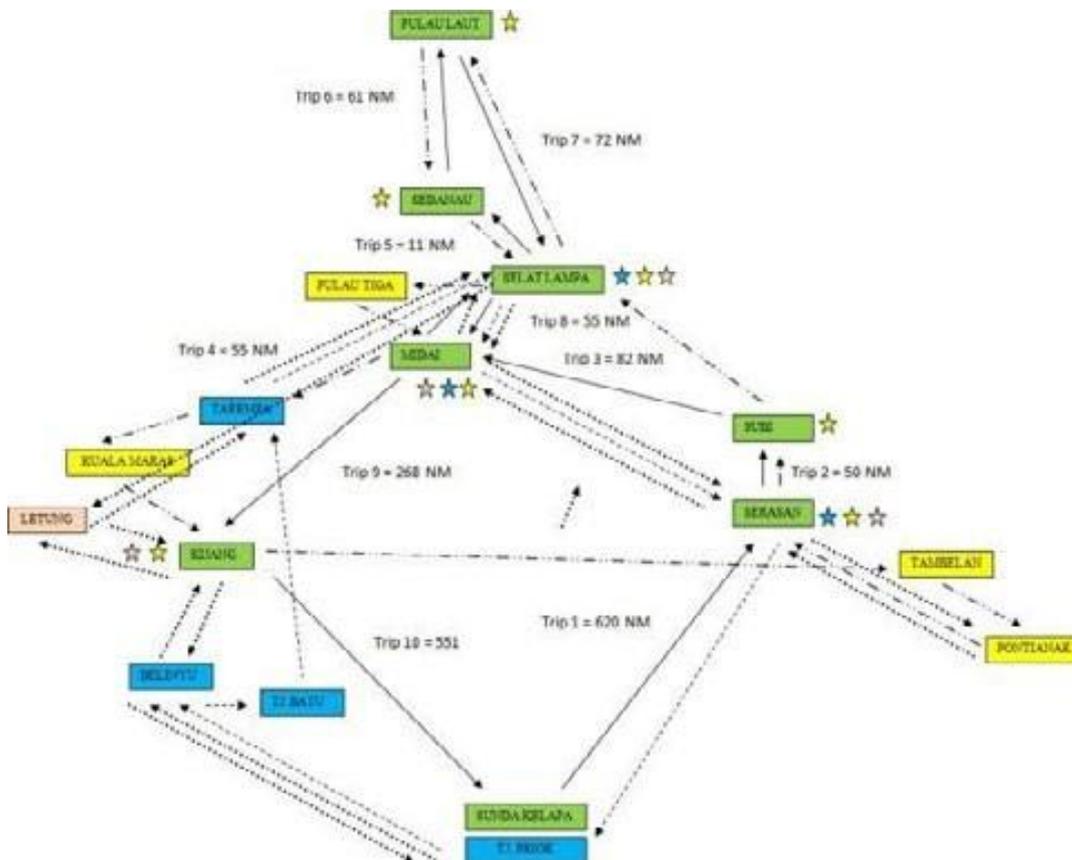
A. Analisa Kebutuhan

Kabupaten Natuna merupakan wilayah administrasi yang terletak di wilayah Selat Karimata dengan Pulau Bunguran sebagai pusat perekonomian yang berbasis di Ranai sebagai ibu kota kabupaten. Dengan kondisi geografis yang berbasis kepulauan peranan angkutan laut menjadi sangat vital untuk menjamin konektivitas ekonomi, sosial, budaya dan pertahanan keamanan di wilayahnya. Sesuai dengan latar belakang penelitian diketahui bahwa saat ini Kabupaten Natuna masih memiliki keterbatasan angkutan laut liner yang terkoneksi langsung dengan pusat ekonomi di Jakarta, selain itu pola trayek liner yang ada belum seimbang dimana fokus interaksi lebih banyak berada pada wilayah Kepulauan Anambas dan sekitar Pulau Bunguran dengan pola pergerakan bandul yang searah jarum jam, sehingga gugusan Pulau Subi dan Serasan frekuensinya masih rendah.

Untuk itu diusulkan trayek baru dengan pola pergerakan berlawanan dengan arah jarum jam dengan asumsi masyarakat di gugusan Pulau Subi dan Serasan dapat dilayani langsung dari *homebase* kapal di Pelabuhan Sunda Kelapa



Sumber: Penulis, 2018
Gambar 2. Alur penelitian



Sumber: Opini responden, 2018 (diolah)
Gambar 3. Rencana trayek kapal rancangan.

Jakarta sekaligus mempromosikan sektor wisata bahari yang sementara dikembangkan di wilayah tersebut sekaligus memperoleh muatan balik awal berupa komoditas perikanan untuk dibawa ke Selat Lampa (Pulau Bunguran) untuk konsolidasi muatan di Pelabuhan Perikanan Terpadu Natuna. Berdasarkan hasil *focus group discussion* dengan *stakeholder* terkait didapatkan rekomendasi trayek yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 2.

Payload kapal adalah seluruh muatan yang diangkut oleh kapal baik berupa penumpang, barang, hingga *supply*. Berdasarkan hasil FGD disarankan untuk mendesain kapal yang dapat mengakomodasi angkutan penumpang sebanyak ± 100 orang, kontainer sebanyak ± 8 TEUs, kendaraan berupa truk dan sejenisnya ± 5 unit, dan sisanya dapat berupa *general cargo*. Untuk

Tabel 2. Daftar pelabuhan singgah dalam trayek kapal rancangan

Route	Jarak (Mil)
Sunda Kelapa - Serasan	620
Searasan - Subi	50
Subi - Midai	82
Midai - Selat Lampa	55
Selat Lampa - Sedanau	11
Sedanau - Pulau Laut	61
Pulau Laut - Selat Lampa	72
Selat Lampa - Midai	55
Midai - Kijang	268
Kijang - Sunda Kelapa	551
Total	1825

Sumber: Hasil survei, 2018

mendapatkan estimasi *payload*, secara spesifik, potensi *demand* tersebut dianalisis dengan menggunakan pendekatan indeks konsumsi yang berbasis data hinterland dan selanjutnya dilakukan peramalan untuk proyeksi 20 tahun kedepan dengan asumsi jangka waktu tersebut sesuai dengan umur ekonomis kapal [22]. Berdasarkan hasil regresi didapatkan estimasi jumlah penduduk sebesar 113.791 orang dengan persamaan regresi $Y = 2199x + 69811$, dan $R^2 = 0,957$. Selanjutnya dengan menggunakan data indeks konsumsi lokal didapatkan estimasi potensi *demand* yang dapat diangkut oleh kapal rancangan, sebesar 60.911 ton per tahun.

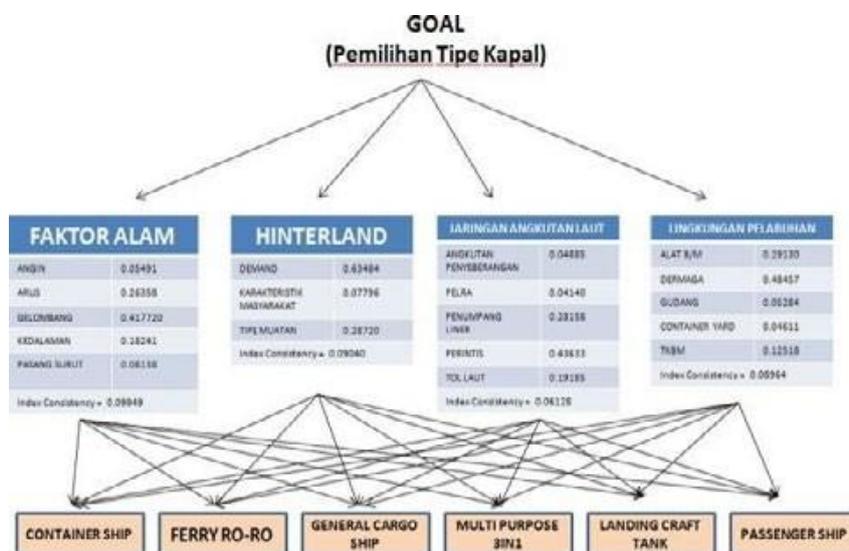
Indeks konsumsi yang menjadi potensi *demand* ini selanjutnya diasumsikan sebagai *payload* kapal. Dalam kondisi *existing* perlu pertimbangan rute pelayaran yang direncanakan tidak mungkin hanya dapat dilayani oleh kapal rancangan karena juga terdapat beberapa kapal dengan rute *liner* maupun *tramp* yang biasa melayani rute Jakarta - Natuna, untuk itu digunakan skenario target *market share* dimana kapal rancangan ini diharapkan mampu bersaing dengan armada lainnya untuk memenuhi *demand* masyarakat Natuna terutama di wilayah pelabuhan singgah. Untuk skenario *market share* ditargetkan sebesar 30 % dari total nilai potensi *demand* pada sehingga estimasi *payload* per tahun untuk trayek rancangan adalah sebesar 18.286ton.

Penentuan tipe kapal merupakan proses untuk melakukan justifikasi terhadap beberapa kriteria yang mempengaruhi penyelenggaraan angkutan laut seperti kondisi alam, lingkungan teknis pelabuhan serta lingkungan sosial ekonomi

daerah *hinterland* untuk memilih tipe kapal yang sesuai [23]. Alternatif tipe kapal adalah beberapa tipe kapal yang dianggap sesuai dengan kondisi wilayah yang menjadi rencana trayek kapal rancangan. Metode analisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode *analytic hierarchy process* [24]. Skema hierarki penentuan tipe kapal dapat dilihat pada gambar 4.

Influence perspective adalah tahapan perbandingan akhir dalam susunan hierarki yaitu pada tahapan alternatif, dimana dalam tahap ini dilakukan perbandingan dengan menggunakan indikator dalam hierarki kriteria secara individu sebagai preferensi utama untuk diproyeksikan terhadap enam alternatif tipe kapal. dua tipe kapal tersebut mendominasi secara signifikan dibandingkan tipe kapal (prioritas kedua) dianggap paling sesuai. Hasil analisis menunjukkan bahwa tipe kapal *landing craft tank* (prioritas pertama) dan *Multipurpose* (prioritas kedua) dengan kondisi di Kabupaten Natuna lainnya, sehingga kondisi ini dapat diartikan bahwa “masyarakat Natuna membutuhkan kapal dengan kemampuan yang *flexibel* sesuai dengan kondisi alam serta memiliki kemampuan untuk menangani berbagai karakteristik muatan”. Mencermati kondisi tersebut maka dilakukan modifikasi terhadap tipe kapal spesifik untuk rancangan tanpa mengubah justifikasi hasil penilaian sehingga diputuskan bahwa tipe kapal yang akan didesain adalah *landing craft utility*.

Landing craft adalah tipe kapal yang awalnya dikembangkan oleh pihak militer yang memiliki kemampuan untuk mengangkut kendaraan beroda



Sumber: Hasil analisis, 2018

Gambar 4. Skema hierarki analisis pemilihan tipe kapal

maupun berantai (tank) hingga ke bibir pantai. Fleksibilitas kapal ini dapat menunjang operasi dari *ship to shore* maupun *shore to shore*. Seiring dengan perkembangan waktu dan teknologi perkapalan pengembangan model kapal ini menghasilkan beberapa variasi seperti *landing craft tank* yang khusus mengangkut muatan cair yang ditempatkan dalam tangki, dan *landing craft utility* yang mampu mengangkut kendaraan, *container*, *general cargo* dan penumpang sekaligus.

B. Analisis Desain Kapal

Analisis pola operasi dan kebutuhan armada merupakan tahapan perencanaan kapal dengan mempertimbangkan beberapa aspek yang terkait dengan pengoperasian kapal antara lain waktu efektif kapal beroperasi, analisis armada berdasarkan variasi kecepatan hingga penentuan ukuran utama kapal. Proses analisis untuk mendapatkan jumlah armada, kapasitas optimal, kecepatan dinas rata-rata serta jumlah *voyage* per-tahun dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut.

1. Estimasi *payload*

Estimasi jumlah *payload*, didapatkan dari prediksi *demand*. Estimasi waktu efektif operasional di pelabuhan dan *idle time*, didapatkan dari data realisasi kinerja kepelabuhanan di tiap pelabuhan singgah dalam rencana trayek serta estimasi waktu *idle time* berdasarkan kegiatan kapal seperti sea trial, reparasi dan *docking*.

2. Waktu berlayar

Waktu berlayar didapatkan dari analisis waktu tempuh kapal dalam satu *voyage* yang dibuat dalam beberapa variasi kecepatan kapal. Dalam penelitian ini skenario variasi kecepatan kapal yang digunakan dalam rentang 8 knot hingga 14 knot. *Output* dari tahapan ini adalah estimasi frekuensi pelayaran (*voyage*) dalam satu tahun.

3. Analisis armada

Analisis armada adalah analisis kumulatif dengan mempertimbangkan faktor-faktor di atas dengan menambahkan skenario jumlah kapal yang dibutuhkan antara 1 unit hingga 10 unit. Kondisi yang dianggap optimal dari pilihan output analisis adalah kapasitas kapal terbesar dengan sisa muatan terkecil, tingkatan kecepatan yang berada pada hasil optimal dianggap sebagai kecepatan dinas kapal. Rekapitulasi analisis operasi dan analisis armada dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi kebutuhan armada

Kecepatan (knot)	Frekuensi (F)	Kebutuhan Kapal (N)	Payload (P)
8	23	1	811
8	23	2	406
9	24	1	755
10	26	1	710
11	27	1	674
12	28	1	643
13	30	1	617
14	31	1	595

Sumber: Analisis, 2018

4. Penentuan *ship particular*

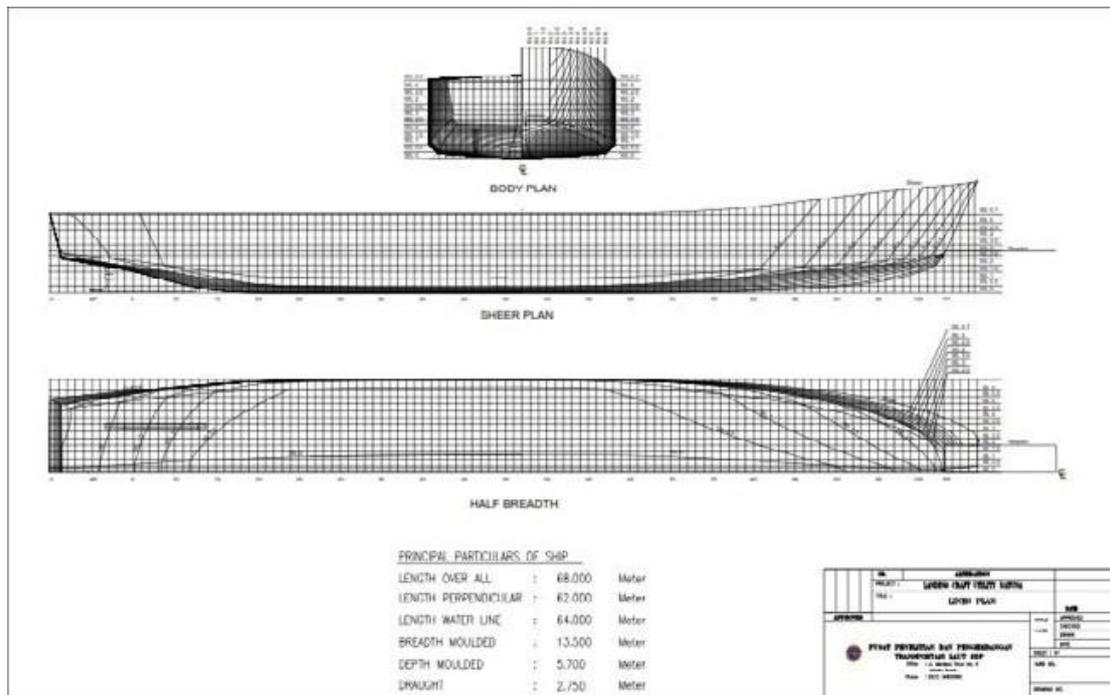
Penentuan *ship particular* merupakan tahap awal dari kegiatan desain teknis dimana dalam tahapan ini akan diketahui ukuran utama kapal yang dihasilkan. Penentuan ukuran utama kapal dapat dilakukan dalam berbagai metode, dalam penelitian ini digunakan metode kapal pembanding. Dalam pemilihan kapal pembanding diberikan batasan untuk perbedaan ukuran yaitu ± 100 ton untuk kapasitas dan ± 1 knot untuk kecepatan dinasnya. Metode kapal pembanding atau *parent design approach* adalah penggunaan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan direncanakan. Kapal pembanding yang digunakan dalam analisis perancangan kapal ini adalah ADRI XLVIII milik TNI Angkatan Laut dengan dimensi Panjang 62 m, Lebar 13,5 m, Sarat 2,75 m, Tinggi 5,7 m.

5. Rencana garis (*lines plan*)

Rencana garis menggambarkan bentuk badan kapal 9 (gambar 5). Gambar 5 merupakan penampang dari potongan kapal yang terdiri dari bagian potongan arah mendatar memanjang, potongan tegak arah memanjang dan potongan arah melintang yang tegak. Tampilan dan dimensi badan kapal yang dihasilkan dari *lines plan* dan *body plan* selanjutnya menjadi acuan dalam proses penggambaran *general arrangement*, konstruksi profil, hingga proses analisis seperti tahanan kapal dan stabilitas.

6. Tahanan kapal (*ship resistance*)

Tahanan kapal dalam istilah hidrodinamika adalah besarnya gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan dalam dunia perkapalan merupakan suatu hal yang teramat penting untuk dikalkulasi secara tepat karena sangat berkaitan dengan penentuan daya mesin yang bekerja diatas



Gambar 5. Lines plan dan General Arrangement

kapal. Analisis tahanan kapal menggunakan metode Holtrop dengan skenario penggunaan 2 mesin induk. Hasil analisis tahanan kapal pada grafik berikut menunjukkan kenaikan gaya tahanan kapal yang signifikan di atas kecepatan 12 knot, untuk itu untuk efisiensi operasional dengan ukuran kapal 1000 DWT dan bentuk badan yang dirancang agak melebar maka kecepatan maksimal kapal dibatasi sebesar 12 knot lebih baik dari desain katamaran [25]. Berdasarkan batasan kecepatan tersebut didapatkan daya mesin yang dibutuhkan adalah masing-masing sebesar 1200 Horse Power.

7. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan benda untuk kembali ke keadaan semula setelah benda mendapat gangguan (gaya) yang ditimbulkan oleh benda itu sendiri maupun gangguan (gaya) yang berasal dari luar. Setiap kapal dapat mengalami kerusakan pada lambung yang disebabkan beberapa faktor antara lain tabrakan, kandas atau terjadi ledakan. Adanya

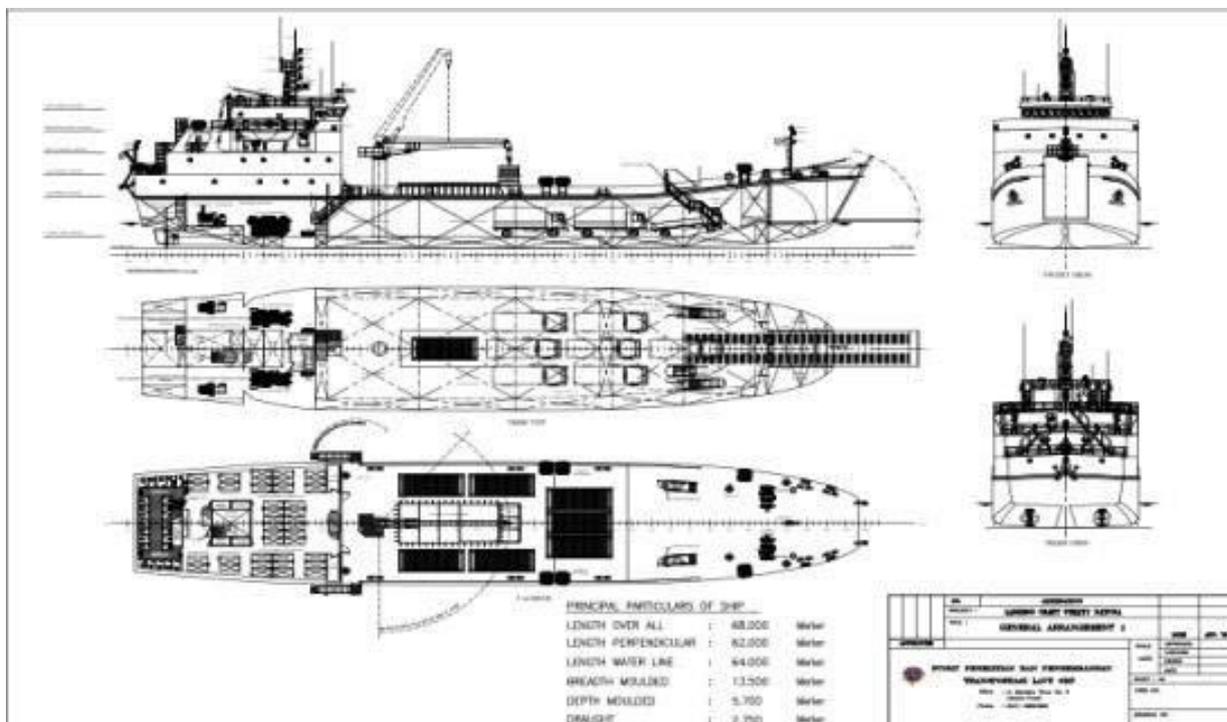
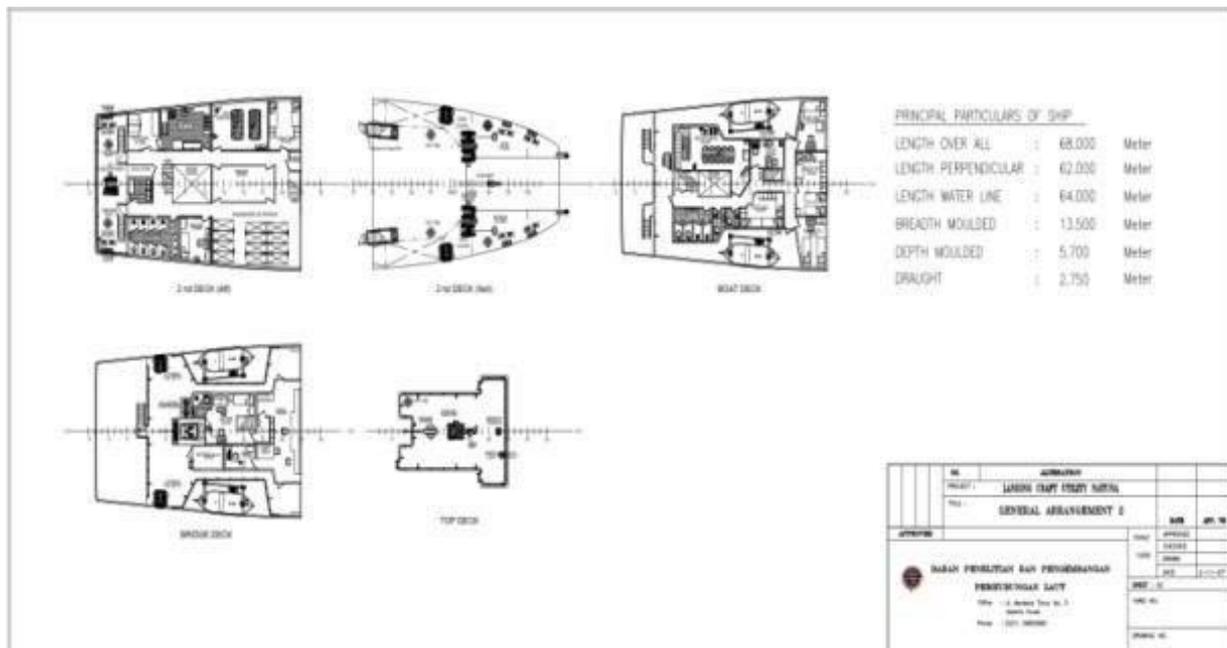
berbagai kondisi pemuatan, kondisi operasional pelayaran (*intact stability*), dan resiko kebocoran (*damage stability*) merekomendasikan setiap kapal untuk memenuhi aturan internasional terkait kondisi stabilitas. Beberapa skenario kerusakan dalam kondisi *full load departure* yang disimulasikan dapat dilihat pada Tabel 4.

Pendekatan lain dapat dilakukan untuk melihat pengaruh gelombang terhadap ukuran kapal adalah analisis dengan menggunakan persamaan Biran [26]. Dengan asumsi periode gelombang sama dengan panjang kapal didapatkan ketinggian ombak maksimum adalah 4,7 meter berarti kapal ini dapat berlayar dalam ketinggian ombak pada skala Beaufort tingkat medium yaitu 5, 6, dan 7 dimana dalam skala 5 ketinggian ombak rata-rata adalah 2-3 meter, dalam skala 6 ketinggian ombak rata-rata adalah 3-4 meter, dan dalam skala 7 ketinggian ombak rata-rata antara 4 - 5,5 meter. Berdasarkan informasi dari Direktorat Jenderal Perhubungan Laut pemberlakuan Maklumat

Tabel 4. Kesesuaian Karakteristik Pelayanan dengan

Skenario kerusakan	Kemiringan maksimal	Evaluasi (Max GZ > 30)
Tidak ada kebocoran	35.5°	Memenuhi
Seluruh tangki di bagian haluan	31.8°	Memenuhi
Seluruh tangki di salah satu sisi	37.3°	Memenuhi
Seluruh tangki di bagian buritan	31.8°	Memenuhi
Seluruh tangki bocor	32.7°	Memenuhi

Sumber: Analisis, 2018



Gambar 6. General Arrangement.

Pelayaran untuk kawasan laut Natuna dilakukan apabila dalam pemantauan BMKG ketinggian rata-rata gelombang berada pada skala Beaufort 8 dengan ketinggian rata-rata gelombang antara 5,5 - 7,5 meter, dan berlanjut pada skala di atasnya.

Simpulan

Berdasarkan latar belakang dan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa tipe kapal yang sesuai untuk wilayah Kabupaten Natuna pada skenario *market share* 30% dari total *demand* adalah tipe *landing craft utility* DWT 1000 yang mampu melayani ± 23 *voyage* per tahun pada kecepatan

dinas rata-rata 8 knot hingga 12 knot dengan ukuran utama sebagai berikut; Panjang= 62 meter, Lebar = 13,5 meter; Sarat = 2,75 meter; Tinggi = 5,7 meter. *Conceptual design* kapal dirancang untuk mengakomodasi *demand* muatan sekaligus memenuhi faktor atau aturan terkait keselamatan.

Sebagai rekomendasi dapat disarankan alternatif ukuran kapal optimal pada skenario *market share* pemenuhan *demand* 100% yaitu kapal dengan payload 2702 ton atau setara dengan DWT 3600 dengan kecepatan dinas rata-rata 8 knot hingga 14 knot yang mampu melayani ± 23 *voyage* per tahun. Faktor alam terutama kondisi gelombang dan arus

menuntut kapal memiliki stabilitas dan kemampuan manuver yang baik, untuk itu dapat dilakukan penambahan alat berupa *fin stabilizer*, *bow thruster*, *azimut propeller* atau *Dynamic Positioning System*. Selain itu untuk meminimalisir *idle time* akibat pemberlakuan Maklumat Pelayaran pada cuaca buruk di bulan-bulan tertentu, maka untuk mengejar target frekuensi pelayaran dalam kondisi normal kapal dapat dioperasikan pada kecepatan dinas diatas kecepatan rata-rata hingga 12 knot dengan pertimbangan jumlah hari per voyage dalam perencanaan rute pelayaran pada kecepatan dinas maksimal memungkinkan kapal untuk mencapai pelabuhan yang menyediakan fasilitas bunker yaitu Selat Lampa dan Kijang dibawah ambang batas ketahanan *supply* selama 12 hari pelayaran.

Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya dapat diarahkan untuk penyempurnaan penyusunan *preliminary design* dengan penambahan pembahasan aspek Tingkat Kandungan Dalam Negeri konstruksi kapal sebagai salah satu isu strategis. Finalisasi *preliminary design* akan menghasilkan kapal yang siap uji model pada *towing tank*. Untuk aspek stabilitas kapal yang lebih baik dapat dilakukan desain lambung dengan tipe catamaran.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada Kepala Puslitbang Transportasi Laut, Sungai, Danau dan Penyeberangan beserta rekan-rekan peneliti, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, Pemerintah Daerah Kabupaten Natuna, serta seluruh pihak yang telah memberikan bantuannya secara langsung dan tidak langsung dalam penyusunan kajian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Indonesia, "Presiden Jokowi Deklarasikan Indonesia Sebagai Poros Maritim Dunia," 2014. [Online]. Available: <https://www.kemlu.go.id/id/berita/siaran-pers/Pages/Presiden-Jokowi-Deklarasikan-Indonesia-Sebagai-Poros-Maritim-Dunia.aspx>.
- [2] <http://natunakab.go.id/selayang-pandang-kabupaten-natuna-provinsi-kepulauan-riau/>. online. Diakses tanggal 27 Maret 2018 pukul 17.30 WIB.
- [3] A. Kurniawan, Evaluasi Dampak Angkutan Barang Dalam Implementasi Tol Laut Trayek T-6, Jakarta: Puslitbang Transportasi Laut, Sungai, Danau, dan Penyeberangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan, Kementerian Perhubungan, 2016.
- [4] Hesty Anita Kurniawati Zainul Arifin Fatahillah, Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi Landing Craft

- Tank (LCT) Menjadi Self-Propelled Oil Barge (SPOB). Surabaya: ITS, 2013.
- [5] Hasanudin, Desain Kapal Lcu Tni-Al Menggunakan Metode Optimisasi. Semarang: Universitas Diponegoro, 2015.
- [6] Indonesia, *Undang-undang No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran*, Jakarta, 2008.
- [7] Indonesia, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 51*.
- [8] Indonesia, *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 39 Tahun 2016 tentang Garis Muat Kapal dan Pemuatan*, Jakarta: Kementerian Perhubungan, 2016.
- [9] J Evans, "Basic Design Concepts," *Naval Engineers Journal*, pp. 671-678, 1959.
- [10] F. Indriastiwi, Desain Kapal Feeder untuk Mendukung Tol Laut dan Konektivitas Angkutan Laut di Maluku Utara, Jakarta: Puslitbang Transportasi Laut, Sungai, Danau, dan Penyeberangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan, Kementerian Perhubungan, 2016.
- [11] J. Malisan, "Studi Keyplan Desain Kapal Feeder Tol Laut di Maluku Utara," Jakarta, 2017.
- [12] M. Santoso, "Studi Perancangan Kapal Ferry Tipe Catamaran 1000 GT," *Neptunus Jurnal Kelautan*, vol. 19, no. 2, January 2015.
- [13] S. Ren, "Savu Sea Ferry - The Design of a ROPAX Ferry for Indonesia," Vancouver, 2016.
- [14] D. W. Cahyono, Analisa Pemilihan Tipe Kapal Patroli di Indonesia dengan Integrasi Mode Life Cycle Cost dan MCDM, Jakarta: Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, 2016.
- [15] O. B. Maulidya dan A. Nadjadji, "Kajian Percepatan Penjadwalan Pembangunan Landing Craft Utility (Lcu) Dengan Metode Simulasi Monte Carlo," *Universitas Dr. Soetomo*, 2015.
- [16] Biro Klasifikasi, Rules for Hull, Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia, 2016.
- [17] International Maritime Organization, International Convention On Load Lines, 1966 and Protocol of 1988, as amended. Consolidated Edition.: International Maritime Organization, 2005.
- [18] O. Z. Tamin, Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, 2 penyunt., Bandung: ITB, 2000.
- [19] L. Anadi, Pengembangan teknis desain kapal pancing tonda dengan material fiberglass di Kabupaten Buton Sulawesi Tenggara, Bogor: IPB, 2012.
- [20] Azis Rifai, Aris Ismanto Tissa Permatasari Putri, Studi Karakteristik Pola Arus Di Perairan Selat Lampa, Kabupaten Natuna, Provinsi Kepulauan Riau. Semarang: Universitas Diponegoro, 2015.
- [21] Henrique Gaspar, Handling Complexity Aspects in Conceptual Ship Design. Glasgow, UK: Prosiding International Maritime Design Conference, 2012.
- [22] Indonesia, Kabupaten Natuna Dalam Angka. BPS Kabupaten Natuna, Badan Pusat Statistik, 2018.
- [23] H. Mansyur, M. A. Haris dan M. R. Firma, Design Kapal FRP Berbasis Lingkungan dan Penggunaan Material, Sulawesi Selatan: Universitas Hasanudin, 2010.
- [24] Thomas Saaty, RWS, 2000, vol. 4, ch. VI, p. 478.
- [25] H. E. Sasmito, Komparasi Hull Performance Pada Konsep Design Kapal Ikan Multi Fungsi Dengan Lambung Katamaran, Semarang: Universitas

Diponegoro, 2009.

[26] Adrian Biran, Ship Hydrostatic and Stability (first).
Germany: Butterworth- Heinemann, 2003.

