

Desain Kapal Feeder Tol Laut Trayek T-5

Feeder Ship Design for Sea Toll in Route T-5

Abdy Kurniawan¹⁾, Dienda Rieski Pramita²⁾

Puslitbang Transportasi Laut SDP, Badan Litbang Perhubungan

Jl. Merdeka Timur No.5, Jakarta Pusat, 10110

¹⁾email: birulaut09@hotmail.com

²⁾email : riskipramita@yahoo.co.id

ABSTRAK

Perbandingan PDB antara Kawasan Timur Indonesia dan Kawasan Barat Indonesia, yaitu 18,6% berbanding 81,4% menunjukkan pemerataan ekonomi yang masih timpang antara Kawasan Barat Indonesia (KBI) dan Kawasan Timur Indonesia (KTI) yang berdampak pada disparitas harga yang tinggi. Melalui program Tol Laut, pemerintah berupaya meningkatkan konektivitas antara KBI dan KTI sekaligus mengurangi disparitas harga melalui angkutan laut yang terjadwal dan bersubsidi. Trayek T-5 dengan Ternate sebagai salah satu pelabuhan singgahnya diharapkan menjadi sub-distributor lanjutan untuk daerah hinterlandnya yang berupa wilayah kepulauan yang ditunjang dengan kapal feeder. Kajian ini bertujuan untuk menghasilkan desain kapal feeder yang optimal sesuai dengan karakteristik beberapa pelabuhan singgah yang dilakukan dengan beberapa metode seperti analisa operasi dan pra rancangan menggunakan metode kapal pembanding. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapal feeder yang optimal memiliki payload 729 ton kecepatan dinas 8 knot dengan frekuensi pelayaran 32 voyage per tahun.

Kata Kunci : Tol Laut, Kapal Feeder, Trayek T-5

ABSTRACT

GDP comparison between eastern Indonesia and western Indonesia, namely 18.6% versus 81.4% showed economic equality that is still imbalanced between western Indonesia (KBI) and Eastern Indonesia (KTI) which affects the high price disparities. Through the program Sea Toll, the government seeks to improve connectivity between KBI and KTI while reducing price disparities through a scheduled sea transport and subsidized. Route T-6 with Ternate as a transshipment port is expected to become a sub-distributor for advanced hinterland areas that form the archipelago is supported by feeder vessels. This study aims to generate optimal feeder vessel design according to the characteristics of some of the port of call is done by several methods such as surgery and pre-draft analysis using comparative ship. The results showed that the optimal feeder vessel has a 729 ton payload official speed 8 knots with a frequency of 32 cruise voyage per year. Keywords : Inaportnet, Makassar Port, Feasibility Study, e-commerce

Keywords : Sea Toll, Feeder Ship, T-5 Route

PENDAHULUAN

Saat ini transportasi angkutan laut domestik masih terpusat melayani wilayah yang memiliki aktifitas ekonomi

tinggi yaitu di wilayah Barat Indonesia meskipun karakteristik kepulauan di wilayah Timur Indonesia telah menjadikan transportasi laut sebagai

tulang punggung aktivitas pergerakannya. Perbandingan PDB antara Kawasan Timur Indonesia dan Kawasan Barat Indonesia, yaitu 18,6% berbanding 81,4% menunjukkan pemerataan ekonomi yang masih timpang antara KBI dan KTI. Disisi lain terjadi disparitas harga barang pokok dan barang penting yang sangat signifikan ditambah pendapatan masyarakat di KTI jauh lebih kecil dibanding dengan KBI sehingga daya beli masyarakat di KTI sangat lemah. Disparitas harga terjadi disebabkan karena produk kebutuhan bahan pokok dan bahan penting yang dikonsumsi di KTI sebagian besar diproduksi di KBI karena pembentukan harga barang dipengaruhi oleh biaya transportasi. Kesiapan transportasi laut baik sarana maupun prasarana diharapkan akan menekan disparitas harga antara KBI dan KTI.

Pada tahun 2016 Pemerintah telah menetapkan enam rute trayek Tol Laut melalui Surat Keputusan Dirjen Perhubungan Laut Nomor AL.108/6/2/Djpl-15 Tanggal 26 Oktober 2015 Tentang Jaringan Trayek Penyelenggaraan Kewajiban Pelayanan Publik Untuk Angkutan Barang Dalam Rangka Pelaksanaan Tol Laut [1]. Salah satu trayek yang ditetapkan adalah T-5 dengan homebase Pelabuhan Makassar dengan pelabuhan singgah Tahuna, Lirung, Morotai, Tobelo, Ternate dan Babang. Berdasarkan evaluasi terhadap penyelenggaraan Tol Laut ditemukan fakta bahwa salah satu kesulitan distribusi muatan bongkar dan muatan balik adalah kurangnya angkutan lanjutan untuk mendukung konektivitas antara pelabuhan singgah Tol Laut dengan wilayah hinterlandnya, terutama di

wilayah Indonesia Timur yang mayoritas merupakan wilayah kepulauan [2]. Untuk meningkatkan konektivitas antara pelabuhan singgah Tol Laut dengan wilayah hinterland kepulauan dibutuhkan dukungan angkutan lanjutan berupa kapal feeder yang dapat didesain sesuai dengan potensi muatan yang tersedia serta karakteristik wilayah pelayarannya.

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 diatas maka permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana desain kapal feeder yang optimal untuk melayani daerah hinterland trayek T-5?

LANDASAN TEORI

Aspek legalitas terkait penelitian ini, meliputi Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2014 tentang Perdagangan beserta aturan turunannya dibidang perdagangan, perkapalan maupun kepelabuhanan.

Konsep Tol Laut adalah konektivitas laut yang efektif berupa adanya kapal yang melayari secara rutin dan terjadwal dari barat sampai ke timur Indonesia dengan sasaran umum yaitu [3].

1. Menjamin ketersediaan barang dan untuk mengurangi disparitas harga bagi masyarakat yang berada di pelabuhan tujuan dan daerah hinterlandnya;

2. Menjamin kelangsungan pelayanan penyelenggaraan angkutan barang ke daerah tertinggal, terpencil, terluar dan perbatasan.

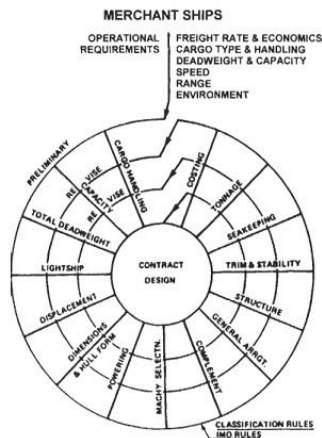
Proses desain merupakan proses yang dilakukan secara berulang-ulang hingga menghasilkan suatu desain yang sesuai dengan apa yang diinginkan. Dalam proses desain pembangunan kapal baru terdapat beberapa tahapan desain, yaitu antara lain.

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 design 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 (Evans 1959) yang merupakan suatu proses iterasi mulai dari persyaratan-persyaratan yang diberikan oleh *owner* kapal hingga pembuatan detail design yang siap digunakan dalam proses produksi [4].



Gambar 1. Evan's Spiral Design

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Pelabuhan Ternate dan Pelabuhan Babang pada bulan September 2016, pemilihan lokasi didasarkan pertimbangan bahwa pelabuhan tersebut merupakan pelabuhan singgah untuk Trayek T-5 dengan wilayah hinterland yang berupa kepulauan. Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dari *interview* dengan stakeholder terutama dengan pihak regulator. dari hasil *interview* didapatkan rekomendasi trayek kapal feeder untuk wilayah Halmahera Selatan. Data sekunder yang digunakan berupa profil wilayah, data kinerja bongkar muat dan karakteristik wilayah hinterland, data ini diperoleh dari beberapa sumber tertulis antara lain dari KSOP Pelabuhan Ternate dan Babang.

Secara umum dalam proses pra rancangan untuk menghasilkan sebuah konsep desain kapal dapat dilakukan melalui dua metode analisis yaitu Analisa Operasi dan Penentuan *Ship Particular*.

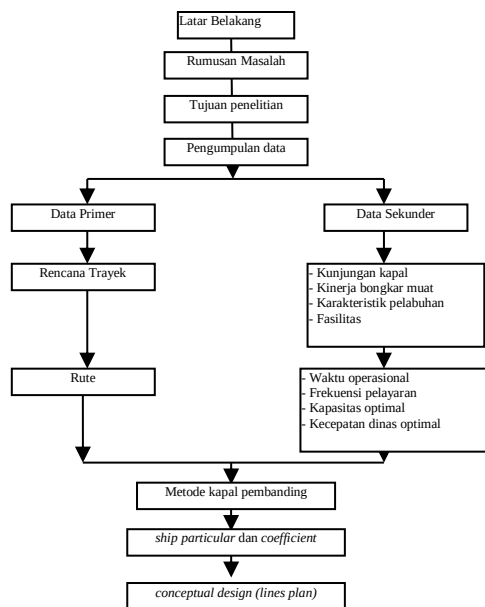
Analisa pola operasi adalah penetapan jumlah kapal dan jumlah frekuensi yang diperlukan pada tiap lintasan sesuai dengan jenis kapal dan jarak lintasan. Sedangkan frekuensi pelayaran adalah banyaknya pengoperasian suatu kapal dalam operasi pelayaran selama 1 tahun. Banyaknya frekuensi pengoperasian suatu kapal merupakan suatu hal yang sangat mendasar untuk menilai efisiensi pengoperasian kapal dan dalam rangka mengetahui optimalisasi biaya dalam hal perhitungan keuntungan atau kerugian dalam melaksanakan pengoperasian kapal.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi frekwensi pelayaran antara lain:

1. Kecepatan dinas kapal
2. Waktu berlabuh dan kecepatan bongkar muat di pelabuhan
3. Jangka waktu pengedokan kapal
4. Kondisi alur pelayaran
5. Kecepatan manajemen dan administrasi operasional.

Penentuan *ship particular* merupakan tahap akhir dari kegiatan pra rancangan 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. Metode kapal pembanding atau *parent design approach* adalah penggunaan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan direncanakan. Kesamaan karakteristik kapal dalam hal ini adalah kapasitas dan kecepatan kapal. Dalam pemilihan kapal pembanding diberikan batasan untuk perbedaan ukuran yaitu ± 100 ton untuk kapasitas dan ± 1 knot untuk kecepatan dinas. Selanjutnya dengan beberapa persamaan didapatkan ukuran kapal rancangan

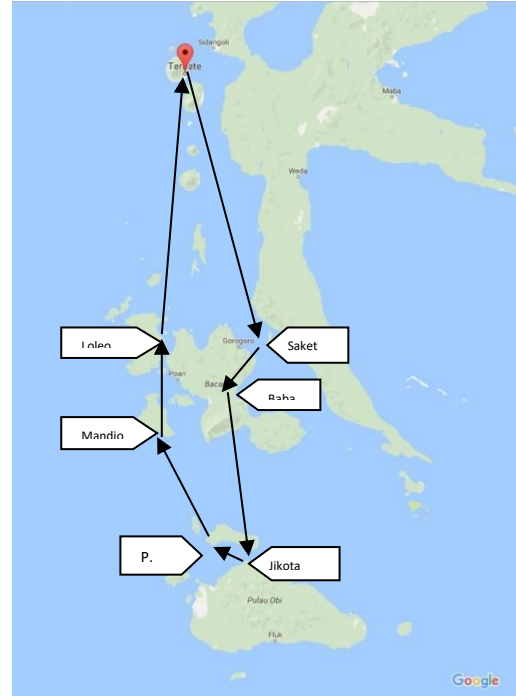
sebagai acuan awal., yang kemudian dikoreksi dengan beberapa metode [5][6][7]. Ship particular yang telah memenuhi nilai koreksi selanjutnya digunakan sebagai acuan dasar dan dapat dilanjutkan ke penggambaran rencana garis (*lines plan*). Alur penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelabuhan Ahmad Yani Ternate merupakan akan wilayah kerja dari Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Ternate yang berada di Pulau Ternate Maluku Utara, pelabuhan ini berada pada kordinat 00° 47' 00" N/127° 23' 00" E. Dalam hierarki kepelabuhanan, Pelabuhan Ternate merupakan pelabuhan utama yaitu pelabuhan yang melayani nasional dan internasional dalam jumlah menengah.



Gambar 3. Rencana trayek kapal feeder T-5

Berdasarkan laporan kinerja operasional pelabuhan selama lima tahun terakhir, dapat disimpulkan bahwa Pelabuhan Ternate secara umum selain melayani angkutan dalam negeri juga melayani ekspor dan impor. Secara umum kinerja bongkar muat pelabuhan Ternate dari pelabuhan singgah pada rencana trayek dapat dilihat pada Tabel 1. Jika dirata-ratakan ukuran kapal yang dilayani adalah 500 GT. Dari aspek bongkar muat, jenis komoditas yang dominan dibongkar adalah barang campuran dan BBM sedangkan komoditas yang diangkut adalah kopra, pala, cengkeh dan kayu. Meskipun volume muat komoditas kayu nilainya cukup besar akan tetapi kondisinya fluktuatif dengan puncak pada tahun 2014 dan pada tahun berikutnya berangsur menurun [8].

Tabel 1. Kinerja Pelabuhan

Tahun	Call	GT	Muat (Ton / m3)	Bongkar (Ton / m3)
2011	1,05	390,3	15,73	588,334
2012	1,32	496,2	44,74	1,418,55
2013	1,40	611,9	61,12	521,725
2014	1,46	696,8	64,74	20,186,9
2015	1,32	769,2	63,09	90,606

Sumber : KSOP Pelabuhan Ternate

Tahap analisis diawali dengan melakukan prediksi jumlah cargo yang akan dimuat ke beberapa pelabuhan trayek feeder dalam periode 10 tahun

Analisa operasi kapal dilakukan secara bertahap dengan mempertimbangkan beberapa variabel waktu yang mempengaruhi operasional kapal di masing-masing pelabuhan seperti waktu tempuh antar pelabuhan, *docking*, perbaikan kerusakan, antrian kapal, manuver, bongkar muat, dan pengurusan *clearance*. Penentuan frekuensi pelayaran per tahun dilakukan dengan mempertimbangkan seluruh variabel waktu di atas dan dilakukan dalam beberapa variasi kecepatan dalam hal ini diambil rentang antara 8 sampai 14 knot. Jumlah frekuensi pelayaran dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Frekuensi pelayaran

Kecepatan Kapal (Vs) (Knot)	Jarak Tempuh (mil laut)	Waktu Tempuh (jam)	Waktu B/M (jam)	Waktu Efektif Operasional Kapal (hari)	Waktu Labuh (jam)	Frekuensi (Pertahun)
8	369.290	46.161	168	344	47	31.61
9	369.290	41.032	168	344	47	32.25
10	369.290	36.929	168	344	47	32.77
11	369.290	33.572	168	344	47	33.21
12	369.290	30.774	168	344	47	33.59
13	369.290	28.407	168	344	47	33.92
14	369.290	26.378	168	344	47	34.20

kedepan dengan pertimbangan 10 tahun dapat diasumsikan sebagai setengah dari umur ekonomis kapal. Dari hasil *forecasting* diperoleh nilai muatan sebesar 153.610 ton, selanjutnya dapat dibuat skenario pemuatan dimana *share* muatan untuk kapal Tol Laut sebesar 15% dari jumlah muatan yang diprediksi, sehingga pada tahun 2025 didapatkan perkiraan volume muatan sebesar 23.042 ton per tahun.

Sumber : Analisis, 2016

Penentuan jumlah armada dengan payload optimal dilakukan dengan kalkulasi terhadap volume muatan per tahun dibandingkan dengan frekuensi pelayaran dan jumlah kapal pada seriap variasi kecepatan antara 8 sampai 14 knot dengan hasil yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Optimalisasi armada Sebagai alternatif design untuk kapal

V	Frekuensi	Jumlah	Payload	Sisa Muatan (ton)
8	32	1	729	0.00000
8	32	2	365	0.00000
9	32	1	715	-14.29073
10	33	1	704	-29.32380
11	33	1	694	-8.77901
11	33	2	347	-8.77901
12	34	1	686	-2.42687
12	34	2	343	-2.42687
13	34	1	680	-23.02909
13	34	2	340	-23.02909
14	34	1	674	-11.69237
14	34	2	337	-11.69237

Sumber : Analisis, 2016

Dengan melihat hasil dari sisa muatan terkecil dari beberapa variasi kecepatan diatas maka dapat dibuat beberapa kesimpulan terkait jumlah, kecepatan dan payload kapal optimal sebagai berikut. Sisa muatan terkecil (nilai positif) artinya kapal tersebut dalam setiap voyagenya dapat dimuati dalam kondisi *load factor* maksimal atau terdapat kecenderungan terdapat kelebihan muatan di pelabuhan singgah. Sebaliknya jika nilai sisa muatan negatif artinya terdapat kekurangan muatan atau bisa saja kapal berlayar dalam kondisi *load factor* minimum yang berdampak pada kondisi yang tidak ekonomis. Berdasarkan kalkulasi yang ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 dapat dilihat bahwa kondisi optimal didapatkan pada variasi kecepatan 8 knot dengan payload 729 ton dan jumlah armada sebanyak 1. Kondisi optimal juga tetap didapatkan jika menggunakan dua buah kapal dengan payload masing-masing 365 ton.

yang lebih cepat dapat juga direkomendasikan kapal dengan ukuran payload 686 ton kecepatannya 12 knot meskipun dengan kondisi kurang optimal karena masih terdapat kekurangan muatan rata-rata 2,4 ton per voyage. Sinkronisasi jadwal kapal feeder dan kapal Tol Laut juga merupakan pertimbangan, dengan perbandingan realisasi voyage dan frekuensi pelayaran kapal feeder diketahui bahwa dengan variasi kecepatan 8 sampai 14 knot didapatkan perbandingan 1 : 4 artinya diperlukan 4 voyage kapal feeder untuk menangani tiap jadwal kedatangan kapal Tol Laut di Pelabuhan Ternate, untuk mengantisipasi hal itu, muatan dari hinterland Pelabuhan Ternate yang mayoritas berupa kopra, pala dan cengkeh dapat ditumpuk di gudang Pelabuhan Ternate sambil menunggu jadwal kapal Tol Laut. Dengan pertimbangan frekuensi pelayaran, kondisi optimal maupun perkiraan ukuran kapal maka sebagai kriteria utama dipilih kapal dengan payload 729 ton

atau setara dengan DWT 972 ton, kecepatan dinas 8 knot.

Tahapan pra rancangan adalah proses awal dari suatu rancangan kapal untuk menentukan dimensi atau ukuran pokok kapal. Fungsinya adalah sebagai titik acuan / awal untuk melaksanakan rancangan kapal dan sebagai pedoman untuk merancang kapal selanjutnya. Dengan menggunakan metode kapal pembanding dapat dipilih satu kapal yang memenuhi kriteria dari segi kesamaan tipe kapal, faktor koreksi bobot kapal dan kecepatan yang sama untuk digunakan sebagai basis untuk penentuan ukuran utama. Sebagai referensi digunakan kapal BERLIAN (*general cargo*) (IMO Number : 8627880) dengan ukuran utama sebagai berikut [9].

Tabel 4. Ukuran utama kapal pembanding

<i>Length Overall (LOA)</i>	56.81 m
<i>Length Between Perpendicular (LBP)</i>	52 m
<i>Breadth (B)</i>	9.8 m
<i>Height (H)</i>	4.95 m
<i>Draft (T)</i>	3.37 m
<i>Speed (knot)</i>	8 knot
<i>Deadweight Ton (DWT)</i>	1000 ton

Sumber : Biro Klasifikasi Indonesia, 2016

Kalkulasi dengan metode kapal pembanding menghasilkan kapal rancangan dengan ukuran utama sebagai berikut.

1. Panjang kapal :

$$^3 \times L_{bp1} = 51,5 \text{ m}$$

$$(DWT_2/DWT_1)^{1/3}$$

2. Lebar kapal :

$$^3 \times B_1 = 9,7 \text{ m}$$

$$(DWT_2/DWT_1)^{1/3}$$
3. Tinggi kapal :

$$^3 \times H_1 = 4,5 \text{ m}$$

$$(DWT_2/DWT_1)^{1/3}$$
4. Sarat kapal :

$$^3 \times T_1 = 3,34 \text{ m}$$

$$(DWT_2/DWT_1)^{1/3}$$

Setelah didapatkan ukuran utama kapal rancangan selanjutnya dilakukan koreksi sesuai standar koreksi untuk *merchant ship*, dengan nilai sebagai berikut.

Tabel 5. Koreksi ukuran utama kapal

Ratio	Kapal rancangan	Range	Keterangan
L/B	5.31	4~6.5	Memenuhi
B/T	2.91	2.1~3.5	Memenuhi
H/T	1.35	1.2~1.7	Memenuhi
L/H	11.63	10~14	Memenuhi

Sumber : Analisis, 2016

Dengan nilai koreksi ukuran utama kapal rancangan yang memenuhi standar maka selanjutnya dapat dihitung beberapa nilai koefisien bentuk kapal sebagai berikut.

1. Coefficient Block (Cb) : 1,17 -

$$((0,361 \times V_{(knot)}) / (L_{bp(m)}^{0,5}))$$

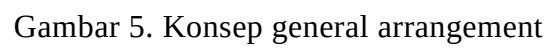
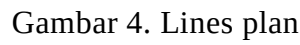
$$: 0,78$$
(koreksi Cb antara 0,6 ~ 0,78 = memenuhi)
2. Coefficient Midship (Cm) : 0,93 +

$$(0,08 \times C_b)$$

$$: 0,99$$
(koreksi Cm antara 0,93 ~ 0,99 = memenuhi)
3. Coefficient Waterline (CWL): 0,97 x

$$(C_b^{0,5})$$

	: 0,850	menghasilkan <i>conceptual design</i> dalam bentuk rencana garis (<i>lines plan</i>) serta <i>bonjean</i> dan <i>hidrostatic curve</i> .
(Koreksi CWL antara 0,7 ~ 0,9 = memenuhi)		
4. Coefficient Prismatic (Cp)	: Cph	
	= Cb /	KESIMPULAN DAN SARAN
Cm		Berdasarkan latar belakang dan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa ukuran kapal optimal untuk rute feeder Trayek T-5 adalah kapal dengan tipe general cargo, payload 729 ton atau setara dengan DWT 972 ton, kecepatan dinas 8 knot dengan ukuran utama sebagai berikut.
	=	
0,777 (koreksi Cph antara 0,65 ~ 0,82)		
	Cpv	
	= Cb /	
Cw		
	=	Panjang kapal = 51,5 meter
0,903 (koreksi Cpv antara 0,85 ~ 0,97)		Lebar kapal = 9,7 meter
Displacement kapal	: LWL	Tinggi kapal = 4,5 meter
. B . T . Cb . γ . c		Sarat kapal = 3,34 meter
	:	Sebagai rekomendasi dapat disarankan alternatif desain ukuran kapal optimal yaitu kapal dengan payload 365 ton sebanyak 2 unit dengan kecepatan dinas masing-masing 8 knot. Selain itu untuk kebutuhan kapal yang kecepatannya lebih tinggi dapat direkomendasikan kapal dengan payload 686 ton sebanyak 1 unit dengan kecepatan dinas 12 knot.
1 ton	1.355,6	
Berdasarkan alur kalkulasi didapatkan ukuran utama serta nilai koefisien bentuk kapal yang memenuhi standar koreksi maka nilai tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk		



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Perhubungan. 2015. Surat Keputusan Dirjen Perhubungan Laut Nomor Al.108/6/2/Djpl-15 Tanggal 26 Oktober 2015 Tentang Jaringan Trayek Penyelenggaraan Kewajiban Pelayanan Publik Untuk Angkutan Barang Dalam Rangka Pelaksanaan Tol Laut, Direktorat Jenderal Perhubungan laut, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia;
- [2] Sinaga, Rosita. Abdy Kurniawan. 2016. Kajian Evaluasi Dampak Angkutan Barang Dalam Implementasi Tol Laut Trayek T-3 Dan T-6. Puslitbang Transportasi Laut, Sungai, Danau, dan penyeberangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan, Kementerian Perhubungan;
- [3] Prihartono, Bambang. 2015. Pengembangan Tol Laut dalam RPJM 2015-2019 dan Implementasi 2015. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional;
- [4] Taggart, R. 1980. *Ship Design and Construction*. New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers;
- [5] Schneekluth, V. Bertram. 1998. *Ship Design for Efficiency and Economy* (second edition). Reed Educational and Professional Publishing Ltd . Great Britain;
- [6] Smith, R. Munro. 1975. *Element of Ship Design*. Marine Media Management;
- [7] Poehls, Herald. *Lecture of Ship Design and Ship Theory*;
- [8] Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Ternate. 2016. Laporan Kunjungan Kapal dan Kinerja Bongkar Muat Pelabuhan ternate, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia;
- [9] Biro Klasifikasi Indonesia. 2016. Ship Register, Satuan Perencanaan - Sistem Informasi PT. Biro Klasifikasi Indonesia.