

ANALISA PENENTUAN DIMENSI UTAMA KAPAL PERINTIS SEMI KONTAINER 100 TEUS UNTUK TRANSPORTASI TOLL LAUT INDONESIA

DETERMINATION ANALYSIS OF MAIN DIMENSIONS OF PIONEER SEMI-CONTAINER SHIP 100 TEUS FOR THE INDONESIAN SEA TOLL TRANSPORTATION

Soegeng Hardjono

Pusat Teknologi Rekayasa Industri Maritim, BPPT
Gedung Teknologi 2, Lt 3, PUSPITEK, Serpong, Tangerang Selatan 15314
e-mail: soegenghardjono@yahoo.com

Diterima: 7 Maret 2016, Revisi 1: 29 Maret 2016, Revisi 2: 12 April 2016, Disetujui: 21 April 2016

ABSTRAK

Pemerintah telah mencanangkan untuk membangun 15 (lima belas) kapal semi kontainer dengan kapasitas 100 TEUs sebagai bagian dari program pembangunan 100 kapal dalam berbagai jenis dalam periode 2015 hingga 2017. Tipe kapal ini direncanakan untuk membangun konektivitas antara pelabuhan besar terutama di pulau Jawa dengan pelabuhan-pelabuhan kecil di pulau-pulau terpencil dalam rangka pelaksanaan program tol-laut untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi nasional. Namun, Pemerintah belum memiliki desain kapal semi kontainer dengan kapasitas 100 TEUs. Untuk membantu dalam memberikan informasi, penelitian ini telah dilakukan untuk menentukan dimensi utama kapal semi container 100 TEUs dengan menggunakan analisa statistik dan rumus regresi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dimensi utama kapal semi kontainer 100 TEUs dapat diuraikan sebagai berikut: panjang kapal (Lpp) sekitar 77,2 m, lebar (B) 13,98 m, kedalaman (D) 6,31 m, draft (T) 4,44 m, kecepatan service 11,5 knots, dan kekuatan mesin utama 2.294 HP.

Kata kunci : Tol laut, analisa statistik, dimensi utama kapal, kapal semi kontainer 100 TEUs.

ABSTRACT

The government has confirmed to build 15 (fifteen) semi container ships with a capacity of 100 TEUs as a part of the construction program of 100 ships in various types within the period of 2015 to 2017. This type of ship was planned to build connectivity between the big ports mostly in Java island and small ports in remote islands in the frame of the implementation of the toll-sea program to speed up the national economic growth. However, the government has not had a design of semi container ships with a capacity of 100 TEUs. To help in providing information, this study has been conducted to determine the main dimension of semi container ship of 100 TEUs by using statistical analysis and regression formula. The result of this study has shown that the ship main dimension of semi container ship 100 TEUs may be described as follows: ship's length (Lpp) of about 77.2 m, width (B) 13.98 m, depth (D) 6.31m, draught (T) 4.44 m, service speed 11.5 knots, and main engine power 2294 HP.

Keywords : *Toll-sea, statistical analysis, main ship dimension, semi container ship of 100 TEUs.*

PENDAHULUAN

Sejalan dengan pelaksanaan program pembangunan tol laut yang telah dicanangkan oleh Pemerintah melalui Peraturan Presiden Nomor 106 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Kewajiban Pelayanan Publik untuk Angkutan Barang Dalam Rangka Pelaksanaan Tol Laut, Kementerian Perhubungan melalui Direktur Jenderal Perhubungan Laut merencanakan pembuatan 15 (lima belas) kapal pengangkut barang tipe semi kontainer berkapasitas 100 TEUs yang merupakan bagian dari program pengadaan 100 kapal berbagai tipe untuk mendukung program tol laut. Kapal tersebut kelak akan dioperasikan oleh PT Pelayaran Nasional Indonesia (Pelni) untuk menghubungkan pelabuhan besar seperti Tanjung Priok Jakarta dan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya dengan pelabuhan-pelabuhan yang sebagian besar berada di daerah-daerah terpencil di Kawasan Timur Indonesia seperti pelabuhan di daerah Serui, Tual, Tobelo, serta beberapa pelabuhan di Kawasan Barat Indonesia bagian Utara seperti daerah kepulauan Riau dan Natuna. Untuk tujuan mewujudkan pembangunan kapal tersebut, tentunya sangat diperlukan adanya informasi awal yang dapat membantu didalam proses perencanaan awal atau preliminary design yang merupakan bagian

dari suatu rangkaian proses dalam tahap *basic design*. Sehingga *design requirements* harus ditentukan khususnya berkaitan dengan *dimensional characteristic* kapal atau dimensi utama kapal seperti misal, panjang (L), lebar (B), tinggi (D) dan sarat kapal (T) dan *dimensional characteristic* kapal yang lain seperti misal kecepatan kapal (V) dan daya mesin utama (*Horse Power*) yang sesuai untuk kecepatan yang dikehendaki, serta nilai rasio atau perbandingan antar *main ship dimensions* seperti misal L/D

untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kekuatan memanjang kapal, D/T untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kecukupan *freeboard*, B/D untuk mengetahui kemampuan stabilitas kapal dan sebagainya menurut kriteria yang berlaku. Untuk mendapatkan informasi tersebut, maka diperlukan adanya penelitian penentuan karakteristik dimensi utama kapal semi kontainer yang berkapasitas 100 TEUs dengan menggunakan metode analisa statistik (*statistical analysis*) dengan bantuan *software microsoft office excel* guna menganalisa data dan membentuk formula regresi untuk hubungan antar dimensi utama kapal dan hubungan antara dimensi utama dengan rasio dimensi utama kapal, seperti misal L/B, B/T, L/D, D/T dan rasio parameter lainnya. Sedangkan data yang dianalisa adalah data dari sejumlah dimensi utama kapal tipe sejenis yaitu tipe semi kontainer yang telah berhasil dikumpulkan dan telah terbukti berhasil dalam kinerja operasionalnya. Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi kalangan terkait dan dapat menjadikan dasar informasi didalam proses *preliminary design* yang menjadi bagian dari serangkaian proses ditahap *basic design* serta berguna bagi para desainer kapal khususnya mengenai requirement kapal perintis tipe semi kontainer.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian terdahulu

Charchalis, A., Kreft, J., (2009), dalam penelitiannya yang berjudul *Main Dimensions Selection Methodology Of The Container Vessels In The Preliminary Stage* telah melakukan analisa untuk menentukan dimensi utama kapal berdasarkan basis data dari sekumpulan data dimensi utama kapal-kapal tipe sejenis. Semakin dekat pemilihan nilai suatu data kapal pembanding dengan nilai suatu data yang

menjadikan *requirement* dari kapal yang akan direncanakan seperti misal kapasitas angkut atau *deadweight*, kecepatan maka semakin akurat hasil perolehan dimensi utama serta daya mesin utama kapal yang direncanakan di dalam tahap *preliminary design*.

Charchalis, A.(2013), dalam penelitiannya yang berjudul *Dimensional Constraints In Ship Design*, menyatakan bahwa pentingnya batasan pada nilai koefisien dimensi utama kapal atau *ship dimensional coefficients* (C_B , L/B , B/T , L/H) dan koefisien yang mencerminkan hubungan antara kapasitas muat (*deadweight*) dan *displacement* (C_D) kapal atau *deadweight coefficient* . Dimensi utama kapal dan *dimensional coefficients* kapal yang diperoleh harus mempertimbangkan kondisi perairan yang dilalui, hal ini dikarenakan alasan untuk tujuan keselamatan dan kelayakan lautan kapal. Karakteristik koefisien dimensi utama tersebut dibatasi juga untuk tujuan stabilitas kapal, kekuatan kapal baik kekuatan memanjang maupun melintang, dan untuk daya mesin kapal yang dikehendaki yang berhubungan erat dengan bilangan *Froude number*.

Hans Otto Kristensen, (2013), dalam penelitiannya yang berjudul *Statistical Analysis and Determination of Regression Formulas for Main Dimensions of Container Ships based on IHS Fairplay Data* telah melakukan penelitian untuk menentukan dimensi utama kapal tipe kontainer melalui analisa statistik dengan pembentukan formula regresi dari hubungan antara dimensi utama dengan kapasitas kontainer yang terbagi dalam 3 (tiga) kelompok berdasarkan ukuran kapal yaitu:

1. Kelompok kelas *feeder container ships* dengan kapasitas (<2900 TEU)
misalkan : $Length_{pp} = 10,14 * TEU^{0,378}$

2. Kelompok kelas *Panamax container ships* dengan kapasitas ($1900 < TEU < 5300$)
misalkan: $Length_{pp} = 2,494 * TEU^{0,555}$ (≤ 3800 TEU), $Length_{pp} = 241,92 + (TEU - 3800) * 0,037$ (> 3800 TEU) .
3. Kelompok kelas *Post Panamax container ship* (> 4000 TEU) misalkan: $Length_{pp} = 131,31 + 0,03012 * TEU - 0,00000099556 * TEU^2$ (≤ 8000 TEU), $Length_{pp} = 14,66 * TEU^{0,339}$ (> 8000 TEU)

B. Peraturan Perundangan

Penerapan program tol laut adalah program Pemerintah untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi nasional dan menjamin konektivitas antar pulau di daerah terpencil guna menjamin tumbuhnya pusat-pusat perdagangan dan industri serta pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut mengacu pada Peraturan Presiden Nomor 106 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Kewajiban Pelayanan Publik untuk Angkutan Barang Dalam Rangka Pelaksanaan Tol Laut, yang diikuti dengan terbitnya Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM. 161 Tahun 2015 tanggal 16 Oktober 2015 tentang Penyelenggaraan Kewajiban Pelayanan Publik untuk Angkutan Barang di Laut dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 168 Tahun 2015 tentang Tarif Angkutan Barang Dalam Negeri dan Bongkar Muat Dalam Rangka Pelaksanaan Tol Laut. Program tol laut untuk angkutan barang ini telah diawali dan diwujudkan oleh Kementerian Perhubungan melalui Direktorat Jenderal Perhubungan Laut dengan meresmikan peluncuran dan pengoperasian 3 (tiga) buah kapal tipe General Cargo untuk mengisi jalur perintis tol laut, (Ditjen Perla, 2015). Ketiga kapal tersebut di antaranya adalah kapal

Caraka Jaya III-4 dan Caraka Jaya III-22 yang berada di Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta dan Kapal Caraka Jaya III-32 yang berada di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya oleh Menteri Perhubungan Ignasius Jonan tanggal 4 Nopember 2015 dalam waktu bersamaan. Ketiga kapal tersebut akan dioperasikan di 3 (tiga) rute trayek dari 6 (enam) rute trayek perintis angkutan barang yang telah ditetapkan dan diatur dalam Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor AL.108 /6/2/DJPL-15 tentang Jaringan Trayek Penyelenggaraan Kewajiban Pelayanan Publik untuk Angkutan Barang Dalam Rangka Pelaksanaan Tol Laut Tahun Anggaran 2015. Ke 6 (enam) rute trayek perintis angkutan barang tol laut yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Tanjung Perak (Surabaya), Tual (Maluku), Fakfak (Papua Barat), Kaimana (Papua), Timika (Papua), Kaimana, Fak-Fak, Tual, Tanjung Perak.
2. Tanjung Perak (Surabaya), Saumlaki (Maluku), Dobo (Maluku), Merauke (Papua), Dobo, Saumlakim, Tanjung Perak.
3. Tanjung Perak (Surabaya), Reo (Nusa Tenggara Timur/NTT), Maumere(NTT), Lewoleba (NTT), Rote (NTT), Sabu (NTT), Waingapu (NTT), Sabu, Rote, Lewoleba, Maumere, Reo, Tanjung Perak
4. Tanjung Priok (DKI Jakarta), Biak (Papua), Serui (Papua), Nabire (Papua), Wasior (Papua Barat), Manokwari (Papua Barat), Wasior, Nabire, Serui, Biak, Tanjung Priok.
5. Tanjung Priok, Ternate (Maluku Utara), Tobelo (Maluku Utara), Babang (Maluku Utara), Tobelo, Ternate, Tanjung Priok.
6. Tanjung Priok, Kijang (Kepulauan Riau), Natuna (Kepulauan Riau), Kijang, Tanjung Priok.

Sedangkan pengoperasian 3 (tiga) kapal Caraka Jaya III tersebut akan ditempatkan pada 3 (tiga) dari 6 rute trayek diatas, diantaranya adalah:

1. KM Caraka Jaya Niaga 111-32:
Tanjung Perak, Tual, Fak Fak, Kaimana, Timika, Kaimana, Fak Fak, Tuat dan kembali ke Tanjung Perak. (3668 mile pp)
2. KM Caraka Jaya 111-22:
Tanjung Priok, Bi'ak, Serui, Nabire, Wasior, Manokwari, Wasior, Nabire, Semi, Biak, dan kembali ke Tanjung Priok. (5222 mile pp)
3. KM Caraka Jaya 111-4:
Tanjung Priok, Kijang, Natuna, Kijang dan kembali ke Tanjung Priok. (1696 mile pp)

Disamping meresmikan ke tiga buah kapal angkutan barang tol laut tersebut, Pemerintah berencana membuat 15 kapal semikontainer yang mampu mengangkut kontainer sebesar 100 TEUs untuk menghubungkan pelabuhan besar seperti Tanjung Priok Jakarta dan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya dengan pelabuhan di daerah terpencil seperti Serui, Tual, Tobelo, serta beberapa pelabuhan di kepulauan Riau dan Natuna. Program pengadaan 15 kapal perintis angkutan barang semi kontainer 100 TEUs tersebut merupakan bagian dari program pemerintah membangun 100 kapal baru berbagai tipe untuk periode 2015-2017. (Bobby R. Mamahit, 2015)

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi metode pengumpulan data dan pengolahan data. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dari beberapa penelitian terkait khususnya berkaitan dengan metode penentuan dimensi utama kapal (*main ship dimensions*) berikut faktor batasan (konstrain) yang diperlukan. Sedangkan jenis data yang diperlukan adalah sekumpulan data tentang dimensi utama kapal tipe sejenis yaitu

kapal tipe semi container dengan kapasitas ukuran small *feeder container vessel* <1000 TEUs atau mendekati 100 TEUs yang telah dibangun dan sudah terbukti sukses dalam misi operasionalnya. Kemudian menentukan pula requirement lain yang mungkin diperlukan, seperti misal kecepatan service kapal yang diinginkan seperti yang menjadi ketetapan dan kebijakan pemerintah untuk semua kapal perintis angkutan barang tol laut yang berjadwal tetap keberangkatan maupun kedatangan di setiap rute trayek yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Metode yang digunakan untuk analisa data adalah metode analisa statistik dengan menggunakan bantuan *Microsoft Office*

Excel untuk membentuk kurva hubungan antara dimensi utama kapal dengan rasio antar dimensi utama kapal seperti misal kurva hubungan antara L dengan rasio (V/L , L dengan koefisien C_D atau ($Dwt/Displ$) dan hubungan parameter lainnya yang kemudian diformulasikan kedalam bentuk formula regresi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Dimensi utama Kapal Tipe Semi Kontainer

Berikut adalah data dimensi utama 25 kapal pemanding tipe semi kontainer yang berhasil didapatkan dari beberapa sumber sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Data Dimensi utama 25 Kapal Tipe Semi Kontainer

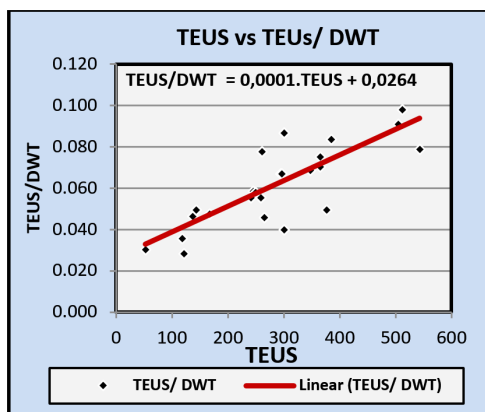
No.	Lpp	B	D	T	DWT	GRT	TEUS	SPEED	BHP
1	62	10,2	5,6	4,5	1718	1088	52	10	810
2	77,25	13,15	6,20	4,65	2950	1867	136	11,5	2306
3	79,42	13,6	7,2	5,7	4200	2820	246	13	3264
4	80	20	6,5	4,8	4400	2700	295	12	2787
5	82,62	12,25	5,65	4,4	2915	2085	144	11,6	1662
6	82,7	20	7,16	3,98	4353	2705	251	10	3000
7	82,74	20	5,7	4	4352	2705	241	10	2208
8	83,64	13,42	5,5	4,88	3369	2506	120	10	2366
9	85,47	12,8	7,1	5,55	3504	2528	167	12	2299
10	86,68	15,85	6,15	4,88	3480	2599	301	12	4293
11	86,96	15,85	6,15	4,88	3480	2599	301	12	4395
12	87	16,14	7,54	5,05	3377	2770	262	14	3018
13	87,55	18,37	11,32	6,79	7500	4962	300	14	3672
14	89,92	15,2	7,6	5,4	4662	3491	258	9,5	2948
15	91,99	16,9	7,43	5,93	4850	2984	366	13,5	3941
16	93,3	12,8	7,55	5,63	4431	2997	297	13	3467
17	93,37	16,53	7,5	5,91	4620	3850	385	14,5	4790
18	93,76	13,6	6,7	5,6	4294	2914	122	10	2516
19	94,8	16,23	8,2	6,38	5055	4276	348	12,5	5017
20	95	16,2	8,2	4,7	5196	4150	366	12	5306
21	95,4	18,5	8,25	6,47	5215	4028	511	14,2	5384
22	95,8	18,8	8,4	6,65	5565	4448	505	15	5873
23	97,2	15,85	8,1	6,54	5820	3893	350	12	4786
24	102,1	18,2	10,1	7,25	7650	6204	377	13,5	5222
25	113,3	18,6	9,2	7,03	6885	5996	543	15,5	7830

Sumber : www.forsaleships.net dan www.nautisnp.com

B. Penentuan Dimensi utama Kapal Semi Kontainer 100 TEUs

1. *Deadweight* kapal (Dwt).

Deadweight atau bobot mati kapal ini adalah berat muatan kapal beserta seluruh objek atau isi kapal yang bisa keluar masuk ke kapal atau merupakan berat kapal keseluruhan dalam keadaan muatan penuh dan siap untuk berlayar dikurangi berat kapal kosong termasuk mesin, permesinan dan perpipaan. Sehingga kapasitas muat 100 TEUs pada kapal yang direncanakan merupakan salah satu *variable* dari *Deadweight*. Sehingga untuk menentukan berapa besar *Deadweight* yang terjadi pada kapal semi kontainer 100 TEUs dapat diformulasikan melalui hubungan rasio TEUs/Dwt terhadap kapasitas muat (TEUs) seperti yang terbentuk dalam Gambar 1. hubungan antara TEUs dan TEUs/Dwt. Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin besar jumlah kontainer (TEUs) yang dibawa semakin besar nilai rasio TEUs/Dwt. Hal ini berarti bahwa nilai pertambahan berat akibat bertambahnya jumlah kontainer jauh lebih besar dari



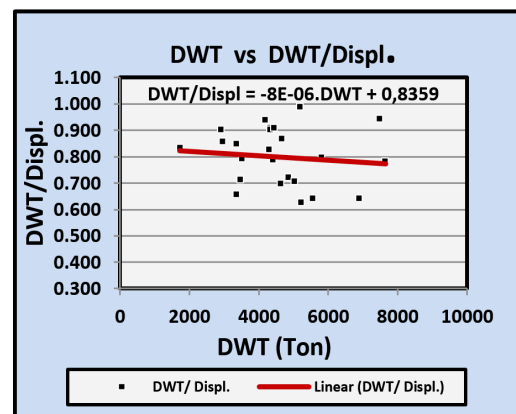
Gambar 1. TEUs vs TEUs/DWT

nilai pertambahannya berat variable Dwt yang lain, seperti misal volume bahan bakar yang menjadi lebih besar karena semakin

besar daya dan ukuran mesin penggerak kapal yang digunakan sebagai konsekwensi dari semakin besar ukuran kapal yang direncanakan. Sehingga untuk kapasitas kapal 100 TEUs melalui formula regresi $TEUs/Dwt = 0,0001.TEUs + 0,0264$, maka besar koefisien TEUs/Dwt adalah 0,0364 dan besar Dwt kapal adalah 2747 Ton.

2. *Displacement* kapal

Displacement kapal adalah berat total kapal yang merupakan berat gabungan dari *Deadweight* (Dwt) dan *Lightweight* (Lwt) atau berat struktur kapal, mesin dan perlengkapannya. Dalam proses desain ini sering digunakan koefisien *Deadweight* (C_D) yaitu koefisien perbandingan antara *Deadweight* dan *Displacement*. Berdasarkan hasil analisa dalam Gambar 2, nampak bahwa arah *trendline* (kurva regresi) menunjukkan arah sudut negatif yang berarti terjadi penurunan nilai koefisien Dwt/Displ untuk setiap kali ada penambahan nilai Dwt.



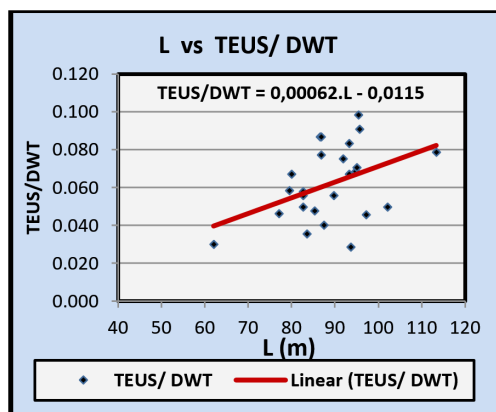
Gambar 2. Dwt vs Dwt/Displ.

Hal ini dikarenakan setiap adanya penambahan berat Dwt karena adanya penambahan jumlah dan berat kontainer mengakibatkan penambahan nilai *Displacement* yang jauh lebih besar. Penambahan berat *Displacement* yang lebih besar tersebut akibat penambahan

Lightweight (berat konstruksi, mesin, dan perlengkapannya) sebagai akibat dari ukuran dimensi utama kapal yang lebih besar. Berdasarkan nilai Dwt 2747 Ton hasil perhitungan, maka melalui formula regresi C_D atau $Dwt/Displ = -8E-6.Dwt + 0,8359$ diperoleh nilai C_D sebesar 0,81 dan Nilai *Displacement* sebesar 3375 Ton. Berdasarkan data dari literatur bahwa nilai C_D kapal kontainer berkisar 0,8 (Molland, A. F.2008) dan (Schneekluth, H.,Bertram, V.1998). Nilai C_D setiap jenis kapal mempunyai besaran yang berbeda antara lain: *General Cargo ship* (0,62-0,72), *Ore Carrier* (0,72-0,77), *Bulk Carrier* (0,78-0,84), *Oil Tanker* (0,8-0,86). (Munro-Smith, 1995)

3. Panjang kapal (Lpp)

Faktor dimensi panjang kapal (Lpp) mempunyai pengaruh yang besar terhadap besarnya nilai *Deadweight* dan *Displacement*. Berdasarkan analisa hubungan antara dimensi panjang kapal (Lpp) terhadap koefisien Dwt/Displ. seperti yang terlihat pada Gambar 3



Gambar 3. L vs TEUs/DWT

dapat diprediksi besarnya nilai dimensi panjang kapal melalui formula regresi $TEUs/Dwt = 0,00062.L - 0,0115$. Berdasarkan nilai Dwt sebesar 2747 Ton, kapasitas muat kapal 100 TEUs, dan koefisien TEUs/Dwt

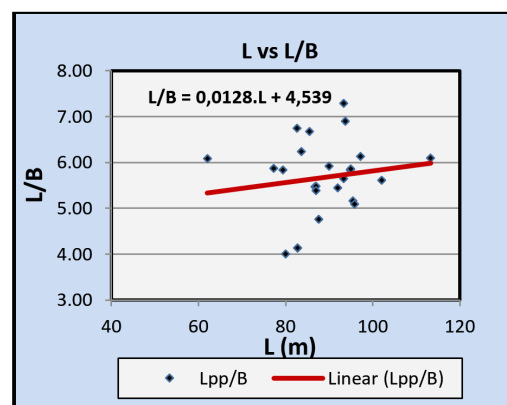
0,0364, maka dari formula tersebut dapat ditentukan besarnya nilai panjang kapal (Lpp) yang besarnya adalah 77,26 meter.

4. Lebar kapal (B)

Lebar kapal (B) pada tipe kapal semi kontainer sangat menentukan seberapa besar jumlah kontainer ditempatkan di atas geladak selebar kapal. Semakin besar nilai B semakin besar tahanan badan kapal dan semakin besar tenaga mesin yang diperlukan. Oleh karena itu nilai koefisien panjang kapal (L) terhadap lebar kapal (B) yaitu L/B besarnya relatif lebih kecil jikalau dibandingkan dengan nilai L/B kapal tipe lain. Berdasarkan hasil analisa hubungan antara panjang kapal (L) terhadap koefisien (L/B) seperti yang terlihat pada Gambar 4, maka dapat ditentukan nilai koefisien L/B dan nilai dimensi lebar kapal (B) melalui formula regresi $L/B = 0,0128.L + 4,539$. Sehingga dengan panjang kapal $L = 77,26$ m maka nilai koefisien L/B adalah sebesar 5,5 dan nilai lebar kapal (B) adalah 13,98 meter. Menurut Watson, nilai L/B besarnya antara 4 s/d 6,5 untuk nilai L ($30\text{ m} < L < 130\text{ m}$), (Watson, 1998).

5. Tinggi kapal (D)

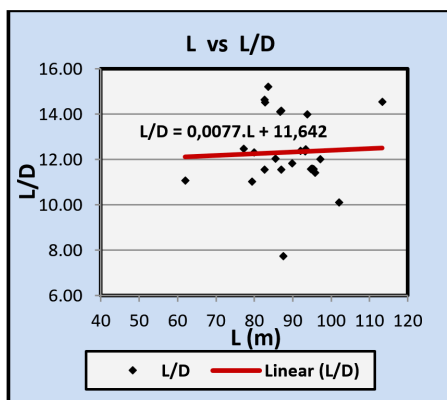
Tinggi kapal (D) merupakan dimensi utama kapal yang mempunyai hubungan



Gambar 4. L vs L/B

erat dengan dimensi panjang kapal (L) dalam

bentuk koefisien L/D untuk menentukan kriteria kekuatan kapal (*hull's strength criteria*) khususnya kekuatan memanjang kapal akibat beban hogging dan sagging pengaruh dari beban kapal terhadap kondisi puncak maupun lembah gelombang. Berdasarkan Gambar 5. hasil analisa hubungan antara panjang kapal (L) dengan koefisien L/D , maka dengan panjang kapal 77,26 meter melalui formula regresi $L/D = 0,0077.L + 11,642$ dapat ditentukan nilai koefisien L/D sebesar 12,24 dan tinggi kapal (D) sebesar 6,31 meter. Nilai ideal untuk L/D berkaitan dengan kriteria kekuatan kapal besarnya berkisar antara 12-13. (Molland, A.F., 2008). Nilai L/D mempunyai peranan penting dalam penentuan nilai freeboard dan kekuatan memanjang kapal (*ship longitudinal strength*) dan besarnya bervariasi antara 10 dan 15 (Von Dokkum, 2003).

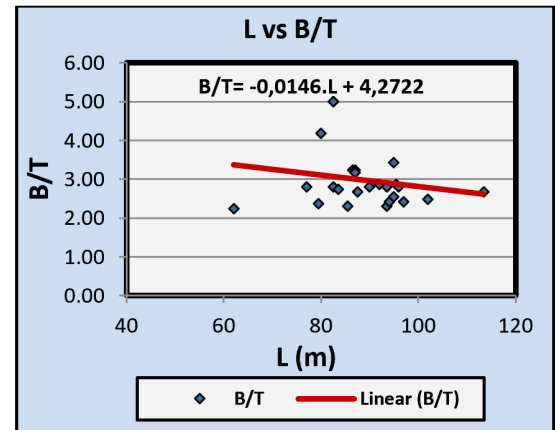


Gambar 5. L vs L/D

6. Sarat kapal (T)

Sarat kapal mempunyai pengaruh yang berarti terhadap tahanan dan stabilitas kapal khususnya berhubungan dengan lebar kapal (B) dalam bentuk koefisien B/T . Nilai B/T bervariasi tergantung tipe kapal. Pada umumnya nilai B/T berada antara 2-5. Untuk kapal relatif cepat seperti kapal kontainer

yang mempunyai bentuk lambung agak ramping (*slim hull shape*), nilai koefisien B/T berada antara 2,3-3,6 tetapi sering dijumpai sekitar 3 (Adam Charchalis, 2014). Berdasarkan Gambar 6, hasil analisa statistik hubungan antara panjang kapal (L) dengan koefisien B/T , maka dengan panjang kapal 77,26 meter melalui



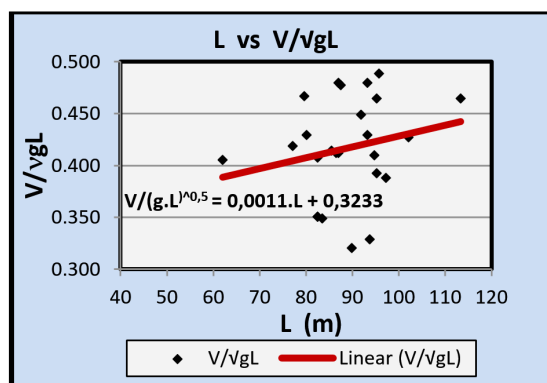
Gambar 6. L vs B/T

formula regresi $B/T = -0,0146.L + 4,2722$ dapat ditentukan nilai koefisien B/T sebesar 3,14 dan tinggi sarat kapal (T) sebesar 4,44 meter.

7. Kecepatan kapal (V)

Kecepatan kapal sangat bergantung pada nilai *Froude number* (F_n) yang diformulasikan sebagai $F_n = V / \sqrt{g.L}$. dimana besarnya nilai F_n berbanding lurus dengan tahanan kapal. Semakin besar tahanan dialami badan kapal, semakin besar nilai koefisien *Froude number* (F_n). Sehingga untuk memperkecil *Froude number* salah satu langkah adalah memperpanjang badan kapal (L) atau memperkecil nilai *coeffisien block* (C_b). Khusus untuk kapal semi kontainer ini sering direncanakan nilai lebar kapal lebih besar dibanding jenis kapal lain dengan tujuan untuk bisa menempatkan jumlah kontainer disepanjang

lebar kapal semaksimal mungkin. Sehingga konsekwensinya tahanan kapal menjadi semakin besar dan berakibat tenaga mesin propulsi menjadi semakin besar pula. Berdasarkan hasil analisa statistik hubungan antara kecepatan kapal (V) dengan koefisien *Froude number* ($V/\sqrt{g.L}$) seperti terlihat pada Gambar 7, maka dengan panjang kapal 77,26 meter melalui formula regresi $V/\sqrt{g.L} = 0,0011.L + 0,3233$ dapat ditentukan nilai koefisien $V/\sqrt{g.L}$ sebesar 0,41 dan kecepatan kapal (V) sebesar 11,23 knots. Untuk kapal kontainer kelas small feeder (<1000 TEUs) nilai F_n sebesar 0,26, untuk kapal kelas *Panamax* (1001 TEUS - 5000 TEUS) nilai F_n sebesar 0,25, dan untuk kapal kelas *Post Panamax* (5001-10000) nilai F_n sebesar 0,24 (A. Charchalis, J. Krefft, 2009).



Gambar 7. L vs $V/\sqrt{g.L}$

Untuk kapal yang direncanakan dengan kapasitas 100 TEUs nilai F_n semakin besar karena kapal relatif pendek tapi lebar dengan nilai L/B sekitar 5,4 sehingga nilai F_n menjadi semakin besar 0,41. Bila diasumsikan kapal semi kontainer 100 TEUs ini dengan kecepatan service 11,23 knots hasil analisa ditempatkan di 3 (tiga) rute yang digunakan oleh 3 (tiga) kapal Caraka Jaya III, maka waktu kedatangan kapal ketempat tujuan dapat diprediksi dengan catatan tidak ter-

masuk waktu *bunkering*, waktu labuh, dan bongkar muat namun hanya waktu layar saja (*sailing time*) adalah:

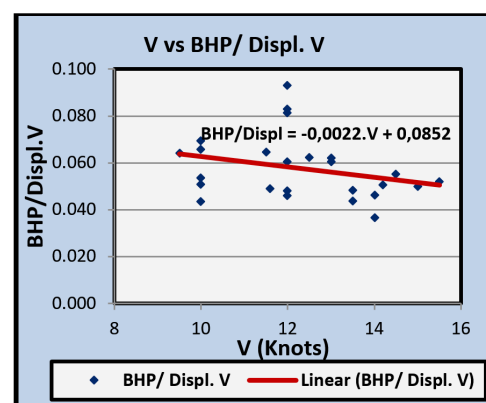
Rute 1. Tanjung Perak – Timika (melalui Tual dan Fak Fak) 1834 mile, waktu ke datangnya sekitar 7 hari.

Rute 2. Tanjung Priok – Manokwari (melalui Biak, Serui, Nabire, Wasior) 2611 mile, waktu kedatangannya sekitar 9,5 hari.

Rute 3. Tanjung Priok – Natuna (melalui Kijang) 848 mile, waktu kedatangannya sekitar 3 hari.

8. Daya mesin kapal (BHP)

Kapasitas mesin penggerak sangat tergantung dari besarnya displacement dan kecepatan kapal yang diinginkan. Berdasarkan hasil analisa statistik hubungan antara kecepatan kapal (V) dengan rasio $BHP/Displ.V$ seperti terlihat pada Gambar 8, maka dengan panjang kapal 77,26 meter melalui formula regresi $BHP/Displ.V = -0,0022.V + 0,0852$ dapat ditentukan nilai koefisien $BHP/Displ.V$ sebesar 0,060 dan besar daya mesin kapal sebesar 2294 HP.



Gambar 8. V vs $BHP/Displ.V$

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dalam penelitian ini, akhirnya dapat ditentukan dan disimpulkan bahwa kapal tipe semi kontainer yang direncanakan dengan kapasitas 100 TEUs mempunyai dimensi utama sebagaimana berikut: *Displacement* kapal 3375 Ton, *Deadweight* 2747 Ton, Panjang kapal (Lpp) 77,26 m, Lebar kapal (B) 13,98 m, Tinggi kapal (D) 6,31 m, Sarat kapal (T) 4,44 m, Kecepatan service kapal (Vs) 11,23 *knots*, Mesin utama kapal 2294 HP.

REKOMENDASI

Rekomendasi yang perlu disampaikan dari hasil penelitian ini adalah bahwa dimensi utama kapal hasil perhitungan selanjutnya perlu dilakukan pengujian dalam ukuran skala model di laboratorium hidrodinamika guna meneliti karakteristik kelaikan kapal terhadap faktor *ship resistance*, *ship powering*, *ship manouvering*, *ship stability*, dan *ship behaviour* dalam *six degree motion* (*pitching*, *heaving*, *rolling*, *yawning*, *surging*, dan *swaying*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa syukur kepada Tuhan YME dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Dewan dan seluruh anggota Redaksi, Mitra Bestari, dan segenap fungsionaris di jajaran Warta Penelitian Perhubungan atas bantuan dan perhatiannya turut menyempurnakan karya tulis ini hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bobby R. Mamahit, *Kapal Kontainer Hadir Untuk Jamin Keberadaan Barang dan Kepastian Harga*, Redaksi Kemenhub, Jakarta, 16 September 2015.
- Charchalis, A. 2014. *Determination Of Main Dimensions And Estimation of Propulsion Power Of A Ship*, Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol.21, No.2. Faculty of Marine Engineering, Gdynia, Maritime University, Poland.
- Charchalis, A. 2013. *Dimensional Constraints in Ship Design*, Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 20, No.2. Faculty of Marine Engineering, Gdynia Maritime University, Poland.
- Charchalis, A. Krefft, J. 2009. *Main Dimensions Selection Methodology Of The Container Vessels In The Preliminary Stage*, Faculty of Marine Engineering, Gdynia Maritime University, Poland.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, *Program Tol Laut Resmi Diluncurkan*, Siaran Pers, November 4, 2015. www.dephub.go.id/berita/baca/program-tol-laut-resmi-diluncurkan/?cat=Qm_Vya_XRhHfHNIY3Rpb24tNjU=
- Hans Otto Kristensen, 2013. *Statistical Analysis and Determination of Regression Formulas for Main Dimensions of Container Ships based on IHS Fairplay Data*, Technical University of Denmark, Denmark.
- Molland, A. F. 2008. *The Maritime Engineering Reference Book*, Elsevier, Butterworth, Heinemann, Oxford, UK.
- Munro-Smith, R. 1995. *Elements Of Ship Design*, Institute of Marine Engineers, London, UK.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 168 Tahun 2015, tentang Tarif Angkutan Barang Dalam Negeri dan Bongkar Muat Dalam Rangka Pelaksanaan Tol Laut.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM. 161 Tahun 2015, tentang Penyelenggaraan Kewajiban Pelayanan Publik untuk Angkutan Barang di Laut.
- Peraturan Presiden Nomor 106 Tahun 2015, tentang Penyelenggaraan Kewajiban Pelayanan Publik untuk Angkutan Barang Dalam Rangka Pelaksanaan Tol Laut.
- Schneekluth, H. Bertram, V. 1998. *Ship design for efficiency and economy*, Butterworth Heinemann, Oxford, UK.
- Von Dokkum, K. 2003. *Ship Knowledge*, A Modern Ansiklopedia, Netherlands.
- Watson, D.G.M. 1998. *Practical Ship Design*, Elsevier Science, Oxford, UK.