

IDENTIFIKASI RASIO PARAMETER KAPAL PENUMPANG CATAMARAN BERBAHAN FRP

Soegeng Hardjono

Pusat Teknologi Industri dan Sistem Transportasi, BPPT

Gedung II BPPT, Lt 11, Jl. MH. Thamrin 8, Jakarta Pusat

E-mail: soegenghardjono@yahoo.com

Abstract

Parameter ratios are important information for the ship designer in the preliminary design stages. They can be used as a tool to identify the main parameter of vessel and their other technical characteristics. The information about parameter ratios of mono-hull vessel is currently available in Naval Architecture literatures, but it is not the case for the type of twin-hull vessel called catamaran. Having conducted technical analysis in this research, it has been identified that parameter ratios of passenger catamaran vessel made of FRP has values of L / B ratio from 2.52 up to 3.7, L / D ratio from 5.25 up to 11.24, slenderness ratio (Lwl/BwL) from 9 up to 12. Other values of various parameter ratios like B/T, D/T, L √ L, and Displacement/L are also discussed.

Kata kunci : kapal, parameter utama, parameter ratios, catamaran FRP

1. PENDAHULUAN

Kapal *catamaran* mempunyai karakteristik yang berbeda bila dibandingkan dengan kapal *mono-hull* ditinjau dari aspek *parameter* utamanya. Untuk ukuran *displacement* dan panjang kapal yang sama, kapal *catamaran* mampu mempunyai ukuran sarat air (*draught*) yang lebih kecil sehingga kapal *catamaran* ini mampu beroperasi di perairan dengan kondisi kedalaman yang relatif dangkal seperti misal perairan sungai, danau maupun perairan sepanjang pesisir pantai. Kelebihan dari sarat kapal *catamaran* ini didukung pula oleh bahan material yang digunakan yaitu pada umumnya menggunakan bahan material *FRP* (*Fiber Reinforced Plastic*) sebagai material dasar badan kapal (*hull*) maupun struktur bangunan atasnya (*superstructures*). *FRP* mempunyai sifat fisik lebih ringan bila dibandingkan dengan bahan material aluminium maupun baja. Hal ini menyebabkan kapal *catamaran* telah menjadi salah satu moda transportasi air yang terus berkembang dengan pesat di Indonesia karena sesuai dengan karakteristik wilayah perairannya sebagai negara kepulauan yang membentang sepanjang wilayah teritorial Indonesia dengan diperkaya oleh perairan pantai, aliran sungai dan danau.

Parameter ratios merupakan hubungan dimensi utama kapal dalam bentuk rasio L/B, L/D, B/T, D/T dan mempunyai nilai tertentu yang dapat

mencerminkan karakteristik *performance* dari kapal tersebut seperti misal stabilitas, kemampuan olah gerak, dan lain sebagainya. *Parameter ratios* ini sangat bermanfaat dalam proses penentuan dimensi utama panjang (L), lebar (B), tinggi (D), dan sarat kapal (T) pada tahap *preliminary design*. Disamping itu terdapat rasio spesifikasi teknis kapal lainnya diantaranya adalah rasio kecepatan terhadap panjang kapal (V/√L), *displacement* terhadap panjang kapal (Displ/L), *displacement* tarhadap jumlah penumpang (Displ/Pass), kekuatan mesin terhadap volume *displacement* dan kecepatan kapal ($HP \cdot 10^{-3} / (L \cdot B \cdot T)^{2/3} \cdot V^3$). Dengan berdasarkan *owner requirement* seperti misal tinggi sarat air (T) atau kecepatan kapal (V) yang sudah ditentukan oleh *owner* sebagai *input data*, maka melalui tool *parameter ratios* dapat ditentukan dimensi utama kapal lainnya seperti (L),(B),(D), serta spesifikasi teknis kapal lainnya diantaranya jumlah penumpang melalui rasio spesifikasi teknis (Displ/Pass), *Displacement* (Δ) pada sarat muatan penuh melalui rasio (Displ/L), serta kekuatan mesin (*HP*) kapal yang direncanakan melalui rasio ($HP \cdot 10^{-3} / (L \cdot B \cdot T)^{2/3} \cdot V^3$). Saat ini, telah banyak studi dan kajian untuk mengidentifikasi nilai *parameter ratios* khususnya kapal jenis *mono-hull* dari berbagai tipe, baik tipe kapal barang, penumpang, *tanker*, *container*, *ferry* penumpang barang dan lain sebagainya. Namun *parameter ratios* untuk jenis kapal *twin-hull* (*catamaran*) belum pernah dijumpai

diberbagai literatur termasuk kapal *catamaran* berbahan *FRP*. Dalam rangka membantu program pengembangan kapal penumpang *catamaran* di Indonesia khususnya yang berbahan *FRP*, maka makalah ini bertujuan untuk mengidentifikasi *parameter ratios* (*main design parameters ratio*) kapal penumpang *catamaran* berbahan *FRP* yang dapat dimanfaatkan oleh *designer* maupun *owner* sebagai dasar pertimbangan dalam menentukan dimensi utama kapal serta karakteristik teknis lainnya pada tahap *preliminary design*.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan

Secara teori, enam hubungan antar dimensi utama kapal dapat diturunkan dari empat dimensi utama antara lain panjang kapal (L), lebar (B), tinggi (D), dan sarat muat kapal (T). Tiga dari enam hubungan tersebut sudah cukup untuk menentukan baik berat maupun volume kapal (Watson, 1998). Enam hubungan antar dimensi utama tersebut dapat diekspresikan sebagai berikut: $B=f(L)$; $D=f(L)$; $D=f(B)$; $T=f(L)$; $T=f(D)$; dan $T=f(B)$. Sebagai contoh persamaan hubungan antara dimensi utama dengan berat kapal (Δ) dapat diformulasikan dalam bentuk $L(m)=\{(\Delta/L/H)^2 B/T (\partial C_b(1+s))\}^{1/3}$ (Watson, 1998). Dimensi utama panjang kapal (L) pada sarat kapal (T) merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap berat kapal dan tahanan air yang ditimbulkan. Ke empat dimensi utama tersebut mempunyai intensitas pengaruh yang berbeda terhadap *performance* kapal. Urutan *parameter* utama dari yang paling berpengaruh terhadap *performance* kapal hingga yang dibawahnya dapat ditampilkan dalam Tabel 1.

Dalam menentukan *parameter* utama dari kapal yang direncanakan dalam *preliminary design*, terdapat dua metodologi yang lazim digunakan yaitu metodologi dengan mengadop desain kapal yang sudah ada dengan tipe yang sama serta telah terbukti berhasil didalam operasionalnya dan metodologi yang menggunakan analisa statistik untuk mengidentifikasi hubungan antara *parameter* utama kapal dalam bentuk *parameter ratios* seperti misal rasio L/B, L/D, B/T, D/T dan karakteristik teknik lainnya dari data kapal sejenis yang berhasil dikumpulkan. Metode analisis statistik mempunyai kelebihan bila dibandingkan dengan metode *basis ship* terutama bila detail informasi dari *basis ship/parent ship* tidak tersedia. Bahan yang digunakan dalam metode analisis statistik untuk

mengidentifikasi *parameter ratios* adalah berupa data yang memuat *parameter* utama dan karakteristik teknis lainnya dari sejumlah kapal

Tabel 1. Urutan *Parameter Utama* Terhadap Pengaruh *Performance Kapal*

Parameter Utama	Pengaruh Terhadap <i>Performance Kapal</i>
Panjang (L)	<i>Resistance, longitudinal strength, maneuverability, sea keeping, hull volume, capital cost.</i>
Lebar (B)	<i>Transverse stability, hull volume, resistance, maneuverability, capital cost.,</i>
Tinggi (D)	<i>Hull volume, longitudinal strength, transverse stability, capital cost, freeboard.</i>
Sarat (T)	<i>Displacement, transverse stability freeboard, resistance.</i>

Sumber: Parsons, M.G., "Parametric Design", 1998.

penumpang *catamaran* berbahan material *FRP* yang telah dibangun dan berhasil dalam pengoperasianya. Data tentang *parameter* utama dan karakteristik teknis kapal penumpang *catamaran* berbahan *FRP* yang telah berhasil dikumpulkan antara lain berupa dimensi utama panjang (L), lebar (B), Tinggi (D), sarat (T), *displacement* (Δ), kecepatan (V), kekuatan mesin (HP) seperti yang disajikan dalam Tabel 2.

2.2. Metode

Metode untuk mengidentifikasi *parameter ratios* yang diinginkan dilakukan terlebih dahulu dengan melakukan pengumpulan data karakteristik teknis kapal-kapal penumpang *catamaran* yang telah dibangun dan dioperasikan diberbagai perairan di dunia seperti yang tertera dalam Tabel 2

Kemudian secara statistik data tersebut diolah menggunakan *control chart* (X-R Chart) untuk menentukan nilai rasio yang terletak di antara *Upper Limit* (UL) dan *Lower Limit* (LL) dengan formula sebagai berikut :

$$UL = X + A_2 R \text{ dan } LL = X - A_2 R$$

dimana :

X = nilai rata-rata sampel

A₂ = faktor dari sampel

$$A_2 = 3 \sigma / \sqrt{n}$$

(σ = standar deviasi & n = jumlah sampel)

R = range dari sampel

Tabel 2. Data Spesifikasi Teknis 10 Kapal Penumpang Catamaran berbahan FRP

Nama kapal	L (m)	B (m)	D (m)	T (m)	V (knots)	BHP (hp)	Displ (T)	Pass (org)	Bahan
Austhai 1100 cat	10	3.31	1.8	0.85	35	630	6000	32	Frp
Austhai 1100 ferry cat	10	3.31	1.8	0.85	35	700	7900	20	Frp
Austhai 8000 taxi	6.99	3	1.8	0.85	35	400	3550	12	Frp
Austhai 1300 ferry cat	11.59	4.5	1.8	0.85	25	1410	16500	56	Frp
MEC	18.8	4.48	2.05	0.75	25	850	21800	49	Frp
E-12 water taxi	12	4	1	0.5	25	180	5300	14	Frp
LMEC	18.8	4.1	1.55	0.66	23	1200	22550	60	Frp
Barracuda	15.24	6.1	1.71	0.81	16	660	8654	36	Frp
SanayDefa	9.2	2.89	1.67	0.79	30	400	5300	12	Frp
Bricktown	16	6	1.2	0.57	22	1000	7800	82	Frp

Sumber : Crowther Design Pty Ltd (Australia), 2010.

Dari sebaran titik-titik plotting di setiap chart, dilakukan penarikan garis trend berupa kurva regresi linier dan dilengkapi bentuk persamaannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data dari 10 kapal penumpang catamaran berbahan FRP yang berhasil dikumpulkan dari berbagai negara seperti yang tertera dalam Tabel 1, dapat dianalisa berbagai parameter ratios sebagai berikut :

3.1. Parameter Ratios L/B

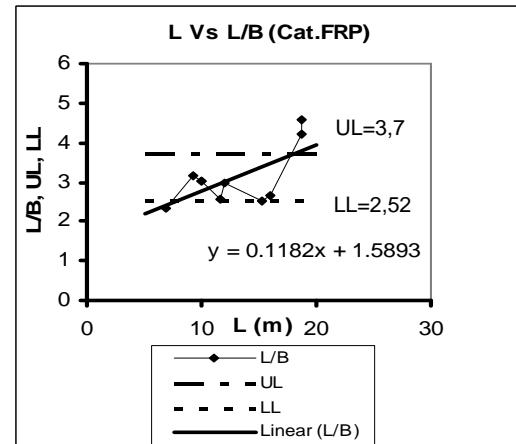
Rasio L/B merupakan parameter penting baik bagi kapal klasik (*mono-hull*) maupun bagi kapal *twin-hull* (*catamaran*), karena rasio ini mempunyai pengaruh terhadap stabilitas, tahanan, dan volume kapal. Namun untuk kapal jenis *twin-hull* atau *catamaran*, rasio L/B mempunyai nilai lebih rendah bila dibandingkan dengan *mono-hull*. Hal ini sebagai konsekwensi dari kebutuhan ruangan yang lebih luas di atas geladak baik untuk mengakomodasi penumpang maupun barang.

Dari hasil analisa diperoleh nilai rasio L/B kapal catamaran FRP berada pada 2.52 s/d 3.70 (Gambar 1), atau nilai rasio rata-2 sekitar 3.11.

Sebagai pembanding, dibawah ini ditampilkan beberapa harga L/B dari beberapa kapal jenis *mono-hull* (Soegeng, 2004) sebagai berikut :

1. Passenger ship : 5.49 - 6.45
2. General Cargo ship : 6.30 - 6.80
3. Tankers ship : 7.10 - 7.25
4. VLCC : 6.50 - 6.40
5. Passenger Catamaran FRP : 2.52 – 3.70

Dari Gambar 1 nampak bahwa nilai L/B untuk penumpang catamaran FRP jauh lebih kecil akibat faktor lebar kapal (B) yang lebih besar. Hubungan antara dimensi utama (L) dengan rasio L/B dapat diformulasikan dalam bentuk persamaan regresi linier $Y=0.1182(X)+1.5893$ atau $L/B = 0.1182(L) + 1.5893$.



Gambar 1. Grafik L Vs

3.2. Parameter Ratios L/D

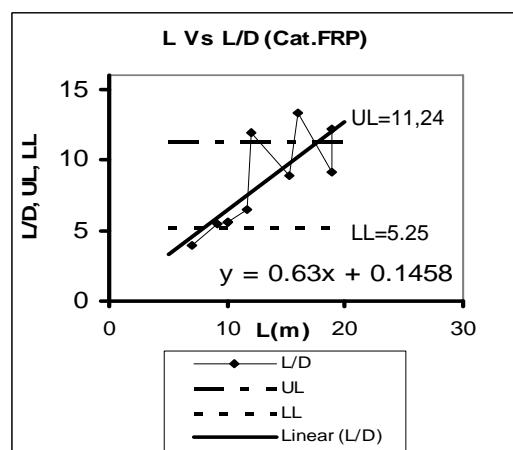
Rasio L/D mempunyai peranan penting terhadap penentuan *freeboard* dan *longitudinal strength* khususnya kelengkungan pada *hull girder* akibat pengaruh *bending moment* yang disebabkan oleh distribusi gelombang dan muatan. Dari hasil analisa, diperoleh nilai rasio L/D kapal penumpang catamaran FRP hasil penelitian berada pada 5.25 s/d 11.24 atau mempunyai nilai L/D (rata-2): 8.24

seperti terlihat dalam Gambar 2.

Sebagai perbandingan, nilai L/D dari berbagai jenis kapal *mono-hull* hasil penelitian dari Von Dokkum 2008 ditampilkan di bawah ini sebagai mana berikut:

1. *Tanker ship* : 10.50 - 12.50
2. *Bulk Carrier ship* : 11.50 - 11.75
3. *Container ship* : 10.60 - 10.70
4. *Passenger Catamaran FRP* : 05.25 - 11.24

Dari Gambar 2 nampak bahwa nilai L/D kapal penumpang *catamaran FRP* mempunyai nilai terendah dengan capaian (rata-2): 8.24. Hal ini mengidentifikasi bahwa dimensi panjang kapal *catamaran* (L) mempunyai ukuran relatif lebih kecil dibandingkan dimensi panjang kapal *mono-hull* untuk dimensi tinggi kapal (D) yang sama. Namun luas *deck area* kapal *catamaran* jauh lebih luas akibat dimensi lebar kapal (B) yang lebih besar. Dari Gambar 2 dapat diformulasikan persamaan regresi linier untuk hubungan antara dimensi utama (L) dengan rasio L/D dalam bentuk $Y=0.63(X)+0.1458$ atau $L/D=0.63(L)+0.1458$.



Gambar 2: Grafik L Vs L/D

3.3. Parameter Ratios B/T

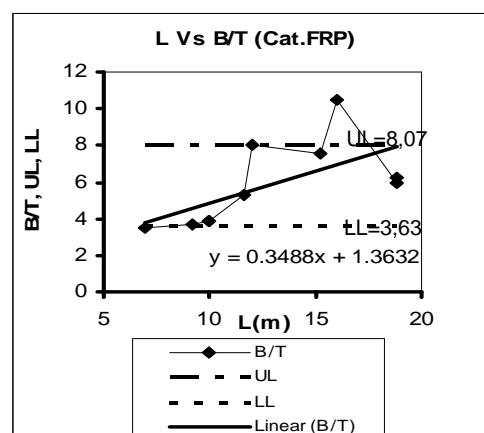
Parameter ratios *nondimensional* B/T merupakan faktor yang berpengaruh terhadap tahanan sisanya (*residuary resistance*) seperti *Eddy making resistance*, stabilitas melintang, dan permukaan basah (*wetted surface*) yang berdampak kepada tahanan gesek (*frictional resistance*) yang ditimbulkan. Semakin tinggi rasio B/T semakin tinggi tahanan sisanya. Dari hasil analisa, diperoleh nilai rasio B/T kapal penumpang *catamaran FRP* dari 3.63 s/d 8.07 seperti terlihat dalam Gambar 3. Sebagai perbandingan, nilai rasio B/T dari berbagai jenis kapal *mono-hull* lainnya yang dapat

ditampilkan adalah sebagai berikut (Soegeng, 2004)

1. *Passenger ships* : 3.28 - 4.04
2. *General cargo ships* : 2.10 - 2.80
3. *Tankers* : 2.40 - 2.60
4. *VLCC* : 2.40 - 2.60
5. *Passenger Catamaran FRP* : 3.63 - 8.07

Dari Gambar 3 nampak bahwa nilai rasio B/T dari kapal penumpang *catamaran FRP* mempunyai tingkat nilai tinggi rata-2 mencapai 5.85 yang berarti kapal *catamaran* mempunyai *draught* (sarang) sangat rendah mendekati 1/6 tinggi kapal (D).

Hubungan antara dimensi utama (L) dengan rasio B/T dapat diformulasikan dalam persamaan regresi linier dalam bentuk $Y=0.3488(X)+1.3632$ atau $B/T=0.3488(L)+1.3632$.



Gambar 3. Grafik L Vs B/T

3.4. Parameter Ratios D/T

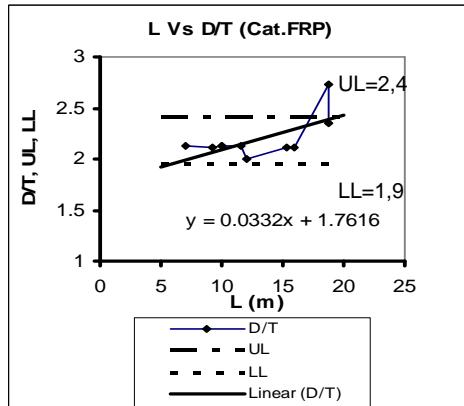
Parameter ratios D/T bermanfaat untuk menyakinkan bahwa dengan tinggi ketinggian (D) kapal mempunyai *freeboard* yang cukup dan memenuhi nilai yang disyaratkan oleh peraturan yang berlaku. Nilai D/T hasil penelitian berada pada 1.9 s/d 2.4 atau rata-2 mencapai 2.15. Sebagai perbandingan, di bawah ini ditampilkan beberapa nilai D/T dari kapal *mono-hull* berbagai jenis sebagai berikut (Soegeng, 2004) :

1. *Passenger ship* : 1.33 - 1.85
2. *General cargo ship* : 1.35 - 1.57
3. *Tankers* : 1.28 - 1.31
4. *VLCC* : 1.28 - 1.33
5. *Passenger Catamaran FRP* : 1.90 - 2.40

Hasil analisis pada Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai D/T untuk passenger *catamaran FRP* hasil penelitian lebih tinggi dibandingkan dengan mayoritas nilai D/T kapal *mono-hull* secara umum. Ini berarti bahwa sarat kapal *catamaran* jauh lebih

kecil bila dibandingkan dengan sarat *mono-hull* untuk nilai tinggi D yang sama atau kurang lebih mencapai D/T (rata-2) diatas nilai 2 sedangkan D/T *mono-hull* (rata-2) berada disekitar 1.5. Hal ini berarti pula kapal *catamaran* mampu meyakinkan untuk mempunyai nilai *freeboard* yang cukup.

Dari Gambar 4, dapat diformulasikan persamaan regresi linier untuk hubungan antara dimensi utama (L) dengan rasio D/T dalam bentuk $Y=0.0332(X)+1.7616$ atau $D/T=0.0332(L)+1.7616$.

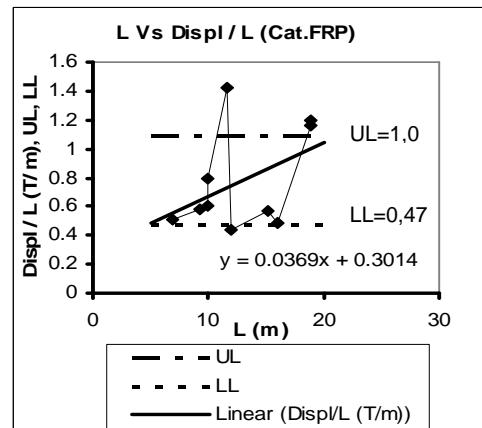


Gambar 4. Grafik L Vs D/T

3.5. Parameter Ratios Displ/L

Parameter ratios Displ/L dari hasil analisis seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5 mempunyai nilai dari 0.47 s/d 1.0 atau mencapai nilai (rata-2): 0.735. Hal ini berarti setiap kenaikan dimensi panjang kapal (L) setiap meter mengakibatkan kenaikan berat (*displacement*) kapal sebesar 0.735 ton.

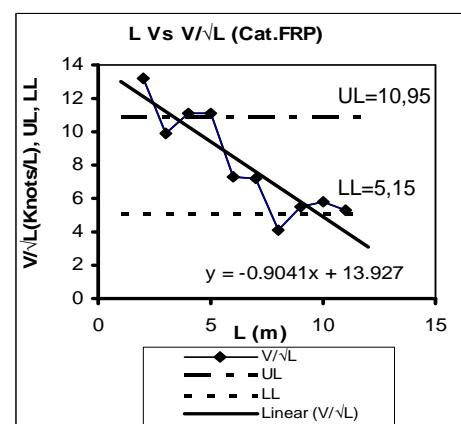
Dibandingkan dengan kapal *mono-hull* berbahan baja, untuk kapal *mono-hull* tipe passenger ship mencapai kenaikan berat sekitar 70 ton per kenaikan 1 (satu) meter panjang (L) (Soegeng, 2004). Dari Gambar 5 dapat diformulasikan persamaan regresi linier untuk hubungan antara dimensi utama (L) dengan rasio Displ/L dalam bentuk formula $Y=0.0369(X)+0.3014$ atau $\text{Displ}/L=0.0369(L)+0.3014$. Informasi ini dapat dipertimbangkan sebagai masukan pada saat menyiapkan suatu putusan untuk menetapkan dimensi ukuran utama khususnya panjang kapal (L) karena panjang kapal merupakan dimensi paling berpengaruh terhadap harga kapal.



Gambar 5. Grafik L Vs Displ/L

3.6. Parameter Ratios V/\sqrt{L}

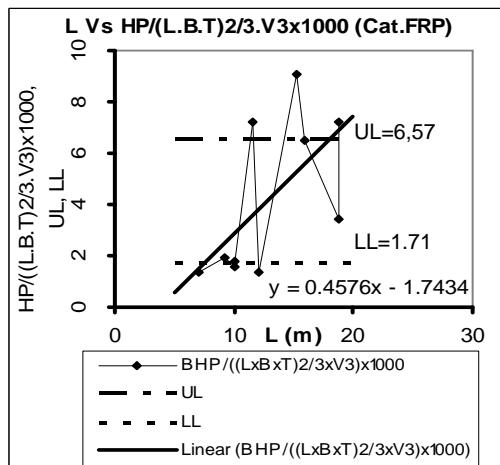
Hasil analisis parameter ratios V/\sqrt{L} seperti yang terlihat pada Gambar 6, menunjukkan bahwa nilai V/\sqrt{L} berada pada 5.15 s/d 10.95 atau mempunyai nilai rata-2 mencapai 8.05. Sedangkan persamaan regresi linier yang dapat diformulasikan dalam bentuk $Y=-0.9041(X)+13.927$ atau $V/\sqrt{L}=-0.9041(L)+13.927$. Dari persamaan regresi linier tersebut nampak bahwa gradien persamaan linier mempunyai tanda negatif. Hal ini mengidentifikasi bahwa garis tersebut semakin menurun seiring dengan per tambahan nilai (L). Hal ini disebabkan pertambahan panjang (L) relatif lebih besar dari pertambahan kecepatan kapal dimana faktor dimensi (L) berpengaruh sangat *significant* terhadap pertambahan tahanan gesek (*friction resistance*) yang terjadi.



Gambar 6. Grafik L Vs V/sqrt(L)

3.7. Parameter Ratios $HP/(L \cdot B \cdot T)^{2/3} \times V^3 \times 10^3$

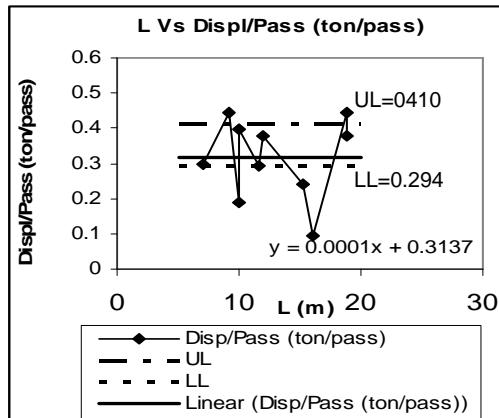
Dari hasil analisis untuk parameter ratios $HP/(L \cdot B \cdot T)^{2/3} \times V^3 \times 10^3$ seperti yang disajikan pada Gambar 7 nampak bahwa nilai rasio $HP/(L \cdot B \cdot T)^{2/3} \times V^3 \times 10^3$ berada di antara 0.171×10^2 dan 0.657×10^2 atau mencapai nilai (rata-2): 0.414×10^3 . Sedangkan persamaan regresi linier dapat diformulasikan dalam bentuk $Y = 0.4576(X) - 1.7434$, atau $HP/(L \cdot B \cdot T)^{2/3} \times V^3 \times 10^3 = 0.4576(L) - 1.7434$.



Gambar 7. Grafik L Vs $HP/(L \cdot B \cdot T)^{2/3} \times V^3 \times 10^3$

3.8. Parameter Ratios Displ/Pass

Hasil analisis parameter ratios untuk $Displ/Pass$ menunjukkan bahwa nilai rasio berada pada 0.294 s/d 0.410 atau mencapai nilai rata-2 sekitar 0.352. Persamaan regresi linier pada Gambar 8 dapat diformulasikan dalam bentuk $Y = 0.0001(X) + 0.3137$ atau $Displ/Pass = 0.0001(L) + 0.3137$.



Gambar 8. Grafik L Vs $Displ/Pass$

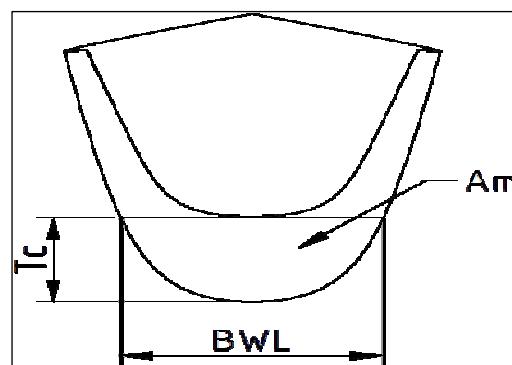
Nampak bahwa gradien pada persamaan tersebut mempunyai sudut kemiringan (tangensial) yang sangat kecil mendekati 0° . Ini berarti pertambahan dimensi panjang kapal (L) mempunyai nilai rasio $Displ/L$ relatif konstant. Dapat disimpulkan bahwa tiap pertambahan 1 m panjang kapal akan mempunyai nilai rasio yang konstant sekitar 0.352 ton per pass (orang).

3.9. Parameter Ratios Slenderness L_{wl}/B_{wl} dan Bentangan Catamaran BCB.

Komposisi dan susunan dua badan kapal yang membentuk catamaran mempunyai jarak rentangan yang proposional secara teknis. Berdasarkan kajian pendekatan yang telah dilakukan oleh seorang *boatbuilder* dari UK Terho Halme telah memformulasikan beberapa formula rasio *slenderness* dan jarak bentangan kedua *hull* (badan kapal) dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.9.1. Parameter ratios slenderness L_{wl}/B_{wl}

Rasio *slenderness* merupakan perbandingan antara lebar penampang tengah kapal pada garis air B_{wl} dengan sarat kapal T atau T_c seperti dalam gambar 9 dibawah ini. Rasio *slenderness* (*kelangsingan*) LBR atau *Length to Breadth Ratio* setiap setiap *hull* akan berpengaruh terhadap besar tahanan kapal dan mesin yang akan digunakan. Rasio *slenderness* yang digunakan untuk *cruiser* menurut penelitian yang dilakukan oleh Terho Halme, 2010 dalam paper penelitiannya yang berjudul "*Catamaran Hull Design Formula*" umumnya mempunyai nilai antara 9 s/d 12.

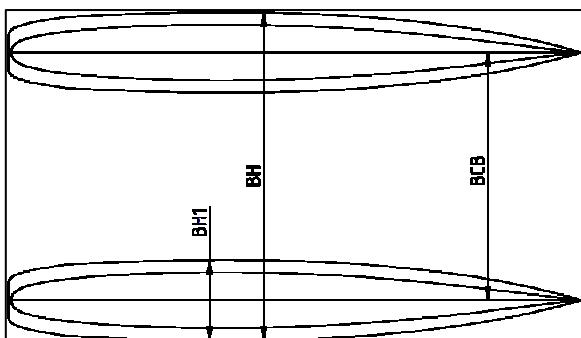


Gambar 9. Penampang Melintang catamaran

3.9.2. Bentangan kedua *hull* catamaran BCB

Jarak bentangan kedua *hull* seperti yang ditunjukkan

pada Gambar 10 dapat ditentukan berdasarkan rumus $BH=BH1 + BCB$ dimana: BH adalah lebar *catamaran* (B) sedangkan BH1 adalah lebar setiap *hull*. Sedangkan BCB adalah jarak bentangan kedua *hull catamaran* yang diukur dari kedua *center line* masing-masing *hull*. Lebar BH1 dapat ditentukan berdasarkan rumus pendekatan diantaranya berdasarkan *basic equations and parameters of catamaran boat design* dari Terho Halme dan *ISO boat standard* dengan formula : $BH1=1.4xBwl$, sehingga BCB dapat ditentukan.



Gambar 10. Bentangan Kedua *Hull Catamaran* BCB

3.9.3. Koefisien *midship* Cm

Koefisien *midship* mempunyai hubungan secara linier dengan besarnya *displacement* (berat) kapal. Secara empiris dari hasil eksperimen dari Michael G. Persons, 1998, besar Cm untuk penampang melintang berbentuk *Ellips* adalah 0.785, sedangkan untuk penampang melintang berbentuk V-section adalah 0.5. Untuk mengurangi pengaruh yang akan berpengaruh terhadap tahanan gesek air (*friction resistance*) disarankan untuk menggunakan penampang berbentuk *Ellips* yaitu dengan $Cm=0.785$.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *statistical analysis* atas *parameter utama* dari sejumlah kapal penumpang *catamaran* berbahan material *FRP* yang berhasil dikumpulkan, dapat diidentifikasi nilai *parameter ratios* kapal penumpang *catamaran* berbahan *FRP* sebagaimana berikut ini: $L/B=2.52-3.7$; $L/D=5.25-11.24$; $B/T=3.63-8.07$; $D/T=1.9-2.4$; $Displ/L=0.47-1.0$; $V/\sqrt{L}=5.15-10.95$; $HP/(L.B.T)^{2/3} \times V^3 10^3$. Sedangkan nilai kerampingan badan kapal Lwl/Bwl (*hull slenderness*) berada pada nilai 9 sampai dengan 12 dan nilai lebar geladak setiap *hull* $BH1=1.4Bwl$. Berdasarkan *owner requirement* sebagai *input data* seperti misal sarat kapal (T) yang sudah ditentukan oleh *owner*, maka dengan

menggunakan *parameter ratios* nilai *parameter utama* kapal beserta karakteristik teknis lainnya dapat ditentukan. Dikarenakan hasil *parameter ratios* hasil analisis telah teridentifikasi berupa *range nilai*, maka nilai *parameter utama* yang dihasilkan bisa dibuat variatif dengan cara iterasi hingga mendapatkan *parameter utama* yang dikehendaki. Tentunya untuk memperoleh hasil *parameter utama* yang sempurna, disarankan perlunya uji coba model di tangki hidrodinaika untuk mengetahui *performance* kapal seperti yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Jan P.M., 2007, "Statistical Data of Hull Main Parameter Useful for Preliminary Design of SWATH Ships", Gdansk Polish Naval University, Gdansk.
- Kennell, C.G., 1985 : "SWATH Ship Design Trend", London: RINA International Conference on SWATH Ship and Advanced Multi-Hull Vessel, London, UK.
- Parson, M.G., and Singer, D.J., 1998, "Michigan Conceptual Ship Design Software Environment-User's Manual,"University of Michigan, Department of Naval Architecture and Marine Engineering, Report No.338.
- Person, M.G., Singer, D.J. and Sauter,JA.,1999, "A Hybrid Agent Approach for Set Based Conceptual Ship Design," Proceedings of the 10 th ICCAS, Cambrige, MA.
- Soegeng Hardjono, 2004, "Kajian Penetuan Rasio Parameter Kapal Penumpang Tipe Monohull," Warta Penelitian Perhubungan", No.03/ THN.XVI/ 2004, p.58-66.
- Terho Halme's, 2010." Catamaran Hull design Formula", Catalac Catamaran papers., UK.
- Von Dokkum, 2008, "Ship knowledge: Ship Design Construction and Operation", 5th Dokmar Maritime Publisher, The Netherlands.
- Watson,D.G.M.,1998, "Practical Ship Design," Elsevier Science Ltd, Oxford, UK.