

Perencanaan Water Bus *Double Hull Fiberglass* Kapasitas Angkut 35 Orang

Amir Marasabessy^{1*}, Adella Hotnyda², Ahmad Zayadi³

¹Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jakarta.

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jakarta

³Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Dan Sains Universitas Nasional, Jakarta 12520

*Korespondensi penulis: amir141161@gmail.com

Abstrak. *Water bus* merupakan sarana transportasi angkutan penumpang pada pelayaran sungai atau danau yang saat ini dapat dikategorikan masih dalam jumlah yang belum signifikan jika dibandingkan dengan keberadaan sungai yang ada di wilayah Indonesia sehingga masih diperlukan pengembangan armada water bus berbahan fiberglass dan dari segi disain dapat dikatakan belum memaksimalkan faktor teknis dan ekonomis. Tujuan penelitian adalah desain prototipe model *water bus double hull fiberglass* yang memenuhi faktor teknis dan ekonomis. Metode yang digunakan pada tahapan preliminary disain adalah metode optimasi untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum berdasarkan data kapal pembanding yang telah diregister pada tahap basic disain dan optimation *design approach* untuk menghasilkan nilai optimum dari kriteria tertentu (*objective function*) dengan menentukan parameter yang harus dipenuhi dan menetapkan batasan-batasan (*constraint*) agar dapat meminimalkan engine power serta dapat digunakan untuk analisis tahapan basic disain serta perhitungan/gambar lines plan dan general arrangement menggunakan program. Hasil penelitian berupa prototipe model *water bus double hull fiberglass* tipe OBM yang dibuat dalam bentuk miniatur dengan ukuran Panjang (Loa) = 16,00 m, Panjang (Lwl) = 14,61 m, Lebar 5,26 m, Tinggi (H) 1,50 m dan sarat air (T) 0,70 m, kecepatan (V) 17 knot dan kapasitas engine 2×175 HP.

Kata kunci: *water bus*, prototipe, *double hull*.

Abstract. *Water bus* is transportation facility of passengers on bringing on the river with now days can be classified which still unnumber significantly if compared with river condition which there has been in Indonesia area then still needed establishment of water bus transportation from the fibre glass material and from design corner can be said still unmaximal it is seen from design from technical and economic factors. Purpose of research is prototype design of water bus double hull fiberglass that fullfill technical and economical factor. The aim of this research is made prototype model of water bus double hull form fibre glass material which to full fill technical and economical factor. The method that's used on the step of preliminary design is optimisation for defining the main demension of ship which is optimum based on ship comparing that has ben registered on the step of basic design and optimation design approach for resulting the optimum value with parameter defined which have to fullfill and set up the limits in order can me minimal engine power and also can be the step of basic design also the calculation of lines plan and general arrangement by using programming. The result of research is prototype model of water bus double hull from fiberglass material with OBM type which is built in miniatur shape with of (Loa) = 16.00 m, (Lwl) = 14.61 m, Width 5.26 m, (H) 1.50 m and water level (T) 0.70 m, speed 17 knots and engine capacity 2×175 HP.

Keywords: *water bus*, prototipe, *double hull*.

PENDAHULUAN

Water bus merupakan salah satu sarana transportasi angkutan penumpang dan barang melalui pelayaran sungai/danau. Keberadaan *water bus* yang beroperasi pada perairan

sungai dan danau di wilayah Indonesia dapat dikategorikan masih dalam jumlah belum signifikan jika dibandingkan dengan keberadaan beberapa sungai yang terdapat di kota-kota besar di Indonesia sehingga masih diperlukan pengembangan armada *water bus*, yang disesuaikan dengan rencana strategi nasional dalam pengembangan daerah pariwisata di berbagai wilayah Indonesia untuk pelayanan bagi para wisatawan mancanegara.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya adalah perencanaan kapal ikan sederhana berbahan *fiberglass*, LPPM UPNVJ (2010) dan kajian desain dan produksi kapal patroli *fiberglass*, Disnaker BLKI Provinsi Banten (September 2015) serta kajian desain dan produksi kapal pesiar *fiberglass*, Disnaker BLKI Provinsi Banten (September 2015).

Pengadaan barang dan jasa berupa desain dan produksi *water bus* yang ada saat ini masih belum memaksimalkan faktor teknis dan ekonomis dalam hal penentuan besaran kecepatan dan tenaga motor induk. Selama ini besaran kecepatan dan tenaga motor induk nilainya dalam spesifikasi teknis selalu diberikan dengan nilai interval dan untuk menghindari sanksi denda maka galangan kapal pembangun dalam pemilihan tenaga motor induk selalu memilih lebih besar agar kecepatan kapal yang diperoleh sedikit lebih besar dari yang direncanakan. Akan tetapi kondisi ini yang mengakibatkan tidak ekonomis dalam perencanaan *water bus* karena dengan pemilihan motor induk yang lebih besar untuk pemenuhan kecepatan kapal tersebut membuat harga mesin induk menjadi lebih mahal, konsumsi bahan bakar menjadi besar dan secara teknis berpengaruh pada penempatan mesin induk di ruang kamar mesin.

Tujuan dari penelitian ini adalah Merencanakan *water bus doble hull* kapasitas angkut 35 orang berbahan *fiberglass* pada tahapan *preliminary design* dengan mempertimbangkan faktor teknis dan ekonomis dengan membuat model prototipe dalam bentuk miniatur.

Dalam perencanaan, bentuk lambung (*hull*) akan dibuat berbeda dengan *water bus* lainnya dengan meminimalkan tahanan kapal melalui analisis tahanan untuk memperoleh kepastian besaran kecepatan kapal dan tenaga motor induk yang optimum serta analisis trim dan stabilitas untuk memastikan kondisi kapal saat beroperasi memiliki stabilitas yang baik. Untuk membuat prototipe *water bus double hull fiberglass* dalam bentuk miniatur maka dalam perencanaan akan dilakukan perhitungan dan pembuatan gambar rencana garis (*lines plan*), rencana umum (*general arrangement*).

BAHAN DAN METODE

Bahan Kayu dan Gel coat

Bahan yang digunakan untuk pembuatan model prototipe antara lain bahan kayu berupa melamin 3 mm, ring kayu 2 x 3 cm berikut bahan pendukung lainnya dan bahan *gel coat* berupa resin yukalac 157, pigment, cobalt, herosil dan katalis.

Metode Optimasi Preliminary Desain

Untuk mengurangi dan meminimalisasi ketidaksesuaian suatu desain terhadap *owner requirement* pada tahap *preliminary* desain perlu dilakukan studi dengan metode optimasi dalam menentukan ukuran utama kapal dan *hull form* yang optimal berdasarkan data kapal pembanding yang telah diregister pada tahap *basic design* [1] Sedangkan *optimization design approach*, sebagai suatu alternatif untuk menghasilkan nilai optimum dari kriteria tertentu (*objective function*) dengan menentukan parameter yang harus dipenuhi dan menetapkan batasan-batasan (*constraint*) agar dapat meminimalkan *engine power* serta dapat digunakan untuk analisis tahapan *basic design* [2].

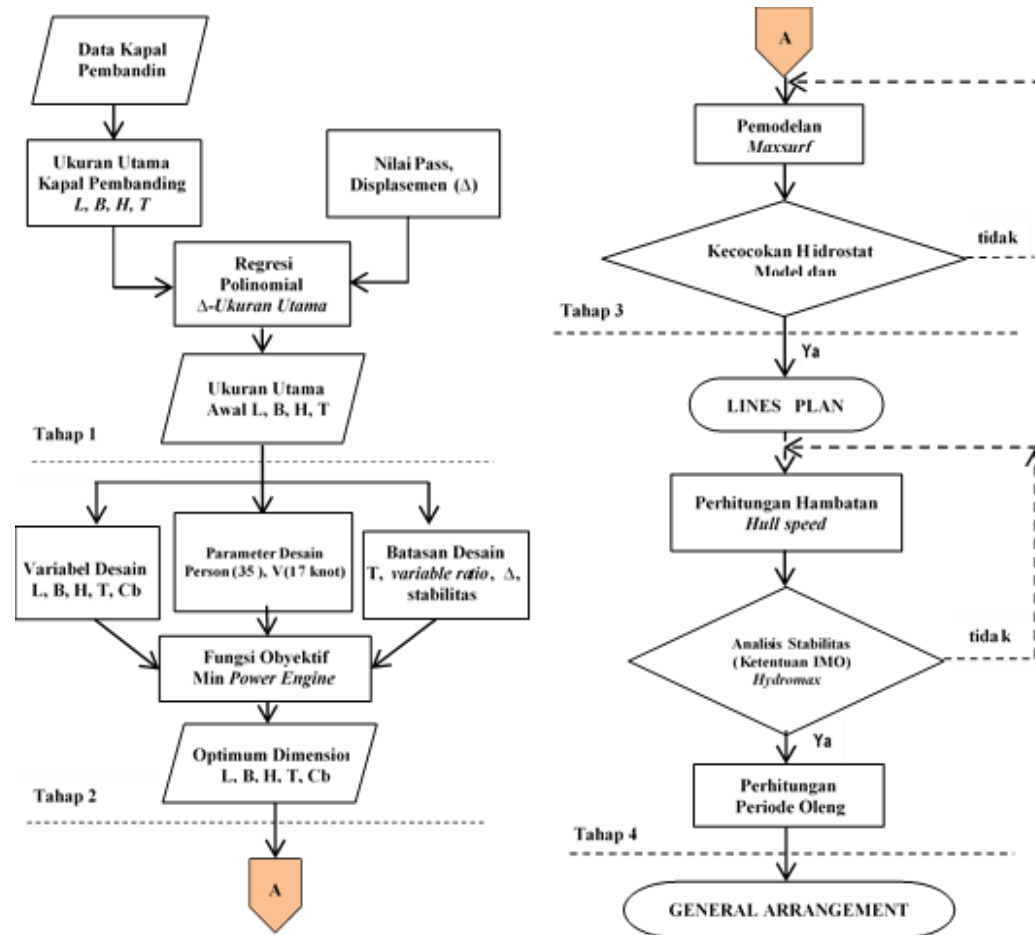
Tahapan Perencanaan

Untuk melakukan desain prototype model *water bus double hull* berbahan *fiberglass* dengan kapasitas angkut 35 orang pada tahapan *preliminary design* maka sebagai tahap awal perencanaan dalam kegiatan penelitian ini adalah membuat perencanaan sesuai tahapan 1 hingga 4. Sebagaimana diperlihatkan pada gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Kapal Pemanding

Tahap awal awal adalah proses pengolahan data dilakukan dengan menggunakan parameter pemanding/data kapal pemanding dari jenid water bus berbahan *fiberglass*, sesuai tabel 1.



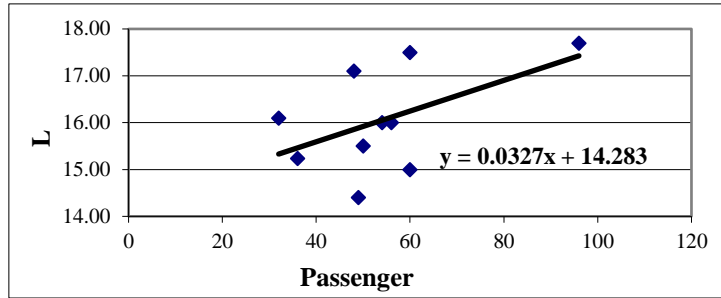
GAMBAR 1. Preliminary design tahap 1, 2, 3 dan 4

TABEL 1. Data kapal pemanding

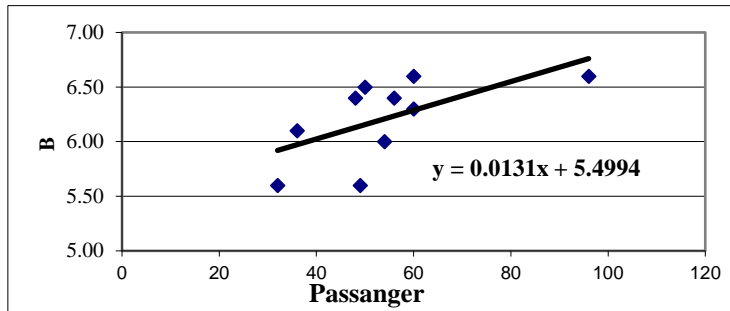
No.	Nama Kapal	Passenger (orang)	L (m)	B (m)	H (m)	T (m)	FBR (m)	V (knot)
1	Clipper III	49	14.400	5.600	1.700	0.700	1.000	28.000
2	Barracuda	36	15.240	6.100	1.700	0.810	0.890	24.000
3	Wawahia	48	17.100	6.400	1.750	0.800	0.950	28.000
4	Clipper V	96	17.700	6.600	1.750	0.800	0.950	30.000
5	Crew change 16	32	16.100	5.600	1.500	0.650	0.850	28.000
6	Derektor 16	54	16.000	6.000	1.800	1.100	0.700	25.000
7	Clipper IV	60	17.500	6.600	1.800	0.800	1.000	24.000
8	Orca 16	50	15.500	6.500	1.900	0.900	1.000	24.000
9	James Grant	56	16.000	6.400	1.900	1.000	0.900	25.000
10	Fast launch	60	15.000	6.300	1.800	0.800	1.000	25.000
Hasil Regresi			15.143	5.5245	1.514	0.702	0.81155	18.000175

Pengolahan Data

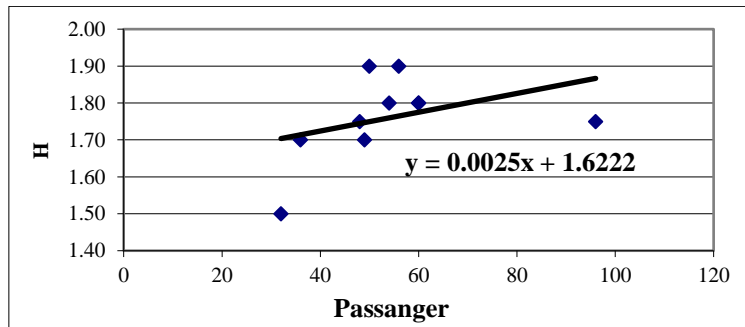
Dari data-data pemanding *water bus* yang diperoleh dilapangan, selanjutnya dilakukan proses *regresi polinomial* antara ukuran utama kapal pemanding (L), (B), (H) dan (T) dengan jumlah passanger, dengan hasil sebagaimana diperlihatkan pada gambar 2 hingga 5 [3].



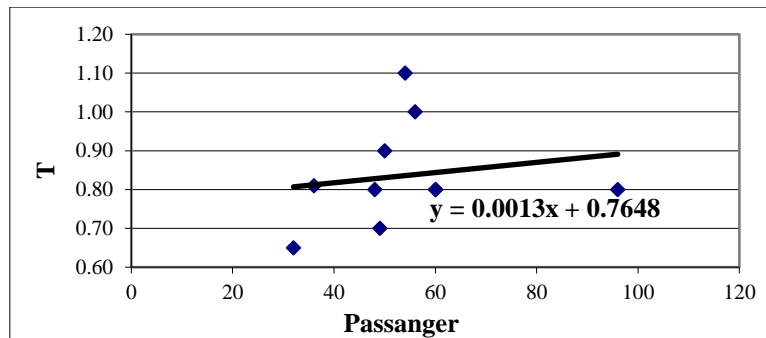
GAMBAR 2. Regresi polinomial ukuran utama kapal (**L**) terhadap nilai Passenger.



GAMBAR 3. Regresi polinomial ukuran utama kapal (**B**) terhadap nilai Passenger.



GAMBAR 4. Regresi polinomial ukuran utama kapal (**H**) terhadap nilai Passenger.



GAMBAR 5. Regresi polinomial ukuran utama kapal (**T**) terhadap nilai Passenger.

Nilai ukuran utama awal (*initial value*) variabel desain dari proses *regresi polinomial* yang didapat adalah:

- Panjang (L_{pp}) = 15.14 [m]
- Lebar (B) = 5.52 [m]
- Tinggi (H) = 1.51 [m]
- Sarat (T) = 0.70 [m]
- C_b = 0.56 (ditentukan)

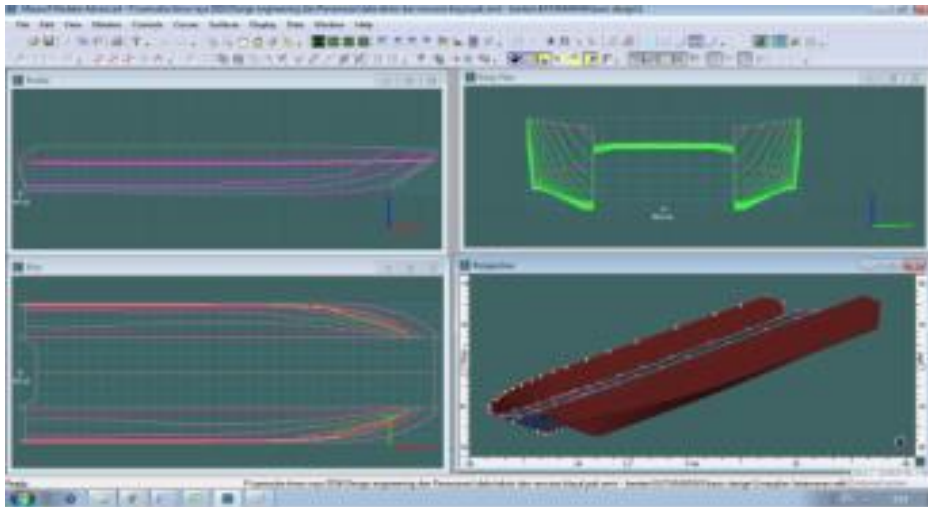
Optimasi Variasi Ukuran Utama Kapal

Berdasarkan variabel desain dari proses *regresi polinomial* dilanjut dengan menentukan variasi perbandingan ukuran utama kapal dengan 120 varian, maka dapat ditentukan nilai ukuran utama kapal yang optimum sebagai berikut^[4]:

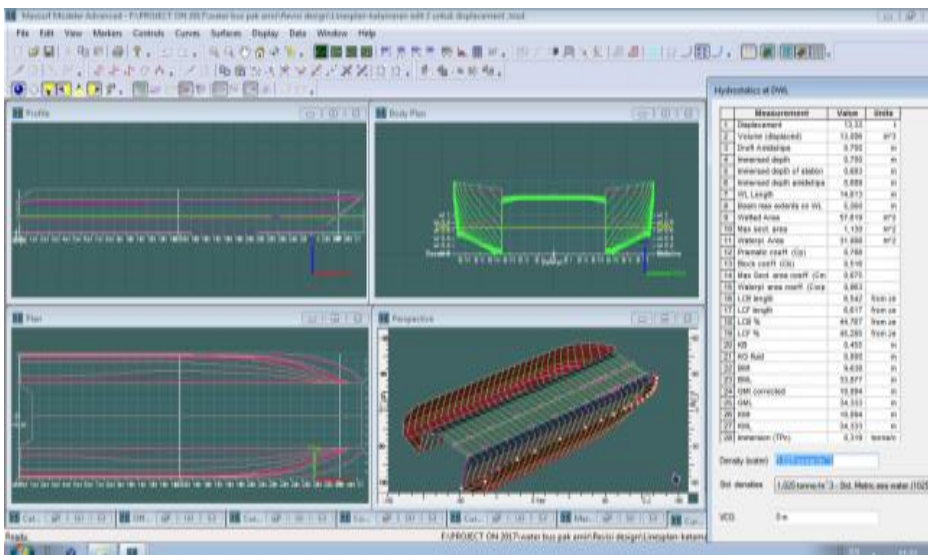
- Panjang (Lwl) = 15.40 [m]
- Lebar (B) = 5.40 [m]
- Tinggi Deck (H) = 1.50 [m]
- Draft . Sarat (T) = 0.70 [m]
- Displacement = 13.20 [ton]
- Coefficient block (Cb) = 0.55

Pemodelan Menggunakan Maxsurf

Setelah mendapatkan set ukuran utama dari proses optimasi maka dilakukan pemodelan dengan menggunakan maxsurf modeler V8i sesuai gambar 5. Pemodelan hull mengacu pada lines plan kapal pembeding existing [5].



GAMBAR 6. Pemodelan menggunakan maxsurf modeler V8i.



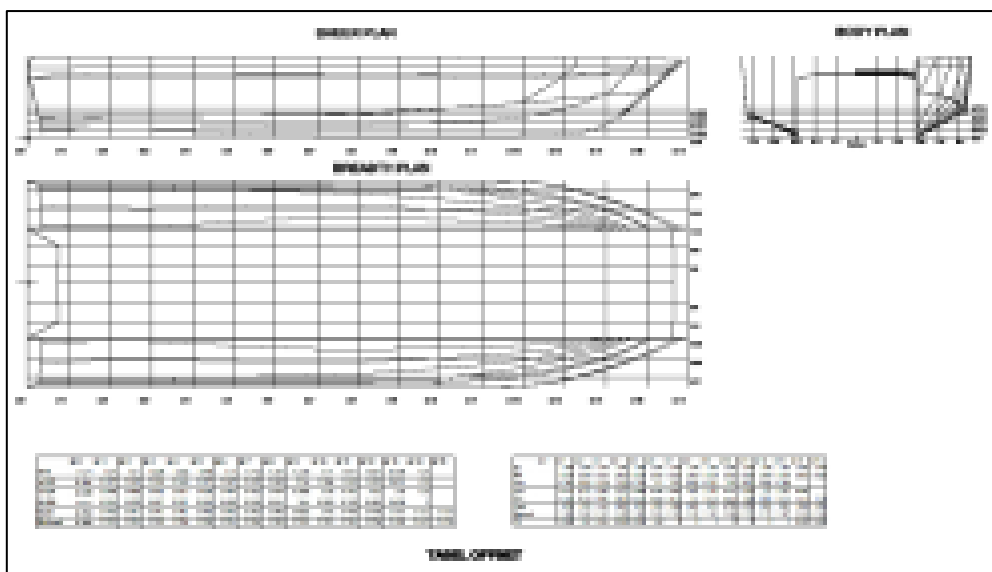
GAMBAR 7. Pengecekan kecocokan model *calculate hydrostatic*.

Kecocokan model dalam segi ukuran utama kapal dan karakteristik kapal dengan melihat pada item *calculate hydrostatic* pada *Maxsurf*, sesuai gambar 6, dan selanjutnya dilakukan perbandingan nilai prosentase data kapal dari proses optimasi solver dengan data dari *maxsurf*, sesuai tabel 2 [6].

TABEL 2. Nilai hidrostatik dari model yang direncanakan.

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Displacement	13,33	t
2	Volume (displaced)	13,006	m ³
3	Draft Amidships	0,700	m
4	Immersed depth	0,700	m
5	Immersed depth of station with max area	0,683	m
6	Immersed depth amidships	0,689	m
7	WL Length	14,613	m
8	Beam max extents on WL	5,260	m
9	Wetted Area	57,619	m ²
10	Max sect. area	1,130	m ²
11	Waterpl. Area	31,088	m ²
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,788	
13	Block coeff. (Cb)	0,516	
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,675	
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,863	
16	LCB length	6,542	from zero pt. (+ve fwd) m
17	LCF length	6,617	from zero pt. (+ve fwd) m
18	LCB %	44,767	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
19	LCF %	45,285	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
20	KB	0,455	m
21	KG fluid	0,000	m
22	BMt	9,638	m
23	BML	33,877	m
24	GMt corrected	10,094	m
25	GML	34,333	m
26	KMt	10,094	m
27	KML	34,333	m
28	Immersion (TPc)	0,319	tonne/cm
29	MTc	0,313	tonne.m
30	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	2,348	tonne.m
31	Length:Beam ratio	5,931	
32	Beam:Draft ratio	3,520	
33	Length:Vol ^{0.333} ratio	6,214	
34	Precision	High	123 stations

Dengan menginput data ukuran utama kapal berupa panjang kapal (Loa), (Lpp), lebar kapal (B), Tinggi geladak (H), tinggi sarat (T), coefisien blok dan *frames space* pada program *maxsurf* diperoleh gambar rencana garis (*lines plan*), sebagaimana yang di perlihatkan pada gambar 7.

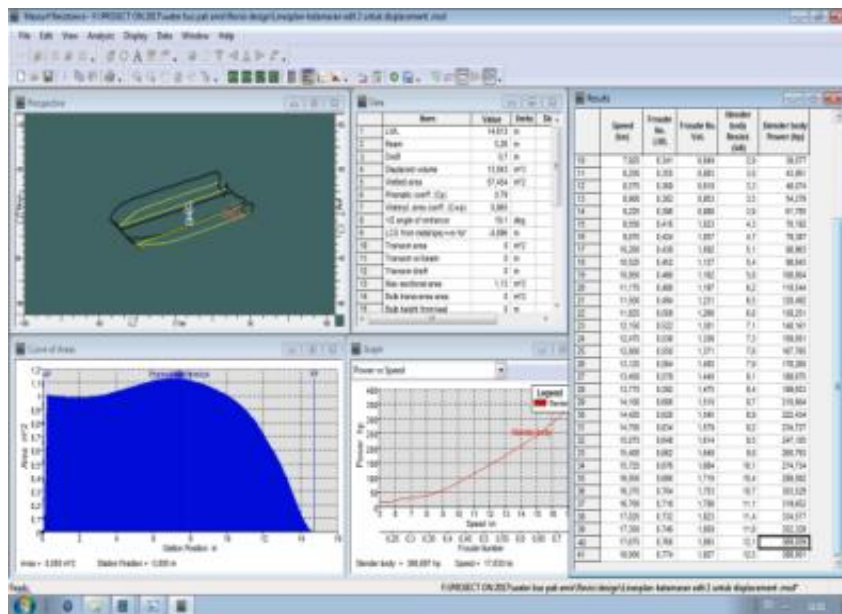


GAMBAR 8. Lines plan.

Analisis Data Model

Untuk menentukan besarnya daya mesin yang dibutuhkan guna menggerakkan kapal dengan kecepatan tertentu dibutuhkan perhitungan tahanan lambung kapal berdasarkan data faktor bentuk dan nilai hidrostatis dari bentuk lambung kapal sesuai dengan rencana garis (*lines plan*) kapal [7].

Perhitungan hambatan kapal, sesuai dengan karakteristik dari bentuk badan kapal (*hull form*) *water bus* maka analisis hambatan menggunakan metode “Slender Body”. Perhitungan hambatan menggunakan *software* “*Hull Resistance*” dengan input: *Analysis speed* 5 s/d 18 knot, sesuai gambar 8 [8].



GAMBAR 9. Hasil running software hull resistance.

Adapun hasil perhitungan *Resistance* dan *Power* dengan menggunakan *software maxsurf hull resistance*, diperoleh tahanan sebesar 11.4 kN pada kecepatan 17 knot dengan *power* sebesar 335 Hp \approx 350 Hp.

Analisis Stabilitas Menggunakan Software Hydromax

Sebelum melaksanakan analisis stabilitas awal pada kondisi 100 % *load*, perlu menghitung karakteristik lambung kapal yang digambarkan dalam bentuk kurva dan data hidrostatik. Melalui *software maxsurf stability advanced* dan dari model yang dirancang melalui *maxsurf modeller*, di dapatkan data hidrostatik sesuai tabel 3.

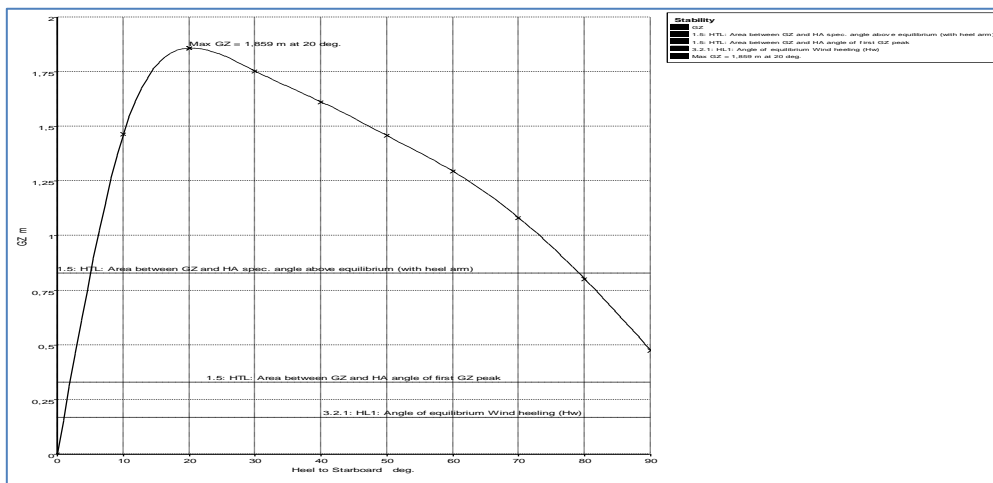
Tabel 3. Data hidrostatik software maxsurf stability advanced.

Draft Amidships m	0,700	KB m	0,455
Displacement t	13,36	KG m	0,700
Heel deg	0,0	BMt m	9,611
Draft at FP m	0,700	BML m	33,865
Draft at AP m	0,700	GMt m	9,366
Draft at LCF m	0,700	GML m	33,620
Trim (+ve by stern) m	0,000	KMt m	10,066
WL Length m	14,613	KML m	34,320
Beam max extents on WL m	5,260	Immersion (TPc) tonne/cm	0,319
Wetted Area m ²	57,431	MTc tonne.m	0,307
Waterpl. Area m ²	31,086	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2,183
Prismatic coeff. (Cp)	0,789	Max deck inclination deg	0,0000
Block coeff. (Cb)	0,517	Trim angle (+ve by stern) deg	0,0000
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,673	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	6,596
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,863	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	6,527

Berdasarkan perhitungan dari data hidrostatis, selanjutnya dilakukan analisis stabilitas awal model kapal pada kondisi 100 % load melalui perhitungan sesuai tabel 4 dan grafik 5 [9].

Tabel 4. Analisis stabilitas awal model kapal pada kondisi 100 % load.

Heel to Starboard deg	0.0	10.0	20.0	30.0
GZ m	0.000	1.464	1.859	1.754
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.0000	7.9451	25.3451	43.5486
Displacement	13.00	13.00	13.00	13.00
Draft at FP m	0.699	0.612	0.345	-0.071
Draft at AP m	0.680	0.651	0.347	-0.099
WL Length m	14.609	14.920	14.948	14.664
Beam max extents on WL m	5.256	4.818	2.747	2.726
Wetted Area m ²	56.825	50.790	40.298	40.295
Waterpl. Area m ²	31.040	25.158	18.589	20.419
Prismatic coeff. (Cp)	0.786	0.792	0.809	0.819
Block coeff. (Cb)	0.507	0.481	0.711	0.697
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	6.570	6.569	6.571	6.572
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	6.594	6.762	6.984	7.016
Max deck inclination deg	0.0740	10.0011	20.0000	30.0001
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.0740	0.1522	0.0097	-0.1083



GAMBAR 10. Stabilitas awal model kapal pada kondisi 100 % load.

Pada kondisi 100% load (*displacement*) stabilitas memenuhi yang disyaratkan oleh IMO yaitu luasan dibawah kurva stabilitas antara sudut oleng 0° sampai dengan 30° sebesar 25.35 m.deg yaitu lebih dari minimal yang disyaratkan sebesar 4.72 m.deg. Untuk kriteria sudut GZ maksimum juga terpenuhi dimana persyaratan yang harus dipenuhi yaitu minimal 10°, hasil yang didapatkan sudut GZ sebesar 20° [10].

Analisis periode rolling pada stabilitas awal

Kehandalan kapal dipengaruhi stabilitas yang ditentukan oleh faktor periode oleng. Periode oleng adalah waktu yang dibutuhkan kapal untuk kembali tegak setelah kapal miring karena gaya yang bekerja padanya. Dalam perhitungan periode oleng menggunakan hubungan:

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot k}{\sqrt{g \cdot GM}}$$

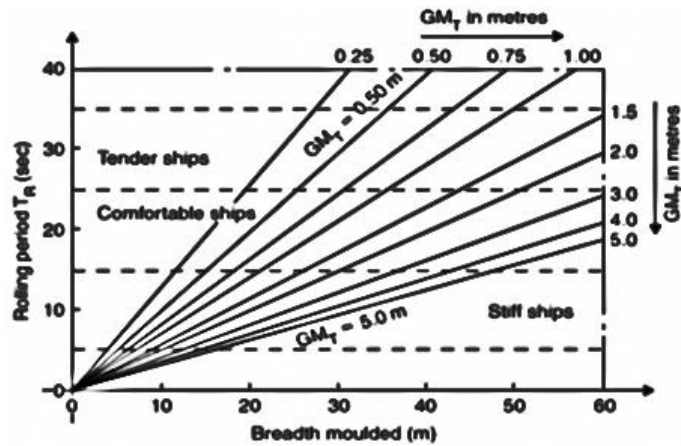
dimana:

T = periode oleng [s]

g = gravitasi bumi [m/s²]

GM = panjang metacenter [m]

k = suatu konstanta (perbandingan inersia dengan massa kapal, nilainya antara 14-20



GAMBAR 11. Rolling Periode [11].

Hasil perhitungan periode oleng:

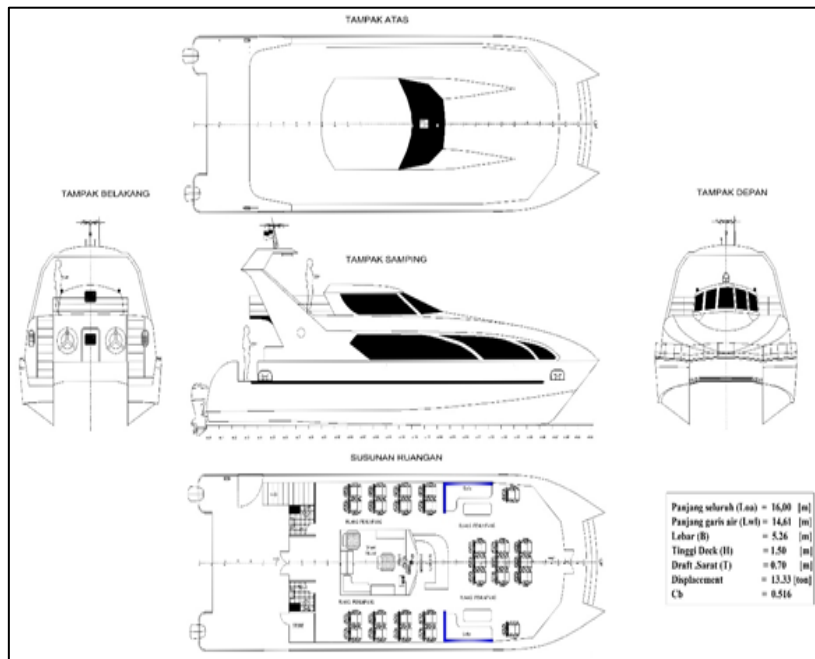
$$g = 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

$$GM = 6.89 \text{ [m]} \text{ (dari data hidrostatik model maxsurf)}$$

$$k = \text{diambil } 20$$

$$\text{maka: } T = \frac{2 \cdot \pi \cdot k}{\sqrt{g \cdot GM}} = \frac{2 \times 3,14 \times 20}{\sqrt{9,81 \times 6,89}} = 15.485 \text{ s}$$

Periode oleng kapal antara 30-35 (s) maka dapat dikatakan kapal mempunyai stabilitas yang tidak kaku (*tender*) dan mengakibatkan ketidak nyamanan pada gerak kapal dan penumpang. Sedangkan periode kapal dibawah 8 (s) maka dapat dikatakan kapal mempunyai stabilitas yang kaku (*stiff*) yang juga mengakibatkan ketidak nyamanan pada gerak kapal dan penumpang karena oleng kapal terlalu cepat. Untuk kapal yang mempunyai periode oleng yang baik berkisar antara 12-18 (s) (Barras dan Derret, 2006). Maka dapat dikatakan Kapal pesiar ini mempunyai stabilitas yang baik dengan nilai periode oleng sebesar 15.485second.



GAMBAR 12. General arrangement water bus double hull.

General arrangement water bus berbahan *fiberglass* sebagaimana yang diperlihatkan pada gambar 8. merupakan rencana penempatan ruangan/akomodasi, perlengkapan kapal,

perlengkapan keselamatan, perlengkapan navigasi/komunikasi, perlengkapan tambat disesuaikan dengan standar (IMO) [12] yakni:

- a. Ruangan/akomodasi
 - Store untuk penyimpanan peralatan (tali, pompa, smoke signal dan lain lain)
 - Ruang penumpang, diletakkan *seat* dengan jumlah 35 unit.
 - Area genset dan area mesin.
 - Area geladak navigasi.
 - Area *deck* terbuka di *top deck*.
- b. Susunan tangki
 - Tangki bahan bakar, kapasitas 2 x 2000 liter terletak didaerah buritan (dibawah *deck*).
 - Tangki air tawar kapasitas 2 x 2000 liter terletak di daerah buritan (dibawah *deck*) type *fixed*
- c. Perlengkapan tambat

Perlengkapan tambat yang terdiri dari jangkar *galvanize* 15 kg, ditempatkan di daerah haluan. Tali jangkar nylon dia. 15 mm panjang 100 meter, ditempatkan di daerah *store* serta 4 set bolder dan *cleats stainless steel* 10 inch.
- d. Peralatan Kemudi

Sistem *Steering Wheel Hydraulic* yang dihubungkan dengan *Outboard engine* di daerah buritan. *Steering wheel* diletakkan di daerah anjungan (geladak navigasi) dimana penempatannya disesuaikan agar mudah dioperasikan.
- d. Peralatan keselamatan

Perlengkapan keselamatan yang terdiri dari *life jacket*, *life buoy*, botol pemadam type busa 2 kg, kotak obat, *smoke signal*.
- e. Peralatan navigasi/komunikasi

Perlengkapan navigasi/komunikasi yang terdiri dari *marine compas*, VHF *marine* radio serta marine GPS dan *echosounder*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan rancangan pada tahapan *preliminary design* maka dapat dibuat spesifikasi rancangan *Water Bus Double Hull* Kapasitas Angkut 35 Orang berdasarkan Hasil perhitungan ukuran pokok *water bus* panjang seluruh (Loa) 16.00 [m], Panjang Garis Air (Lwl) 14.61 [m], lebar kapal (B) 5.26 [m], Tinggi Geladak (H): 1.50 [m], Tinggi Sarat (T) 0.70 [m], Coefficient Block (Cb) 0.516, Coefficient Prismatic (Cp) 0.788. Sedangkan coefficient midship (Cm) 0.675, coefficient water line (Cw) 0.863, Displacement (Δ) 13.3 [ton]. Kapasitas angkut 35 orang. Kemudian mesin penggerak 2 x 175 Hp (*marine use*)-OBM. Bahan/material *fiberglass*. Stabilitas KB 0.455 [m], KG 0.70 [m], TPC 0.319 [t/cm], MTc 0.313 [t.m], GM 10.094 [m].

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini untuk periode 2 tahun 2017 s/d 2018. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada PT. Pruskoneo Kadarusman dan CV.Cisanggarung Putra Mandiri yang telah membantu memberikan data prototype water bus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadi, E.S. dan Zain, A., 2011, Preliminary Desain *Hull Form* Kapal General Cargo untuk Pelayaran Jakarta-Makasar dengan Menggunakan Metode Pendekatan

- Deterministic, Jurnal Kapal-Vol. 8., No.1, Februari, ISSN: 1829-8370, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Ping, Z., De-xiang, Z., Wen-hao, L., 2008, "*Parametric Approach to Design of Hull Forms*", Elsevier, Journal of Hydrodynamic, 20(6): 804-810.
 - [3] Ventura, M., 2008, "*Ship Design I*", Ship Design Lecture's Notes, Naval Architecture and Marine Engineering, Instituto Superior Técnico, Lisbon, Portugal.
 - [4] Harris, J. and Morrison, I., 1998, *Moduli of curves*, Bulletin (New Series) Of the American Mathematical Society, Springer, New York, ISBN 0-387- 98438-0
 - [5] Hendra, S.T., 2000, Dasar Pemrograman Visual Basic, Modul 1: Pengenalan Visual Basic, Universitas Gunadarma.
 - [6] Maxsurf Automation Manual, Formation Design Systems Pty Ltd 1984 – 2010
 - [7] Parsons, M.G., 2001, "*Parametric Design*", Univ. of Michigan, Dept. of Naval Architecture and Marine Engineering.
 - [8] Molland, A.F., Turnock, R.S. and Hudson, D.A., 2011, "*Ship Resistance and Propulsion: Practical Estimation of Propulsive Power*", Cambridge University Press.
 - [9] Couser, Patrick, 2003, "*A Software Developer's Perspective Of Stability Criteria*", 8th International Conference on the Stability of Ships and Ocean Vehicles, Madrid, Spain.
 - [10] IMO, 1974, *Intact Stability Code, Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments*. London, UK: IMO.
 - [11] Barras, C.B. and Derret, D.R., 2006, "*Ship Stability for Master & Mates*", sixth edition. London
 - [12] *International Maritime Organization (IMO), International Convention on Load Lines (ICLL)*, 1966, as amended.