

PERANCANGAN BARGE PENGANGKUT KAYU LOG KAPASITAS 4000 M³,
MENGACU STANDAR KINERJA PRODUKTIFITAS PT. PELABUHAN
INDONESIA III, TANJUNG MAS SEMARANG

Oleh : Bela Sakti Sandy
Pembimbing I : Dr. Wilma Amiruddin, ST, MT
Pembimbing II: Ir. Imam Pujo Mulyatno, MT

ABSTRAK

Atas dasar kebutuhan kayu yang semakin meningkat sehingga peghasil kayu dari luar Jawa harus memenuhi permintaan konsumen yang berada di Jawa khususnya Jawa tengah, persoalan timbul manakala proses pengiriman bahan baku pengolahan kayu ke Pulau Jawa yang melalui Tanjung Mas melalui perjalanan yang cukup lama dan terkadang harus menghadapi gelombang yang tinggi di laut Jawa. Hal ini mengharuskan sistem pemuatan kayu log menggunakan barge yang lebih maksimal guna menghemat waktu pengiriman serta tahan terhadap gelombang laut Jawa

self propeller barge adalah solusi untuk kapal pengangkut kayu log yang dapat diandalkan saat gelombang tinggi dan cuaca buruk, dikarenakan kapal ini dapat dikendalikan karena sistem penggerak barge bukan di tarik tug boat dan SPB ini juga mempunyai dek yang luas sehingga mampu mengangkut jumlah besar dalam sekali jalan.

Kemudian ukuran utama yang didapatkan dianalisa kelayakan lambungnya dengan software pendukung perancangan kapal. Ukuran utama yang dihasilkan dari perhitungan adalah Loa: 76,85 m, B: 21,00 m, T: 3,70 m, H: 4,60 m. Self propeller barge ini menggunakan sebuah tenaga penggerak berupa Fixed Pitch Propeller dengan daya yang dihasilkan sebesar 900 HP. Pada tinjauan stabilitas, kapal dikondisikan dalam VII kondisi, dimana hasil menunjukkan nilai GZ terbesar yaitu pada kondisi II. Pada tinjauan olah gerak kapal pariwisata ini memiliki olah gerak yang baik, terjadi deck weakness dengan nilai heaving maximal 0,285 m, nilai rolling maximal 4,13° dan pitching 0,84°.

Keywords: *Desain Kapal, Self propeller barge, sampit-semarang.*

ABSTRACT

Based on the needs of the wood of the which is increasing so producer of wood from outside Java must meet consumer demand which is located in central Java, Java esp. problems arise when process of shipping raw materials processing wood to the island of Java through a Promontory Mas through a trip long enough and sometimes have to face the waves are high in the Java sea. This requires a system of loading wood logs use self propeller barge technical specifications roomates barge that includes the size of the play, speed, a line, the plan of the general plan, calculation stability. And analysis by barge According to the capacity of motion.

self propeller barge is a solution to the ship carrying logs are reliable when high waves and bad weather, because of this ship can be controlled Because The system of locomotion not in the pull barge and tug boat spb is also have a deck that is so broad that it can travel with great numbers in all the way.

Then the size of the main Obtained feasibility analysis quarreling with supporting software design of a ship. The size of the play resulting from the calculation is loa: 76.85 m, b: 21.00 m, t: 3.70 m, h: 4, 60 m. self propeller barge is using an decisions impellent's fixed pitch propeller with power generated equal to 1000 cell. In a review stability. A conditioned ship in vii. condition, where the results indicate its value gz greatest items, namely on condition ii. On review of sports motion self propeller barge it has good, sporting motion occurring with the wetness decks heaving max value of 0.285 m, the value of rolling max 4,13° and pitching 0,84°.

Keywords : *Ship Design , self propeller barge , Sampit - Semarang*

1. Pendahuluan

1.1.Latar Belakang

Industri kayu memiliki peluang untuk dapat dikembangkan, mengingat Indonesia memiliki keunggulan komparatif berupa tersedianya lahan yang luas dan hutan tanaman, Propinsi Jawa Tengah merupakan salah satu pusat industri kayu nasional, khususnya mebel sehingga provinsi jawa tengah setiap tahunnya membutuhkan bahan baku kayu sebesar 2 juta m³, kebutuhan dipenuhi oleh jumlah pasokan kayu dari luar jawa yaitu 1,5 m³, Atas dasar kebutuhan kayu yang semakin meningkat dan pegas hasil kayu dari luar Jawa harus memenuhi permintaan konsumen yang berada di Jawa khususnya Jawa tengah, persoalan timbul manakala proses pengiriman bahan baku pengolahan kayu ke Pulau Jawa yang melalui Tanjung Mas harus berhadapan perjalanan yang cukup lama dan terkadang harus menghadapi gelombang yang tinggi di laut jawa, salah satu upaya memenuhi kebutuhan material kayu ini adalah merencanakan kebutuhan kapal pengangkut kayu dan dapat dikendalikan saat cuaca buruk. Dalam pendistribusian ini maka diperlukan suatu kapal pengangkut kayu dengan kapasitas 4000m³ dengan tipe *self propeller barge*, dikarenakan kapal *tug and barge* sulit dikendalikan saat cuaca tidak bersahabat.

1.2.Rumusan Masalah

Dengan melihat pokok-pokok permasalahan yang ada pada latar belakang, maka dapat kita ambil beberapa rumusan masalah, diantaranya:

1. Bagaimana menentukan spesifikasi teknis kapal barge kayu log

1.3.Batasan Masalah

Untuk menjelaskan permasalahan yang akan dibahas di dalam tugas akhir

ini, dan agar tidak terlalu jauh dari kajian masalah yang akan paparkan, maka pada tugas akhir ini pembahasan akan dibatasi pada hal-hal berikut ini:

1. Desain kapal disesuaikan dengan karakteristik perairan di laut jawa.
2. Jumlah muatan yang direncanakan 4000m³.
3. Desain kapal menggunakan *AutoCad* dan *Delftship 4.03*.
4. Tidak melakukan pengujian *towing tank*.
5. Tidak membahas nilai ekonomis kapal.
6. Tidak membahas kekuatan konstruksi kapal.
7. Tidak membahas getaran dari kapal
8. Tidak membuat *rute project* kapal.
9. Analisa dan pengolahan data menggunakan *software Maxsurf, Hydromax, Hullspeed dan seakeeper*.
10. Hasil akhir dari Tugas Akhir ini adalah berupa desain kapal dalam bentuk tiga dimensi dari *software*, dan *prototipe* kapal.

1.4.Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penyusunan tugas akhir yang berjudul " Perancangan Barge Pengangkut Kayu Log Kapasitas 4000 m³, Mengacu Standar Kinerja Produktifitas PT. Pelabuhan Indonesia III, Tanjung Mas Semarang " adalah :

1. Mendapat spesifikasi teknis barge yang mencakup ukuran utama, kecepatan, rencana garis, rencana umum, perhitungan stabilitas, dan analisis olah gerak barge sesuai daya angkut.

2. Tinjauan Pustaka

2.1.Pelabuhan Tanjung Mas

Dermaga kayu log yang terdapat ditanjung mempunyai dua dermaga yaitu

dermaga samudra dan dermaga nusantara, Dermaga kayu log juga bisa disebut sebagai terminal kayu, terminal kayu merupakan bagian dari sistem transportasi. Pembangunan terminal kayu pada guna lahan yang sesuai dapat membangkitkan lalu lintas dari aktivitas pengumpulan kayu dari berbagai wilayah produksi dan pendistribusiannya ke wilayah-wilayah dimana industri pengolahan kayu berada.

2.2. Gambaran Barge

Tongkang (*barge*) yang biasa disebut juga Ponton adalah jenis kapal yang mempunyai lambung datar, atau mempunyai bentuk kotak atau bak besar yang terapung / mengapung. Biasa digunakan untuk sarana angkut barang atau muatan, yang ditarik oleh kapal tunda (*tugboat*), dan dapat juga digunakan untuk mengakomodasi waktu pasang-surut air laut, seperti pada pada dermaga apung (*floating dock*) tongkang digunakan untuk sarana angkut pengganti jembatan, seperti disungai-sungai untuk mengangkut mobil dan lain, menggantikan jembatan yang belum ada di suatu tempat.

2.3. Gambaran Barge Log Kayu

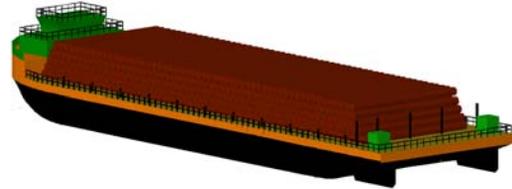
Untuk pengangkutan kayu log sendiri, ada beberapa model barge dengan keunggulan sendiri-sendiri seperti, *tug and barge* dan *self propeller barge*.

- Tug and barge
 1. *Manuver* dan operasional barge memerlukan tug boat.
 2. Kurang bagus ketika gelombang besar, dikarnakan barge menjadi sulit dikenalikan.
 3. Pengiriman hanya bisa dilakukan saat cuaca baik.



Gambar 1. Tug and barge

- Self propeller barge.
 1. *Manuver* dan operasional barge bagus, tidak memerlukan tug boat.
 2. Walaupun gelombang besar, masih mampu melintas dan dapat dikendalikan.
 3. Bisa mengirim setiap hari sehingga bahan baku tetap terpenuhi.



Gambar 1. Self propeller barge.

2.4. Gambaran Muatan

Kayu log untuk diangkut diambil dari terminal kayu di sampit, dan diatas kapal, kayu akan disusun secara melintang dek kapal. Jenis kayu pinus, sengon dan karet inilah jenis yang akan menjadi muatan kapal ini, untuk panjang kayu diambil dari panjang truck yang akan memuat kayu ini yaitu 8 meter, dan untuk diameter kayu sendiri telah digolongkan menjadi beberapa macam yaitu:

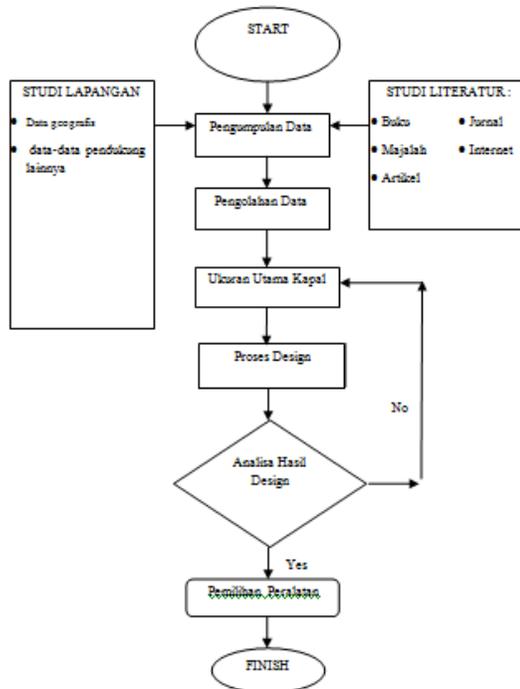
- Kayu A1 berdiameter 16-19 cm.
- Kayu A2 berdiameter 20-29 cm
- Kayu A3 berdiameter 30-39 cm
- Kayu A4 berdiameter 40-49 cm

2.2. Metode Perancangan Kapal

Merupakan metode perancangan kapal yang mensyaratkan adanya satu kapal pembanding dengan type yang sama dan telah memenuhi criteria rancangan (stabilitas, kekuatan kapal, dll.) dan mengusahakan hasil yang lebih baik dari kapal yang telah ada (kapal pembanding). Ukuran-ukuran pokok kapal dihasilkan dengan cara mengalikan ukuran pokok kapal pembanding dengan faktor skala (*scale factor*).

3. Metodologi Penelitian

Untuk metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi komputasi yang menggunakan bantuan komputer untuk perhitungan dari kapal rancangan ini.



Gambar 3. Diagram Alir

4. Perhitungan dan Analisa

4.1. Requirement

Kapal self propeller barge yang direncanakan ini merupakan kapal dengan lambung berbentuk *Monohull* yang dilengkapi dengan peralatan

keselamatan dan peralatan penunjang sebagai barge kayu log yang beroperasi dari kalimantan tengah- semarang. Dengan kondisi arus gelombang laut di laut jawa yang cukup stabil berkisar 1-2,5 meter tinggi gelombang,

Tabel 1. Komponen Parameter Perancangan

Bentuk lambung	<i>Monohull</i>
Panjang kapal	76,85 m
Kec.mak	10 knots
Muatan	4000m ³
Mesin	Electric Motor
Material	Baja
Perlengkapan	Perlengkapan keselamatan

4.2. Kapal Pembanding

Untuk barge ini menggunakan barge pembanding yang dapat memuat 4000 m³ Data teknis untuk mencari kapal pembanding didapatkan dari *internet*.

Tabel 2. Data Kapal Pembanding

No	Nama Kapal	L	B	H	T
1	Camar Laut	73,15	19,50	4,87	3,45
2	King Post	79,25	21,34	4,27	4,10
3	KUS 06	71,10	19,50	4,26	3,36
4	Lestari	76,25	21,34	4,88	4,00
5	Luwi	73,15	21,33	4,87	3,92

Sumber : PT.Pelindo III

4.3. Penentuan Ukuran Utama Kapal

a. Parameter Optimasi

Pengoptimasian perbandingan ukuran utama kapal pembanding digunakan sebagai acuan dalam menentukan ukuran utama kapal pada pra perancangan ini jika sebelumnya sudah ditetapkan nilai lebar kapal (B) sebesar 21 meter.

Dari harga perbandingan pada tabel 3, dapat diketahui harga minimal dan maksimal perbandingan ukuran utama kapal perbandingan. Dengan pengoptimasian perbandingan ukuran utama kapal tersebut, didapat ukuran utama kapal yaitu :
 Loa = 76,85 m H = 4,6 0 m
 B = 21,00 m T = 3,70 m

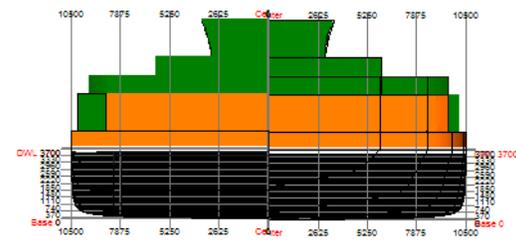
Tabel 3. Parameter Optimasi

No	Nama Kapal	L/B	L/T	L/H	B/T	H/T
1	Camar Laut	3,75	21,20	15,02	5,65	1,41
2	King Post	3,71	19,32	18,55	5,20	1,04
3	KUS 06	3,64	21,16	16,69	5,80	1,26
4	Lestari	3,57	19,06	15,62	5,33	1,22
5	Luwi	3,43	18,66	15,02	5,44	1,24

3	11,25	10	37,50	17	63,75
4	15,00	11	41,25	18	67,50
5	18,75	12	45,00	19	71,25
6	22,50	13	48,75	20	75,00
WL	Jarak (m)	BL (SB)	Jarak (m)	BL (PS)	Jarak (m)
0	0	1	0	1	0
1	0,370	2	2,625	2	-2,625
2	0,740	3	5,250	3	-5,250
3	1,110	4	7,875	4	-7,875
4	1,480	5	10,50	5	-10,50
5	1,850				
6	2,220				
7	2,590				
8	2,960				
9	3,330				
10	3,700				

b. Pengecekan Ukuran Kapal

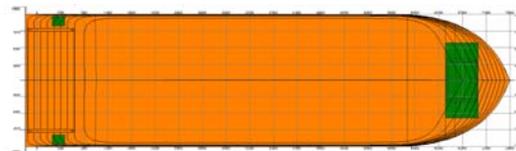
Dari ukuran utama yang dihasilkan dan jika dianalisa dengan kebutuhan muatan serta pengecekan perbandingan ukuran utama kapal yang terlihat pada lampiran, maka kapal dengan bentuk lambung *monohull* ini dapat beroperasi sebagai kapal barge log kayu.



Gambar 2. *Body Plan* dari *Hull Form* Kapal

4.4. **Rencana Garis Kapal**

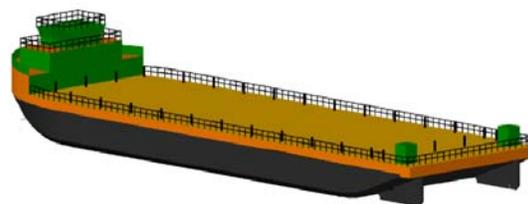
Berikut ini adalah *original model* dari *hull form kapal self propeller barge* yang dibuat dengan menggunakan program *Delftship Version 4.03.68*. dengan pembagian jarak *station*, *waterline* dan *buttock line* kapal sebagai berikut :



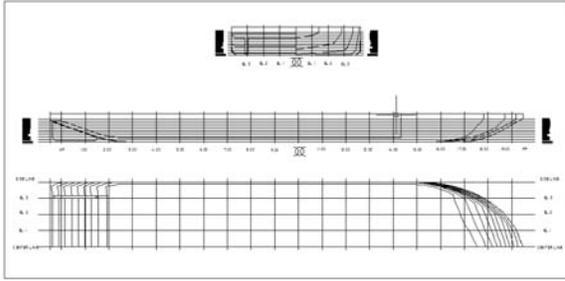
Gambar 3. *Plan View* dari *Hull Form* Kapal

Tabel 4. Jarak *Station*, *Waterline* dan *Buttock Line* kapal

St	Jarak (m)	St	Jarak (m)	St	Jarak (m)
0	0	7	26,25	14	52,50
1	3,75	8	30,00	15	56,25
2	7,50	9	33,75	16	60,00



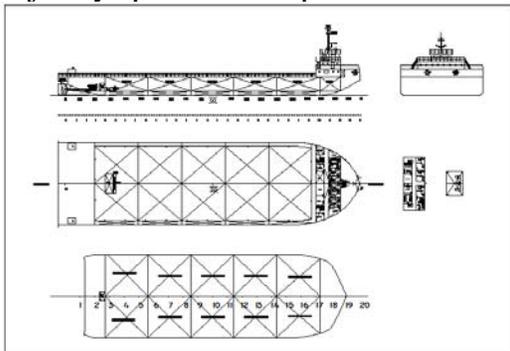
Gambar 4. *Perspective* dari *Hull Form* Kapal



Gambar 5. Lines Plan Kapal

4.5. Rencana Umum Kapal

Permasalahan dalam penyusunan rencana umum biasanya tergantung dari tipe kapal yang direncanakan. Namun pada dasarnya perencanaan rencana umum untuk semua tipe kapal memiliki kesamaan dalam hal-hal tertentu seperti dalam penyusunan ruangan akomodasi dan daya mesin meskipun untuk kapal yang berbeda akan menyebabkan terjadinya perbedaan kapasitas.



Gambar 5. Rencana Umum Kapal

4.5.1. Motor Penggerak Kapal

Tenaga penggerak yang digunakan kapal monohull ini adalah *Fixed Pitch Propeller*. Pertimbangan *Fixed Pitch Propeller* sebagai tenaga penggerak adalah sebagai berikut :

1. Rpm relatif rendah
2. Torsi yang dihasilkan tinggi,
3. Pemakaian bahan bakar lebih ekonomis
4. Noise atau getaran minimal
5. Ka-vitasi minimal

6. Biasanya di desain secara individual sehingga memiliki karakteristik khusus untuk kapal tertentu akan memiliki nilai efisiensi optimum.

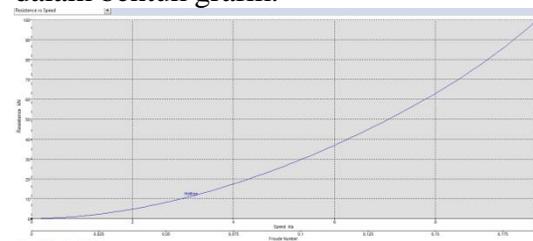


Gambar 6. Motor penggerak kapal

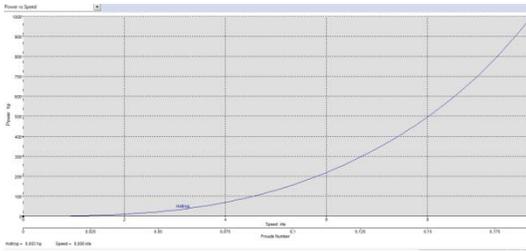
Direncanakan kapal ini menggunakan satu *caterpillar3058C* yang di letakkan di bagian buritan kapal dengan arah horizontal yang mana besarnya daya mesin akan dijelaskan di bab berikutnya setelah diketahui besar hambatan total kapal dengan menggunakan software *Hull Speed Version 11.1.1.2* dan perhitungan manual.

4.6. Hambatan dan Motor Kapal

Dari hasil analisa perhitungan menggunakan *HullSpeed* diketahui bahwa hambatan kapal *monohull* dengan kecepatan 10 knots, adalah sebesar 99,55 kN dan membutuhkan *power* sebesar 981,08 HP. Berikut perbandingan hambatan yang disajikan dalam bentuk grafik.



Gambar 7. Grafik Perbandingan *Resistance-Speed* dari uji model



Gambar 8. Grafik Perbandingan *Power-Speed* dari uji model

Berdasarkan analisa diatas maka dengan kecepatan 10 Knot akan di dapatkan besarnya HP dengan kebutuhan daya, yaitu sebesar 981,08 Hp yang akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan tenaga penggerak kapal ini. Direncanakan kapal ini menggunakan satu buah main engine yang di letakkan di belakang konstruksi bridge sejajar dengan arah horizontal.

4.7. Hidrostatik Kapal

Hasil perhitungan hidrostatik, kapal wisata ini mempunyai *displacement* = 5156 ton, $C_b = 0.842$, $LCB = 37.218$ m, $C_m = 0.994$, $C_p = 0.847$. tabel hidrostatik lengkap bisa dilihat pada lampiran. Kapal ini memiliki body yang mengotak karena membutuhkan displacement yang besar dibandingkan kapal dengan tipe lain yang seukuran.

4.8. Stabilitas dan Periode Olang Kapal

Kapal dikondisikan dalam tujuh kondisi. Pada semua kondisi kapal mempunyai stabilitas yang stabil karena titik M diatas titik G dan nilai GZ yang paling besar terjadi pada kondisi. VII pada saat volume semua tangki fuel penuh, kecuali tangki ballast yang terisi 0% dengan asumsi muatan penuh.

Untuk periode olang, menunjukkan bahwa semakin muatan dan berat *consumable* berkurang nilai dari MG semakin besar dan nilai periode olang kapal semakin kecil [7]. Pada kondisi

VII barge ini memiliki nilai MG yang besar dan periode olang yang kecil, sehingga pada kondisi VII kapal mempunyai kemampuan untuk kembali ke posisi tegak yang cepat pula. Artinya pada kondisi II kapal memiliki periode olang yang kecil karena memiliki momen pembalik dan momen kopel (*righting moment*) yang cukup besar.

4.9. Olah Gerak Kapal

Dalam analisa olah gerak kapal ini menggunakan program *Seakeeper* dengan gelombang JONSWAP tipe *Moderate* (spesifikasi tinggi gelombang 1.25 – 2.50 m dan periode gelombang 7,5 s) [2]. Hasil yang didapatkan pada semua *weve heading* (0, 45, 90, 180 deg) kapal mengalami *deck wetness* disudut 90 akan tetapi kapal self propeller barge pengangkut kayu log tidak mempunyai lubang palkah sehingga efek dari *deck wetnesst* tidak mempengaruhi bobot kapal sendiri dan stabilitas kapal.

Tabel 5. Nilai *Amplitudo, Velocity, Acceleration* Kapal Pariwisata

Item	Wave heading (deg)	Kapal		
		Amplitudo	Velocity	Acceleration
Heaving	0	0,164m	0,077m/s	0,04 m/s ²
	45	0,205 m	0,106 m/s	0,057 m/s ²
	90	0,285 m	0,208 m/s	0,172 m/s ²
	180	0,223	0,179 m/s	0,149 m/s ²
Rolling	0	0	0	0
	45	1,50deg	0,0182	0,0138 rad/s ²
	90	4,13	0,108 rad/s	0,175rad/ ²
	180	0	0	0
Pitching	0	0,84m	0,00711 rad/s	0,00359 rad/s ²
	45	0,81 deg	0,00796 rad/s	0,0046
	90	0,52 deg	0,0068	0,0054
	180	0,59	0,0088 rad/s	0,0079 rad/s ²

3. Penutup

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan penulis yaitu Perancangan Kapal *monohull* yang difungsikan sebagai barge log kayu bertenaga penggerak sendiri maka dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode perancangan perbandingan dari kapal pembanding, didapatkan ukuran utama kapal yaitu $Loa = 76,85$ m, $Lwl = 76,85$ m, $B = 21,00$ m, $H = 4,6$ m, $T = 3,70$ m. Muatan kayulog yang bisa diangkut adalah 4000m^3 .
2. Dalam perancangan *lines plan kapal self propeller barge* ini menggunakan model *design* mirip dengan kapal pembanding berbagai macam barge. Dan untuk hasil perhitungan hidrostatis, kapal memiliki *displacement* sebesar 5156 ton dengan *coeffisien block* (C_b) = 0,842 dan letak LCB = 37,218. Hasil analisa stabilitas menunjukkan bahwa kapal memiliki nilai GZ maksimum terjadi pada kondisi II diikuti pada kondisi VI, VII, I, V, IV, III. Dan nilai MG terbesar terjadi pada kondisi VII yang menyebabkan kapal memiliki waktu tercepat untuk kembali ke posisi tegak. Hasil perhitungan hambatan dengan analisa *software* dengan kecepatan dinas $v = 8$ knot didapatkan nilai *resistance* dan *power* dengan metode *Holtrop*. Nilai *resisten* yang dialami kapal sebesar 99,55 kN dan *power* sebesar 981,08 HP. perhitungan Hambatan kapal, maka dipilihlah motor penggerak berupa satu buah main engine tipe *caterpillar3058C* dengan *power* daya masing-masing sebesar 900 HP.

5.2. Saran

Tugas akhir yang disusun penulis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat dikembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap.

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (*future research*) antara lain :

1. Dalam penentuan dibuat kelengkapan analisis dan tambahan parameter-parameternya, antara lain mulainya aspek ekonomis dan aspek teknis seperti getaran kapal dan kekuatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Causer, P, 2000, “**Seakeeping analysis for preliminary design**”, *Formation Design System Pty.Ltd.* UK.
- [2] D. R. Derrett, 2001, ” **Ship Stability for Masters and Mates**”, Melbourne New Delhi
- [3] DUBROVSKY, V (2004): “**Ships with outriggers**”, Backbone Publishing, Fair Lawn, USA, 2004, p. 88
- [4] F.B, Robert, 1988, “**Motion In Waves and Controllability**”, *Principles of Naval Architecture Volume III*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, USA
- [5] International Maritime Organization (2002), Code On Stability For All Types Of Ships, International Maritime Organization, London
- [6] Portmann, H. H., Cooper, S. L., Norton, M. R., and Newborn, D. A. Unmanned surface vehicles: Past, present, and future. *Unmanned Systems*, 2002. 20(5):32-37.

- [7] Parsons, Michael G., 2003, “**Ship Design and Construction Volume II**”. Jersey City : The Society of Naval Architect and Marine Engineering.
- [8] Santoso, IGM, Sudjono, YJ, 1983, ” **Teori Bangunan Kapal** “, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Indonesia.
- [9] Watson, D. , 1998, ”**Practical Ship Design**”, Vol.1, Elsevier Science Ltd.,