

MODIFIKASI PERAHU JALUR MENJADI SARANA TRANSPORTASI PENGANGKUT BARANG

Zikri^[1], Asral^[2]

Laboratorium Konversi Energi, Jurusan teknik mesin, Fakultas teknik, Universitas Riau,
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

^[1]zikri6012@student.unri.ac.id, ^[2]asral@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

Transportation is needed by the people around the Riau inland rivers to bring agricultural and natural products to the market or to other places. The transportation needed by the community is a boat or boat capable of carrying goods in Riau's inland rivers which are relatively narrow, shallow and muddy. One of the river transportation used by the people of Riau is the lane boat, where this boat has proven reliable and resilient when operating in rivers that are narrow and muddy, but it needs modification and better design in order to be able to carry goods safely and optimally. The design begins by taking measurements directly to the lane boat and then using the comparison method the total length is 200 cm, width 50 cm and height 20 cm. The planned ship prototype has a reasonable shape and size and does not deviate from the provisions based on the calculation of the main size ratio of the ship. The ship design was made with the help of maxsurf software and obtained data in the form of hydrostatic parameters, resistance, stability and effective power. The prototype of this ship is operated by a remote control system and uses a 0.81 kw lawn mower engine. The test results show that the ship prototype has a good balance and complies with the criteria and requirements of the IMO (International Maritime Organization). The maximum carrying capacity of the ship is 16 kg with a speed of 1.46 m / s or 2.84 knots. From the test, the fuel consumption of the ship's engine shows the results are 0.21 mL / s when no load and when given a maximum load of 16 kg is 0.3 mL / s.

Keywords: Line boat, ship prototype, ship power, ship speed.

1. Pendahuluan

Transportasi sangat dibutuhkan oleh masyarakat disekitaran sungai pedalaman Riau untuk membawa hasil pertanian dan hasil alam ke pasar atau ke tempat lainnya. Transportasi yang dibutuhkan masyarakat tersebut adalah kapal atau perahu yang mampu membawa barang di sungai pedalaman Riau yang relatif sempit, dangkal dan berlumpur. Salah satu transportasi sungai yang digunakan masyarakat di sungai pedalaman Riau adalah Perahu jalur, dimana perahu ini pada zaman dahulu digunakan oleh masyarakat untuk membawa barang berupa hasil pertanian, hasil tambang dan lain sebagainya. Perahu jalur memiliki keunggulan, diantaranya : Dapat melaju dengan cepat karena bentuknya yang ramping memanjang serta memiliki radius yang kecil pada kedua ujungnya, Dapat melewati sungai dangkal, sempit dan berlumpur, Dapat digunakan untuk pacuan atau dalam masyarakat Riau disebut dengan “pacu jalur” yang merupakan agenda wisata budaya Provinsi Riau dan Nasional [1].

Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi terhadap perahu jalur sehingga dapat membawa barang secara optimal dan aman .

Perancangan dan pembuatan kapal pengangkut barang ini akan dibuat dalam bentuk *prototype* dan digerakkan secara otomatis dengan kendali remot kontrol [2].

Perancangan kapal akan menghasilkan beberapa parameter yang akan menentukan bentuk fisik serta nilai lainnya dari kapal tersebut. Salah satu nilai yang sangat berpengaruh terhadap kecepatan kapal adalah nilai hambatan, dimana nilai hambatan dipengaruhi oleh gaya gesek lambung terhadap air, gelombang air dan udara. Nilai hambatan kapal menjadi acuan berapa Daya mesin yang akan digunakan oleh kapal [3].

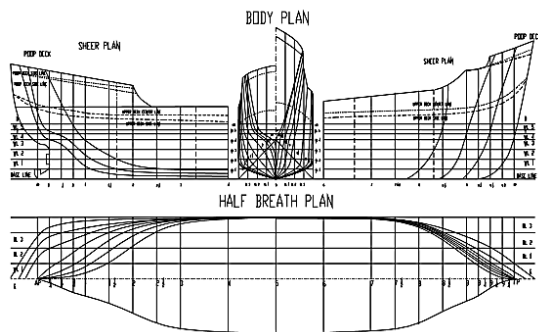
Beberapa perancangan kapal telah dilakukan diantaranya oleh Azis pada (2017) merancang sebuah kapal penumpang berbahan kayu untuk wilayah sungai Musi dengan lambung monohull berbentuk “V” dan didapati besarnya hambatan kapal adalah 588.322 HP untuk mencapai kecepatan 19 knot dan daya mesin yang dipilih adalah 2 x 300 HP [4].

Kurniawan pada (2014) merancang kapal untuk mengangkut lumpur di sungai Kapuas dengan menggunakan *software maxsurf* dan *delship* untuk menentukan *design* konstruksi dan kriteria performa meliputi perhitungan ukuran utama,

membuat rencana garis, rencana umum dan analisa hidrostatis, Dari perancangan didapatkan hasil sebagai berikut : LOA = 39,951 m, LWL = 39,6 m, B = 7 m, H= 3,2 m, T= 2,5 m displacement = 440,6 ton dan Cb = 0.7 [5].

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian untuk mengetahui parameter utama,nilai hidrostatisnya, kecepatan dan daya angkut maksimal yang dapat dibawa oleh kapal serta konsumsi bahan bakar mesin [6] .

Pada proses desain kapal,*Line plan* adalah salah satu *key plan* yang sangat penting. *Line plan* merupakan rencana bentuk kapal yang akan dibuat. Line plan tersusun dari beberapa garis yang menggambarkan potongan lambung kapal secara memanjang, melintang dan horizontal. Dalam satu gambar *line plans* terdiri dari 3 gambar , yaitu pandangan depan (*Line plan*), pandangan samping (*sheer plan*) dan pandangan atas (*Half breadth Plan*) seperti yang diperlihatkan pada gambar 1 [7].



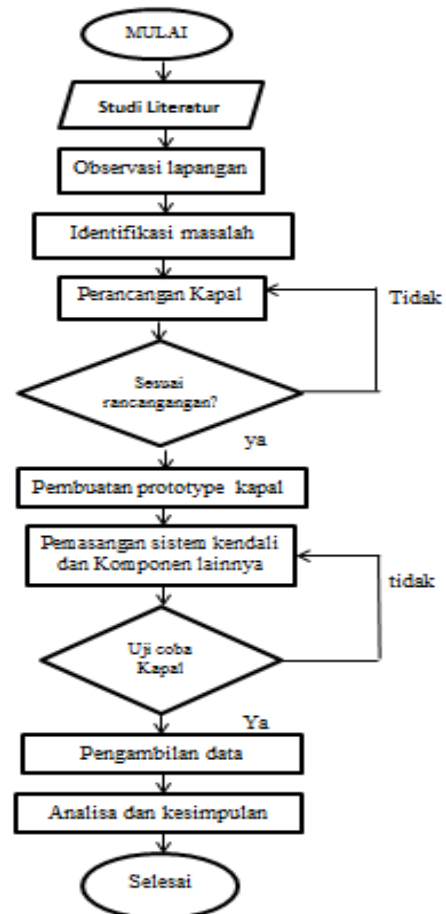
Gambar 1. *Line Plan*
(Djaya,2008)

2. Metodologi

Adapun tahapan perancangan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

2.1 Alur Penelitian

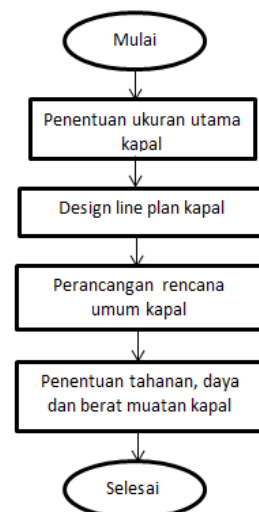
Keterkaitan antar masing-masing tahapan yang telah terlaksana bertujuan agar tercapainya program yang ditetapkan, tahapan kegiatan yang dilakukan seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

2.2 Perancangan Kapal

Untuk merancang perahu jalur menjadi sarana transportasi pengangkut barang (kapal barang) pada sungai pedalaman Riau ada beberapa tahapan seperti diperlihatkan pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Diagram alir perancangan kapal

1. Penentuan ukuran utama kapal

Dalam penentuan ukuran utama kapal yaitu dengan menggunakan metode kapal pembanding Data kapal pembanding digunakan sebagai dasar dan acuan dalam menentukan ukuran utama kapal yang baru. Adapun ukuran data pembanding dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Ukuran utama perahu jalur

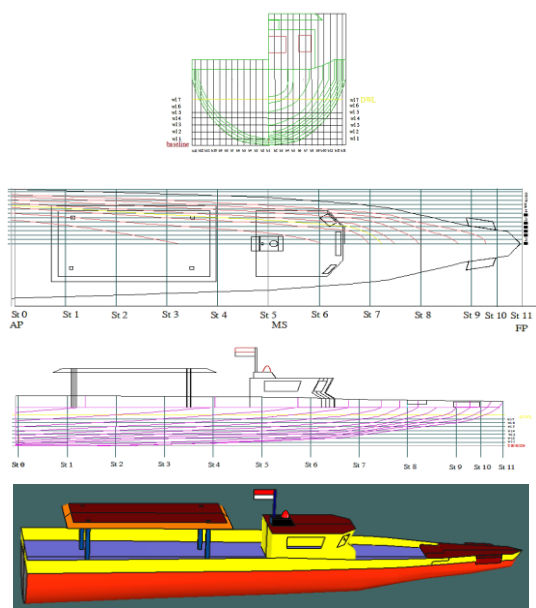
Tipe/ nama	Dimensi
Panjang kapal (LOA)	40 m
Lebar (B)	1,5 m
Tinggi (H)	0,8 m
Sarat Air (T)	0,5 m

Setelah dilakukan perhitungan maka didapati ukuran utama prototype kapal seperti berikut ini :

Panjang (LOA) = 2 m = 200 cm
 Lebar (B) = 0,5 m = 50 cm
 Tinggi (H) = 0,2m = 20 cm
 Sarat air = 0,12 m = 12 cm

2. Design line plan kapal

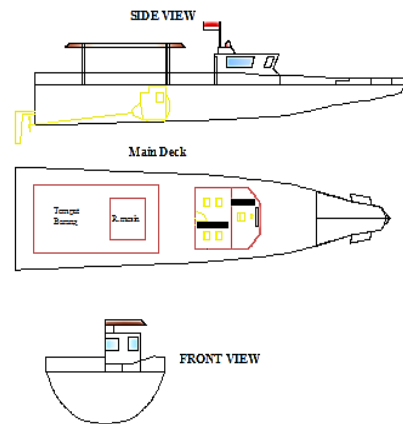
Line plan adalah desain gambar rencana garis dari bentuk sebuah kapal. Adapun tujuan dari pembuatan lines plan atau rencana garis adalah untuk mengetahui bentuk badan kapal terutama yang berada dibawah garis air. Line plan digambar menggunakan aplikasi Maxsurf modeler dan terdiri dari Body plan, sheer plan, half breadth plan dan perspective / bentuk 3D. Bentuk line plan kapal dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Line plan kapal

3. Desain rencana umum kapal

Rencana umum kapal adalah perencanaan penempatan ruangan yang berada di atas kapal dan termasuk alat-alat lainnya. Rencana umum kapal ini dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Rencana umum kapal

5. Penentuan tahanan dan daya efektif

Setelah desain line plan kapal selesai dibuat maka selanjutnya dilakukan perhitungan tahanan dan daya kapal menggunakan maxsurf resistance.

Hasil perhitungan tahanan dan daya kapal dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini .

Tabel 2 Hasil simulasi maxsurf resistance

Speed Kn	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Van Oortmerssen Resistance (N)	Van Oortmerssen POWER (W)
1	0,124	0,287	0,42	0,23
1,5	0,186	0,431	1,2	0,97
2	0,248	0,574	2,34	2,54
2,5	0,309	0,718	5,2	7,04
3	0,371	0,862	12,1	19,65
3,5	0,433	1,005	38,57	73,1
4	0,495	1,149	68	147,29
4,5	0,557	1,293	88,58	215,87
5	0,619	1,436	106,41	288,11
5,5	0,681	1,58	127,06	378,44
6	0,743	1,723	151,74	493,03

6. Pemilihan daya mesin kapal

Daya yang didapatkan dari hasil simulasi maxsurf resistance merupakan daya efektif. Besarnya gaya hambat yang terjadi harus mampu diatasi oleh gaya dorong (Thrust) yang dihasilkan oleh kerja baling-baling kapal (Propulsor). Daya yang disalurkan (PD) ke alat gerak kapal adalah berasal dari Daya Poros (PS), sedangkan daya poros sendiri bersumber dari Daya Rem (PB) yang merupakan daya luaran motor penggerak kapal. Sehingga nilai daya yang didapatkan simulasi harus

diperhitungkan lagi untuk dapat menentukan daya mesin kapal yang akan digunakan. Adapun rumus yang akan digunakan untuk menentukan daya akhir adalah sebagai berikut :

a. *Effective Horse Power (EHP)*

Daya efektif ini merupakan fungsi dari besarnya gaya hambat total dikali kecepatan kapal (Harvald, 1992).

$$EHP = R_t \times V_s \quad (1)$$

Dimana R_t adalah Tahanan total kapal (KN) dan V_s adalah Kecepatan dinas kapal (m/s).

b. *Wake friction (W)*

Adalah perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan aliran air yang menuju ke baling-baling, perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan aliran air akan menghasilkan harga koefisien arus ikut (Lammeren, 1962). Rumus yang digunakan jika kapal menggunakan *single screw propeller* adalah sebagai berikut :

$$W = 0,5 C_b - 0,05 \quad (2)$$

Dimana W adalah *wake friction* dan koefisien blok .

c. *Thrust Deduction Factor (t)*

Gaya dorong T yang diperlukan untuk mendorong kapal harus lebih besar dari R kapal, selisih antara T dengan $R = T - R$ disebut penambahan tahanan yang pada prakteknya hal ini dianggap sebagai pengurangan atau deduksi dalam gaya dorong baling-baling (Lewis, 1988).

$$T = k \times w \quad (3)$$

Dimana t adalah *Thrust deduction factor* dan k adalah konstanta (0,7 – 0,9)

d. koefisien Propulsi (P_c)

Koefisien propulsi adalah perkalian antara efisiensi lambung kapal, efisiensi propeller dan efisiensi Relatif-rotatif η (Lewis, 1988).

$$P_c = \eta_{rr} \times \eta_o \times \eta_H \quad (4)$$

Dimana η_{rr} adalah *Efisiensi Relatif Rotatif*, η_o adalah Efisiensi Propulsi dan η_H adalah Efisiensi lambung.

e. *Delivered horse power (DHP)*

Merupakan daya yang disalurkan oleh motor penggerak kebalang-baling kapal (Lewis, 1988).

$$DHP = EHP / P_c \quad (4)$$

Dimana EHP adalah *effective horse power* (KW) dan P_c adalah Koefisien propulsi

f. *Thrust Horse Power (THP)*

THP adalah daya yang dikirimkan propeller ke air (Lewis, 1988).

$$THP = EHP / \eta_H \quad (5)$$

g. Perhitungan *Shaft horse power (SHP)*

Untuk kapal dengan peletakkan kamar mesin yang berada dibelakang kapal , kerugian mekanisme sebesar 2%. Akan tetapi apabila peletakkan mesin ditengah kapal maka kerugian mekanis yang ditimbulkan adalah 3% (Lewis, 1988).

$$SHP = DHP + (\text{kerugian mekanis } 3\% \times DHP) \quad (6)$$

h. *Brake Horse power (BHP)*

Adalah daya rem (brake power) atau daya yang diterima oleh poros transmisi sistem penggerak kapal yang selanjutnya dioperasikan untuk menggerakkan kapal pada kecepatan servis (V_s) (Adji, 1995). BHP terbagi menjadi 2 yaitu sebagai berikut :

$$BHP_{scr} = SHP / \eta_g \quad (7)$$

Dimana $\eta_g = 98\%$ untuk *single reduction gears* dan 99% untuk *reversing reduction gears*

$$BHP_{mcr} = BHP_{scr} / (80-85\%) \quad (8)$$

7. Pengujian *Prototype* kapal

Setelah kapal selesai dibuat maka dilakukan pengujian untuk mengetahui muatan barang yang dapat diangkut serta kecepatan yang dihasilkannya . Pengujian dilakukan di waduk Faperika, Universitas Riau seperti yang terlihat pada gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Pengujian kapal

. Adapun pengujian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengujian keseimbangan kapal dengan beban dan tanpa beban.
2. Pengujian Daya angkut kapal dilakukan pada lintasan lurus, dimana barang divariasikan mulai dari berat 0 kg di tambah 2 kg tiap masing penambahan sampai berat maksimum yang dapat diangkut oleh kapal.
3. Pengujian konsumsi bahan bakar mesin kapal saat dioperasikan

3. Hasil

3.1 Hasil perancangan

Perancangan yang telah dilakukan menghasilkan beberapa parameter penentu pada prototype kapal. Adapun beberapa parameter yang dimaksud dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Parameter Hidrostatik

No	Bagian	Parameter	Nilai diperoleh
1	Ukuran Utama Kapal	Panjang (LOA)	2 m
		Lebar (B)	0,5 m
		Tinggi (H)	0,2 m
		Sarat air (T)	0,12 m
2	Hidrostatik hasil maxsurf modeler	Displacement	35,03 kg
		Volume (displaced)	0,035 m ³
		WL Length	1,761 m
		Wetted Area	0,686 m ²
		Sect. area amidships	0,019 m ²
3	Koefisien kapal	Waterpl. Arm	0,553 m ²
		Prismatic coeff. (Cp)	0,537
		Block coeff. (Cb)	0,388
		Max Sect. area coeff. (Cm)	0,722
4	Rencana umum	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,733
		Jarak gading kapal	9 frame, jarak 25 cm setiap frame
5	simulasi maxsurf Resistance	Lambung berbentuk U	-
		Tahanan (R)	V (6 kn) = 151,74 N
6	Pemilihan daya mesin kapal	Daya efektif (EHP)	493,03 w
		daya mesin utama (BHPmcr)	0,8 kW
7	Muatan kapal	Daya mesin pilihan	0,81 kW
		Berat kosong (LWT)	15 kg
		berat mati (DWT)	20,03 kg
		Payload	19,03 kg

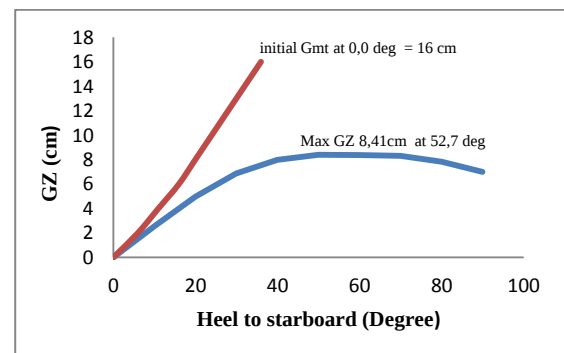
Koefisien bentuk kapal merupakan nilai-nilai koefisien dari parameter hidrostatik yang dapat menggambarkan bentuk kapal dan dapat diketahui kemampuan dan karakteristik sebuah kapal. Nilai koefisien yang dimaksud adalah *coefficient block* (Cb), *prismatic coefficient* (Cp), *koefisien midship* (Cm), *waterplan coefficient* (Cwp), dan *vertical prismatic coefficient* (Cvp). Prototype kapal ini memiliki nilai koefisien bentuk Cb dan Cp 0.388 dan 0,537 yang menunjukkan bentuk kapal yang tergolong ramping. Nilai Cp dan Cm yang besar menunjukkan meningkatkan stabilitas kapal namun mengurangi kecepatan kapal akibat tahanan kapal, begitu pula dengan nilai Cp dapat digunakan untuk mengetahui besarnya tahanan gerak kapal, yaitu semakin besar nilai Cp maka semakin besar pula nilai tahanan gerak yang dimiliki oleh sebuah kapal.

3.2 Hasil Pengujian keseimbangan kapal

Kriteria pengujian stabilitas yang digunakan pada *software Maxsurf Stability* adalah IMO section A.749(18) Ch 3 *Design criteria Applicable to all Ships*.

Pengujian dilakukan dengan membagi 3 kondisi sehingga hasil yang didapatkan lebih komplit, adapun hasil 3 kondisi tersebut adalah seperti berikut ini :

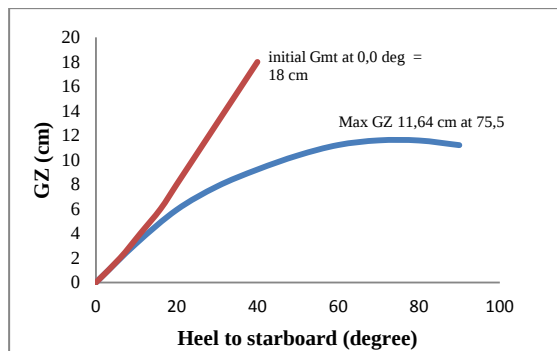
- 1) Kondisi pertama kapal tanpa diberi beban dan hanya berisi peralatan saja (mesin = 5 kg , berat bahan = 8 kg , komponen kendali = 2 kg)



Gambar 7. Grafik stabilitas kondisi 1 kapal tanpa beban

Pada kondisi pertama kapal tanpa beban dan hanya ada peralatan saja didapatkan lengan stabilitas maksimum (GZ max) adalah sebesar 8,41 cm dan jarak berat (G) ke metacenter (M) 16 cm seperti yang dapat dilihat pada gambar 7.

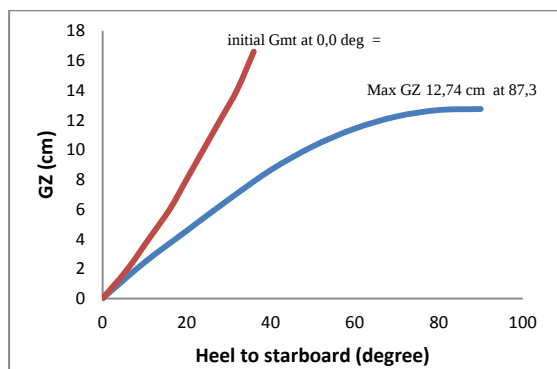
- 2) Kondisi kedua kapal berisi peralatan lalu diberi beban setengah dari muatan total kapal (mesin = 5 kg , berat bahan = 8 kg , komponen kendali = 2 kg , barang = 8 kg)



Gambar 8. Grafik Stabilitas kondisi 2 kapal muatan 50 % *full load*

Pada kondisi kedua kapal diberi beban dengan berat 8 kg didapatkan lengan stabilitas maksimum (GZ max) adalah sebesar 11,64 cm dan titik Gm adalah 18 cm seperti yang dapat dilihat pada gambar 8.

- 3) Kondisi ketiga yaitu kapal berisi peralatan dan diberi beban maksimum (mesin = 5 kg , berat bahan = 8 kg , komponen kendali = 2 kg , barang = 16 kg)



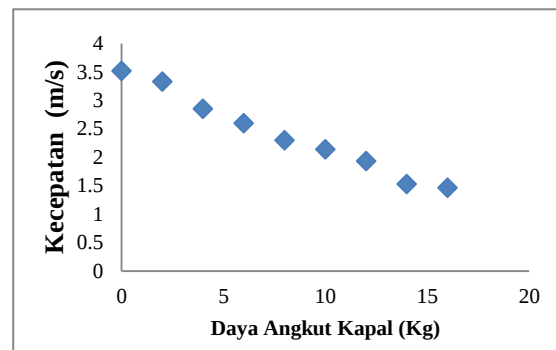
Gambar 9. grafik Stabilitas kondisi 3 kapal muatan 100 % *full load*

Pada kondisi 3 kapal berisi peralatan dan diberi beban penuh dengan berat barang 16 kg didapatkan lengan stabilitas maksimum (GZ max) adalah sebesar 12,74 cm dan titik Gm adalah 16,6 cm. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 9.

Dari hasil pengujian stabilitas kapal menggunakan *software maxsurf stability* didapatkan bahwa kapal ini telah memenuhi atau lulus dari kriteria dan persyaratan standar IMO (*International Maritime Organization*). Dari grafik ketiga kondisi tersebut didapatkan hasil nilai yang positif dimana kapal mampu untuk mempertahankan keseimbangannya kembali setelah diolengkan kekiri atau kekanan oleh angin, ombak dan lain sebagainya.

3.3 Daya angkut dan Kecepatan kapal

Adapun hasil pengujian daya angkut dan kecepatan kapal dapat dilihat pada gambar 9 berikut ini :

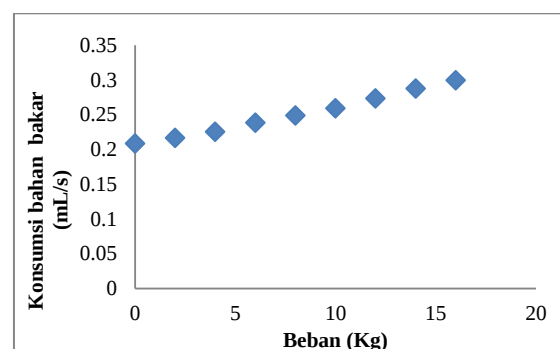


Gambar 10. Daya angkut kapal vs kecepatan

Dari grafik tersebut diketahui daya angkut maksimal kapal adalah 16 kg dengan kecepatan kapal 1,46 m/s sedangkan saat tanpa beban kecepatan kapal 3,52 m/s. Berat barang yang diangkut mempengaruhi kecepatan kapal semakin berat barang maka kecepatan kapal semakin kecil atau melambat hal ini terjadi karna semakin berat barang maka *displacement* atau air yang dipindahkan kapal semakin besar hal ini tentu saja menyebabkan kapal menjadi lambat.

3.4 Konsumsi bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar merupakan perbandingan antara banyak nya bahan bakar yang habis dalam waktu tertentu. Adapun hasil dari pengujian konsumsi bahan bakar seperti terlihat pada gambar 11 berikut ini.



Gambar 11. grafik beban vs konsumsi bahan bakar (Fc)

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa konsumsi bahan bakar kapal tanpa diberi beban adalah 0,21 mL/s sedangkan pada saat diberi beban 16 kg konsumsi bahan bakar 0,3 mL/s. Diketahui bahwa semakin berat beban maka konsumsi bahan bakar semakin banyak hal ini disebabkan karna *propeler* semakin berat mendorong kapal dan mesin

semakin berat untuk bekerja. Pada saat kapal tidak diberi beban dorongan *propeler* ringan dan lambung yang terbenam kedalam air adalah kecil sehingga mesin bekerja secara normal untuk memindahkan kapal hal inilah yang menyebabkan konsumsi bahan bakar lebih sedikit daripada diberi beban.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Prototype* kapal hasil modifikasi perahu jalur dibuat dengan ukuran panjang 2 m , lebar 0,5 m ,tinggi 0,2 m dan sarat air 0,12 m.
2. Daya angkut maksimal kapal adalah 16 kg dengan kecepatan 1,46 m/s.
3. Konsumsi bahan bakar kapal tanpa beban adalah 0,21 mL/s dan saat diberi beban maksimal 16 kg adalah 0,3 mL /s.

Daftar Pustaka

- [1] Adji, S.W. 1955. Evaluasi teknis sistem propulsi motor sailing boat maruta Jaya 900.Laporan penelitian TSP-FTK ITS;Surabaya.
- [2] Azis, A .2017. Desain Kapal Penumpang Berbahan Kayu untuk Wilayah Operasional Sungai Musi. *Repository Undergraduate thesis*,Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [3] Barabanov,N,V.1960.*Structural Design of Sea-Going Ships*. Moscow: Peace Publishers.
- [4] Dedianto. 2014.Dampak Tradisi pacu jalur terhadap kehidupan masyarakat di Kecamatan Kuantan Hilir. JOM FISIP : Vol 1 No. 2.
- [5] Djaya, K. I dkk .2008. Teknik konstuksi kapal baja. Direktorat pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan; Jakarta
- [6] Fisher,K,W .2008. *Fundamentals of Shipbuilding Contracts .e-book : Fisher Maritime Consulting Group (New Jersey): page 4*.
- [4] Habibi, M .2017. Perencanaan dan pengendalian jadwal pembuatan Gambar desain dan produksi pembangunan kapal baru dengan metode simulasi. Skripsi, Fakultas teknik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] Harvald, SV.AA. 1992.Tahanan dan Propulsi kapal. *Dept of ocean eng. The*

technical university of Denmark Lyngby, Airlangga University press.

- [6] Lewis,E.V.1988.*Principles of naval architecture 2nd Edition.The society of naval architecture and marine engineering.NJ*
- [7] Molland, A.F.2008. *A guide to ship design ,Contruction and operation*. The maritime Engineering reference Book, Butterworth-Heinemann,Elsevier.
- [8] Suhardjito, G. 2006. Desain rencana garis.Politeknik Perkapalan Negri Surabaya.
- [9] Suwasono, B dkk. 2019. Teori dan Panduan Praktis Hidrodinamika Kapal Hukum Archimedes. Surabaya : Hang Tuah University Press.
- [10] Tupper, E.C. 2004. *Introduction to Naval Architecture Fourth Edition* Oxford:Butterworth-Heinemann.