

KARAKTERISTIK LAMBUNG KAPAL GURINDAM FUEL ENGINE POLITEKNIK NEGERI BATAM

Sapto Wiratno Satoto^{1*}, Nidia Yuniarsih¹, Hendra Saputra¹, Mufti Fathonah Muvariz¹, Naufal Abdurrahman Prasetyo¹, dan Nurman Pamungkas¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

*Corresponding author: sapto@polibatam.ac.id

Article history

Received:

18-06-2021

Accepted:

28-06-2021

Published:

30-06-2021

Copyright © 2021
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Karakter bodi kapal akan sangat menentukan kecepatan dan olah gerak kapal. Daya mesin kapal untuk mengatasi hambatan dipengaruhi oleh lambung kapal tersebut sehingga dalam melakukan perancangan perlu dilakukan perhitungan dengan tepat. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan terkait dengan pemasangan alat kontrol nirkabel serta desain lambung kapal tanpa awak namun dengan bentuk lambung serta bentuk mesin yang berbeda. Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah ukuran utama kapal adalah sebagai berikut: LWL = 66,74 cm; B = 32,07 cm; T = 4,91 cm; Cb = 0,338. Kapal mengalami *pre-planning* pada kecepatan 2,5 – 4,75 knot dengan hambatan yang terjadi adalah 6,09 – 19,6 N dan nilai *froud number* antara 1,028 – 1,952, kemudian mengalami *planning* pada kecepatan 3,5 knot dengan nilai hambatan dimulai dari 5,59 N dengan nilai *froud number* dimulai pada 1,439. Untuk mencapai kecepatan 10 knot, kapal membutuhkan daya sekitar 102 W. Obyek dari kapal yang diteliti adalah kapal Gurindam Politeknik Negeri Batam, di mana kapal tersebut pernah dipergunakan untuk kontes kapal cepat nasional se-Indonesia. Semoga dengan penulisan penelitian ini, dapat memberikan suatu pengetahuan terkait dengan hambatan yang terjadi serta kedepan akan dijadikan dasar pengembangan kapal untuk dirancang lebih baik.

Kata Kunci: *planning*, ukuran utama kapal, hambatan, kecepatan

Abstract

The character of the ship's hull will determine the speed and movement of the ship. Ship engine power to overcome resistance is influenced by the hull of the ship so that in doing the design it is necessary to calculate precisely. This research is a further study related to the installation of wireless control devices and the design of unmanned hulls but with a different hull and engine shape. The conclusions obtained from this study are the main size of the ship are as follows: LWL = 66.74 cm; B = 32.07 cm; T = 4.91cm; Cb = 0.338. The ship has pre planning at speed: 2.5 - 4.75 knots with 6.09 – 19.6 N resistance and froud number values between 1.028 – 1.952, then experience planning at a speed of 3.5 knots with resistance values starting at 5.59 N with froud number starting at 1.439. To reach the speed of 10 knots, the ship needs around 102 W of power. The object of the ship investigated above is the Batam State Polytechnic Gurindam ship, where the ship was once used for the national fast boat contest in Indonesia. Hopefully with this research, it can provide a knowledge related to the resistance that occur and, in the future, will be used as the basis for the development of the ship to be better designed.

Keywords: *planning*, main dimension, resistance, speed

1.0 PENDAHULUAN

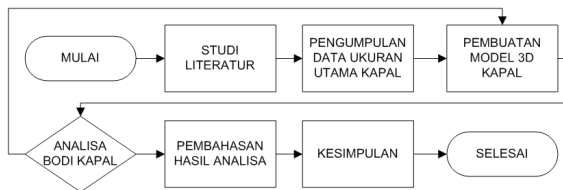
Kapal Gurindam *fuel engine* merupakan kapal dengan motor bakar sebagai penggerak utama. Diperlukan suatu bentuk bodi kapal yang sesuai besaran daya yang dihasilkan oleh mesin kapal sehingga lambung kapal dapat bekerja dengan maksimal dan kecepatan yang direncanakan dapat tercapai. Kapal Gurindam

merupakan kapal kecil dengan menggunakan kontrol gerak *transmitter* radio serta *servo*. Cara kerjanya sama persis dengan prinsip kapal *Remote Control* (RC) atau kapal tanpa awak (USV).

Penelitian mengenai pembuatan lambung kapal tanpa awak pernah dilakukan penulis namun dalam bentuk kapal katamaran dengan penggerak elektrik [1]. Tulisan ini bertujuan untuk melaporkan hasil pengujian serta penelitian mengenai bentuk lambung kapal dengan

penggerak motor bakar dan dengan menggunakan *chine* pada bagian lambungnya[2]. *Chine* merupakan sebuah lengkungan yang terletak pada bagian kiri dan kanan kapal yang fungsinya adalah untuk memaksimalkan olah gerak kapal pada saat terjadi gerakan *rolling* (kapal bergoyang ke kiri dan kanan dengan periode tertentu). Ukuran utama kapal, hambatan kapal merupakan bagian yang diteliti ketika melihat karakteristik lambung kapal[3][4]. Hambatan di sini dapat diartikan sebagai sebuah gaya yang melawan arah gerak kapal dimana gaya akan berdampak langsung pada kebutuhan mesin pendorong yang diperlukan oleh kapal untuk melaju dengan kecepatan tertentu. Rencana hasil akhir yang ingin dicapai adalah mengetahui ukuran utama kapal, mengetahui hambatan kapal yang timbul dari lambung kapal yang dibuat serta mengetahui daya kapal yang dihasilkan sehingga bisa direncanakan serta diaplikasikan dengan maksimal [5]. Direncanakan dan aplikasikan yang dimaksud adalah, dengan melakukan penambahan pengurangan, bentuk dan peralatan yang menempel pada kapal sehingga lebih tepat dan efektif. Manfaat lain dengan mengetahui karakteristik lambung kapal adalah memaksimalkan ruangan di dalam kapal serta pembagian bebannya sehingga ruangan kapal dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya [2].

2.0 METODE



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian

Diagram alir di atas menjelaskan alur penelitian yang dilakukan. Beberapa tahapannya antara lain:

✓ Studi Literatur

Pencarian sumber-sumber bacaan yang sesuai dengan materi penelitian yang direncanakan. Dengan adanya studi literatur ini, penulis memiliki beberapa acuan yang digunakan dalam penelitian. Sumber yang penulis dapatkan berasal dari buku, jurnal, sumber berita daring maupun artikel di mana digunakan lebih dari satu sumber agar didapatkan hasil yang valid.

✓ Pengumpulan Data Ukuran Utama Kapal

Pengumpulan yang dimaksud adalah pencatatan ukuran utama kapal yang digunakan untuk membuat model kapal. Ukuran tersebut kemudian dicatat dan dijadikan sumber data pembuatan model Kapal.

✓ Pembuatan model 3D kapal

Pembuatan model dalam bentuk 3 Dimensi di mana model adalah representasi dari kapal asli yang kemudian akan dilakukan analisa menggunakan perangkat lunak. Penggunaan perangkat lunak ini untuk mempermudah serta mempercepat evaluasi serta proses analisa objek yang diteliti [3]. Perangkat lunak yang digunakan adalah *Delftship*.

✓ Analisa bodi Kapal

Analisa yang dilakukan terhadap model kapal dengan tujuan untuk mencapai hasil yang diinginkan (tujuan) dalam penelitian ini. Analisa yang dilakukan adalah analisa hambatan kapal dengan menggunakan metode sebagai berikut [12]:

a. Savitsky pre-planning

Metode ini digunakan untuk perhitungan hambatan kapal pada kapal cepat *planning hull* pada kondisi sebelum *planning (pre-planning)*.

b. Savitsky planning

Metode ini digunakan untuk perhitungan hambatan kapal pada kapal cepat *planning hull* yang bekerja pada kondisi *planning (kecepatan planning)*.

c. Holtrop

Metode ini digunakan untuk perhitungan hambatan kapal pada kapal tanker, kapal kargo, kapal ikan, *tug boat*, kapal kontainer dan kapal *frigate*.

✓ Pembahasan Hasil Analisa

Pembahasan yang dilakukan guna menjelaskan hasil penelitian untuk mengetahui kesimpulan apa saja yang bisa diambil dari penelitian yang dilakukan.

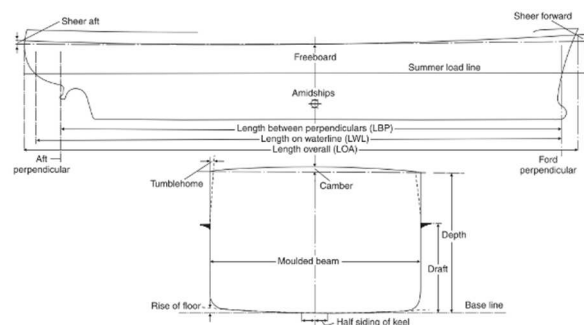
✓ Kesimpulan

Simpulan dari hasil penelitian yang menjawab tujuan dari penelitian.

Tahapan di atas adalah langkah yang dilakukan ketika melakukan penelitian. Dengan mengetahui urutan dan skema kegiatan di atas, peneliti dapat memiliki panduan sehingga kegiatan yang dilakukan dapat dilaksanakan dengan tepat sesuai perencanaan.

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran utama kapal dapat diartikan sebagai angka-angka ukuran yang merujuk pada ukuran pada kapal.



Gambar 2: Ukuran Utama Kapal

Penjelasan dari ukuran tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut [8][9]:

✓ Garis dasar

Garis horizontal yang digambar di bagian atas pelat *keel*. Semua dimensi secara vertikal diukur dari garis dasar kapal.

- ✓ *Molded Beam*
Diukur pada bagian *midship* ke lebar maksimum kapal.
- ✓ *Molded Draft*
Diukur dari garis dasar ke garis air musim panas di bagian *midship*.
- ✓ Kedalaman
Diukur dari garis dasar ke balok geladak atas di sisi tengah bagian kapal.
- ✓ *Extreme Beam*
Lebar maksimum yang dihasilkan dari pengukuran lebar kapal.
- ✓ *Extreme Draft*
Diambil dari titik terendah kapal ke garis muatan musim panas.
- ✓ Kedalaman Ekstrim
Kedalaman kapal dari sisi atas dek kapal ke titik lunas terendah.
- ✓ Setengah Lebar
Ukuran yang didapatkan dari setengah lebar kapal.
- ✓ *Freeboard*
Jarak vertikal yang diukur di sisi kapal antara garis muatan musim panas dan geladak.
- ✓ *Sheer*
Lengkungan *deck* dalam arah memanjang kapal.
- ✓ *Camber (Round of Beam)*
Lengkungan geladak dengan arah melintang.
- ✓ *Rise of Floor* atau *Deadrise*:
Munculnya garis pelapis *shell* bagian bawah di atas garis dasar. Jika dijabarkan lebih lanjut, lebih banyak lagi ukuran utama yang digunakan pada kapal. Ukuran kapal tersebut nantinya akan berdampak pada kondisi Kapal [10].

Dalam melakukan penelitian mengenai karakteristik lambung kapal, hal yang perlu diketahui adalah mengenai hambatan kapal. Hambatan kapal dapat dirumuskan sebagai berikut

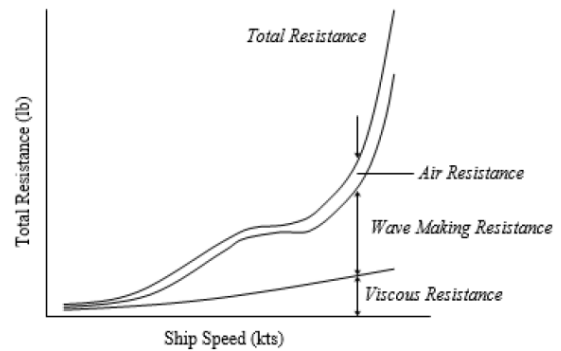
$$R_T = R_V + R_W + R_{AA} \quad (1)$$

R_T = Hambatan Total

R_V = Hambatan Viskositas

R_W = Hambatan Gelombang

R_{AA} = Hambatan Udara



Gambar 3: Grafik Hambatan

Ketika sebuah kapal bergerak melalui air yang tenang, ada banyak faktor yang terkait dengan hambatan total yang bekerja pada lambung kapal. Faktor utama yang mempengaruhi resistansi kapal adalah gesekan dan efek kental dari air yang bekerja pada lambung kapal, dan hambatan yang diberikan udara yang mempengaruhi pergerakan Kapal [11].

Dari pengertian hambatan tersebut, muncul tiga kondisi terkait dengan gerakan kapal. Dalam kaitannya dengan kapal kecil, maka terdapat 3 kondisi kapal pada saat beroperasi, mulai dari kecepatan (V) 0 knot sampai dengan kecepatan tinggi (kecepatan maksimum) yang dapat dilihat pengertiannya sebagai berikut:

1.1 Fase displasemen ($0,0 < F_n < 0,6$)

Kapal-kapal komersial besar hampir selalu berlayar pada fase ini, dimana berat kapal seluruhnya disangga oleh gaya angkat (*buoyancy*). Kapal yang berlayar dengan kecepatan cukup rendah ($F_n < 0,3$) tidak akan mengalami perubahan trim ataupun penurunan titik berat (VCG) yang berarti. Dengan naiknya kecepatan (F_n) perubahan tersebut mulai timbul.

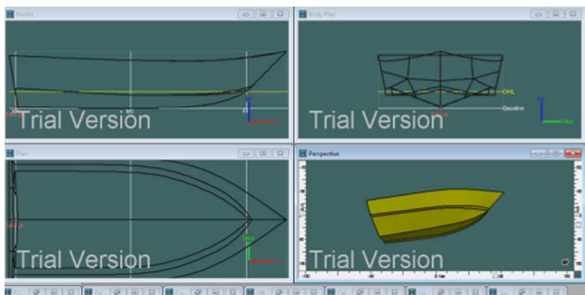
Perubahan ini terjadi akibat naiknya aliran karena bertambah terbenamnya kapal, yang selanjutnya sesuai Hukum Bernoulli, akan berakibat pada penurunan tekanan di bawah kapal bagian buritan dan kenaikan tekanan di bawah haluan Kapal.

1.2 Fase *pre-planning* ($0,6 < F_n < 1,2$)

Pada fase *pre-planning* berat kapal akan disangga lebih banyak oleh gaya angkat hidrodinamik. Gaya angkat hidrodinamik ini timbul karena adanya deviasi aliran di sekitar dasar kapal bagian buritan, sehingga mengakibatkan kapal *trim*. Dari berbagai pengukuran tes model didapat bahwa pada fase ini titik berat kapal akan naik. Pada sekitar $F_n = 0,6$, VCG mencapai ketinggian yang sama dengan pada saat $V = 0$ knot dan selanjutnya VCG terus naik sampai kecepatan karakteristik $F_n = 1,2$ dicapai. Dari kecepatan $v = 0$ knot sampai dengan $F_n = 0,9$ haluan kapal akan terus naik ke arah permukaan, sedangkan buritannya akan berangsur-angsur terbenam. Pada sekitar $0,9 < F_n < 1,2$ buritan kapal akan mulai naik lagi, tetapi tidak begitu besar sampai dengan munculnya haluan. Dengan demikian *trim* akan tetap naik sampai dengan $F_n = 1,2$ dicapai.

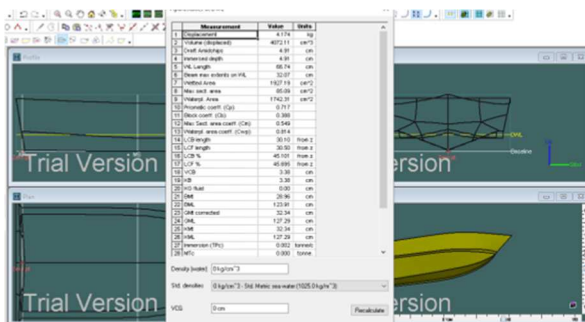
1.3 Fase *planing* ($F_n > 1,2$)

Fase *planing* dapat ditandai dengan kondisi dimana hampir seluruh berat kapal disangga oleh gaya angkat hidrodinamik, dan hanya sebagian kecil berat kapal yang bertumpu pada gaya hidrostatis yang juga kecil. Meskipun kapal hampir seluruhnya meluncur di permukaan air, dan permukaan basah menjadi sangat kecil demikian juga *trim* kapal mulai menurun dibandingkan dengan pada fase *pre-planing*, tetapi tekanan hidrodinamik menjadi sangat besar sebagai akibat kecepatan tinggi yang diperoleh dari gaya dorong *propeller*. Pada fase *planing*, bagian kapal yang terbenam sangat kecil, sehingga gelombang yang terbentuk hampir hilang sama sekali.



Gambar 4: Desain Kapal 3 Dimensi

Pembuatan model kapal menggunakan perangkat lunak desain kapal *Delftship*. Perangkat lunak digunakan untuk menggambarkan kapal dalam bentuk tiga dimensi. Gambar tiga dimensi dibuat sesuai dengan bentuk kapal asli se-presisi mungkin sehingga hasil analisa nanti diharapkan tidak berbeda jauh. Dari perangkat lunak tersebut dapat dilihat pandangan kapal dalam bentuk tiga dimensi, padangan kapal tampak dari atas (*water plane area*) pandangan kapal tampak dari samping (*water line area*) dan pandangan kapal tampak dari depan (*body plan area*).



Gambar 5: Hasil Analisa Ukuran Utama Kapal

Setelah dibuat bentuk 3 dimensinya kemudian dilakukan analisa sederhana terkait dengan ukuran utama kapal. Dari data model kapal diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 1: Data Ukuran Utama Kapal

No	Ukuran	Nilai	Unit
1	Displacement	4.174	kg
2	Volume (displaced)	4072.11	cm ³
3	Draft Amidships	4.91	cm
4	Immersed depth	4.91	cm
5	WL Length	66.74	cm
6	Beam max extents on WL	32.07	cm
7	Wetted Area	1927.19	cm ²
8	Max sect. area	85.09	cm ²
9	Waterpl. Area	1742.31	cm ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.717	
11	Block coeff. (Cb)	0.388	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.549	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.814	
14	LCB length	30.1	from zero pt. (+ve fwd) cm
15	LCF length	30.5	from zero pt. (+ve fwd) cm
16	LCB %	45.101	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
17	LCF %	45.695	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
18	VCB	3.38	cm
19	KB	3.38	cm
20	KG fluid	0	cm
21	BMt	28.96	cm
22	BML	123.91	cm
23	Immersion (TPc)	0.002	tonne/cm
24	MTc	0	tonne.m
25	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1)	2.36	kg.cm
26	Length:Beam ratio	2.081	
31	Beam:Draft ratio	6.532	
32	Length:Vol ^{0.333} ratio	4.18	
33	Precision	Medium	61 stations

Beberapa kesimpulan data ukuran utama kapal yang didapatkan dari Tabel 1 antara lain:

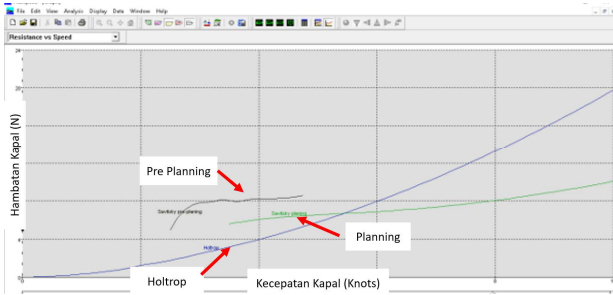
$$LWL = 66.74 \text{ cm}$$

$$B = 32.07 \text{ cm}$$

$$T = 4.91 \text{ cm}$$

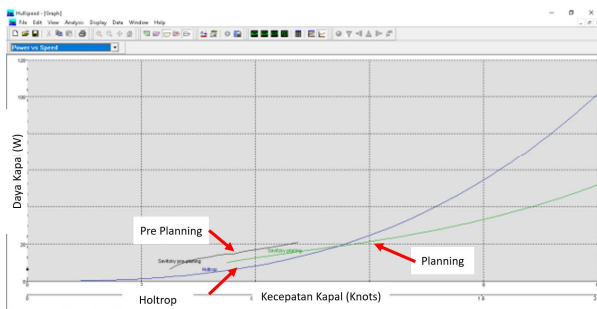
$$Cb = 0.338$$

Ukuran utama kapal akan digunakan untuk memperhitungkan besarnya hambatan, besarnya daya yang dibutuhkan sampai dengan muatan maksimal yang bisa dibawa oleh kapal.



Gambar 6: Perbandingan Hambatan dan Kecepatan Kapal

Dari data ukuran utama tersebut kemudian dilakukan perhitungan besarnya hambatan kapal. Besarnya hambatan kapal pada kapal cepat biasanya terbagi menjadi dua kondisi yaitu *pre-planning* dan *planning*. Pada kondisi *pre-planning*, terlihat dari grafik menunjukkan besaran tahanan yang naik secara cepat lalu melandai, hal ini menunjukkan bahwa besarnya hambatan tersebut muncul karena bagian kapal yang terendam cukup luas namun kemudian semakin sedikit dan akhirnya mengurangi hambatan yang terjadi di antara kapal dengan air. Setelah kecepatan mennggi kemudian hambatan *pre-planning* hilang dan berganti dengan hambatan *planning* dimana pada kondisi ini dapat diartikan kapal dalam keadaan tergelincir. Kenaikan hambatan melambat, namun kemudian ketika kecepatan semakin tinggi terjadi kenaikan. Hal ini dimungkinkan pada saat awal kapal bergerak, luasan gesekan kapal dan air besar kemudian karena kecepatannya bertambah, bagian yang terkena gesekan berpindah pada bagian belakang bukan lagi di bagian depan. Pada bagian belakang, luasan permukaan kapal lebih luas dikarenakan bentuk badan kapal yang membesar pada bagian belakang.



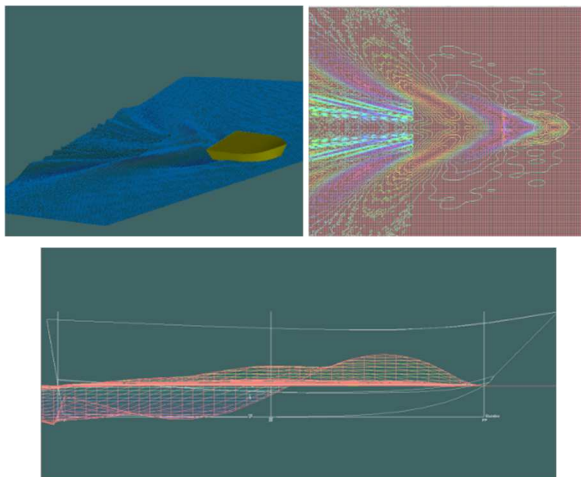
Gambar 7: Perbandingan Daya dan Kecepatan

Data perbandingan daya dan kecepatan di atas menunjukkan pola kenaikan yang terus menerus. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi kondisi sesuatu yang konstan dalam artian semakin tinggi daya, maka kecepatan yang dihasilkan akan semakin cepat.

Tabel 2. Data Perbandingan Hambatan Kapal

Speed (kn)	Savitsky Pre-planning Resist (N)	Savitsky Pre-Planning Power (W)	Savitsky Planing Resist (N)	Savitsky Planing Power (W)	Holtrop Resist. (N)	Holtrop Power (W)
0	--	--	--	--	--	--
0.25	--	--	--	--	0.03	0
0.5	--	--	--	--	0.09	0.02
0.75	--	--	--	--	0.18	0.07
1	--	--	--	--	0.3	0.16
1.25	--	--	--	--	0.46	0.29
1.5	--	--	--	--	0.65	0.5
1.75	--	--	--	--	0.91	0.82
2	--	--	--	--	1.23	1.27
2.25	--	--	--	--	1.5	1.73
2.5	4.73	6.09	--	--	1.79	2.3
2.75	6.88	9.74	--	--	2.11	2.98
3	7.73	11.93	--	--	2.48	3.83
3.25	8	13.38	--	--	2.84	4.75
3.5	7.99	14.39	5.59	10.07	3.21	5.77
3.75	7.74	14.94	5.85	11.29	3.58	6.92
4	7.89	16.24	6.06	12.48	3.98	8.2
4.25	7.88	17.22	6.23	13.63	4.41	9.64
4.5	7.91	18.32	6.36	14.73	4.85	11.24
4.75	8.02	19.6	6.47	15.8	5.32	13
5	--	--	6.55	16.86	5.81	14.95
5.25	--	--	6.63	17.91	6.33	17.09
5.5	--	--	6.71	18.99	6.86	19.41
5.75	--	--	6.8	20.1	7.42	21.94
6	--	--	6.89	21.26	7.99	24.67
6.25	--	--	6.99	22.47	8.59	27.61
6.5	--	--	7.1	23.75	9.2	30.78
6.75	--	--	7.23	25.1	9.84	34.17
7	--	--	7.37	26.53	10.5	37.8
7.25	--	--	7.52	28.05	11.17	41.66
7.5	--	--	7.69	29.66	11.86	45.78
7.75	--	--	7.87	31.37	12.58	50.14
8	--	--	8.06	33.19	13.31	54.77
8.25	--	--	8.27	35.11	14.06	59.67
8.5	--	--	8.49	37.14	14.83	64.84
8.75	--	--	8.73	39.28	15.62	70.29
9	--	--	8.97	41.54	16.42	76.03
9.25	--	--	9.23	43.93	17.25	82.07
9.5	--	--	9.5	46.44	18.09	88.4
9.75	--	--	9.78	49.07	18.95	95.05
10	--	--	10.08	51.84	19.83	102

Tabel di atas menunjukkan besaran daya dan hambatan yang bekerja mulai dari kecepatan 0 sampai dengan 10 knot. Fase yang terlihat berbeda adalah ketika antara proses *pre-planning* dan *planning*. Di mana perbedaan tersebut muncul pada nilai *froud number* yang berbeda. Pada kapal yang diteliti, proses *pre-planning* terjadi pada kecepatan 2,5 – 4,75 knot dengan hambatan yang terjadi adalah 6,09 – 19,6 N dan nilai *froud number* antara 1,028 – 1,952. Kemudian setelah itu proses selanjutnya adalah kapal mengalami proses *planning* di mana proses tersebut dimulai pada kecepatan 3,5 knot dengan nilai hambatan dimulai dari 5,59 N dengan nilai *froud number* dimulai pada 1,439.



Gambar 8: Kondisi Riak dan Gelombang Kapal Di Permukaan Air

Gambar di atas menjelaskan bentuk riak air akibat dari gerakan kapal yang bergerak dari kecepatan 0 – 10 knot. Terjadinya perubahan pola gelombang menunjukkan terjadinya perbedaan permukaan yang bergesekan dengan air serta berubahnya kecepatan kapal. Terlihat dari gambar bahwa pada saat kecepatan lambat, riak gelombang yang dihasilkan banyak namun tinggi gelombangnya kecil. Namun ketika kapal mulai naik kecepatannya, bentuk gelombang airnya mengalami kenaikan tinggi namun dengan jumlah riak yang semakin sedikit.

4.0 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang dilakukan antara lain:

1. Ukuran utama kapal adalah sebagai berikut: LWL = 66,74 cm; B = 32,07 cm; T = 4,91 cm; Cb = 0,338
2. Kapal mengalami *pre-planning* pada kecepatan: 2,5 – 4,75 knot dengan hambatan yang terjadi adalah 6,09 – 19,6 N dan nilai *froud number* antara 1,028 – 1,952, lalu mengalami *planning* pada kecepatan 3,5 knot dengan nilai hambatan dimulai dari 5,59 N dengan nilai *froud number* dimulai pada 1,439.
3. Untuk mencapai kecepatan 10 knot, kapal membutuhkan daya sekitar 102 W.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. W. Satoto, “Perancangan Lambung Kapal Tanpa Awak Sebagai Alat Bantu Survei Di Kepulauan Riau,” *J. Ilmu Pengetah. Teknol. Kelaut.*, vol. 16, no. 1, hal. 9–15, 2019.
- [2] Eko Setyo Widodo, “Simulation Of Aplicated Hull Chine To Resistance, Power Dan Stability For Patrol Boat Suberko-02,” ITS Surabaya, 2017.
- [3] P. Manik *et al.*, “Perancangan Kapal General Cargo 1500 Dwt Rute Pelayaran Jakarta-Surabaya,” vol. 10, no. 2, 2013.
- [4] H. O. Kristensen, “Prediction of Resistance and Propulsion Power of Ships,” no. 2010, 2013.
- [5] I. S. Arief, E. Jatmiko, dan M. Novan H.A, “Analisa Pengaruh Penambahan Stern Flap Pada Kapal Planing Hull Dalam Usaha Untuk Mengurangi Tahanan Kapal,” hal. 1–14, 2011.
- [6] T. Karyono, M. M. E. Prayitno, dan I. D. Cahyo, “Perancangan Kapal Keroncong Orchestra sebagai Wahana Wisata Air Surabaya Tempo Doeloe,” vol. 1509, hal. 61–66, 2018.
- [7] H. C. Raven dan T. P. Scholcz, “Wave resistance minimisation in practical ship design,” no. May, 2017.
- [8] D. J. Eyres, *Ship Construction*, 5 ed. London: MPG Books Ltd, Bodmin, Cornwall, 2001.
- [9] S. Herbert dan B. V, *Ship Design for Efficiency and Economy Ship Design for Efficiency and Economy*, 2 ed. London, 1998.
- [10] M. A. N. Munif, Y. P. Timur, dan K. R. Habib, “Laporan Kemajuan Kontes Kapal Cepat Tak Berawak Nasional (KKCTBN) 2019,” Surabaya, 2019.
- [11] “Resistance And Powering Of Ships,” in *Resistance And Propulsion*, Annapolis: United States Naval Academy, hal. 7–44.
- [12] M. Muhadi, E. Prayitno, J. Teknik, dan P. Kapal, “Analisa teknis optimalisasi sistem propulsi kapal ikan menggunakan cvt gearbox,” vol. 9, no. 3, hal. 116–122, 2012.