

# REDESAIN KAPAL REDE UNTUK ANALISA HAMBATAN

Luh Putri Adnyani<sup>1</sup>, Reza Furqan Arrachman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Teknologi Kalimantan, Kampus ITK Karang Joang,  
Jl. Soekarno Hatta km 15, Karang Joang Balikpapan, Kalimantan Timur Indonesia

Email: [luhputria@itk.ac.id](mailto:luhputria@itk.ac.id)<sup>1</sup>

## Abstrak

Kapal Rede adalah proyek pembangunan kapal perintis oleh pemerintah untuk meningkatkan konektivitas antar pulau terutama pada daerah-daerah terpencil, terluar dan belum berkembang. Pengumpulan data dari penelitian ini mengambil tempat di PT. Daya YES Shipyard sebagai salah satu galangan yang membangun kapal Rede. Dari data didapatkan bahwa tekanan fluida pada bagian haluan lebih besar sehingga efek gelombang pada sisi kapal menjadi tinggi hingga melampaui main deck. Oleh karena itu dilakukan redesain dengan cara meperuncing bagian haluannya. Pada analisa uji hambatan kapal menggunakan bantuan Software Maxsurf Resistance dengan metode Holtrop & Van Oortmerssen. Pada percobaan dengan metode Holtrop nilai hambatan kapal Rede sesudah redesain adalah 16.335 Kn, sedangkan dengan menggunakan metode van Oortmerssen adalah 21.470 Kn, dibandingkan dengan kapal Rede sebelum redesain memiliki nilai hambatan 41.48 Kn. Jadi dengan redesain kapal Rede, hambatan dapat diturunkan sampai 50 %.

**Kata Kunci:** Rede, Redesain, Hambatan

## Abstract

Rede ship is launched by the government to improve inter-island connectivity in the transport sector, especially in remote areas, outermost and undeveloped. This study took place at PT. Daya YES Shipyard. Analysis obtained the fluid pressure in the bow section that is greater than stern section, so the effect of waves on the side of ship is higher and surpassed the main deck. Therefore, redesigning by changing the model of the bow is calculated in this research. In term of the resistance test, analysis using software Maxsurf Resistance is obtained using Holtrop & van Oortmerssen method. Resistance value using Holtrop method and van Oortmerssen after redesign are 6.335 Kn and 21 470 Kn, respectively. Compared to resistance value before redesign based on resistance data is 41.48 Kn. In summary, redesigning Rede Ship can reduce resistance approximately 50%.

**Keywords:** Rede, Redesign, Resistance

## 1. PENDAHULUAN

(Kementerian Perhubungan (Kemenhub) melalui Direktorat Jenderal Perhubungan Laut meresmikan pembangunan Kapal Rede sebanyak 20 unit dengan nilai kontrak Rp. 278,85 miliar [1]. Pembangunan 20 unit kapal tersebut masing-masing dilakukan tiga perusahaan galangan kapal, yakni PT. Prakriti Hasta Dharma, PT. Gaharu Galangan Internasional Banjarmasin dan PT. Daya Yakin Engkau Suka (YES) Samarinda.

Keberadaan Kapal Rede berfungsi untuk melayani penumpang yang berasal dari dan ke kapal-kapal besar yang tidak bisa sandar ke dermaga pelabuhan karena belum memiliki dermaga atau kedalaman laut yang dangkal. Selain itu pengadaan Kapal Rede juga

dimaksudkan untuk meningkatkan konektivitas antar pulau khususnya pelayanan di sektor transportasi laut pada daerah-daerah terpencil, terluar dan belum berkembang. Namun karena Kapal rede ini masih dalam tahap perintis diperkirakan akan mengalami berbagai macam kendala dari sisi teknis, sistem ataupun desain, oleh karena itu kajian mendalam terhadap desain Kapal Rede dapat dijadikan sebagai topik yang menarik dan membawa manfaat yang luas khususnya untuk menekan biaya dari segi produksi dan operasi.

Terdapat beberapa metode pendekatan pembangunan kapal, yaitu metode sister ship, regresi linear, 256 kapa dan lainnya [2] [3] [4] [5] [6]. Disamping itu, penelitian terbaru menunjukkan penggunaan data mining dalam

optimasi desain kapal [7], ataupun menggunakan pendekatan ketidakpastiaan pada desain engineering khususnya karena adanya regulasi Energy Efficiency Design Indicator (EEDI) [8]. Kapal-kapal yang berlayar di Indonesia, salah satunya kapal Rede ini juga harus memenuhi persyaratan yang terdapat pada BKI [9].

Dalam permasalahan ini, tentunya efektifitas waktu pada sarana transportasi laut menjadi tantangan bagi setiap desainer kapal. Salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan kapal adalah hambatan kapal. Dari data yang telah di dapat, teridentifikasi bahwa tekanan fluida pada bagian haluan lebih besar & ratio dari L/B tidak memenuhi kriteria dari metode holtrop. Ratio dari L/B adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kenaikan dari Wave Making Resistance [4].

Analisa hambatan pada kapal masih terus dikembangkan, salah satunya dengan computational untuk mencari pengurangan reduksi pada kapal bulk carrier 66,000 DWT [10]. Penelitian lainnya juga dilakukan dengan membandingkan hasil eksperimental di laboratorium dengan hasil simulasi menggunakan software [11]. Aliran potensial disekitar lambung kapal yang mempengaruhi hambatan kapal dengan menggunakan metode panel [12].

Oleh karena itu dilakukan redesain dengan cara memperuncing bagian haluannya. Penelitian ini bertujuan membuat suatu model kapal agar dapat mengurangi nilai ekonomis dari segi produksi maupun dari segi operasional.

## 2. METODE

Data ukuran utama awal kapal rede sebelum di redesain adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Ukuran Model Awal K.M. Rede

Sumber: Hydrostatic Curve Table

Keterangan	Model Awal K.M. Rede
Lwl (m)	21.104
Lpp (m)	19.84
B (m)	6.3
T (m)	1.5

H (m)	2.2
Cb	0.733
Displacement (ton)	149.8
Payload (ton)	50
Vs (knot)	10

Penelitian ini difokuskan pada variasi bentuk haluan menggunakan beberapa parameter dari Curve Sectional Area (CSA) mathematical taylor's line dan kemudian disimulasikan untuk mendapatkan nilai hambatan total yang terkecil. Ujung depan CSA diusahakan memiliki radius sekecil mungkin untuk memberi efek hidrodinamik yang lebih baik. Maka dari itu diperlukan parameter parameter yang akan digunakan untuk melakukan pengujian. Parameter yang dipakai adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.** Persyaratan Ratio Metode Van Oortmerssen. & Holtrop

Van Oortmerssen		Holtrop	
Ratio	Limitation	Ratio	Limitation
L	8~80	L/B	3.9-15
L/B	3~6.2	Cp	0.55-0.85
Cp	0.5~0.73		
LCG/L	8~2.8%		
V	5~3000		
B/T	1.9~4		
Cm	0.70~0.97		
ie	10~46		

Pemodelan dilakukan menggunakan bantuan komputasi *software maxsurf* dengan memodelkan kapal rede dari data lines plan, kemudian akan dilakukan redesain dengan mengurangi cara CSA pada bagian haluannya.

Analisa hasil dilakukan untuk mendapatkan bentuk model yang paling efisien pada kecepatan 10 knot. Ukuran kapal yang akan di redesain harus memenuhi kriteria dari limitation metode hambatan yang telah dipilih. Kemudian dilakukan perbandingan hambatan dan daya kapal ketika sebelum di redesain & sesudah redesain.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Penentuan Ukuran Utama Kapal

Sebelum dilakukan pemodelan, terlebih dahulu dilakukan pengecekan batasan ratio dari metode analisa uji hambatan. Berikut adalah hasil dari penentuan ukuran utama yang telah dilakukan.

**Tabel 3.** Perbandingan Ukuran Awal & Hasil Penentuan Ukuran Utama Redesain.

Keterangan	Ukuran Awal	Ukuran Redesain	Satuan
Lwl	21.104	25.93	m
B	6.3	6	m
T	1.5	1.5	m
H	2.2	2.2	m
V s	5.144	5.144	m/s

Pada tabel 3, Nilai ukuran utama yang lebih besar adalah ukuran kapal redesain, hal ini disebabkan karena ukuran utama kapal harus memenuhi kriteria limitation dari metode hambatan yang telah di tentukan. Berikut adalah hasil Pengecekan limitation dari masing-masing metode:

**Tabel 4.** Pengecekan Batasan Ratio Metode Holtrop

o	Metode Holtrop	Ukuran Awal	Status	Ukuran Redesain	Status
L/B	3.9-15	0.333	Tidak Terpenuhi	4	Terpenuhi
Cp	0.55-0.85	0.771	Terpenuhi	0.667	Terpenuhi

Dari Tabel 4 didapatkan nilai ratio perbandingan antara panjang dengan lebar ukuran awal kapal rede memiliki status tidak terpenuhi oleh karena itu dilakukan penambahan panjang menjadi 25.2 m. Selain itu asumsi penambahan panjang dilakukan untuk mengurangi wave making resistance pada kapal dengan menjaga ratio perbandingan L/B. Setelah dilakukan penambahan panjang pada ukuran kapal redesain, maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan Coefficient Prismatic (CP), untuk perbandingan nilai CP

pada kedua ukuran kapal memiliki nilai yang sama-sama terpenuhi.

**Tabel 5.** Pengecekan Batasan Ratio Metode Van Oortmerssen.

Ratio	Metode Van Oortmerssen	Ukuran Awal	Status	Ukuran Redesain	Status
L	8~80	21.104	Terpenuhi	25.2	Terpenuhi
L/B	3~6.2	3.350	Terpenuhi	4.2	Terpenuhi
Cp	0.5~0.73	0.771	Terpenuhi	0.669	Terpenuhi
LCG/L	8~2.8%	0.483	Terpenuhi	0.000	Terpenuhi
V	5~3000	149.8	Terpenuhi	146.42	Terpenuhi
B/T	1.9~4	4.2	Tidak Terpenuhi	4	Terpenuhi
Cm	0.70~0.97	0.95	Terpenuhi	0.94	Terpenuhi
ie	10~46	51.329	Tidak Terpenuhi	28.67	Terpenuhi

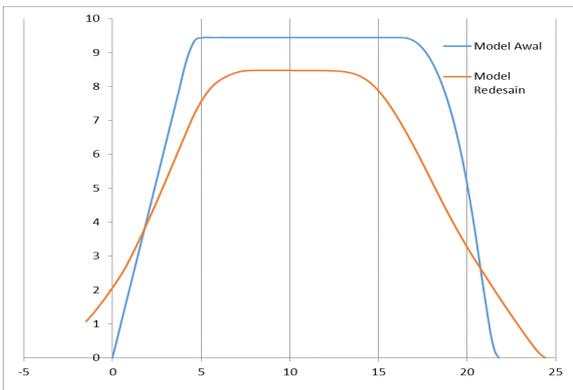
Dari tabel 5 ukuran panjang, perbandingan L/B, Coefficient Prismatic (CP), perbandingan Longitudinal Center Gravity (LCG) & Panjang, Displacement, dan Coefficient Midship (Cm) dari kedua ukuran kapal memiliki status terpenuhi. Sedangkan pebandingan antara lebar B/T & half angle of entrance at the load waterline (ie) ukuran awal kapal rede memiliki status tidak terpenuhi, Sehingga dilakukan pengurangan nilai B menjadi 6 m agar memenuhi.

#### 3.2. Pemodelan Kapal

Setelah melakukan penentuan ukuran utama maka bentuk dari ukuran tersebut akan dijadikan acuan dalam tahap redesain model kapal. Untuk model kapal redesain menggunakan bentuk haluan Meier Bow, refrensi bentuk model kapal ini bersumber dari model kapal Junk fishing boat China & Kapal Induk Amerika yang dimana model tersebut memiliki bentuk haluan yang lebih meruncing sementara bagian main deck berbentuk lebih kotak yang digunakan untuk keluar masuknya alat transportasi.

Setelah dilakukan redesain maka dilakukan perbandingan curve sectional area terhadap masing masing model. Dari gambar 1, diketahui model awal memiliki Length parallel midle body (Lp) 0,5 dari Lwl sedangkan kapal

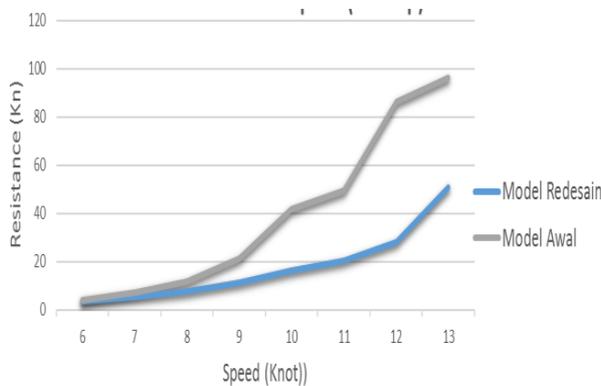
redesain memiliki  $L_p$  0.2 dari  $L_{wl}$ , hal ini dikarenakan bentuk haluan yang lebih meruncing selain itu agar badan kapal dapat lebih stream line dari sebelumnya. Untuk luasan area model kapal redesain lebih kecil dari model awal sehingga dapat di asumsikan sebelum dilakukan analisa hambatan bahwa model kapal redesain dapat mengurangi nilai hambatan karena luasan area yang lebih kecil. Berikut adalah hasil perhitungan curve sectional area dari masing-masing model.



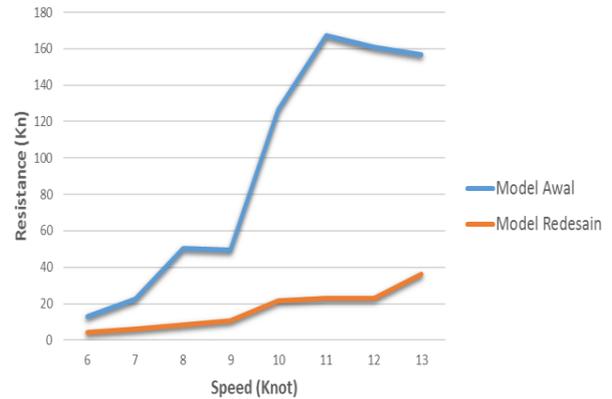
Gambar 1. Perbandingan Curve Sectional Area Model Sebelum & Sesudah Redesain

**3.3. Analisa Hambatan**

Analisa Hambatan menggunakan bantuan komputasi software Maxsurf resistance. Metode yang dipilih pada percobaan ini adalah Holtrop & Van Oortmerssen. Pada penelitian ini kecepatan yang diminta oleh customer adalah 10 knot. Berikut adalah perbandingan hambatan model kapal antara desain awal kapal rede (sebelum di redesain) dan desain kapal rede setelah di redesain.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Grafik Hambatan Metode Holtrop (b) Grafik Hambatan Metode Van Oortmerssen.

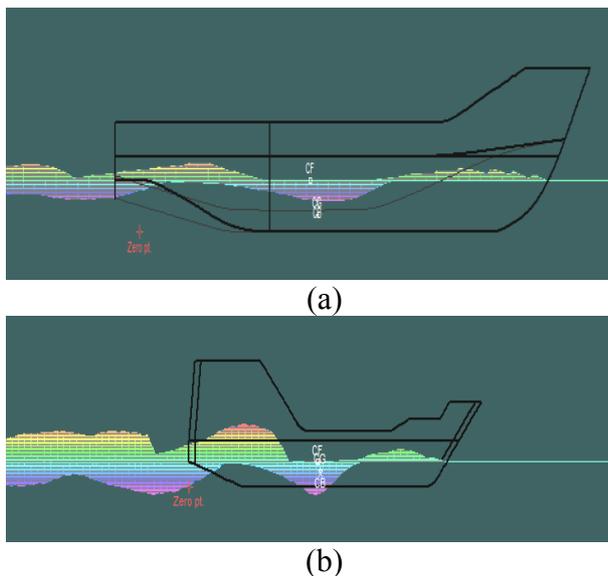
Berdasarkan gambar 2, perbandingan hambatan antara kapal sebelum & sesudah redesain ketika menggunakan metode Holtrop & Van Oortmerssen, memiliki perbedaan yang sangat signifikan. Perbedaan hambatan yang signifikan ini dipengaruhi oleh froude number ( $F_n$ ) yang dimana coefficient ini akan sangat berpengaruh terhadap wave making Resistance ( $R_w$ ), selain itu nilai luas permukaan kapal ( $Stot$ ) pada model awal lebih besar daripada model redesain hal ini dikarenakan bentuk dari  $C_b$  kapal yang lebih besar sehingga model kapal menjadi lebih pendek dan gemuk. Berikut perbandingan Wetted Surface Area (WSA) & Coefficient block ( $C_b$ ) pada masing masing model yang telah dibuat di software maxsurf.

Tabel 6. Perbandingan WSA &  $C_b$  Model Kapal

Ukuran	Model Awal	Model Redesain	Satuan
WSA	185.054	167.352	$m^2$
$C_b$	0.811	0.628	-

Jadi semakin tinggi kecepatan kapal maka akan semakin tinggi hambatan geseknya dan efek gelombang yang dihasilkan. Efek gelombang pada wave making resistance ( $R_w$ ) sangat berpengaruh pada ratio  $L/B$ , Displacement,  $F_n$  & bentuk lambung. hal yang perlu dipertimbangkan pada perbandingan hambatan dari masing masing kapal adalah status dari limitation metode yang dipilih, hal

ini dapat ditinjau pada tabel 4.2 & 4.3. Sehingga apabila kriteria dari limitation itu tidak memenuhi dari yang disyaratkan maka hambatan akan meningkat secara signifikan. Untuk hasil simulasi efek gelombang pada software maxsurf resistance dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. (a) Model Kapal Redesain & (b) Model Kapal Awal

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa model kapal ketika di redesain memiliki pola gelombang yang stabil dan tidak terlalu tinggi hingga melampaui deck kapal. Sedangkan pada kapal rede sebelum di redesain memiliki ketinggian efek gelombang hingga melampaui main deck.

### 3.4 Analisa Metode Holtrop

Pada gambar 2 (a), saat kecepatan model awal 10 – 11 Knot, kenaikan hambatan tidak signifikan akan tetapi di saat kecepatan 11-13 kenaikan hambatan menjadi lebih signifikan, hal ini dipengaruhi oleh froude number ( $F_n$ ) yang terdapat pada Wave making Resistance ( $R_w$ ), semakin tinggi kecepatan kapal maka semakin tinggi hambatan geseknya dan efek gelombang yang dihasilkan. Efek gelombang pada wave making resistance sangat berpengaruh pada ratio  $L/B$ , hal yang perlu dipertimbangkan pada perbandingan hambatan

dari masing masing model kapal adalah status dari ratio  $L/B$ , hal ini dapat ditinjau pada table 4. Apabila ratio tidak terpenuhi maka akan semakin besar pula ketinggian efek gelombang yang dihasilkan, sehingga kenaikan hambatan menjadi signifikan. Untuk model kapal redesain kenaikan hambatan konstan karena ratio  $L/B$  memenuhi dan efek gelombang yang dihasilkan tidak begitu besar.

Dengan menggunakan metode Holtrop pada kecepatan 10 knot untuk model awal memiliki hambatan sebesar 41.48 Kn sedangkan untuk model redesain sebesar 16.335 Kn. Sehingga hambatan dapat berkurang hingga 60.61 %

### 3.5. Analisa Metode Van Oortmerssen

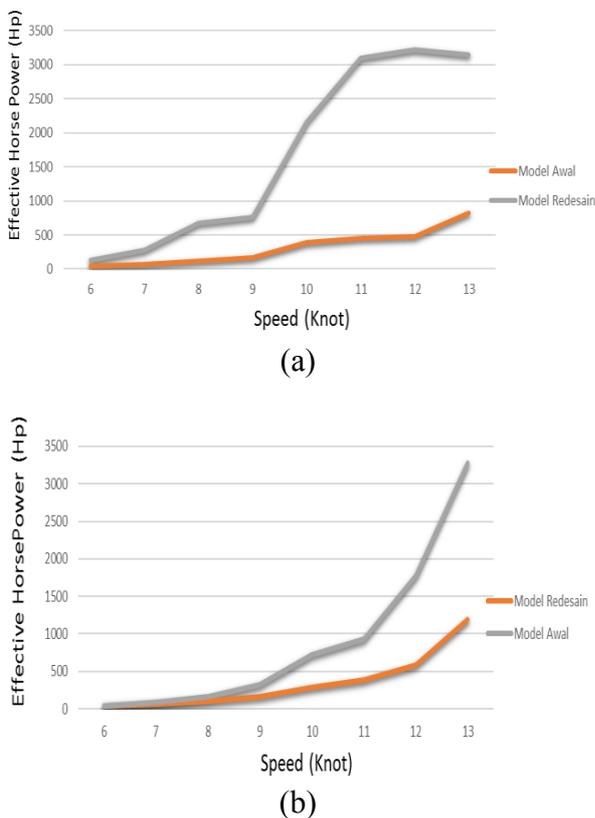
Dengan menggunakan metode Van Oortmerssen saat kecepatan 10 knot, kapal rede sebelum redesain memiliki hambatan sebesar 126.68 Kn sedangkan untuk kapal rede setelah di redesain memiliki hambatan sebesar 22.306 Kn. Sehingga margin dari selisih hambatan berkisar 104,374 %

Untuk model awal pada kecepatan 8 – 9 knot terjadi steady point pada kenaikan hambatan hal ini dikarenakan ratio dari  $i_e$  (half angel of entrance) &  $B/T$  tidak memenuhi, sehingga ketika haluan kapal memecah gelombang diasumsikan terjadi gaya angkat karena bentuk haluan kapal terdapat chine sehingga jika tekanan fluida pada haluan saat kecepatan 8 knot sangat besar maka pada kecepatan 9 knot sudah mulai berkurang.

Oleh karena itu kenaikan hambatan menjadi steady. Saat kecepatan model awal 9-13 knot kenaikan hambatan sangat signifikan kemudian mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena coefficient yang terdapat pada hambatan gesek dan hambatan residual kapal. Untuk model kapal redesain kenaikan hambatan konstan karena status dari limitation metode telah memenuhi dan efek gelombang yang dihasilkan tidak begitu besar.

### 3.6. Perhitungan Daya

Setelah dilakukan perhitungan hambatan kapal, maka effective horsepower (hp) atau kebutuhan daya kapal dapat dianalisa dengan menggunakan bantuan komputasi software Maxsurf Resistance. Metode yang dipilih pada percobaan ini adalah Holtrop & Van Oortmerssen. Setelah memilih metode yang tersedia langkah selanjutnya adalah menginput kecepatan kapal. Pada penelitian ini kecepatan yang diminta oleh customer adalah 10 knot. Berikut adalah perbandingan daya model kapal antara desain awal kapal rede (sebelum di redesain) dan desain kapal rede setelah di redesain.



**Gambar 4.** (a) Grafik Daya Metode Holtrop (b) Grafik Daya Metode Van Oortmerssen.

Berdasarkan gambar 4 perbandingan daya antara kapal sebelum & sesudah redesain ketika menggunakan metode Holtrop & Van Oortmerssen memiliki perbedaan yang sangat signifikan, kebutuhan daya disesuaikan dengan hambatan total dan kecepatan kapal. Dengan

menggunakan metode Holtrop pada kecepatan 10 knot untuk model awal memiliki daya sebesar 712.217 Hp, sedangkan untuk model redesain sebesar 282.725 Kn. Ketika menggunakan metode Van Oortmerssen pada kecepatan 10 knot untuk kapal rede (sebelum redesain) memiliki kebutuhan daya sebesar 2153.256 Hp sedangkan untuk kapal rede setelah di redesain sebesar 389.522 Hp.

### 4. KESIMPULAN

Saat kecepatan kapal 10 Knot, pada analisa hambatan dengan metode Holtrop desain model awal kapal rede adalah 41.48 Kn sedangkan dengan menggunakan metode Van Oortmerssen adalah 126.68 Kn. Ketika model di redesain dengan menggunakan metode holtrop nilai hambatan sebesar 16.335 Kn & ketika menggunakan metode Van Oortmerssen hambatan sebesar 21.470 Kn.

Saat kecepatan kapal 10 Knot, pada analisa kebutuhan daya dengan metode Holtrop desain model awal kapal rede adalah

717.217 Hp sedangkan dengan menggunakan metode Van Oortmerssen adalah 2153.256 Hp. Ketika model di redesain dengan menggunakan metode holtrop nilai kebutuhan daya sebesar 282.725 Hp & ketika menggunakan metode Van Oortmerssen sebesar 389.522 Hp..

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Amin, “Kemenhub Resmikan Pembangunan 20 Unit Kapal Rede Rp278 Miliar,” Lamongan, 2016.
- [2] T. S. o. n. A. & M. Engineers, Principle of Naval Architecture, Jersey City: The Society of naval Architects & Marine Engineers, 1988.
- [3] G. C. Manning, The Theory and Technique of Ship Design, New York: The Massachusetts Institute of Technology and John Wiley sons, Inc, 1956.

- [4] M. G. Parsons, "Parametric Design," dalam *Ship Design and Construction*, Jersey, SNAME, 2004, p. Chapter 11.
- [5] K. Rawson, *Basic Ship Theory*, Oxford: Butterworth Heinemann, 2001.
- [6] E. Robert Taggart, *Ship Design and Construction*, Jersey: SNAME, 1980.
- [7] Z. Qianga, C. Hai-Chaoa, F. Bai-Weia, L. Zu-Yuana dan Z. Cheng-Shenga, "Research on knowledge-extraction technology in optimisation of shipresistance performance," *Ocean Engineering*, 2019.
- [8] Y. h. Hou, Y. j. Li dan X. Liang, "Mixed aleatory/epistemic uncertainty analysis and optimization for," *Ocean Engineering*, no. 172, pp. 308-315, 2019.
- [9] B. K. Indonesia, *Volume II Rules For Hull*, Rules For The Classification & Construction, Indonesia: Biro Klasifikasi Indonesia, 2014.
- [10] C.-M. Leea, J.-W. Yub, J.-E. Choib dan I. Lee, "2019," *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, vol. 11, pp. 723-735, 2019.
- [11] P. L. R. W. Y. Dongchi Yu, "Experimentally-based investigation of effects of wave interference on," *Applied Ocean Research*, no. 65, pp. 142-153, 2017.
- [12] M. S. Tarafdera, M. T. Alia dan M. S. Nizamb, "Numerical prediction of wave-making resistance of pentamaran in unbounded water using a surface panel method," dalam *5th BSME International Conference on Thermal Engineering*, Bangladesh, 2013.
- [13] E. Thomas Lamb, *Ship Design and Construction*, Jersey: SNAME,, 2003.
- [14] D. Watson, *Practical Ship Design*, Amsterdam: Elsevier, 1998.
- [15] I. L. Organization, "Maritime Labour Conventions and Recommendations," Geneva, 1994.
- [16] Bertram. dan Schneekluth, *Ship Design for Efficiency and Economy*, Oxford: utterworth-Heinemann,, 1998.