



JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

ANALISIS PERBEDAAN NILAI HAMBATAN REDESAIN KAPAL IKAN KAYU TAMBAK LOROK MENJADI KAPAL FIBERGLASS

Hendra Gunawan Saputra^{1)}, Wilma Amiruddin²⁾, Deddy Chrismianto³⁾*

Laboratorium Kapal – Kapal Kecil dan Kapal Perikanan

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

**)e-mail :hengun2605@gmail.com*

Abstrak

Perbedaan penggunaan jenis material dari kapal kayu ke bahan fiberglass dapat berpengaruh terhadap performa kapal, penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh perubahan nilai hambatan kapal karna pengaruh perubahan material tersebut, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengganti material kayu menjadi material fiberglass pada lambung kapal dengan perlakuan mengubah bentuk kasko lambung kapal existing kedalam 4 variasi yaitu, Hard Chin Bottom, Round Bottom, dan fiberglass kapal existing, dengan variasi kecepatan 1, 3, dan 5 Knot. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan hambatan terbesar terjadi pada kapal kayu existing yaitu 173,99 N, sedangkan hambatan terkecil yang diperoleh ada pada kapal dengan variasi Round Bottom yaitu 116,53 N. Perubahan nilai hambatan tersebut akan berpengaruh terhadap penggunaan daya mesin.

Kata Kunci : kapal ikan, bentuk lambung, fiberglass, hambatan,

1. PENDAHULUAN

Kapal atau perahu adalah sarana bagi para nelayan sebagai alat operasi penangkap ikan untuk memperoleh hasil tangkapan ikan. Keuntungan yang diterima dari hasil operasi penangkapan ikan adalah hasil pengurangan dari pendapatan dengan biaya operasional yang dikeluarkan pada saat kapal melaksanakan operasi penangkapan.

Berdasarkan aspek desain bentuk kapal yang kurang tepat dapat menimbulkan hambatan kapal yang relatif besar. Besarnya nilai hambatan ini akan menentukan besar daya mesin dan konsumsi bahan bakar mesin yang terpakai. Faktor biaya terbesar dari biaya operasional kapal adalah biaya bahan bakar tersebut, penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa dari 6 kapal dengan bentuk dan GT berbeda namun dengan mesin yang sama menghasilkan pengaruh perbedaan penggunaan

bahan bakar, dengan demikian mempengaruhi keseluruhan biaya operasional kapal. [1].

Kapal ikan yang ada di tambak lorok (Gambar 1) adalah kapal ikan yang dibuat secara tradisional, dan rata rata terbuat dari material kayu, kekuatan kayu tersebut menurun secara regresi liner atau terjadi pelapukan searah dengan lamanya dipakai, walaupun tergantung pula pada jenis, sifat dan tempat di mana kayu itu digunakan pada kapal, penelitian terkait menunjukkan bahwa kapal kayu tradisional yang mengalami proses pengeringan dan pengawetan secara alami berpengaruh terhadap kekuatan kapal perikanan, konsekuensi dari cara pembuatan tersebut, tidak menggunakan rules rules yang berlaku dalam pembuatan kapal, sehingga berpotensi terjadi penyimpangan pada bentuk yang ideal menurut kriteria akademis [2].

Ketersediaan kayu semakin menipis seiring dengan berjalannya waktu. Oleh karena itu, bahan

alternatif lainnya diperlukan untuk mengatasi masalah ini. *Fiberglass* adalah salah satu bahan alternatif yang bisa di gunakan, penelitian sebelumnya tentang perbedaan material yang digunakan untuk pembangunan kapal, menjelaskan bahwa kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh material *Fiberglass* dengan nilai 3400 Mpa, diantara material lainnya yaitu HDPE dan baja. Penelitian sebelumnya tentang analisis kekuatan hasil redesain kapal kayu Tambak Lorok mengatakan bahwa kapal *Fiberglass* hasil redesain masih aman beroperasi pada kecepatan 5 knot ketika terjadinya tubrukan dengan dermaga kapal. Biaya produksi serta perawatan dari kapal *Fiberglass* pun lebih terjangkau dibandingkan kapal kayu [3-4].

Kapal *Fiberglass* yang dibuat harus memenuhi kriteria yang dibutuhkan oleh nelayan didaerah tersebut dan juga tidak boleh jauh berbeda dengan kapal kayu sebelumnya, karakteristik kapal yang dibuat pun semirip mungkin dengan kapal kayu sebelumnya, hal ini dikarenakan masyarakat sudah terbiasa dengan kapal yang sudah sering mereka gunakan. Penelitian ini membuat alternatif kapal *Fiberglass* dengan ukuran L, B, dan H yang sama dengan penambahan transom pada buritan kapal dan variasi bentuk kasko kapal .



Gambar 1. Kapal ikan kayu Tambak Lorok

Perubahan desain dan material kapal kayu dan kapal *Fiberglass* menurut penelitian sebelumnya didapati hasil penelitian yang menyatakan bahwa kapal *Fiberglass* memiliki berat *Light Weight Tonnage* (LWT) yang lebih ringan dari kapal kayu dengan rata rata selisih berat 0,93 ton dan sarat yang lebih rendah dengan rata rata selisih 0,07 meter. *Density* dari kedua material tersebut berbeda sesuai dengan material propertis yang tercantum dalam BKI yaitu 700 kg/m³ untuk kayu dan 2000

kg/m³ untuk *Fiberglass*, sehingga dengan data ini maka kapal ber material *Fiberglass* dan kapal kayu dengan ukuran *Length*, *Breadth*, dan *Height* yang sama, memiliki nilai LWT yang berbeda yang menyebabkan sarat tercelup juga berbeda. Hal ini akan berpengaruh terhadap nilai hambatan karna perubahan *Wetted Surface Area* (WSA) [5-6].

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain ulang kapal ikan kayu tambak lorok menjadi kapal *Fiberglass* dengan ukuran L, B, dan H yang sama serta menghitung nilai hambatan yang didapatkan dari kapal tersebut. Data yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pembuatan kapal *Fiberglass* di daerah Tambak Lorok.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu dimulai dari tahap survey *Existing* kapal ikan kayu Tambak Lorok, pembuatan *Lines Plan* kapal ikan kayu , *Re – drawing* desain kapal ikan bermaterial *Fiberglass*, modeling 3D dari kedua kapal tersebut, dan diakhiri dengan perhitungan nilai hambatan kapal yang dilakukan dengan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) pada *software* Ansys dan divalidasikan dengan perhitungan *software* Maxsurf. Metode CFD ini merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mencari nilai hambatan kapal dengan perhitungan numerik[7]

2.1 Objek Penelitian

Objek Penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Kapal Nelayan yang sering digunakan oleh para penduduk Tambak Lorok untuk mencari nafkah. Objek yang dianalisa adalah hambatan dari nilai perbandingan LWT kapal diambil dari data *Lines Plan* yang dibuat sesuai ukuran kapal nelayan Tambak Lorok sebenarnya. Data tersebut tertera pada tabel 1, Nilai pada tabel tersebut digunakan sebagai variable tetap pada penelitian ini.

Tabel 1. Data Objek Penelitian

No.	Data	Ukuran
1	<i>Length Over All</i>	5,92 m
2	<i>Length of Waterline</i>	5,57 m
3	<i>Breadth</i>	1,68 m
4	<i>Height</i>	0,77 m
5	<i>Draft</i>	0,37 m

2.2 Estimasi Perubahan Nilai Hambatan Karna Perubahan Berat Kapal

Perubahan berat kapal dengan nilai L, B dan H yang sama memberikan pengaruh terhadap sarat kapal tercelup, hal ini mengakibatkan nilai dari WSA yang didapatkan mengalami perbedaan. Perbedaan ini menyebabkan adanya perubahan nilai hambatan yang timbul.

Konsekuensi perubahan nilai berat kapal yang dihasilkan berpengaruh terhadap nilai dari sarat kapal dengan persamaan dibawah ini, dapat diketahui berapa besar perubahan sarat yang timbul:

$$T = T_0 - \Delta T \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

T_0 = Sarat kapal existing

ΔT = Δ_{Disp} / TPC

TPC = *Ton Per Centimetre Immersion*

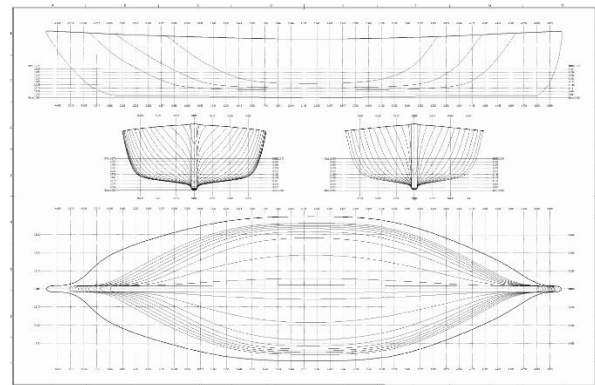
Berdasarkan perubahan sarat kapal tersebut, nilai WSA yang timbul ikut mengalami perubahan sesuai dengan persamaan untuk mencari nilai WSA yaitu :

$$WSA = (1,8 \times L_{pp} \times T) + (C_b \times L_{pp} \times B) \dots \dots \dots (2)$$

Nilai perubahan WSA ini menjadi pengaruh terbesar pada hambatan kapal yang timbul pada kapal sedang ke cepat khususnya dengan nilai $0,20 < F_n < 0,35$, Hambatan gesek pada kapal jenis ini menjadi pengaruh terbesar yaitu 50 - 70 % dari hambatan total.

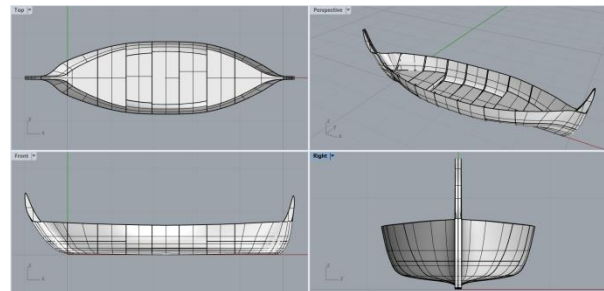
2.3 Pemodelan dan Komputasi

Ukuran utama kapal yang diperoleh dari pengukuran di daerah Tambak Lorok, di gambar ulang dalam bentuk *Lines Plan* menggunakan aplikasi *delft ship*. Tahap selanjutnya *Lines Plan* tersebut dibuat kedalam bentuk 3D menggunakan bantuan *Software Rhinoceros*. Model dibuat dari *curves lines plan* menjadi bentuk 3D *surface*, kemudian dari *surface* menjadi 3D *solid*. Model 3D di pastikan kembali tidak terdapat lubang agar dapat disimulasikan pada *software CFD*. Berdasarkan data model kapal kayu tersebut dibuat beberapa model kapal *Fiberglass* sesuai dengan kondisi *existing*. Variasi model kapal yang dibuat yaitu *Hard Chin Bottom*, *Round Bottom* dan *Fiberglass* kapal *existing*. Gambar *Lines Plan* dapat dilihat di Gambar 2.



Gambar 2. Lines Plan Kapal Kayu Tambak Lorok

Model lambung kapal dan variasi bentuk kasko kapal dibuat melalui *software rhinoceros v6.0*. selanjutnya hasil dari pembuatan model di *save* dengan format *rhinoceros 5* untuk di *import* ke *software ansys fluent 19.2*. Gambar 3,4,5 dan 6 menunjukkan pembuatan dari model kapal.

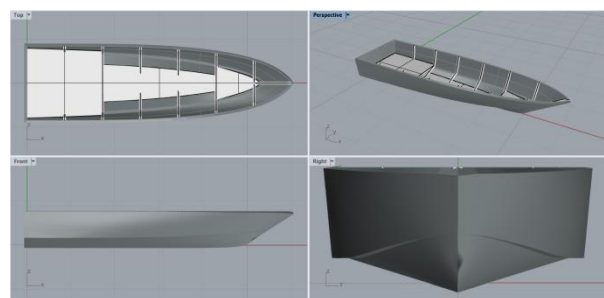


Gambar 3. Model kapal kayu

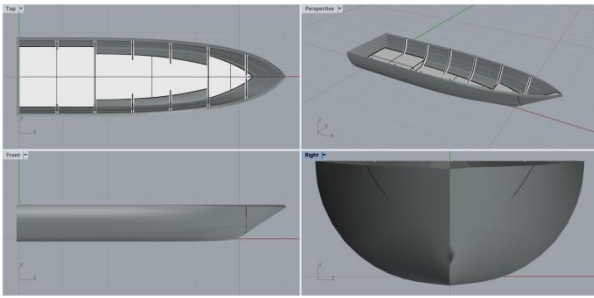
Variasi model dilakukan dengan mengubah bentuk kasko kapal dan penambahan *transom* dibagian buritan dengan mempertahankan ukuran L, B dan H kapal *existing*. Variasi model dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 4 dan 5.

Tabel 2. Variasi Model

No.	Bentuk Kasko
1	Hard Chin Bottom
2	Round Bottom
3	Kapal Fiber



Gambar 4. Variasi bentuk kasko Hard Chin Bottom



Gambar 5. Variasi bentuk kasko *Round Bottom*

Drag force adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal untuk menahan pergerakannya. Pada penelitian ini untuk mendapatkan nilai dari *drag force* adalah menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$F_D = \frac{1}{2} \rho v^2 C_D A \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

- F_D = Nilai Drag Force
- ρ = Massa Jenis Fluida
- v = Kecepatan
- C_D = *coefisien drag*

Persamaan ini telah digunakan pada sebuah penelitian untuk mengetahui besaran *drag* pada sebuah objek secara matematis, Nilai dari *coefisien drag* mengacu pada buku *fluid dynamic drag* [8].

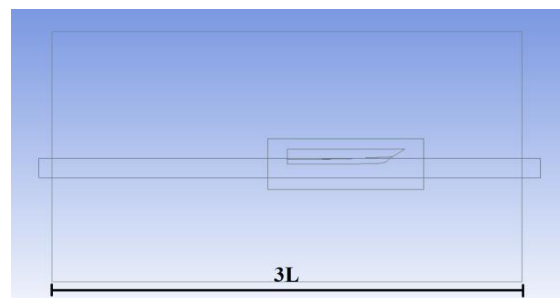
Computational fluid dynamics (CFD) merupakan salah satu cabang dari mekanika fluida yang menggunakan metode numerik dan algoritma untuk menyelesaikan atau menganalisa suatu permasalahan yang berhubungan dengan aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia dalam sistem yang kompleks, yang melibatkan satu atau semua fenomena di atas. *Computational fluid dynamic* terdiri dari tiga element utama yaitu *Pre Processor*, *Solver Manager*, dan *Post Processor*. *Computational fluid dynamics* tidak sepenuhnya dapat menggantikan pengukuran secara eksperimen, tetapi jumlah dan biaya eksperimen yang dilakukan dapat berkurang. Terdapat tiga hal yang merupakan alasan kuat dalam penggunaan *CFD*, yakni *insight*, *foresight*, *efficiency* [9].

Tahap pertama yang dilakukan dalam proses komputasi adalah pembuatan geometri kapal dengan memasukkan desain model yang sudah dibuat kedalam aplikasi *CFD*, Tahap selanjutnya setelah geometri selesai adalah diskretisasi geometri, dimana domain analisis dipecah menjadi elemen elemen. Elemen elemen ini nantinya akan mempengaruhi strategi diskretisasi harus seakurat

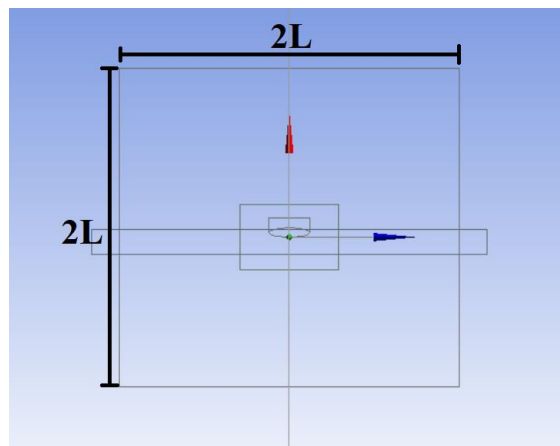
mungkin untuk dapat mewakili geometri dari badan kapal. Area area kritis yang memiliki *pressure* tinggi dan bentuk yang ekstrim dilakukan *meshing* yang lebih akurat.. Dimensi dari *domain* fluida memiliki ukuran sebagaimana tertera pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Tabel 3. Ukuran Domain

No	Ukuran	Jarak	Besaran
1	Panjang	3 Lpp	17,76m
2	Lebar	2 Lpp	11,84 m
3	Tinggi	2 Lpp	11,84 m

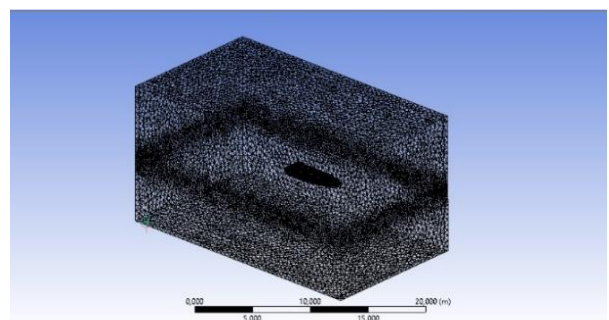


(a)



(b)

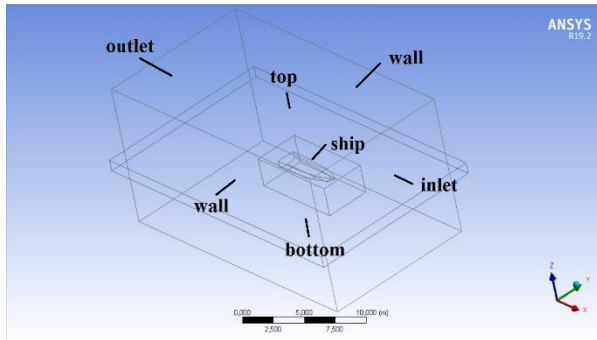
Gambar 6 (a) & (b). Ukuran Domain



Gambar 7. Meshing Model

Setup simulasi dilakukan dengan cara menetapkan *boundary condition* atau sering

disebut dengan batas kondisi. Hal ini dilakukan setelah *meshing* model 3D selesai dilakukan (Gambar 7). Proses ini mendefinisikan kondisi batas yang berada pada model. Setup *boundary* diatur sedemikian rupa agar mewakili kondisi fisik aslinya. Didalam fluida terdapat beberapa *boundary*. *Boundary* tersebut yaitu *boundary inlet*, *outlet*, sisi dan *hullwall* seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. *Boundary condition*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Berat LWT Kapal

Variasi model kapal yang telah di buat dengan *Software Delftship* selanjutnya di hitung berat LWT kapal, karena perbedaan material lambung kapal menyebabkan berat LWT variasi model kapal ini berbeda dengan kapal *existing*. Berat LWT variasi model kapal yang telah dibuat ini di hitung dengan luas keseluruhan konstruksi kapal dikalikan dengan tebal dan massa jenis material pembuat kapal, luas keseluruhan konstruksi kapal diperoleh dari *software maxsurf*, sedangkan untuk tebal kapal dan *mechanical properties* di sesuaikan dengan peraturan BKI. Hasil perhitungan ukuran konstruksi kapal *fiberglass* sesuai dengan BKI dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Ukuran Konstruksi Kapal Fiberglass

No.	Konstruksi kapal	Ukuran
1	Tebal Kulit	7 mm
2	Tebal Gading	6 mm
3	Tebal Geladak	13 mm
4	Tebal Centre Girder	8 mm

Mechanical properties dapat yang digunakan pada penelitian ini dirujuk dari peraturan BKI, material yang *Fiberglass* memiliki massa jenis sebesar 2000 kg/m^3 dan material Kayu jati memiliki massa jenis 630 kg/m^3 [6].

Nilai LWT diperoleh dengan menggunakan luasan yang didapatkan dari *Software 3D* kapal. Tebal konstruksi serta *mechanical properties* disesuaikan dengan peraturan BKI dan diberi penambahan berat mesin dan alat tangkap $\pm 50 \text{ kg}$. Nilai LWT kapal yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. LWT Kapal

No	Model Kapal	Berat LWT Kapal (Kg)
1	Kapal Kayu	624.52
2	Hard Chin	437.90
3	Round Bottom	427.02
4	Kapal Fiber	425.85

3.2 Perubahan Sarat Kapal

Perubahan berat LWT kapal menyebabkan adanya perubahan sarat yang dimiliki oleh kapal hasil redesain *fiberglass*. Perubahan sarat ini diperoleh dari mengurangi sarat awal dengan pembagian perbedaan nilai *displacement* kapal (antara kapal variasi dengan kapal *existing*) dengan nilai TPC kapal. Nilai Displacement kapal dan nilai sarat kapal baru dapat dilihat pada tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Perubahan Sarat Kapal

No.	Model Kapal	T (m)
1	Kapal Kayu	(-)
2	Hard Chin Bottom	0,339
3	Round Bottom	0,335
4	Kapal Fiber	0,334

Tabel 7 Displacement Kapal

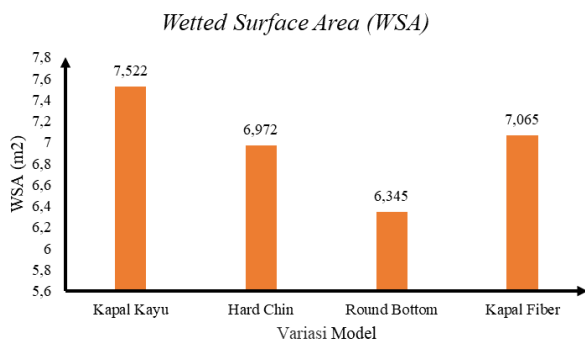
No.	Model Kapal	Displacement
1	Kapal Kayu	1289
2	Hard Chin Bottom	1288
3	Round Bottom	1299
4	Kapal Fiber	1032

3.3 Wetted Surface Area (WSA)

Wetted Surface Area (WSA) adalah hal paling mendasar yang sangat mempengaruhi nilai dari hambatan total, dimana semakin kecil nilai WSA kapal, semakin berkurang juga nilai dari hambatan total kapal. Pada penelitian ini Fn kapal yang diperoleh yaitu sekitar 0,34 – 0,35 sehingga memiliki hambatan total 50 % - 70 % dari hambatan gesek[10].

Nilai WSA yang didapati pada model kapal kayu sebesar $7,522 \text{ m}^2$, setelah dilakukan variasi model pada bentuk kasko kapal terjadi perubahan

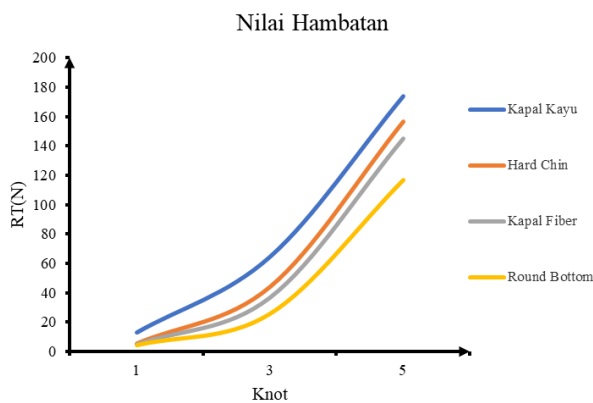
pada nilai WSA, pada model kapal dengan bentuk kasko *Hard Chin Bottom*, memiliki nilai WSA sebesar 7,437 m², untuk kapal dengan model kasko *Round Bottom* memiliki nilai WSA terbesar yaitu 7,118 m², sedangkan pada model *Fiberglass* kapal *existing* memiliki nilai WSA terkecil yaitu sebesar 6,924 m². Perbedaan nilai WSA kapal antara model kapal kayu dengan model variasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram WSA kapal

3.4 Hambatan Total

Hasil dari perbandingan antara hambatan total kapal pada model asli dengan 3 model kapal yang sudah divariasikan di bentuk kaskonya yaitu, *Hard Chin Bottom*, *Round Bottom*, dan *fiberglass* kapal *existing*. Menunjukkan adanya perbedaan, dapat dilihat pada grafik di Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hambatan Total

Hambatan total pada Gambar 7, menunjukkan bahwa perubahan bentuk kasko kapal mempengaruhi hambatan total kapal. Model kapal kayu *existing* memperoleh hambatan total pada kecepatan 5 Knot bernilai 173,99 N, model kapal *Hard Chin Bottom* memperoleh nilai hambatan total terbesar yaitu 156,59 N, sedangkan pada model kapal *Fiberglass existing* memperoleh nilai

hambatan bernilai 145,06 N, untuk nilai hambatan terkecil terdapat pada model *Round Bottom* yaitu bernilai 116,53 N. Hal tersebut selaras dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan metode komputasi dan eksperimental terhadap pengaruh bentuk kasko, Tipe *Round Bottom* memiliki hambatan total lebih kecil daripada tipe *Hard Chin*. Meskipun nilai WSA pada kapal *Hard Chin* lebih kecil dari pada kapal *Fiberglass existing*, hambatan yang timbul pada kapal ini lebih besar dikarenakan kapal dengan bentuk buritan *transom* menimbulkan gelombang aliran buritan yang lebih besar[11-13].

Variasi kecepatan juga mempengaruhi nilai dari hambatan total dimana hambatan meningkat seiring dengan naiknya nilai knots sebagaimana di tunjukkan pada grafik di Gambar 7. Perbandingan hambatan total dapat dilihat pada Tabel 8.

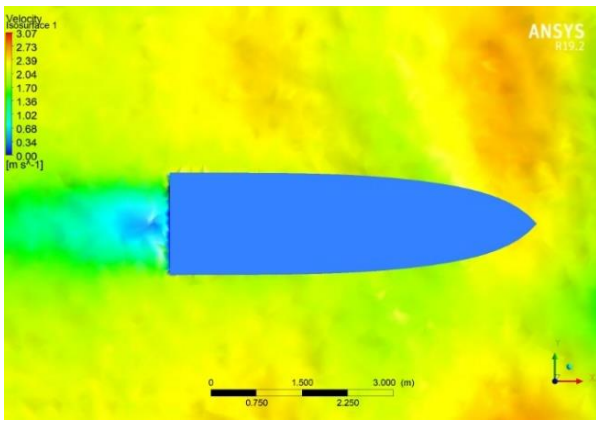
Tabel 8. Nilai Hambatan Total

Knots	Model Variasi			
	Kapal Kayu	Hard Chin	Round Bottom	Kapal Fiber
1	13.11	5.61	4.12	4.53
3	64.71	44.21	25.55	36.51
5	173.99	156.59	116.53	145.06

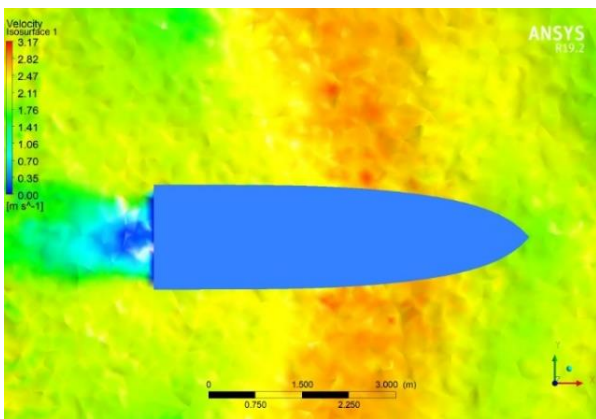
3.2 Hasil Pola Aliran Kapal

Pola aliran kapal mewakili *velocity* pada fasa air dan udara menggunakan *command plane* pada ANSYS. Berdasarkan hasil komputasi CFD, model dengan penambahan *transom* memiliki sistem gelombang yang lebih besar dibagian buritan. Penelitian sebelumnya mengenai pengaruh buritan terendam terhadap hambatan total mendapatkan hal serupa dimana, buritan terendam menciptakan sistem gelombang buritan yang lebih besar sehingga nilai resistansi total lebih tinggi [14].

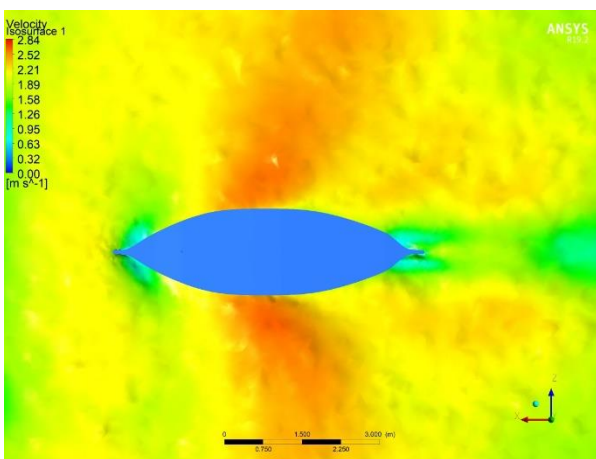
Pola aliran yang diciptakan pada model *existing* dan model variasi memiliki perbedaan, terlihat pada Gambar 9, 10, 11, dan 12 .



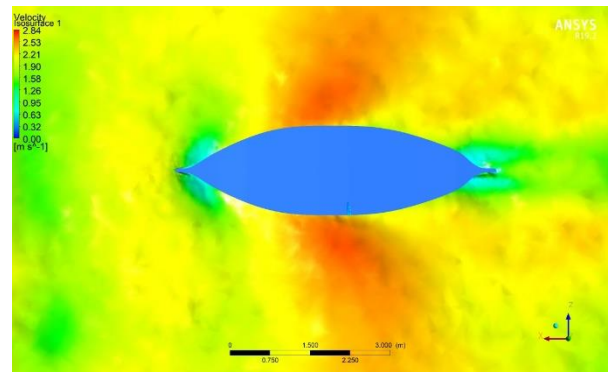
Gambar 9. Pola aliran kapal *Hard Chin* pada kecepatan 5 knot



Gambar 10. Pola aliran kapal *Round Bottom* pada kecepatan 5 knot



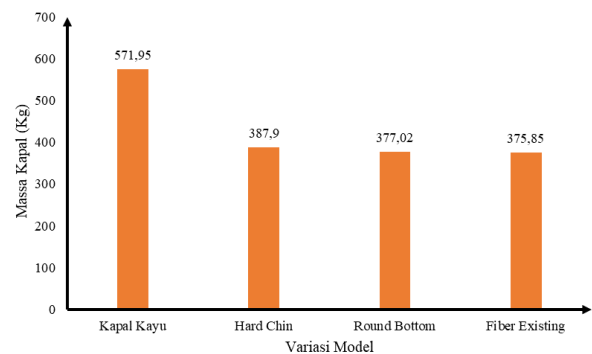
Gambar 11. Pola aliran kapal *Fiberglass existing* pada kecepatan 5 knot



Gambar 12. Pola aliran kapal kayu pada kecepatan 5 knot

3.2 Keuntungan Perubahan Material FRP

Penelitian ini menghasilkan kapal ikan *Fiberglass* dari redesain kapal kayu dengan mempertahankan ukuran utamanya. Massa kapal kosong ikan kapal kayu sebelum direesain bernilai 571,95 kg, sedangkan pada model *Fiberglass* kapal *existing* menghasilkan massa kapal yang lebih kecil yaitu bernilai 375,85 kg, untuk variasi model dengan massa kapal terbesar terdapat pada model kapal dengan bentuk kasko *Round Bottom* yaitu sebesar 377,02 kg. Nilai rata – rata selisih massa kapal antara kapal *existing* dengan kapal variasi model yaitu 191,69 kg atau 33%. Nilai tersebut sudah sesuai dengan literatur yang menjabarkan bahwa perubahan material pembentuk kapal dari kayu menjadi *fiberglass* memberikan penurunan massa kapal sebesar $\pm 28\%$ [15]. Perubahan massa kapal ini berakibat pada muatan kapal tersebut, dengan mempertahankan ukuran utamanya maka semakin kecil massa kapal menyebabkan meningkatnya muatan yang akan dibawa oleh kapal tersebut. Berikut perbandingan nilai massa kapal yang diperoleh pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram massa kapal

4. Kesimpulan

Data kapal kayu tambak lorok didapatkan dengan melakukan pengukuran langsung pada salah satu kapal di daerah tambak lorok, selanjutnya dibuat model kapal kayu dan 3 variasi kapal yang nantinya akan dihitung nilai hambatan pada kapal tersebut. Dari perhitungan dengan menggunakan *Software* CFD didapati kapal kayu *existing* menghasilkan nilai hambatan sebesar 173,99 N dengan WSA 7,522 m². Pada model variasi kapal *Fiberglass*, kapal *Fiberglass* dengan model *Round Bottom* menghasilkan hambatan terkecil bernilai 116,53 N dengan WSA 6,345 m², untuk kapal *Fiberglass* dengan model kapal *existing* menghasilkan nilai hambatan 145,06 N dengan WSA 7,065 m², sedangkan pada kapal *Fiberglass* dengan model *Hard Chin Bottom* menghasilkan hambatan terbesar yaitu 156,59 N dengan WSA 6,972 m²

Perubahan penggunaan material kayu ke fiberglass memberikan pengaruh kepada berat displacement kapal yang lebih ringan pada kapal fiberglass dengan selisih sekitar 28%. Hal ini akan berengaruh terhadap nilai WSA karna perubahan dari draft atau sarat kapal tercelup tersebut. Kapal dengan material *Fiberglass* menunjukkan adanya pengurangan nilai hambatan seiring dengan berkurangnya nilai WSA akibat perubahan sarat, hal ini berakibat kepada penggunaan daya mesin atau kenaikan daya jelajah dari kapal tersebut walaupun jumlah kapasitas muatan yang dimiliki tidak berubah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. D. Sa'id, "Analisis Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar Mesin Induk Kapal Purse Seiner di Pelabuhan Pendaratan Nusantara Pekalongan," *Gema Teknol.*, vol. 16, no. 2, p. 99, 2011.
- [2] A. Muchtar and N. Nofrizal, "Tentang Pelapukan Kapal Kayu," *J. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 2, no. 14, pp. 135–146, 2009.
- [3] B. Wicaksana, "Analisis Perbandingan Kapal Pengangkut Ikan (Fish Carrier) dari Hdpe, Fiber, dan Baja," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [4] F. L. Sani, W. Amiruddin, and A. F. Zakki, "Analisis Kekuatan Kapal Fiberglass Hasil Redesain Kapal Ikan Tradisional Tambak Lorok Akibat Tubrukan," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 10, no. 2, pp. 60–67, 2022.

- [5] N. Nurhasanah, "Evaluasi Perbandingan Draft Kapal Ikan Fiberglass dan Kayu Berdasarkan Skenario Loadcase, Studi Kasus Kapal Ikan 3Gt," *J. Kapal*, vol. 13, no. 2, pp. 55–60, 2016.
- [6] BKI, "Guidance For FRP And Wooden Fishing Vessel up to 24 M 2015 Edition," vol. A, 2015.
- [7] Y. M. Ahmed, O. B. Yaakob, M. F. A. Rashid, and A. H. Elbatran, "Determining Ship Resistance Using Computational Fluid Dynamics (CFD)," *J. Transp. Syst. Eng.*, vol. 2, no. March, pp. 20–25, 2015.
- [8] S. A. Harvald, "Resistance and Propulsion Of The Ship.1972" .
- [9] J. Blazek, *Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications*. Elsevier Science Ltd., 2001.
- [10] E. V. Lewis, "PNA - Volume II - Resistance, Propulsion and Vibration" *Principles of Naval Architecture*. 1988.
- [11] A. Rachman, A. Rouf, "Bentuk Kasko dan Pengaruhnya Terhadap Tahanan Kasko Kapal Ikan," *J. ALBACORE*, vol. 1, no. 3, pp. 265-276, 2004.
- [12] Y. Novita and B. H. Iskandar, "Hubungan Antara Bentuk Kasko Model Kapal Ikan dengan Tahanan Gerak Relationship Between Hull Form of Fishing Vessel Model and Its Resistance," *Bulletin PSP* vol. XVII, no. 3, pp. 315–324, 2008.
- [13] I. Z. M. Kamal, A. I. Ismail, M. N. Abdullah, and Y. A. Ahmed, "Influence of The Transom Immersion on Ship Resistance Components at Low and Medium Speeds," *J. Nav. Archit. Mar. Eng.*, vol. 17, no. 2, pp. 165–182, 2020.
- [14] E. M. Şireli and M. Insel, "The Effects of Transom Stern on the Resistance of High Speed Craft," *International Maritime Association of Mediterranean*, no. 3, pp. 40-47, 2000.
- [15] F. John, *Design of Small Fishing Vessel.pdf*. England: FAO, 1985