

Analisis *Resistance* Kapal Patroli Ukuran 28 Meter Menggunakan Pendekatan CFD untuk Menentukan Daya *Main Engine*

Dicky Pernando.P^{*1}, Nurul Ulfah 1^{*} and Nur Rafiah Dija 2^{*}

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan¹

Program Studi Teknik Perawatan Pesawat Udara²

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461,
Indonesia

¹E-mail:dickypernando1610@gmail.com

Abstrak

Perairan kota Batam merupakan perairan yang sibuk di wilayah barat Indonesia ini dikarenakan Batam dekat dengan perairan internasional. Oleh karena itu dibutuhkan kapal patroli yang bertugas di perairan Batam. Kapal patroli sendiri adalah kapal yang mampu bergerak cepat untuk menjaga wilayah perairan Batam. Kapal patroli harus memiliki daya mesin yang sesuai dengan hambatannya. Untuk itu perlu menganalisis terlebih dahulu hambatan kapal dan salah satu metodenya analisis hambatannya adalah dengan metode CFD. Sebelumnya dilakukan *redesign* kapal patroli 28 m dengan menggunakan *software* maxsurf modeler. Dari hasil *redesign* didapat *design* lambung dengan *displacement* 77,8 ton yang mana ini sesuai dengan *displacement design* awalnya. Selanjutnya dilakukan analisis CFD dengan menggunakan *software* solidworks. Dengan menggunakan ilustrasi towing tank dan disesuaikan dengan aturan ITTC didapat nilai hambatan sebesar 93,828 kN pada kecepatan 28 knot. Nilai EHP yang didapat adalah 1351 kW. Setelah mendapat nilai EHP dilakukan dengan menghitung nilai DHP dan didapat nilai sebesar 2331 kW. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai BHP dan didapat nilai kebutuhan daya *main engine*-nya sebesar 2378 kW atau 3159 HP. Nilai daya mesin yang didapat kemudian dibagi 2 sehingga kebutuhan 1 mesinnya adalah 1189 kW atau 1595 HP.

Kata kunci: Kapal Patroli, CFD, ITTC, Resistance, EHP, DHP, BHP

Abstract

The waters of Batam city are busy due to its proximity to international waters in the western region of Indonesia. Therefore, patrol boats are needed to operate in the waters of Batam. Patrol boats are capable of moving quickly to secure the waters of Batam. The patrol boats must have engine power that corresponds to their resistance. Thus, it is necessary to analyze the ship's resistance first, and one method of resistance analysis is the CFD method. Previously, a redesign of a 28-meter patrol boat was carried out using Maxsurf Modeler software. From the redesign, a hull design with a displacement of 77.8 tons was obtained, which corresponds to the displacement of its initial design. Next, a CFD analysis was conducted using SolidWorks software. Using the towing tank illustration and in accordance with ITTC regulations, the resistance value was found to be 93.828 kN at a speed of 28 knots. The obtained EHP value is 1351 kW. After obtaining the EHP value, the DHP value was calculated and found to be 2331 kW. Subsequently, calculations were performed to obtain the BHP value, and the main engine power requirement was found to be 2378 kW. The engine power value obtained is then divided by 2, so the requirement for one engine is 1189 kW or 1595 HP.

Keywords : Patrol Vessel, CFD, ITTC, Resistance, EHP, DHP, BHP

1 Pendahuluan

Kota Batam merupakan salah satu kota besar di provinsi Kepulauan Riau dan menjadi kota yang berada di wilayah strategis pada perairan Barat Indonesia, dekat dengan selat Singapura yang merupakan salah satu jalur pelayaran tersibuk di dunia [1]. Karena itu dibutuhkan kapal patroli yang bertugas menjaga di laut Batam. Kapal patroli sendiri adalah kapal yang dapat bergerak cepat karena gaya yang mendorong kapal lebih besar dari pada tahanannya. Kapal patroli dilengkapi dengan peralatan canggih yang dapat melakukan pemantauan secara efektif dan mencegah tindak pidana di laut. Dengan adanya kapal patroli yang bertugas di perairan Batam dapat memberi kenyamanan pelayaran. Kapal patroli dapat memberikan respons cepat terhadap insiden di perairan Batam. Kapal patroli juga dapat membantu navigasi yang padat dan memastikan bahwa semua kapal mematuhi peraturan internasional. Kapal patroli memainkan peran penting bukan hanya penegakan hukum dan menjaga keamanan tetapi juga sebagai pendukung sektor pariwisata dan sebagai penyelamat.



Gambar 1. Kapal Patroli [2]

Dalam menjalankan tugasnya, Kapal Patroli harus didesain dengan kelengkapan mesin yang memiliki kemampuan yang sesuai dengan tugasnya. Mesin penggerak pada kapal patroli harus disesuaikan dengan *resistance* pada kapal. Oleh karena itu, pentingnya menganalisis terlebih dahulu *resistance* pada kapal patroli. *Resistance* merupakan hal yang penting untuk mempengaruhi dalam perancangan kapal, semakin besar nilai *resistance* kapal, maka semakin besar juga kebutuhan daya mesinnya. Hasil analisis *resistance* pada kapal patroli akan digunakan sebagai acuan untuk menentukan daya mesin. Analisis *resistance* pada kapal dapat menggunakan pendekatan CFD (*Computational Fluid Dynamics*).

CFD adalah cabang dari ilmu Mekanika Fluida yang memprediksi perilaku aliran dengan proses diskretisasi numerik pada persamaan gerak aliran (Navier-Stokes). CFD mampu menganalisis *resistance* kapal dengan tingkat akurasi yang tinggi serta melakukan studi dan analisis pada sistem yang sulit jika dilakukan dengan metode laboratorium. Dengan bantuan *software* CFD, penulis dapat menganalisis *resistance* pada kapal patroli [3].

Berdasarkan pembahasan sebelumnya maka maksud dari tujuan penelitian ini adalah untuk memperkirakan nilai *resistance* pada kapal patroli 28 meter yang akan disimulasikan menggunakan *software* CFD. Kecepatan yang ditentukan adalah 28 knot. Setelah mendapat nilai *resistance* penulis akan menentukan daya *main engine* yang dibutuhkan pada kapal patroli 28 meter. Batasan masalah digunakan penulis sebagai acuan dalam menulis tugas akhir yang sesuai dengan permasalahan dan tujuan penelitian yang diharapkan. Batasan masalah yang dibahas pada tugas akhir ini ialah melakukan analisis hambatan menggunakan metode CFD pada kapal patroli 28 meter. Adapun batasan masalah selanjutnya adalah menentukan kebutuhan daya *main engine*.

2 Metodologi Penelitian

Objek penelitian ini adalah *design* kapal patroli 28 meter dengan kecepatan 28 knots. Metode dan tahapan yang digunakan terangkum pada diagram alir yang dapat dilihat pada gambar 3 .



Gambar 2. Diagram alir penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan PT. Amreta Teknik International pada saat Internship untuk mendapatkan data. Untuk analisis data yang diperoleh dilakukan di kampus Politeknik Negeri Batam guna memperoleh license legal *software* yang digunakan.

2.2 Software

Untuk melakukan kegiatan 3D modeling kapal dan melakukan analisis penelitian ini menggunakan metode komputerisasi dengan bantuan beberapa *software*

- *Software* yang digunakan penulis untuk membuat lambung kapal adalah Maxsurf modeler. *Software* ini merupakan aplikasi yang dikomersialkan Bentley dengan sistem 3D yang baik digunakan untuk mendesign kapal. Tujuan penggunaan *software* ini adalah mendapatkan 3D *design* lambung.
- *software* 3D CAD. *Software* ini merupakan perangkat khusus yang dapat digunakan untuk melanjutkan 3D model kapal. Tujuan menggunakan *software* ini agar mendapatkan design lambung yang *solid* untuk dianalisis menggunakan *software* CFD. Selain itu *software* ini juga digunakan untuk *design* super struktur kapal.
- Untuk kegiatan analisis *resistance* menggunakan *software* CFD. Metode ini menggunakan perangkat lunak yang menggunakan angka, algoritma, dan bantuan komputer untuk kegiatan analisis. *Software* CFD yang digunakan dalam analisis hambatan ialah Solidworks versi tahun 2021. Pada *software* ini akan dimanfaatkan fitur *Flow simulation*. Di fitur ini dapat dilakukan analisis yang serupa dengan menggunakan *towing tank*. Selain itu penggunaan *software* ini juga lebih sederhana dibanding *software* CFD lainnya seperti dalam hal *meshing*. Adapun limitasi solidwork untuk CFD salah satunya adalah keterbatasan penggunaan *mesh*. Yang mana saat *meshing* tidak memiliki kualitas yang baik. Seperti contoh hasil *meshing* yang didapat hanya di bagian air tidak seperti beberapa *software* lain yang menampilkan hasil *meshing* pada bagian kapal juga. Kekurangan lainnya adalah hasil *resistance* hanya akan keluar untuk kecepatan maksimal saja berbeda dengan maxsurf *resistance* yang juga menampilkan beberapa hasil pada kecepatan tertentu.

2.3 Studi Literatur

Metode ini bertujuan untuk mempelajari persoalan yang ada untuk menyelesaikan penelitian dengan solusi yang baik dengan mengambil referensi dari beberapa sumber seperti jurnal dan artikel. Referensi jurnal atau artikel minimal 10 dan tahun terbit 10 tahun terakhir yang berhubungan dengan CFD, hambatan kapal dan daya *main engine*.

Lambung tipe *planing hull* adalah tipe lambung yang sering digunakan untuk merancang kapal patroli. Tipe ini adalah tipe lambung kapal yang dirancang untuk mengurangi permukaan basah pada kecepatan tertentu

sehingga mampu mengurangi hambatan total. *Chine* pada lambung *planing hull* berfungsi untuk mengurangi permukaan basah pada badan kapal. Pada hasil simulasi CFD didapat penggunaan *chine* dapat mengurangi hambatan dibanding lambung yang tidak menggunakan *chine* [4]. Satu contoh lagi dapat dilihat pada penggunaan *chine* pada kapal ikan tipe katamaran. Dimana dilakukan juga analisis menggunakan CFD dan didapat bahwa penggunaan *chine* dapat mengurangi hambatan [5].

Resistance kapal adalah suatu faktor penting dalam perencanaan kapal. *Resistance* kapal dipengaruhi displacement dan kecepatan kapal. Analisis hambatan total yang dilakukan dengan metode komputersasi dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan daya mesin. Seperti menggunakan metode *compton* pada *software* maka akan didapat besar hambatan [6]. Salah satu contoh penggunaan metode ini untuk analisis hambatan kapal tanker dengan pendekatan matematis Holtrop didapat hasil analisis tahanan kapal tersebut [7].

CFD adalah salah satu jenis metode komputersasi dengan mengikuti standar ITTC (*International Towing Tank Convergence*) [8]. Menggunakan Metode CFD dengan pendekatan *Boundary* dan *initial conditions* menunjukkan hasil akurat sesuai uji eksperimen pada penelitian simulasi kapal menggunakan CFD pada simulasi kapal *planing hull* [9]. Seperti contoh penggunaan CFD untuk menganalisis hambatan kapal ikan dan didapat hasil analisis pada 5 model [8]. Adapun penelitian yang bertujuan menentukan hambatan pada kapal cepat RIB yang menggunakan CFD dan didapat nilai hambatan [10]

Analisis *resistance* pada CFD atau komputersasi dapat menjadi acuan dalam menentukan kebutuhan daya mesin. Pada penelitian perencanaan kapal patroli di laut Natuna didapat nilai hambatan yang dijadikan acuan penentuan daya mesin [11]. Sama halnya pada penelitian kebutuhan daya mesin pada penelitian hambatan kapal kargo yang mana hasilnya menjadi acuan penentuan daya mesin dimana pada penelitian yang dijadikan acuan adalah hasil analisis [6]. Dan penelitian pada optimasi ukuran kapal tradisional didapat nilai kebutuhan daya main enginernya [12]. Kemudian analisis hambatan pada kapal crew boat, nilai hambatan juga dijadikan yang dapat dijadikan patokan penentuan daya mesin yang didapat dari simulasi CFD [13].

2.4 Melakukan Redrawing Model lambung Kapal Patrol 28 Meter

Metode penelitian ini menggunakan data primer. Berikut data kapal yang diperoleh.

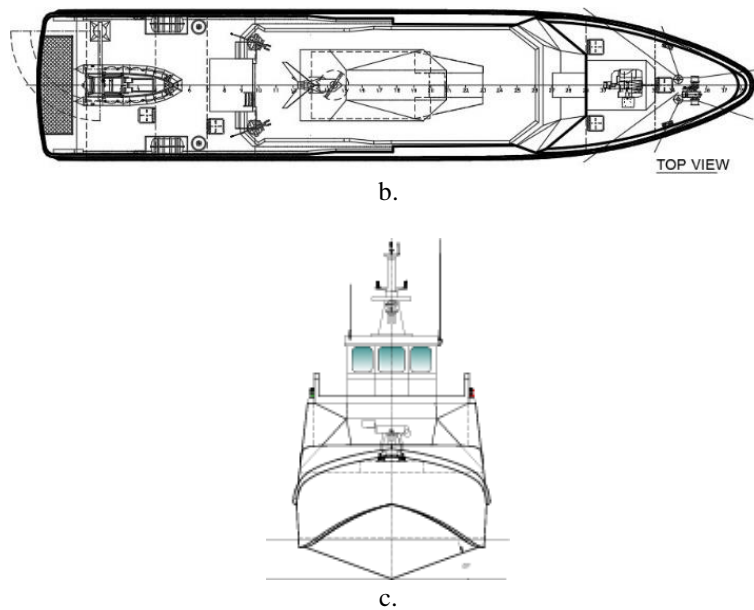
Tabel 1. Ukuran utama kapal

Ukuran Utama	
LOA =	28.34 m
Breadth =	5.8 m
Height =	3.2 m
Draft =	1.25 m
Displ =	77,8 ton
Vs max =	28 knot

Redrawing lambung kapal menggunakan *software* Maxsurf Modeler dapat menghasilkan bentuk lambung yang hampir sama dengan *design* awalnya. Pada tahap ini akan melakukan set ukuran utama kapal dan membuat *lines plan* kapal. Tahapan ini berfungsi untuk mendapatkan bentuk 3D lambung kapal. Kapal ini dirancang mampu bergerak dengan kecepatan maksimal 28 knot yang dapat membuat kapal ini melaju dengan kecepatan tinggi dalam melakukan patroli dan pengawasan pada daerah tertentu. Dengan kecepatan tersebut mampu membantu kapal patroli menghindari ancaman dan mengantisipasi situasi darurat.



a.



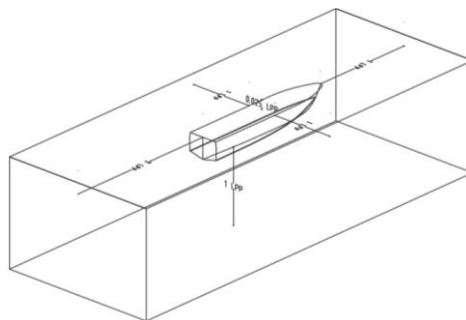
Gambar 3. Design 2D kapal Patroli 28 meter. A. Sheer plan, b. Top view, c. Body Plan.

2.5 Melanjutkan 3D Modeling Kapal Patroli dengan software 3D CAD

Metode ini bertujuan mempermudah dalam melanjutkan 3D modeling kapal. Melakukan *export* lambung kapal dari *software* Maxsurf Modeler ke *software* 3D CAD. Pada tahap ini berfungsi untuk melihat 3D kapal beserta *super structure*-nya.

2.6 Melakukan *Export* dan Analisis *Resistance* Lambung Menggunakan CFD

Pada tahap ini melakukan analisis hambatan pada lambung kapal. Sebelum menganalisis *export* lambung kapal dari *software* 3D CAD ke *software* CFD. Selanjutnya melakukan analisis hambatan pada kapal dengan terlebih dahulu membuat *towing tank* pada *software* CFD dengan aturan ITTC. Analisis *resistance* kapal dilakukan sesuai dengan draft kapal. Kemudian dilakukan ilustrasi *towing tank* yang sesuai aturan ITTC. Pada aturan ITTC disebutkan ukuran *towing tank* untuk melakukan analisis adalah 1LPP dari bagian depan kapal, 2 LPP (*Lenght Between Perpendicular*) dari buritan kapal, 1 LPP dari sisi kiri dan kanan kapal, 1LPP dari bagian bawah kapal dan 0,25 LPP dari atas kapal. Proses analisis dilakukan saat kapal dalam keadaan terisi dan ketinggian air setara dengan *draft* kapal yaitu 1,25 meter. [14]



Gambar 4. Ilustrasi *towing tank*

Pada tahap ini berfungsi untuk memprediksi nilai hambatan kapal patroli 28 meter menggunakan *software* CFD. Hambatan kapal ialah gaya resistensi atau gesekan yang dihadapi lambung kapal saat bergerak di melalui air. Pada saat bergerak, air di sekitar kapal akan memberikan gaya gesek pada permukaan kapal, ini lah yang menyebabkan perlambatan gerak kapal. Hambatan total kapal dibagi menjadi dua jenis : Hambatan Gesek (*Frictional resistance*) R_f yang merupakan komponen hambatan yang terkait [13]. Hambatan Tekanan (*Pressure Resistance*) R_p adalah suatu gaya tahanan yang diperoleh dari arah gerak kapal.

2.7 Menganalisis Kebutuhan Daya *Main Engine*

Penentuan kebutuhan daya *main engine* dilakukan setelah mendapatkan nilai hambatan pada kapal. Nilai yang didapat dari analisis melibatkan perhitungan tahanan kapal saat bergerak. Dengan metode ini maka dapat melanjutkan perhitungan untuk menghasilkan kebutuhan daya *main engine*. Dengan adanya hasil perhitungan maka dapat digunakan untuk pemilihan mesin utama.

EHP (*Efektif Horse Power*) adalah kebutuhan daya yang mengatasi gaya hambat pada badan kapal agar kapal mampu bergerak di permukaan air. Daya efektif ini merupakan fungsi dari besarnya gaya hambat dan kecepatan kapal. Menghitung EHP dapat menggunakan metode Holtrop and Mennen dengan persamaan:

$$EHP = R_{txv} \quad (1)$$

DHP (*Delivery Horse Power*) merupakan nilai daya yang dikurangi dari pengurangan EHP dengan koefisien propulsi (P_c), di mana P_c dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$Q_{pc} = h_h \times h_o \times h_R \quad (2)$$

Berdasarkan Buku *Principal of Naval Architecture* maka nilai penentuan efisiensi lambung (h_h) adalah 1,054. Penentuan efisiensi rotasi dalam buku *Principal of Naval Architecture* untuk kapal pada umumnya maka didapat nilai (h_R) adalah 1,1. Nilai h_o ditentukan sebesar 0,5

$$DHP = EHP / Q_{pc} \quad (3)$$

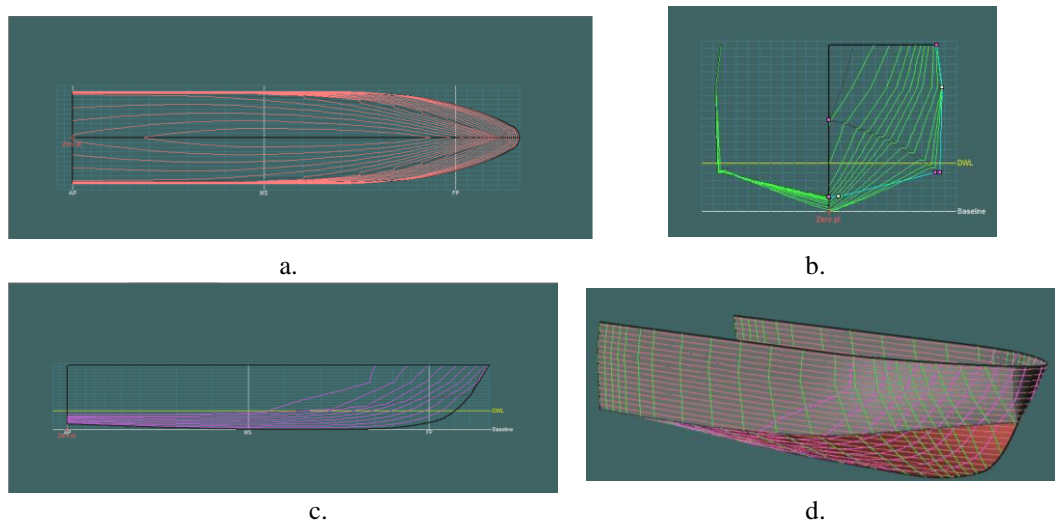
BHP (*Brake Horse Power*) adalah besarnya daya *output* dari motor penggerak dengan persamaan di bawah ini. Berdasarkan buku *Principal of Naval Architecture* maka persamaan untuk mencari BHP adalah seperti di bawah ini.

$$BHP = DHP / 0,98 \quad (4)$$

3 Analisis Data dan Pembahasan

3.1 Redesign Kapal Patroli 28 Meter

Dalam proses pemodelan *design* lambung kapal patroli dilakukan dengan menggunakan *software* Maxsurf. Setelah mendapat bentuk lambung dimasukkan data pendukung yang lain seperti *draft*. Setelah itu dilakukan pembuatan *lines plan*. *Displacement* yang didapat dari *redesign* lambung kapal patroli 28 meter ialah 77,8 ton. Hasil ini sesuai dengan *design* awal kapal.



Gambar 5. *Lines Plan*, a. *Top View*, b. *Body plan*, c. *Sheer plan*, d. *3D view*

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	77,80	t
2	Volume (displaced)	75,903	m ³
3	Draft Amidships	1,250	m
4	Immersed depth	1,250	m
5	WL Length	26,033	m
6	Beam max extents on WL	5,759	m
7	Wetted Area	135,344	m ²
8	Max sect. area	3,973	m ²
9	Waterpl. Area	116,248	m ²
10	LCB length	10,569	from ze
11	LCF length	10,521	from ze
12	LCB %	40,600	from ze
13	LCF %	40,415	from ze
14	KB	0,847	m
15	KG fluid	0,000	m
16	BMT	3,476	m
17	BML	63,385	m
18	GMt corrected	4,323	m
19	GML	64,232	m
20	KMt	4,323	m
21	KML	64,232	m
22	Immersion (TPc)	1,192	tonne/c
23	MTc	2,055	tonne.m
24	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	5,870	tonne.m
25	Length/Beam ratio	4,520	
26	Beam/Draft ratio	4,607	
27	Length/Vol0.333 ratio	6,149	
28	Precision	Medium	61 stati

Gambar 6. Table Calculate hydrostatic

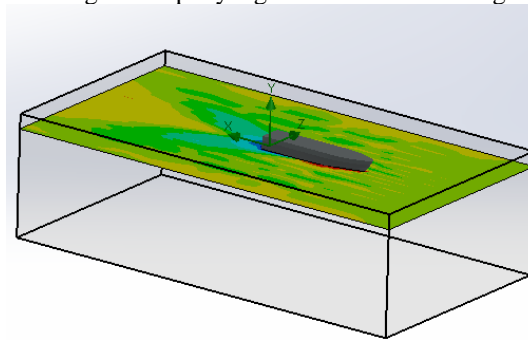
Selanjutnya dilakukan *redesign* menggunakan *software* 3D CAD yang bertujuan mendapatkan tampilan 3D kapal. Pada tahap ini dilakukakan *Outfitting* pada kapal yang menyerupai design 2D kapal.



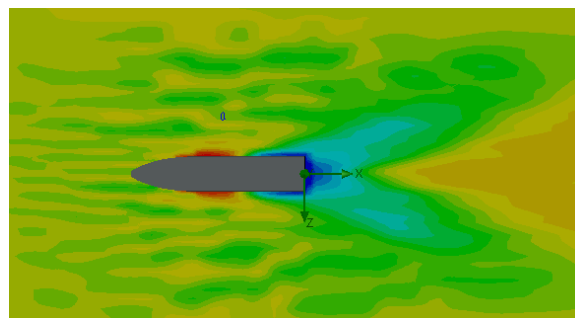
Gambar 7. 3D model kapal patrol

3.2 Analisis Hambatan

Hasil pemodelan lambung dilakukan pada *software* 3D CAD dan selanjutnya diekspor ke dalam bentuk *file .iges* terlebih dahulu kemudian dibuka pada *software* solidworks. *Design* lambung kapal diekspor dalam bentuk solid dan disesuaikan dengan sumbu 0,0,0. Kecepatan kapal yang telah ditentukan adalah 28 Knot. Untuk gelombang yang digunakan berdasarkan aturan ITTC yaitu 60 *steps* untuk satu priode. Arah aliran air disesuaikan dengan arah sumbu gerak kapal yang mana air dibuat mengalir melawan arah gerak kapal.



a.



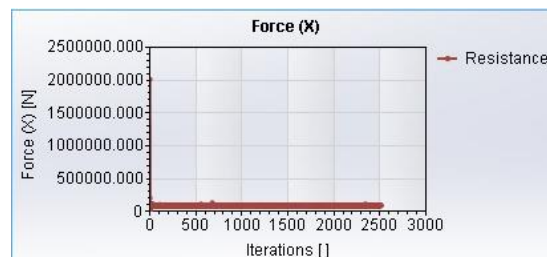
b.

Gambar 8. Visualisasi hasil simulasi. a. 3D simulation, b. Top view simulation

Visualisasi gesekan pada air terdapat di bagian samping kapal yang berwarna merah dan paling rendah di bagian belakang berwarna biru. Visualisasi tekanan tertinggi terdapat pada bagian depan kapal yang bergesekan dengan air yang berwarna merah dengan nilai 363.4 Pa. Perbedaan warna tekanan didapatkan untuk melihat bagaimana distribusi tekanan pada lambung pada saat dilakukan simulasi CFD. *Lift force* yang didapat dari simulasi sebesar 827.1 kN. Berdasarkan kecepatan kapal yang ditentukan pada GA design awal kapal ini yaitu 28 Knot didapat *resistance* yaitu gaya fluida yang bekerja pada badan kapal sedemikian rupa hingga melawan gerakan kapal yang berasal dari hasil simulasi pada *software* adalah sebesar 93.828 kN.

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]
Resistance	[N]	93828.730	89575.021	86241.099	93828.730	100
Lift Force	[N]	827051.052	799544.550	776891.394	827051.052	100

Gambar 9. Tabel *Goals* dari simulasi



Gambar 10. Grafik Iterasi

Iterasi yang dilakukan pada simulasi adalah 2513. Jumlah iterasi pada *software* solidwork akan disesuaikan secara otomatis dengan jumlah *mesh*, semakin banyak *mesh*-nya maka semakin banyak iterasinya. Iterasi pada CFD adalah proses pengulangan solusi numerik untuk mendapatkan hasil yang akurat dan konvergen. Tujuan iterasi adalah untuk mencapai konvergensi, yaitu ketika hasil perhitungan hampir tidak berubah dalam beberapa iterasi. Konvergensi menunjukkan bahwa perhitungan telah mencapai tingkat akurasi yang diinginkan.

Setelah mendapat data *resistance* hasil simulasi dilakukan menghitung kebutuhan daya main engine. Dengan data *resistance* dilakukan mencari nilai EHP dan didapat nilai sebesar 1351 kW. Dari data EHP dilakukan perhitungan DHP dan didapat nilai sebesar 2331 kW. Dari data DHP dapat memprediksi kebutuhan daya *main engine* sebesar 2378 kW.

Tabel 2. Perhitungan daya

Nama	Nilai
Resistance (dari CFD)	93,828 kN
EHP	1351 kW / 1812 HP
DHP	2331 kW / 3126 HP
BHP	2378 kW / 3189 HP

Berdasarkan design awalnya yang mana kapal patroli 28 meter ini didesign dengan 2 *main engine* maka hasil perhitungan kebutuhan daya main engine yang didapat pada penelitian ini akan dibagi 2 karena mengikuti jumlah mesin. Berdasarkan perhitungan maka nilai daya satu mesinnya adalah minimal 1189 kW atau 1595 HP.

3.3 Pembahasan

Perbandingan dilakukan pada penelitian yang membahas *resistance* pada kapal patroli dengan LWL 21 meter dengan *displacement* lebih besar sekitar 2 ton dan draft lebih tinggi 0,5 meter. Pada penelitian tersebut didapat nilai simulasi *resistance* sebesar 113,79 kN pada kecepatan 26 knot [15]. Nilai tersebut lebih besar jika dianalisis pada kecepatan 28 knot dibanding nilai *resistance* kapal pada penelitian ini yang mana kapal ini ukuran yang lebih besar dan *displacement* yang lebih kecil.

Penyebab perbedaan tersebut terjadi karena *displacement*-nya berbeda yang mana *displacement* pada kapal kapal patroli 28 meter lebih kecil. Besar *displacement* dapat mempengaruhi hambatan kapal. Penyebab lain bisa disebabkan karena perbedaan metode yang mana pada penelitian tersebut menggunakan metode Savitsky pada *software* maxsurf *resistance*. Sedangkan pada penelitian kapal patroli 28 meter menggunakan metode CFD untuk analisis *resistance*-nya.

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan nilai daya *main engine* maka selanjutnya dilakukan perbandingan pada kapal-kapal patroli dengan ukuran yang hampir sama. Sebagai pembanding pertama diambil contoh data *design* awal kapal pada penelitian ini yang mana di-*design* dengan memiliki daya mesin utama 2 X 1800 HP. Selanjutnya dilakukan juga pembanding pada kapal patroli dengan panjang keseluruhan 30 meter dengan *displacement* 75 ton, yang mana kapal tersebut memiliki mesin 2 x 1650 HP untuk kecepatan maksimal 26 Knot [16]. Selanjutnya dilakukan perbandingan lagi pada kapal patroli 25 meter dengan lebar 6 meter dan draft 1,5 meter, kapal ini memiliki mesin 2 X 1800 HP untuk kecepatan 28,5 knot [17]. Diambil kesimpulan bahwa kapal pada paper ini bisa menggunakan mesin dengan daya yang sama seperti kapal pembanding tersebut.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil *redrawing* lambung kapal yang dilakukan pada maxsurf modeler didapat 3D lambung kapal dengan *displacement* 77,8 ton yang mana ini sama dengan *design* awalnya. Analisis *resistance* yang menggunakan pendekatan CFD pada *software* solidworks dengan memanfaatkan fitur *flow simulation*. Proses simulasi menggunakan ilustrasi *towing tank* dengan aturan ITTC. Dari analisis yang dilakukan dengan kecepatan 28 knot didapat hambatan kapal sebesar 93,828 kN. Dengan nilai hambatan tersebut dilakukan perhitungan untuk memprediksi kebutuhan daya mesin dan didapat hasil 2.378 kW kebutuhan daya mesin.

5 Daftar Pustaka

- [1] H. Batubara, "50 Tahun Penegasan Batas Dengan Bersahabat Indonesia-Singapura," *Wilayahperbatasan.com*, 02 03 2019. [Online].
- [2] I. Yude, "6 kapal dikerahkan mengevakuasi kapal tanker kandas di perairan batam," *Antara News*, 11 11 2022. [Online]. [Accessed 10 03 2024].
- [3] P. Z. T. S. d. I. K. A. P. Utama, "Analisis CFD Hambatan Kapal Katamaran dengan Stepped Hull Melintang," *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 2, p. 2, 2020.
- [4] M. S. E. Prakoso, "ANALISA HAMBATAN TOTAL KARENA PERUBAHAN BENTUK CHINE PADA KAPAL PATROLI," *Jurnal Teknologi UMJ*, 2021.
- [5] d. Nadzirun Bin Basir, "ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN CHINE PADA HAMBATAN KAPAL IKAN TIPE KATAMARAN," *Jurnal Teknik Perkapalan*, 2015.
- [6] S. A. dkk, "ANALISIS SHIP RESISTANCE UNTUK MENENTUKAN DAYA MAIN ENGINE KAPAL," *Zona Laut*, 2022.
- [7] E. S. d. H. P. Haditama, "PENGGUNAAN METODE KOMPUTERISASI DALAM PENENTUAN TAHANAN KAPAL TANKER," *Jurnal Rotor*.
- [8] d. Haryo Baskoro, "Analisa Hambatan Dan Olah Gerak PVC (Polyvinyl Chloride) Fishing Vessel Dengan Metode Pendekatan Computational Fluid Dynamic," *Jurnal Teknik Perkapalan*, 2017.
- [9] Samuel, "Simulasi CFD pada Kapal Planing Hull," *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 2019.
- [10] d. Ahmad Fauzi, "ANALISA TEKNIS MODIFIKASI KAPAL RIB BL S 32 DENGAN PENDEKATAN CFD," *Jurnal Midship*, 2019.
- [11] Suardi, "Patrol Ship Design to Guard the Natuna Seas," *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 2022.
- [12] F. Laamena, "Kajian Optimasi Ukuran Kapal Tradisional dan Perhitungan Hambatannya," *Jurnal METIKS*, 2021.
- [13] F. Y. dkk, "ANALISA HAMBATAN TOTAL DAN LIFT FORCE PADA KAPAL CREW BOAT," *Jurnal Teknik Perkapalan*, 2014.
- [14] ITTC, "Recommended Procedures and Guidelines," in *Practical Guidelines for Ship CFD Applications*, 2001.
- [15] d. Angga Sifta Pratama1, "FAST PATROL BOAT HULL DESIGN CONCEPTS ON HYDRODYNAMIC PERFORMANCES AND SURVIVABILITY EVALUATION," *Journal of Applied Engineering Science*, vol. 21, pp. 501-531, 2023.
- [16] Indomiliter, "Palindo Marine PC-28: Kapal Patroli Cepat Litoral Dengan Teknologi RCWS," *Berita Matra Laut*, *Berita Update Alutsista*, Kapal Perang, 19 07 2016. [Online].
- [17] C. Design, "Camarc 25m Police Patrol Boat," *Homeland Security Technology*. [Online].
- [18] P. Yoga, "Tanker Bermuatan Ratusan Ribuan Ton Minyak Kandas di Jalur Pipa Gas Singapura," *Kompas.com*, 28 10 2022. [Online]. [Accessed 13 03 2024].
- [19] E. S. d. C. W. Kusnindar Priohutomo, "ANALISA TAHANAN DAN DAYA MESIN PADA KAPAL MINI LNG BERBASIS SIMULASI NUMERIK," *Zona Laut*, vol. 2, pp. 64-73, 2021.
- [20] S. P. Rahmat Azis Nabawi, "Study Reduction of Resistance on The Flat Hull Ship of The Semi-Trimaran Model: Hull Vane Vs Stern Foil," *Semarak Ilmu*, pp. 32-44, 2021.