

SIMULASI PENGGUNAAN FINS UNDERSHIP TERHADAP TAHANAN DAN GAYA DORONG KAPAL DENGAN METODE ANALISA CFD

Nama : Joko Susilo
NRP : 4210 100 024
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Pembimbing : 1. Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil.
2. Ir. Toni Bambang M., PGD.

Abstrak

Desain lambung kapal di masa ini banyak mengalami modifikasi, modifikasi yang dilakukan sangat memperhatikan nilai hambatan yang terjadi ketika lambung kapal mengalami modifikasi. Tahanan total sangat diperhatikan karena semakin kecil tahanan total maka semakin kecil pula gaya dorong yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal tersebut, sehingga keuntungan dapat didapatkan dari segi penghematan tenaga penggerak kapal. Penambahan variasi sirip (*fin*) pada area bawah lambung kapal merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengubah besarnya nilai tahanan dan gaya dorong yang ditimbulkan oleh kapal. Tujuan penambahan dan pengaturan posisi sirip pada area bawah lambung kapal adalah untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai gaya dorong dan tahanan kapal. Perhitungan tahanan dapat dilakukan secara manual serta melalui metode simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD). Penambahan sirip pada area bawah lambung kapal tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan gaya dorong dan tahanan kapal. Hasil simulasi CFD menunjukkan presentase perubahan nilai tahanan sebesar 0.19% dan kenaikan gaya dorong sebesar 0.98% untuk tipe sirip tunggal 01A. Kenaikan gaya dorong terbesar didapatkan dari sirip ganda tipe 02B, yaitu sebesar 1.02%.

Kata Kunci : Sirip, gaya dorong, Tahanan Kapal, CFD.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

SIMULATION OF ADDITION FINS UNDERSHIP FOR RESISTANCE AND SHIP THRUST BASED ON CFD ANALYSIS

Name : Joko Susilo
Nrp : 4210 100 024
Department : Teknik Sistem Perkapalan
Advisor : 1. Ir. Agoes Santoso M.Sc, M.Phil.
2. Ir. Toni Bambang, PGD.

Abstract

In recent times, ship hull design have undergone many modifications. These modifications are based on the total resistance value, which becomes important since a smaller total resistance value means less thrust is needed to propel the ship. Therefore, an advantage can be obtained in terms of saving energy used for ship propulsion. The addition of fin variations below the ship hull area is one method used to change the resistance and thrust values generated by the ship. The purpose of adding and setting the fin position below the ship hull area is to determine its effect on the value of thrust force and the ship resistance. The calculation of ship resistance value was done both manually and also through Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations. Results show that the addition of fins below the ship hull area does not significantly influence changes in thrust force and ship resistance. However, CFD simulation results show a change of 0.19% in resistance value and a thrust force increment of 0.98% for a single fin type 01A. The largest increase of ship thrust value of 1.02% was obtained from the use of a double fin type 02B.

Key word: Fin undership, Total Resistance, Thrust, CFD

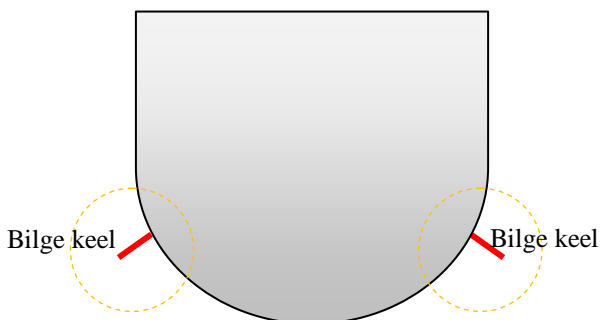
"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Kapal merupakan salah satu moda transportasi yang digunakan untuk keperluan jalur perairan dan digunakan untuk berbagai kepentingan, baik transportasi barang, maupun transportasi manusia dalam berbagai kepentingan diatas air, berbagai teknologi diuji dan digunakan demi mendapatkan desain kapal terbaik dan efektif dalam hal operasional kapal. *Fins* atau sirip atau biasa disebut *bilge keel* merupakan penambahan komponen pada lambung kapal untuk menjaga stabilitas kapal ketika terjadi *rolling* dan dipasang pada area bilga untuk menjaga kondisi kapal tetap stabil.



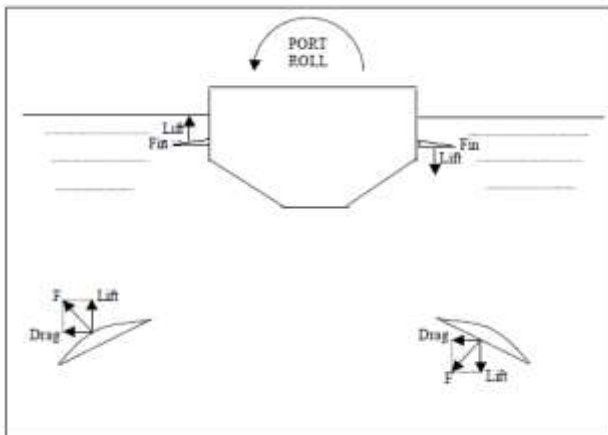
Gambar 2.1 Ilustrasi peletakan sirip pada lambung kapal

Kedua sirip bilga yang terpasang mempunyai tujuan sebagai penstabil kapal apabila mengalami *rolling* Pada penulisan tugas akhir ini akan di analisa pemasangan *fins* pada area dibawah lambung kapal sebagai salah satu cara untuk meningkatkan performa dan kecepatan kapal dengan harapan mampu menurunkan tahanan viskos kapal dan mengatur aliran gelombang dibawah lambung kapal yang menuju ke *propeller*. Dengan

adanya sirip diharapkan mampu meningkatkan laju aliran fluida dan menurunkan tekanan fluida yang menabrak komponen badan kapal. Penambahan pada daerah *Trailing edge* pernah dilakukan sebelumnya pada daun propeller oleh Jatmiko^[1].

2.2 Fin stabilizer

Fin stabilizer adalah suatu peralatan *roll damping system* yang dipasang pada lambung kanan dan kiri kapal bagian bawah yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan kapal pada saat kapal berada di atas air dan bekerjanya berdasarkan prinsip pengontrolan posisi *fin*. Peralatan ini dimaksudkan untuk mengurangi pengaruh gerakan *roll* (oleng) kapal yang disebabkan gelombang air laut. Tujuan dipasang *fin stabilizer* adalah untuk memberikan kenyamanan bagi penumpang atau ABK (Anak Buah Kapal) dan keamanan peralatan didalamnya serta peningkatan akurasi sistem senjata pada kapal perang. Terutama pada kapal perang jenis kapal cepat dan tipe patroli, dimana kapal-kapal tipe ini memiliki berat yang ringan karena sebagian dari badan kapal terbuat dari logam.



Gambar 2.2 Posisi *Fin* Stabilizer pada kapal patroli

Pada masa ini banyak modifikasi yang dilakukan dan mencoba mengubah prinsip *Fin stabilizer* untuk digunakan pada kapal supply vessel untuk mengatur aliran fluida di bawah lambung kapal dengan tujuan mengarahkan aliran fluida bawah lambung kapal agar terpusat dan menuju ke propeller dengan sempurna untuk menambah gaya dorong yang dihasilkan oleh kapal.

Pengujian terhadap tahanan kapal akibat adanya *fins* pada area lambung kapal juga sudah dilakukan menggunakan *software* maxsurf oleh Willy^[2].

Tabel 2.1 Hasil pengujian tahanan total akibat adanya penambahan *fin* pada lambung kapal

Speed		Resistant (Holtrop)		
Knots	m/s	(kN)	(Kw)	(Hp)
8	4.11552	21.39	88.03	118.05
9	4.62996	27.99	129.59	173.79
10	5.1444	41.41	213.03	285.68
11	5.65884	55.28	312.82	419.50
12	6.17328	74.86	462.13	619.73

Pengujian membuktikan bahwa penambahan *fin* menunjukkan kenaikan tahanan pada area bawah lambung kapal dan tidak mempunyai pengaruh terhadap stabilitas kapal, namun aliran turbulen pada area bawah kapal menjadi hal yang perlu dikaji kembali pada penelitian ini mengingat tingkat ketelitian *software* maxsurf tidak sedetail analisa menggunakan metode CFD. Melalui metode pengujian dengan CFD akan diketahui besarnya perubahan kecepatan aliran yang terjadi pada area dibawah lambung kapal, sehingga presentase kenaikan tahanan akibat adanya penambahan *fin* dapat diketahui, lebih dari itu analisa juga dilakukan terhadap besarnya perubahan gaya dorong yang dihasilkan oleh propeller akibat arus ikut yang menuju

propeller, sehingga dapat digunakan sebagai pertimbangan terhadap modifikasi *fin* yang akan dilakukan, berikut merupakan peletakan *fin* pada area bawah lambung kapal yang sudah disimulasikan menggunakan *software* maxsurf untuk mengetahui besarnya tahanan total yang ditimbulkan.



Gambar 2.3 Ilustrasi penempatan *fins* pada area bawah lambung kapal

2.3 Tahanan Kapal

Tahanan kapal secara garis besar dapat didefinisikan sebagai suatu gaya yang bekerja melawan gerakan kapal. Gaya tersebut ditimbulkan akibat adanya kontak langsung antara kapal dan fluida. Tahanan kapal total dapat dibagi menjadi beberapa komponen, diantaranya adalah tahanan viskos (R_v), gelombang (R_w) dan udara (R_A)^[3]. Karena nilai tahanan udara sangat kecil, sekitar 4% dari tahanan total, maka perannya seringkali diabaikan^[4]. Rumus tahanan dapat disederhanakan menjadi.

$$RT = R_v + R_w \dots\dots\dots(1)$$

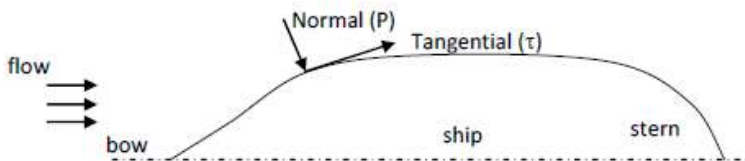
RT : Tahanan Total Kapal

R_v : Tahanan Viskos Kapal

R_w : Tahanan Gelombang

2.3.1 Tahanan Viskos

Tahanan viskos merupakan tahanan yang terjadi karena adanya efek *viskositas* fluida. Tahanan ini sering dipresentasikan sebagai koefisien CV, memiliki 2 komponen utama yaitu tahanan gesek (*friction resistance*) dan tahanan bentuk atau yang sering dikenal sebagai tahanan tekanan (*pressure resistance*)^[5]. Kedua komponen tersebut memiliki arah sumbu kerja yang berbeda, komponen pertama bekerja pada arah mengikuti garis kontur lambung kapal (*stream line*) membentuk sudut terhadap arah aliran normal fluida (arah tangensial) yang disebut sebagai tahanan gesek, sedangkan komponen kedua bekerja sebagai gaya normal yang memiliki arah kerja tegak lurus dengan lambung kapal, disebut sebagai tahanan tekan. Komponen tahanan viskos ditunjukkan pada Persamaan (2) dan Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Komponen tahanan viskos (carlton,2007).

Sementara itu persamaan yang menunjukkan komponen tahanan viskos kapal adalah sebagai berikut :

$$C_v = C_F + K C_F \quad \dots\dots\dots(2)$$

C_v : koefisien Tahanan Viskos

C_F : Koefisien friksi

K : Konstanta

Tahanan gesek merupakan komponen tahanan yang terkait dengan gaya yang timbul akibat dari gesekan antara molekul fluida. Penyebab utama tahanan ini adalah viskositas, kecepatan kapal dan luas permukaan basah. Rumus umum dari tahanan gesek kapal menurut Lewis Edward^[4] adalah :

$$R_f = \frac{1}{2} \rho \cdot C_f \cdot S \cdot V^2 \quad \dots\dots\dots(3)$$

- ρ : massa jenis fluida
- C_f : Koefisien tahanan gesek
- S : Luas Permukaan basah
- V : Kecepatan kapal

Nilai besaran C_f didapatkan melalui eksperimen yang panjang di mana eksperimen yang dilakukan mengasumsikan luasan daerah lambung kapal yang tercelup air sebagai luasan dari plat datar yang besarnya sama^[4]. Untuk model yang memiliki bentuk 3 dimensi, nilai C_f harus dikalikan dengan nilai koefisien bentuk sebagai implementasi dari bentuk lambung^[6]. Dalam teori viskositas disebutkan keberadaan dari lapisan batas (*boundary layer*). Ketika kapal bergerak melawan fluida yang tenang, terbentuk sebuah lapisan tipis yang melekat pada permukaan lambung kapal yang tercelup fluida, lapisan ini memiliki kecepatan relatif nol terhadap lambung kapal. Sedangkan daerah fluida yang sangat jauh dari kapal bersifat tenang tidak bergerak. Variasi kecepatan fluida bergantung pada jarak antara daerah fluida tersebut terhadap lambung kapal, kecepatan fluida menurun seiring dengan semakin jauhnya jarak terhadap kapal. Daerah di mana terjadi perubahan kecepatan fluida secara mendadak dinamakan lapisan batas^[7]. Salah satu definisi mengenai lapisan batas yang dapat diterima dalam ilmu hidrodinamika menyebutkan bahwa tebal lapisan tersebut

diukur sebagai jarak dari permukaan struktur body, dalam hal ini lambung kapal, hingga daerah fluida yang memiliki kecepatan 1% dari kecepatan kapal^[7]. variasi kecepatan fluida menyebabkan terjadinya gesekan antara molekul fluida yang sifatnya menghambat laju dari kapal, tahanan ini dinamakan tahanan gesek.

2.3.2 Tahanan Bentuk

Komponen kedua dari tahanan viskos adalah komponen yang bekerja ke arah normal lambung kapal yang disebut tahanan tekanan, nilainya dipengaruhi oleh nilai tekanan yang bekerja pada lambung kapal di bawah permukaan air. Besarnya tekanan pada bagian depan sangat besar karena lambung langsung berhadapan dengan fluida, kecepatan fluida bertambah ketika fluida mengalir melewati lambung kapal, dan ketika melewati ujung belakang, fluida mengalami tekanan yang lebih kecil dibandingkan dengan tekanan di daerah haluan. Tekanan yang bekerja ke arah normal menghasilkan ulekan (*eddy*) di daerah belakang lambung kapal.

Speed of advance (V_a) dan *Thrust* (T) Dalam setiap aliran air pada badan kapal sampai ke bagian buritan kapal, selalu terjadi *wake* / arus ikut (w) yang merupakan perbedaan antara kecepatan kapal dengan dengan kecepatan air yang melalui baling-baling^[8]. *Wake* ini merupakan faktor penyebab munculnya 2 macam kecepatan kapal yakni V_s (kecepatan servis kapal) serta V_a (kecepatan advance / kecepatan relatif dari partikel air yang melewati piringan baling-baling).

2.3.3 Tahanan sisa (Residual Resistante)

Tahanan sisa didefinisikan sebagai kuantitas yang merupakan hasil pengurangan dari hambatan total badan

kapal dengan hambatan gesek dari permukaan kapal. Hambatan sisa terdiri dari ;

2.3.3.1 Tahanan gelombang (*Wake Resistance*)

Tahanan gelombang adalah hambatan yang diakibatkan oleh adanya gerakan kapal pada air sehingga dapat menimbulkan gelombang baik pada saat air tersebut dalam keadaan tenang maupun pada saat air tersebut sedang bergelombang.

2.3.3.2 Tahanan udara (*Air Resistance*)

Tahanan udara diartikan sebagai Tahanan yang di alami oleh bagian badan kapal utama yang berada diatas air dan bangunan atas (*Superstructure*) karena gerakan kapal di udara. Tahanan ini tergantung pada kecepatan kapal dan luas serta bentuk bangunan atas tersebut. Jika angin bertiup maka tahanan tersebut juga akan tergantung pada kecepatan angin dan arah relatif angin terhadap kapal.

2.3.3.3 Tahanan tekanan

Tahanan ini erat kaitannya dengan bentuk badan kapal, dimana bentuk lambung kapal yang tercelup di bawah air menimbulkan suatu tahanan karena adanya pengaruh dari bentuk kapal tersebut.

2.3.3.4 Tahanan tambahan (*Added Resistance*)

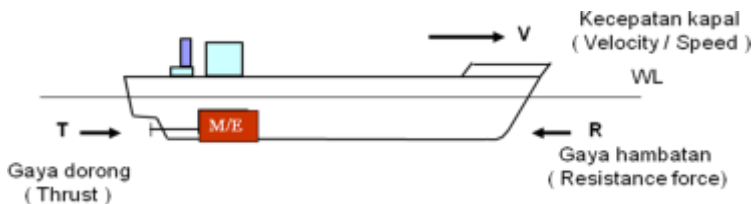
Tahanan ini mencakup tahanan untuk korelasi model kapal. Hal ini akibat adanya pengaruh kekasaran permukaan kapal, mengingat bahwa permukaan kapal tidak akan pernah semulus permukaan model. Tahanan tambahan juga termasuk tahanan udara, anggota badan

kapal dan kemudi. Komponen Tahanan tambahan terdiri dari :

- Tahanan anggota badan (*Appendages Resistance*)
Tahanan anggota badan adalah tahanan dari bos poros, penyangga poros, lunas bilga, daun kemudi dan sebagainya.
- Tahanan kekasaran
Tahanan kekasaran adalah terjadi akibat kekasaran dari korosi air, pengotoran pada badan kapal, dan tumbuhan laut.
- Hambatan kemudi (*Steering Resistance*)
Hambatan kemudi terjadi akibat pemakaian kemudi.

2.4 Gaya Dorong Kapal

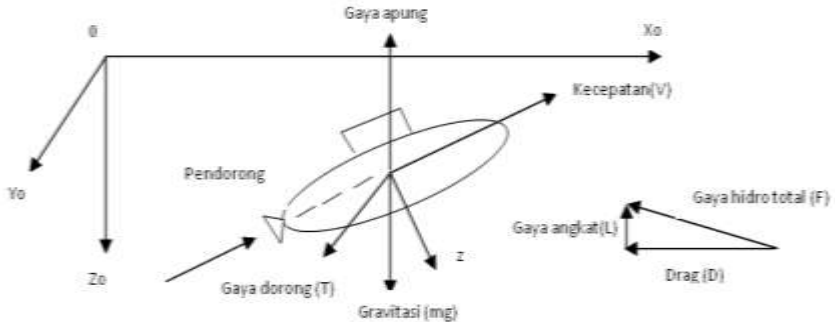
Merupakan komponen yang sangat penting yang mana digunakan untuk mengatasi Tahanan (*Resistance*) atau Gaya Hambat kapal. Pada kondisi yang sangat-sangat ideal, besarnya gaya dorong yang dibutuhkan mungkin sama besar dengan gaya hambat yang terjadi di kapal.



Gambar 2.5 Komponen sistem utama di kapal (Soemartojo,2010).

Saat kapal bergerak dengan kecepatan V maka badan kapal menimbulkan tahanan R di air dan di udara, Tahanan R ini harus dilawan oleh gaya dorong T yang dihasilkan alat pendorong, misalkan baling-baling, Untuk menghasilkan gaya dorong, alat pendorong mendapat daya dari motor penggerak M/E (Main Engine) .

Gerakan kapal di fluida bekerja seperti sistem sumbu orthogonal yaitu 3 (tiga) buah sumbu x , y , dan z , ditempatkan sedemikian rupa, pusat sumbu berimpit dengan titik berat kapal. Bidang x , dan y satu bidang dengan permukaan bumi (sejajar).



Gambar 2.6 Komponen Gaya yang bekerja pada kapal

Gerakan kapal dibebani 4 (empat) gaya yang tidak tergantung satu sama lainnya :

- Gaya hidrostatis yaitu massa kali percepatan gravitasi bumi (mg).
- Hambatan hidrostatis (gaya apung) $F\Delta$ atau γv . Seperti halnya mg , tekanan atau gaya ini selalu sejajar dengan Z_0 .
- Resultante gaya hidrodinamik (F) yang didesakkan oleh air pada kapal sebagai akibat gerakan menerjang air tersebut. Gaya F dapat diuraikan dalam 2 (dua) ; komponen gaya angkat (L) dan komponen tahanan (atau drag) R (atau D). Dimana L tegak lurus terhadap kecepatan kapal dan R (atau D) sejajar V .
- Gaya dorong (T), yang di desakkan oleh air pada pendorong kapal, umumnya berlawanan arah dengan R .

2.5 Karakteristik Fluida

Yang harus diperhatikan dalam penelitian ini adalah bahwa objek yang diamati bergerak pada media fluida dimana setiap fluida memiliki karakteristiknya masing-masing. Teori yang pasti tentang fluida adalah bahwa fluida memiliki persamaan kontinuitas, momentum dan energi, hal ini sesuai dengan prinsip dasar fisika :

1. Hukum Kekekalan Massa (The Conservation of Mass)
2. Hukum Kedua Newton (Newton's Second Law of Motion)
3. Hukum kekekalan Energi

Untuk mendapatkan persamaan dasar gerak fluida, filosofi berikut selalu diikuti :

- a. Memilih prinsip fisika dasar dari hukum – hukum fisika (Hukum Kekekalan Massa, Hukum Kedua Newton, Hukum Kekekalan Energi).
- b. Menerapkan prinsip-prinsip fisika di dalam model aliran.

2.6 Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD)

Simulasi adalah tiruan dari sebuah sistem dinamis dengan menggunakan model komputer yang digunakan untuk melakukan evaluasi dan meningkatkan kinerja sistem. Definisi lain dari simulasi adalah Cara untuk mereproduksi kondisi situasi, dengan menggunakan model untuk mempelajari, menguji, pelatihan, dll. Simulasi merupakan teknik atau cara penyelesaian persoalan melalui pengolahan data operasi sistem imitasi untuk memperoleh data output penyelidikan atau percobaan penelitian sebagai bahan solusi persoalan ataupun sebagai bahan masukan dalam rangka pengembangan dan perbaikan struktur dan operasi sistem ril.

CFD merupakan analisa sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena yang terkait lainnya seperti reaksi kimia dengan menggunakan simulasi komputer. Metode ini meliputi fenomena yang berhubungan dengan aliran fluida seperti sistem *liquid* dua fase, perpindahan massa dan

panas, reaksi kimia, dispersi gas atau pergerakan partikel tersuspensi. Program CFD yang digunakan disini adalah sebagai alat bantu pemodelan atas konfigurasi sistem penggerak yang akan dianalisa, baik itu untuk kondisi aktual / sebenarnya maupun konfigurasi rancangan yang akan dianalisa. Dari pemodelan ini nantinya akan diperoleh data yang kemudian akan dianalisa lebih lanjut sehingga hasil akhirnya dapat diperoleh sebagai acuan perhitungan tahanan dan gaya dorong pada tipe lambung kapal supply vessel yang paling optimal.

Sebelum data yang ada dapat kita olah dengan CFD ada beberapa langkah yang harus kita lakukan hingga didapat model yang diinginkan. Adapun untuk mencapai maksud tersebut akan digunakan beberapa *software* lainya yaitu:

2.6.1 Autocad

Software untuk memberikan input tambahan gambar. tambahan gambar tersebut adalah skeg, selain itu autocad juga membantu dalam menentukan letak koordinat yang akan digunakan pada *software* CFX. Karena model yang dibuat dalam 3 dimensi maka untuk titik - titik yang diperlukan cukup banyak dan kompleks sehingga *software* ini cukup membantu untuk mengetahuinya.

2.6.2 Ansys ICEM

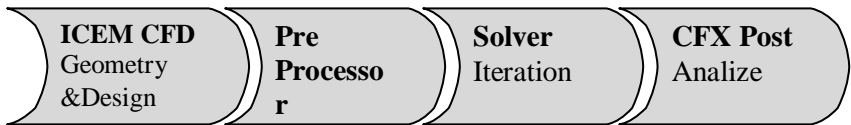
Software ini digunakan untuk memberikan surface dan berperan dalam proses meshing, yang nantinya akan di import ke dalam ANSYS CFX.

2.6.3 Ansys CFD

Program CFD yang digunakan disini adalah sebagai alat bantu pemodelan pada lambung kapal *supply vessel* yang telah kita tambah dengan *fin*. Dari pemodelan ini nantinya akan diperoleh data yang kemudian akan dianalisa lebih

lanjut sehingga hasil akhirnya dapat diketahui seberapa besar efek dari penambahan *fin* pada area lambung kapal jenis supply vessel ukuran 50 m. Tahapan dalam ANSYS CFD terbagi menjadi tiga tahapan utama.

- a. Pre Processor
- b. Solver
- c. Post Processor



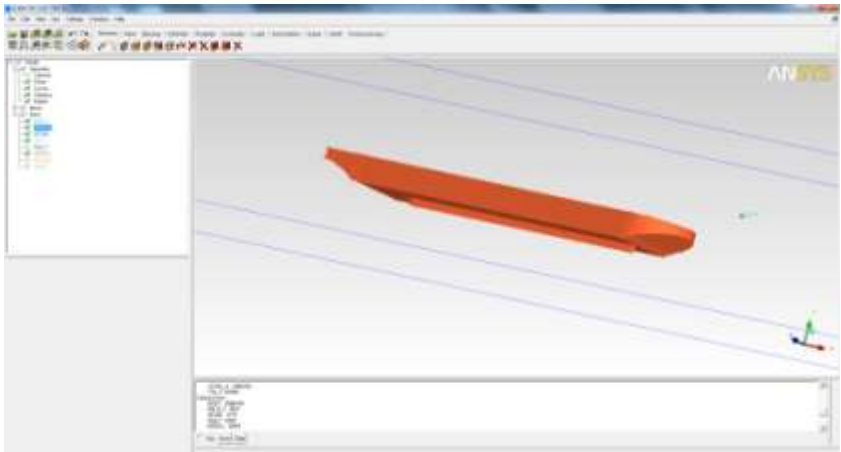
Gambar 2.7 Diagram Proses simulasi pada ANSYS CFD

- Pre Processor :

Tahap ini secara garis besar adalah membuat model dengan tipe / bentuk yang dapat dideskripsi oleh solver, meliputi :

- a. Membentuk geometri benda dan daerah sekeliling benda sebagai domain / boundary komputasi
- b. Membentuk Grid Generation atau membagi domain yang telah ditentukan menjadi bagian yang lebih kecil (subdomain).
- c. Penentuan kondisi – kondisi yang dimiliki maupun dialami oleh model misal: penentuan sifat-sifat fluida, seperti pendefinisian harga kecepatan, temperatur fluida, kondisi permukaan benda dan lain-lain
- d. Penentuan kondisi batas model geometri, lokasi pembuatan kondisi batas harus ditentukan baik pada daerah disekeliling benda maupun pada aliran yang diperhitungkan

e. Penentuan besar kecilnya atau kekasaran Grid (Mesh) Jumlah cell / bagian kecil dalam grid (mesh) menentukan akurasi penyelesaian CFD. Pada umumnya semakin banyak cell semakin akurasi penyelesaiannya. Daerah yang memiliki perubahan bentuk yang sangat tajam, biasanya proses meshing dilakukan dengan sangat halus, sedang untuk daerah yang lain dilakukan agak kasar.



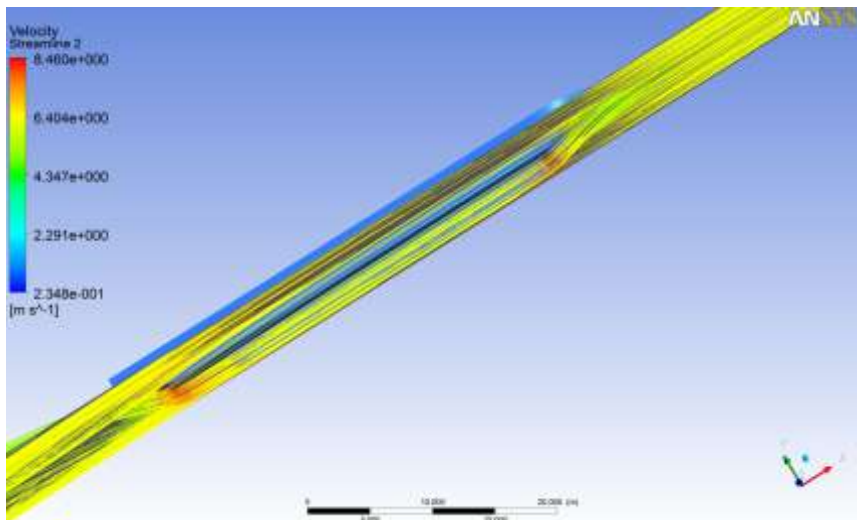
Gambar 2.8 Tampilan program ANSYS ICEM CFD

- Solver (Penyelesaian Perhitungan)
 - Solver dibagi menjadi tiga jenis, yaitu *finite difference*, *finite element* dan *finite volume*. Secara umum metode numerik solver tersebut terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Pendeteksian bentuk-bentuk sesuai keperluan untuk running dan meshing; menjadi surface, edge, point dan solid.
 - b. Pembuatan mesh dan memasukkan label kondisi

c. Penyelesaian dari persamaan aljabar menggunakan iterasi dan loop.

- Post Processor & Visualisasi

Disini proses perhitungan secara iterasi kemudian Disini proses perhitungan secara iterasi kemudian memberikan hasil file yang kemudian dapat ditampilkan dan diolah sesuai dengan item yang ingin dianalisa contoh velocity, pressure, dll.



Gambar 2.9 Tampilan ANSYS CFX Post Processor untuk kecepatan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

Untuk menyelesaikan penulisan dan penelitian tugas akhir, digunakan metodologi berbasis teori dan simulasi dengan beberapa tahapan yang harus di selesaikan. Tahapan dan keseluruhan metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut :

3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Merupakan tahapan awal yang harus dilakukan untuk menentukan rumusan masalah yang akan di gunakan dalam penelitian ini. Pada proses ini akan dilakukan identifikasi rumusan masalah tentang analisa tahanan dan gaya dorong yang ditimbulkan akibat adanya penambahan fin pada area di bawah lambung kapal dengan metode *computational fluid dynamics* (CFD). Analisa yang dilakukan adalah dengan memvariasikan ukuran dari *fin* yang akan dipasang dan variasi yang dilakukan terhadap jarak antar dua fin yang akan di pasang pada bagian bawah lambung kapal untuk mendapatkan variasi kecepatan aliran yang menuju propeller. Pada tahapan ini tujuan dari penelitian ini juga ditentukan. Untuk mempermudah sekaligus membantu penulis dalam penelitian ini batasan masalah juga ditentukan agar penulis lebih fokus terhadap bahasan awal mengenai pengaruh fin tersebut.

3.2 Studi Literatur

Merupakan tahapan untuk mencari referensi sebagai acuan dalam pengerjaan tugas akhir. Referensi tersebut haruslah berkaitan dengan tema dan pengerjaan skripsi yang dikerjakan adalah sebagai berikut :

- a. Buku
- b. Tugas akhir
- c. Jurnal dan internet
- d. informasi dari dosen pembimbing. Sumber pustaka di atas digunakan untuk memecahkan masalah yang ada pada pengerjaan tugas akhir ini.

3.3 Pengumpulan Data - Data

Merupakan tahapan dimana penulis mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini , adapun data yang dibutuhkan yaitu :

- a. Data macam-macam bentukan dari hull bottom.
- b. Data gambar maxsurf
- c. Data ukuran kapal supply vessel
- d. Data variasi terhadap lambung kapal
- e. Data perhitungan untuk penentuan gaya dorong dari propeller

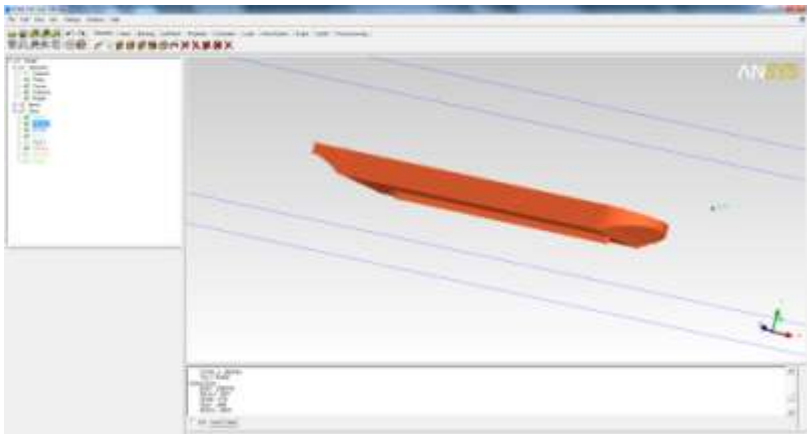
3.4 Penggambaran Model

Pada tahapan ini dilakukan penggambaran model fins terhadap badan kapal pada bagian dibawah area lambung kapal. Penggambaran dilakukan dengan memvariasikan bentuk dari fin yang terpasang pada lambung kapal. Penggambaran dilakukan dengan bantuan software ANSYS ICEM CFD. Model yang digunakan adalah lambung kapal jenis U pada sebuah supply vessel 50 m.



Gambar 3.1 Pemodelan kapal dari software maxsurf

Dari model yang sudah ada, penggambaran dilanjutkan dengan software ICEM CFD untuk menggambarkan lambung kapal yang tercelup di bagian air. Penggambaran terbatas hingga sarat kapal, karena input dari CFD adalah untuk badan kapal yang menabrak aliran secara langsung untuk mempermudah dalam batasan pada software CFD nantinya.



Gambar 3.2 Pemodelan lambung kapal menggunakan ICEM CFD

3.5 Evaluasi bentuk Model

Pada tahapan ini model yang sudah digambarkan dilakukan pengecekan untuk memastikan apakah gambar sudah sesuai format yang diinginkan oleh CFD dan bisa disimulasikan untuk tahapan selanjutnya.

3.6 Simulasi CFD

Setelah peenggambaran model lambung selesai dilakukan, model disimulasikan, berikut simulasi yang dilakukan :

- a. Model disimulasikan pada software CFD lalu (simulasi dikatakan berhasil) jika hasil sudah memenuhi harapan atau hipotesa dari tugas akhir ini.
- b. Model disimulasikan berdasarkan banyaknya variasi fin yang digunakan hingga semua model selesai dilakukan simulasi.

3.7 Analisa Data dan Pembahasan

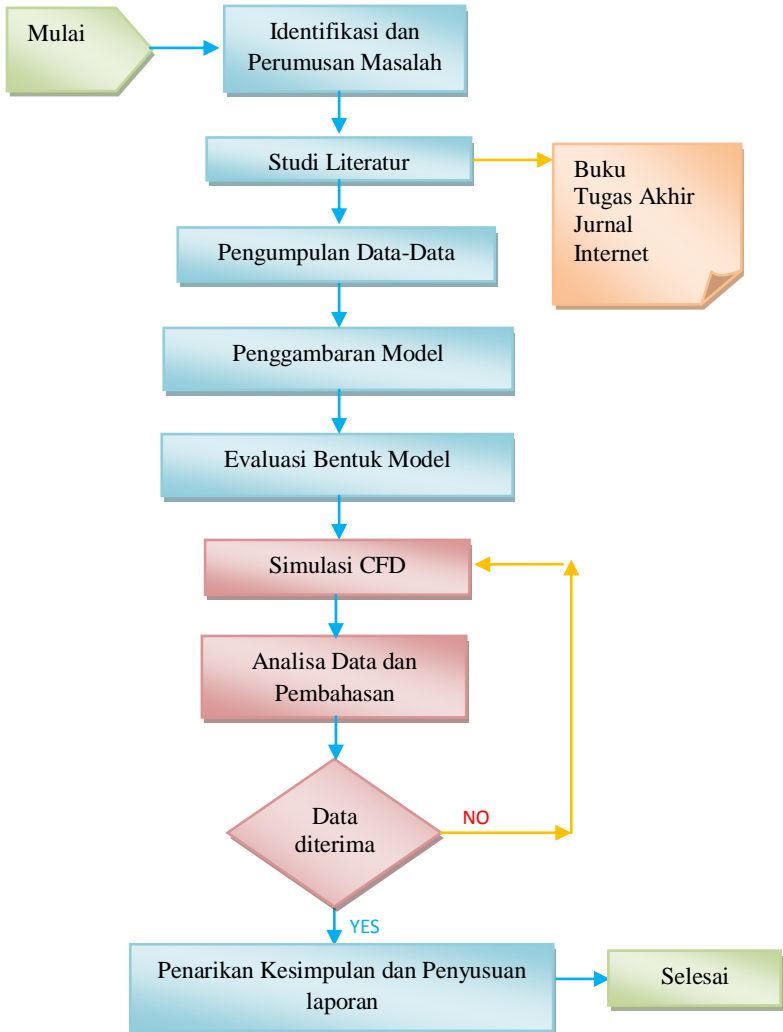
Pada tahap ini dilakukan analisa data dari hasil simulasi tersebut, yakni dilakukan analisa mengenai hasil simulasi, pengaruh penambahan fins under ship. terhadap tahanan total kapal dan pengaruhnya terhadap kceptan aliran yang menuju ke propeller untuk menaikkan nilai dari thrust kapal. Adapun yang akan dianalisa dalam pembuatan tugas akhir ini adalah :

- a. Analisa perubahan tahanan total terhadap badan kapal setelah adanya penambahan variasi fins undership.
- b. Analisa perubahan gaya dorong yang diberikan oleh propeller setelah adanya penambahan variasi fin pada bagian bawah lambung kapal..

3.8 Penarikan Kesimpulan dan Penulisan laporan

Setelah semua tahapan selesai dilakukan, maka langkah yang terakhir adalah menarik kesimpulan dari analisa data yang sudah dilakukan tanpa melupakan saran dan juga anjuran untuk penelitian selanjutnya. Kesimpulan yang diambil dan saran yang diberikan disesuaikan dengan tujuan dan manfaat dari pengerjaan tugas akhir ini. Setelah didapatkan kesimpulan maka penyusunan laporan dapat dilakukan untuk menyelesaikan semua tahapan ini.

Secara teknis metodologi dalam penulisan tugas akhir ini ditunjukkan pada diagram dibawah ini :



Gambar 3.3 Flowchart pengerjaan Tugas Akhir

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kapal

Pada pengerjaan tugas akhir ini dibutuhkan data-data kapal yang digunakan dalam pemodelan kapal yang akan disimulasikan dalam software CFD. Adapun data data yang digunakan dalam penggambaran dan pemodelan dalam *software* CFD adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Data ukuran utama kapal

SHIP PARTICULAR		
Loa	Length overall	45.5 m
Lpp	Length partparticular	44 m
B	Breadth	10.5 m
H	Height	4.70 m
T	Draugh	3.0 m
Vs	Kecepatan kapal	12 knot

Untuk pembuatan model kapal dalam *software* ukuran kapal yang digunakan hanya bagian kapal yang tercelup ke dalam air untuk mempermudah perhitungan ynag akan dilakukan. Adapun ukuran yang digunakan untuk membuat mmodel kapal dalam software adalah sebgai berikut :

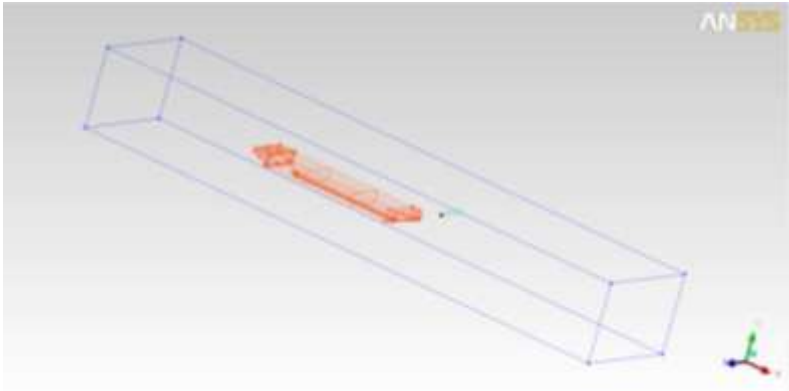
Tabel 4.2 Data ukuran model kapal untuk simulasi CFD

DATA MODEL KAPAL		
Length	Panjang model kapal	40 m
Breadth	Lebar model kapal	10 m
Draught	Tinggi sarat model	3 m

Dari data yang sudah ditentukan maka dilakukan pemodelan pada software CFX.

4.2 Penggambaran Model

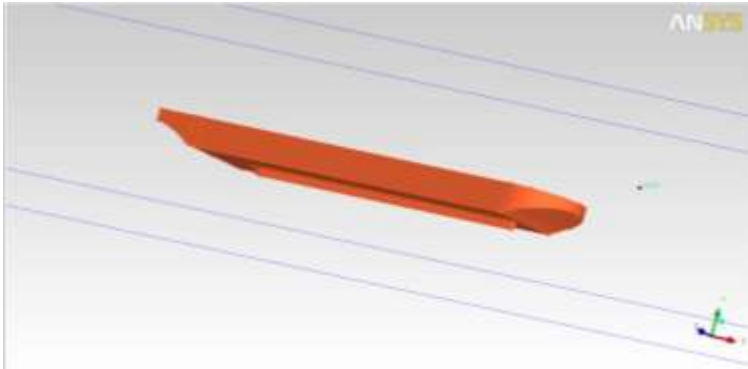
Penggambaran dilakukan pada *software cfx* sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan sebelumnya, dimulai dengan penggambaran lambung kapal yang belum divariasikan dengan adanya pemasangan *Fin* menggunakan titik titik koordinat sebagai acuan ukuran utama kapal.



Gambar 4.1 Penggambaran Model kapal tanpa *Fin*

Setelah penggambaran garis dan titik-titik koordinat utama ukuran kapal maka setiap bagian harus diberikan *surface* sebagai pemodelan luasan pada area lambung. Setiap bagian harus dipastikan telah di *surface* untuk mengurangi terjadinya *error* pada langkah selanjutnya. Penggambaran pada tahapan ini dilakukan dengan ketelitian dan dipastikan tidak ada bagian yang urang atau tiding tersambung di setiap garisnya, karena jika terjadi kebocoran atau terdapat bagian yang tergambar ganda maka peluang *error* saat meshing akan lebih besar dan tentunya

menambah waktu pengerjaan untuk analisa kesalahan gambar yang terjadi.



Gambar 4.2 Model lambung kapal yang telah diberi surface

Setelah model selesai di surface, untuk variasi yang dilakukan adalah penambahan terhadap adanya komponen *Fin* sesuai dengan batasan masalah yang sudah disebutkan di bagian pendahuluan.

4.3 Variasi Model *Fin*

Setelah model lambung kapal selesai digambarkan maka langkah selanjutnya adalah memvariasikan pemasangan *Fin* pada area dibawah lambung kapal, adapun variasi dan penamaan *Fin* yang akan dipasang pada lambung kapal adalah sebagai berikut :

a. Model *FIN 00*

Merupakan model lambung kapal yang tidak menggunakan tambahan *Fin*, model ini juga dianalisa sebagai nilai pembanding perubahan yang terjadi apabila dilakukan modifikasi terhadap area di bawah lambung kapal menggunakan *Fin*.

b. Model *Fin* Tunggal 01, *FIN 01A*, *FIN 01B*

Merupakan model *Fin* yang pertama akan disimulasikan, berupa sirip tunggal yang terletak di bawah lunas kapal,

tujuan penggunaan *Fin* ini prinsipnya menyamai sirip yang berada pada papan selancar untuk mengarahkan aliran fluida tepat ke bagian buritan atau propeller kapal sehingga mampu meningkatkan besarnya kecepatan aliran yang menuju ke propeller. Untuk dimensi ukuran dari model *Fin* tunggal adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Ukuran *Fin* tunggal yang akan dipasang pada lambung kapal.

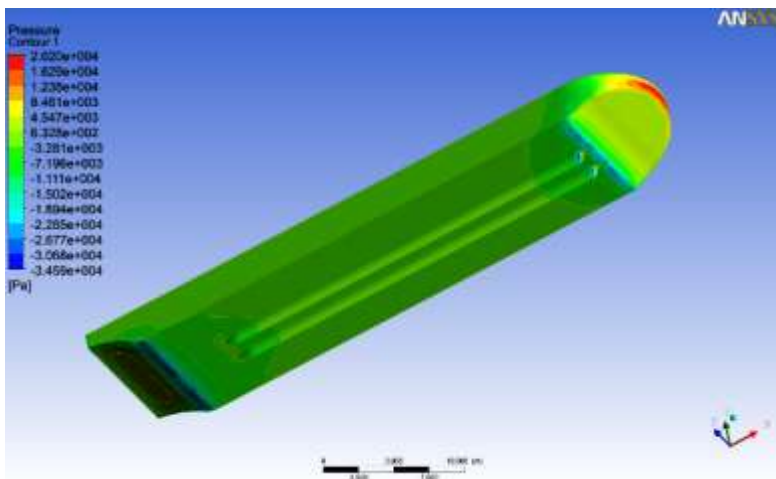
MODEL FIN 01		FIN 01A	FIN 01 B
Panjang	30 m	30 m	30 m
Lebar	0.4 m	0.5 m	0.6 m
Tinggi	0.5 m	0.8 m	1.0 m

- c. Model *Fin* Ganda 02A, *FIN* 02B, *FIN* 02C
 Merupakan model *Fin* kedua yang akan disimulasikan, berupa sirip ganda yang terletak di bawah lunas kapal, tujuan penggunaan *Fin* ini prinsipnya menyamai sirip yang berada pada papan selancar untuk mengarahkan aliran fluida tepat ke bagian buritan atau propeller kapal sehingga mampu meningkatkan besarnya kecepatan aliran yang menuju ke propeller. *Fin* ganda bertujuan membagi aliran bawah lambung kapal agar besarnya tekanan fluida di bawah area lambung kapal menurun. menggunakan model *FIN* 01 A karena memiliki nilai pengaruh tahanan yang paling kecil dari model *Fin* lain dan pengaruh kecepatan aliran yang paling besar daripada model yang lain. Variasi yang dilakukan untuk sirip ganda dibawah area lambung kapal ini adalah jarak antar *Fin* di area bawah lambung kapal.

Tabel 4.4 Variasi *Fin* Ganda yang akan dipasang pada lambung kapal

	MODEL FIN 02 A	FIN 02 B	FIN 02C
Panjang	30 m	30 m	30 m
Lebar	0.5 m	0.5 m	0.5 m
Tinggi	0.8 m	0.8 m	0.8 m
Length	2 m	3 m	4 m

Setelah semua variasi dilakukan dan digambarkan pada lambung kapal, maka bentuk dari *Fin* yang dipasang adalah sebagai berikut .

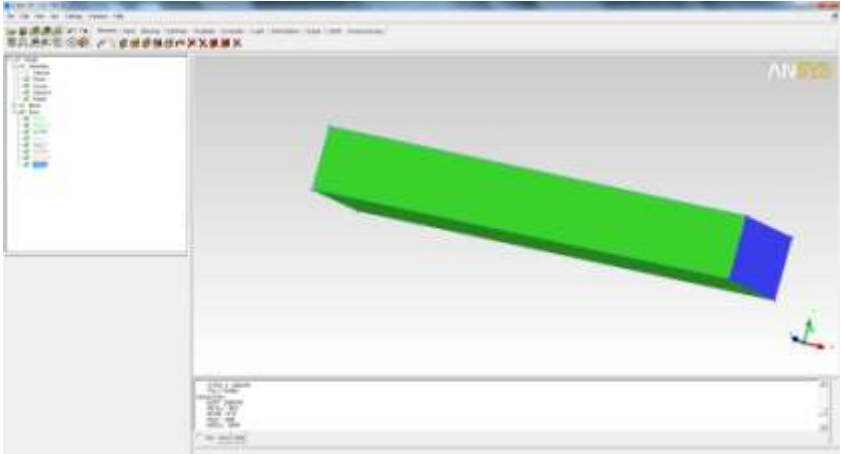


Gambar 4.3 Variasi *Fin* pada lambung kapal supply vessel

4.4 Simulasi CFX

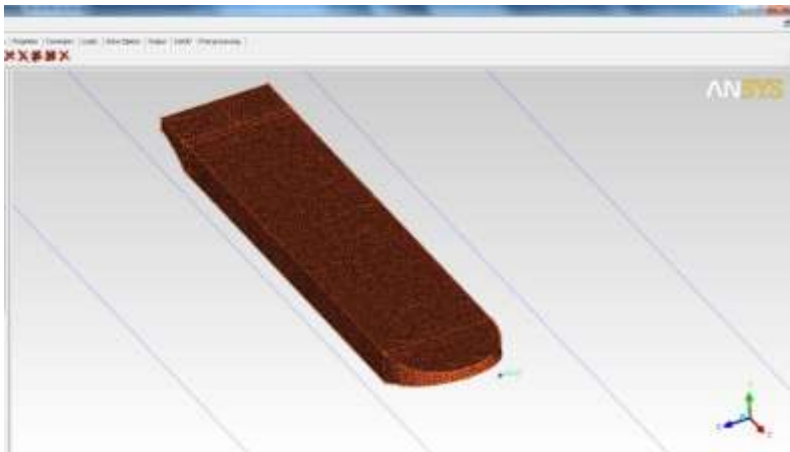
Tahapan selanjutnya setelah penggambaran model dan variasi *Fin* maka langkah selanjutnya adalah membuat domain

model sebagai batasan simulasi nanti sesuai kondisi yang diinginkan. *Domain* yang diberikan adalah berupa *Domain Wall*, *Inlet*, *Outlet*, dan juga penentuan Lambung dan deskripsi *Fin*. Kemudian gambar geometri tersebut diberikan *body*.



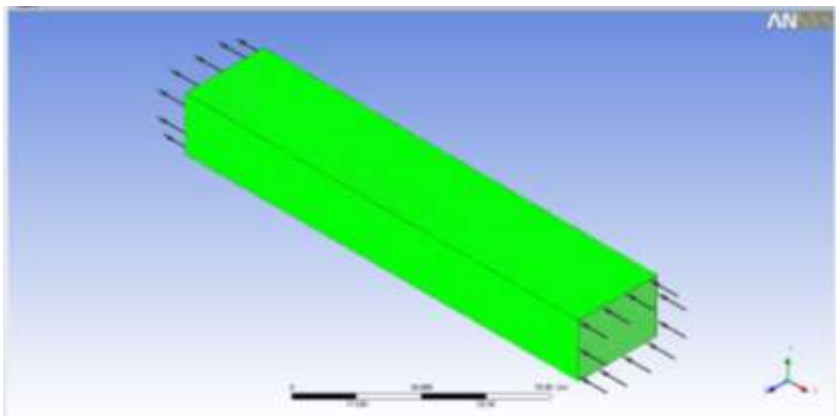
Gambar 4.4 Pemberian dan penentuan domain pada geometri

Setelah semua bagian terdefinisi maka langkah selanjutnya adalah meshing geometri tersebut. Tujuan dari proses ini adalah agar objek yang telah dibuat dapat dianalisa pada masing masing titik titiknya atau setiap bagian dari model yang dibuat bisa di definisikan besarnya nilai yang diinginkan, baik kecepatan, tekanan, luasan agar nantinya memudahkan dalam analisa data pada setiap bagian model. Pengaturan pada tahap meshing sangat berpengaruh pada hasil simulasi, semakin kecil ukuran meshing model digunakan, semakin presisi pula hasil yang didapat, selain itu semakin presisi proses meshing maka waktu running untuk proses ini juga semakin lama, dan berpengaruh pada komponen computer yang digunakan untuk menjalankan meshing.



Gambar 4.5 Lambung kapal yang sudah di meshing

Tahapan selanjutnya adalah memberikan inputan dalam CFX sesuai metode yang ada . Karena variasi yang digunakan adalah bentuk dan posisi *Fin* maka pengujian hanya dilakukan untuk kecepatan kapal 12 knot.

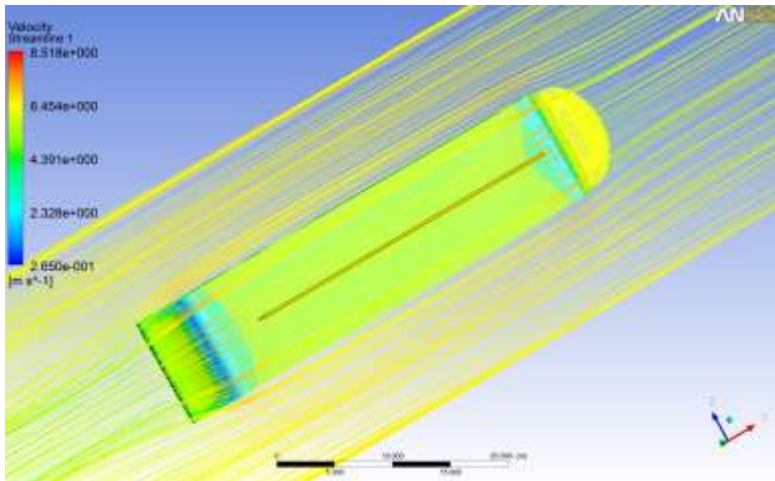


Gambar 4.6 Tampilan seluruh bagian model pada CFX

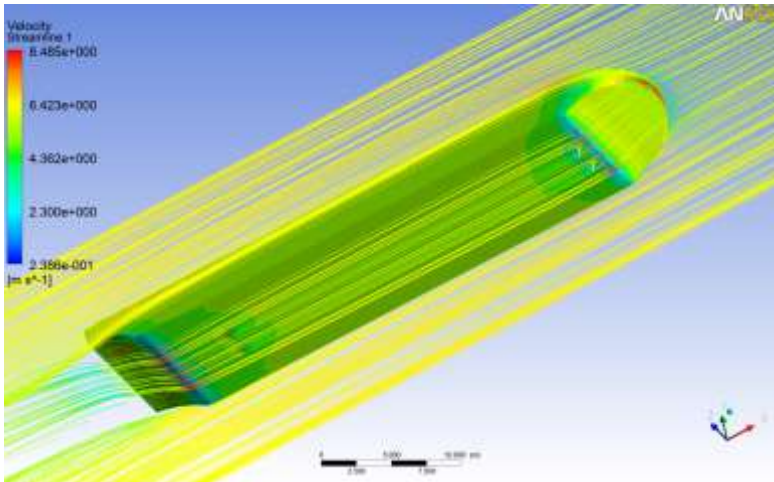
Setelah semua domain di masukkan dalam CFX, maka langkah selanjutnya adalah running pada CFX. Dari hasil running yang sudah dilakukan di CFX dapat di baca pada CFX post dengan file ekstensi*.cst. Proses post adalah tahapan dimana hasil running solver divisualisasikan melalui gambar dan animasi berupa tampilan agar bisa dibaca lebih jelas.

4.5 Model Hasil Simulasi

Dari hasil simulasi model pada CFX akan didapatkan beberapa data yang dibutuhkan untuk analisa dan perhitungan seperti luas area (m^2), tekanan (Pa), tegangan geser (Pa), dan kecepatan aliran yang disebabkan akibat adanya modifikasi pada lambung kapal.



Gambar 4.7 Tampilan streamline lambung kapal dengan model *Fin 01* pada kecepatan 12 knot.



Gambar 4.8 Tampilan streamline lambung kapal dengan model *Fin 02A* pada kecepatan 12 knot.

4.6 Analisa Data dan Perhitungan

Pada sub bab ini menjelaskan tentang cara perhitungan dari data yang diperoleh dari hasil simulasi. Dalam perhitungan gaya dorong dan tahanan akibat aliran yang terjadi dalam area bawah lambung kapal dan pengaruh dari adanya *Fin* yang terletak bawah lambung, kita juga membutuhkan data *propeller* yang digunakan dalam *supply vessel* sebagai referensi perhitungan.

Tabel 4.5 Data propeller yang digunakan dalam perhitungan

Propeller Data	
D	2.4 m
Z	4
P/D	1.001
AE/A0	0.58
RPM	150 rpm

Untuk perhitungan tahanan, data didapatkan dari hasil simulasi *CFD* yang dilihat di *CFX post*. Data untuk perhitungan tahanan diambil dari besarnya nilai *wallshear* dan luasan area yang tercelup dalam air yang disimulasikan.

- Mencari nilai *Force Drag*

$$F = \tau \times A$$

Dimana :

F : Force Drag (N)

τ : Wallshear (Pa)

A: Area (m²)

Perhitungan dilakukan sebagai contoh terhadap lambung kapal dengan penambahan *Fin type 01 A*

$$F = \tau \times A$$

$$F = 30.58 \times 1189.459$$

$$F = 36.3733 \text{ KN}$$

- Mencari nilai *Thrust* kapal
 Nilai thrust kapal di tentukan atas besarnya nilai kecepatan yang diterima oleh propeller yang disebut *Speed of Advance*. Perhitungan Thrust kapal diawali dengan penentuan nilai koefisien *thrust* yang diterima akibat adanya variasi *Fin*.

$$T = K_T \times \rho \times n^2 \times D^4$$

Dimana

T = thrust yang dihasilkan kapal (N)

K_T = nilai koefisien thrust propeller

ρ = nilai masa jenis fluida (kg.m/s²)

n = putaran propeller (rad/s)

D = diameter propeller (m)

Untuk mendapatkan nilai dari Thrust maka nilai dari koefisien thrust juga harus dihitung.

$$K_T = \sum_{n=1}^{39} C_n (J)^{5n} \left(\frac{P}{D}\right)^{4n} \left(\frac{Ae}{Ao}\right)^{4n} (Z)^{4n}$$

- C_n = thrust coefficient
 J = advance Coefficient
 P/D = pitch diameter rasio
 Ae/Ao = blade area rasio
 Z = propeller Diameter

Karena nilai “J” divariasikan karena adanya *Fin*, maka nilai J ditentukan sendiri untuk nantinya dimasukkan dalam rumusan K_T dari perhitungan

$$J = \frac{Va}{n D}$$

- Va = kecepatan aliran fluida m/s (m/s)
 n = putaran propeller (rad/s)
 D = diameter propeller (m)

Perhitungan J untuk variasi *Fin* tipe *FIN 01 A*

$$J = \frac{Va}{n D}$$

$$J = 6.450/15.7 \times 2.4$$

$$J = 0.171118$$

Setelah nilai J dihitung maka, nilai J dimasukkan dalam hitungan Koefisien thrust yang pertama disebutkan.

$$K_T = \sum_{n=1}^{39} C_n (J)^{s_n} \left(\frac{P}{D}\right)^{t_n} \left(\frac{Ae}{A0}\right)^{u_n} (Z)^{v_n}$$

Coefficient and term of the K_T and K_Q polynomials for Wegeningen B-Screw Series for $Rn = 2 \times 10^6$

Tabel 4.6 Tabel Koefisien untuk perhitungan nilai K_T dan K_Q

No	Cn	s(J)	t(P/D)	u(Ae/A0)	v(Z)
1	0.008804	0	0	0	0
2	-0.204554	1	0	0	0
3	0.166351	0	1	0	0
4	0.158114	0	2	0	0
5	-0.147581	2	0	1	0
6	-0.481497	1	1	1	0
7	0.415437	0	2	1	0
8	0.0144043	0	0	0	1
9	-0.0530054	2	0	0	1
10	0.0143481	0	1	0	1
11	0.0606826	1	1	0	1
12	-0.0125894	0	0	1	1
13	0.0109689	1	0	1	1
14	-0.133698	0	3	0	0
15	0.00638407	0	6	0	0
16	-0.00132718	2	6	0	0
17	0.168496	3	0	1	0
18	-0.0507214	0	0	2	0

19	0.0854559	2	0	2	0
20	-0.054475	3	0	2	0
21	0.010465	1	6	2	0
22	-0.00648272	2	6	2	0
23	-0.00841728	0	3	0	1
24	0.0168424	1	3	0	1
25	-0.00102296	3	3	0	1
26	-0.0317791	0	3	1	1
27	0.018604	1	0	2	1
28	-0.00410798	0	2	2	1
29	-0.000606848	0	0	0	2
30	-0.0049819	1	0	0	2
31	0.0025983	2	0	0	2
32	-0.000560528	3	0	0	2
33	-0.00163652	1	2	0	2
34	-0.000328787	1	6	0	2
35	0.000116502	2	6	0	2
36	0.000690904	0	0	1	2
37	0.00421749	0	3	1	2
38	5.65229E-05	3	6	1	2
39	-0.00146564	0	3	2	2

Untuk nilai KT pada *Fin* model 01 A didapati nilai KT adalah :

$$KT = 0.38585$$

$$T = K_T \times \rho \times n^2 \times D^4$$

$$T = 0.38585 \times (1.025) \times (15.7)^2 \times (2.4)^4$$

$$T = 32343.51 \text{ N}$$

$$T = 32.34351 \text{ KN}$$

4.7 Data hasil Simulasi terhadap variasi *Fin*

Pada tahapan ini, data hasil simulasi dan perhitungan yang dilakukan berdasarkan rumus dan simulasi CFD, dapat ditabulasikan dalam tabel - tabel sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil variasi *Fin* terhadap tahanan lambung kapal pada kecepatan 12 knot

No	Model <i>Fin</i>	Va	wallsheer	F Drag (N)
1	FIN 00	6.445	31.2	35.99357
2	FIN 01	6.454	33.64	39.49702
3	FIN 01A	6.450	30.58	36.37366
4	FIN 01B	6.425	30.93	36.82628
5	FIN 02A	6.423	30.93	38.05735
6	FIN 02B	6.404	33.33	41.0106
7	FIN 02C	6.473	30.93	38.0546

Tabel 4.8 Hasil variasi fin terhadap tekanan yang diterima lambung kapal pada kecepatan 12 knot

No	Variasi fin	Velocity (m/s)	Pressure (Pa)
1	FIN 00	4.332	2,020
2	FIN 01	4.391	2,046
3	FIN 1A	4.386	2,014
4	FIN 1B	4.338	2,021
5	FIN 2A	4.362	2,020
6	FIN 2B	4.347	2,018
7	FIN 2C	4.383	2,047

Selain kecepatan dan tahanan yang dianalisa, komponen utama yang dikaji dari penelitian ini adalah perubahan gaya dorong yang dihasilkan akibat adanya penambahan *Fin* yang berpengaruh terhadap kecepatan aliran yang menuju ke propeller.

Tabel 4.9 Perubahan kecepatan aliran terhadap gaya dorong yang ditimbulkan kapal pada kecepatan 12 knot

No	Model <i>Fin</i>	Va	Thrust (KN)
1	FIN 00	6.445	32.0290
2	FIN 01	6.454	32.0142
3	FIN 01A	6.450	32.3435
4	FIN 01B	6.425	32.0289
5	FIN 02A	6.423	32.3087
6	FIN 02B	6.404	32.3572
7	FIN 02C	6.473	32.0141

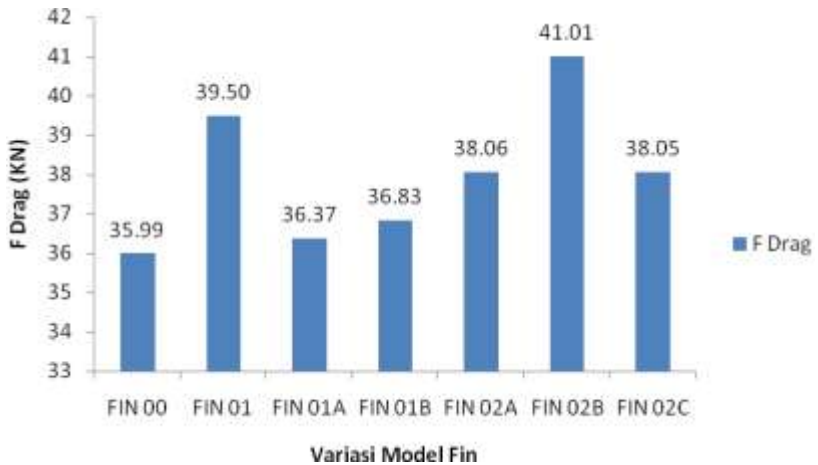
4.8 Pembahasan

Tabel tabel hasil simulasi yang didapat dalam pembahasan point 4.6 kemudian di plotkan ke dalam grafik untuk lebih mengetahui hubungan dari masing masing perubahan yang dilakukan terhadap hasil tahanan dan gaya dorong yang dihasilkan oleh kapal sebagai akibat adanya penambahan komponen *Fin* pada area dibawah lambung kapal.

4.8.1 Hubungan antara perubahan bentuk variasi *fin* terhadap nilai Tahanan kapal

Data – data yang ada pada tabel 4.7 di plotkan ke dalam grafik dimana grafik tersebut akan menunjukkan hubungan antara variasi perubahan *fin* terhadap gaya *drag* yang diterima oleh kapal dan mengkalkulasikan seberapa persen

peningkatan tahanan yang dialami oleh badan kapal setelah adanya *fin*.

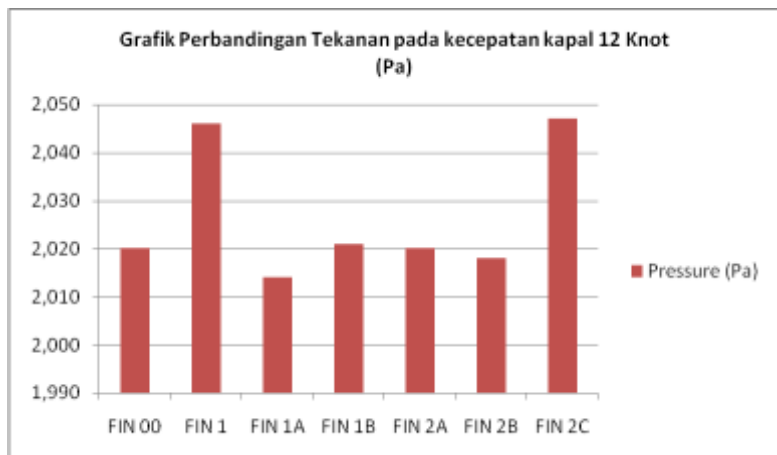


Gambar 4.9 Grafik Hubungan antara variasi bentuk *fin* dengan perubahan nilai tahanan kapal.

Dari grafik diatas dapat diketahui hubungan antara variasi penggunaan *fin* tunggal dan ganda, tahanan terbesar terlihat pada penggunaan variasi *Fin* tipe *FIN* 02B pada kisaran 41,01 KN, sementara perubahan terendah terdapat pada variasi *Fin* tipe *FIN* 01A dengan nilai 36,37 KN. Kenaikan terendah terjadi sekitar 0.015 %.sementara kenaikan tahanan terbesar ada di nilai 13.93 % pada *FIN* tipe 02B. Sehingga dapat dikatakan untuk model *fin* dengan pengaruh nilai tahanan paling kecil adalah *Fin* tipe 01 A, dan untuk pengaruh nilai terbesar adalah *Fin* tipe 02B.

4.8.2 Hubungan antara variasi penggunaan *fin* dengan tekanan pada area bawah lambung kapal.

Pada bagian ini akan diplotkan grafik hubungan antara perubahan bentuk variasi *fin* dengan nilai tekanan yang diterima di daerah bawah lambung kapal. Pengaruh yang akan dilihat akan berguna untuk mengetahui persebaran tekanan, apakah dengan adanya *fin* mampu mengurangi besarnya tekanan yang diterima atau justru memperbesar nilai tahanan di area bawah lambung kapal.



Gambar 4.10 Grafik Hubungan antara variasi bentuk *Fin* dengan perubahan nilai tekanan kapal.

Pada grafik tersebut terlihat bahwa tekanan terbesar yang diterima oleh badan kapal terjadi pada *Fin* tipe 01 dengan nilai melebihi 2040 Pa dan pengaruh terkecil terdapat pada *Fin* tipe 01 A dikisaran nilai 2010 Pa.

4.8.3 Hubungan antara variasi penggunaan *fin* dengan *thrust* yang dihasilkan oleh sistem propulsi kapal.

Dari hasil perhitungan dan tabel 4.9 maka di buat grafik hubungan antara variasi penggunaan model *fin* terhadap *thrust* yang dihasilkan oleh sistem propulsi kapal dan mencari desain *fin* terbaik yang bisa diterapkan untuk sebuah kapal *supply vessel*. Nilai variasi didapatkan dari variasi kecepatan yang diterima oleh propeller dan masuk pada nilai J (*koefisien advanced*) yang berbeda-beda dan mengacu pada data hasil simulasi. Grafik ini akan digunakan untuk menjawab rumusan masalah dan penarikan kesimpulan dari penelitian ini.



Gambar 4.11 Grafik Hubungan antara variasi bentuk *Fin* dengan perubahan nilai thrust kapal.

Dari grafik yang terdapat pada gambar 4.11 diketahui bahwa terjadi peningkatan seiring perubahan variasi bentuk dan juga jarak antara *Fin* ganda. Kenaikan terbesar terjadi pada *Fin* jenis 01A pada angka 32.345 KN dan diikuti oleh model *Fin type* 02B pada nilai 34.572 KN dan menunjukkan kenaikan yang relative kecil akibat adanya modifikasi penambahn *Fin* pada area bawah lambung kapal. Kenaikan nilai thrust yang terjadi dari semua variasi sangatlah kecil kurang dari 2 %.

4.8.4 Analisa Aliran fluida dibawah lambung kapal

Aliran fluida yang terjadi dibawah lambung kapal ditunjukkan oleh hasil simulasi dari CFX dan menunjukkan arah aliran yang sejajar dengan bidang yang ditabrak oleh badan kapal. Aliran yang terjadi sedikit mengalami turbulensi ditunjukkan dengan partikel partikel yang bergerak lurus sepanjang komponen *Fin*.

-Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi, analisa data, dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada variasi fin tunggal jenis *fin* yang memiliki pengaruh kenaikan nilai tahanan terbesar adalah jenis fin 01 sebesar 3.50 KN dan untuk jenis *fin* ganda terdapat pada fin tipe 02B sebesar 6.01 KN.
2. Berdasarkan hasil simulasi CFD penambahan *fin* nilai kenaikan tahanan terkecil adalah 0.015% untuk *fin* tipe 01A dan kenaikan terbesar terdapat pada *fin* ganda tipe 02 B sebesar 13.9 %.
3. Besarnya nilai tahanan bergantung pada luasan dari variasi fin yang digunakan, semakin besar luasan maka tahanan juga semakin besar, adanya tambahan komponen dibawah lambung kapal juga berpengaruh menaikkan displasment kapal.
4. Perubahan gaya dorong terbesar terjadi pada variasi *fin* tunggal tipe 01 A sebesar 0.98 % dan untuk jenis *fin* ganda terdapat pada jenis fin 02B sebesar 1.02 %.
5. Penambahan dan pengaturan posisi *fin undership* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai tahanan dan thrust yang dihasilkan kapal, hasil terbaik terdapat pada pemasangan fin tipe 01A dengan kenaikan tahanan 0.015 % namun memiliki kenaikan thrust sebesar 0.98 %.

5.2 Saran

- 1 Data yang didapatkan akan lebih akurat jika jumlah variasi dari bentuk fin diperbanyak dan divariasikan pada kecepatan kapal yang berbeda beda.
- 2 Jumlah literasi diperbanyak sehingga data yang didapatkan lebih akurat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Joko Susilo, lahir pada tanggal 26 Januari 1993 di sebuah kota kecil bernama Sragen. Merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dan menghabiskan masa kecil hingga ia remaja di Dukuh Jambanan, RT/W 03/01, Ds. Jambanan, Kecamatan Sidoharjo, Kabupaten Sragen. Alumni SDN Jambanan 1, SMP Negeri 2 Sragen, SMA Negeri 1 Sragen. Penulis melanjutkan jenjang pendidikannya di Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas

Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2010 dan terdaftar dengan NRP 4210 100 024, serta menyelesaikan studinya pada tahun 2014 di bidang Marine Manufacture and Design (MMD). Selama masa studi S-1 penulis aktif sebagai kru televisi online berbasis kampus dan aktif sebagai koordinator liputan ITS TV . Dalam mengisi waktu luang penulis menjadi seorang *freeland* fotografer dan videographer. Salah satu motto hidup yang selalu dipegang teguh oleh penulis hingga saat ini adalah “Jika kamu tak mampu jadi komandan yang bijaksana, jadilah prajurit baik dan bijaksana”. Terakhir, sejatinya penulis hanyalah manusia biasa, mahasiswa sederhana dan seorang anak dari keluarga sederhana yang ingin mengubah nasibnya.