



TUGAS AKHIR - ME 141501

**SIMULASI PENERAPAN HULL CHINE TERHADAP TAHANAN, DAYA DORONG
DAN STABILITAS KAPAL PADA PB SUBERKO-02**

**EKO SETYO WIDODO
NRP 4214 106 014**

**Dosen Pembimbing :
Ir. Amiadji M.M. M.Sc
Ir. Agoes Santoso, MSc., MPhil., CEng. (FIMarEST, MRINA)**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017**



FINAL PROJECT - ME 141501

SIMULATION OF APLICATED HULL CHINE TO RESISTANCE, POWER DAN STABILITY FOR PATROL BOAT SUBERKO-02

**EKO SETYO WIDODO
NRP 4214 106 014**

**Supervisor Lecture :
Ir. Amiadji M.M. M.Sc
Ir. Agoes Santoso, MSc., MPhil., CEng. (FIMarEST, MRINA)**

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Ocean Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**SIMULASI PENERAPAN HULL CHINE TERHADAP TAHANAN, DAYA
DORONG DAN STABILITAS KAPAL PADA PB SUBERKO-02**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi Marine Manufacturing and Design
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

EKO SETYO WIDODO
NRP 4214 106 014

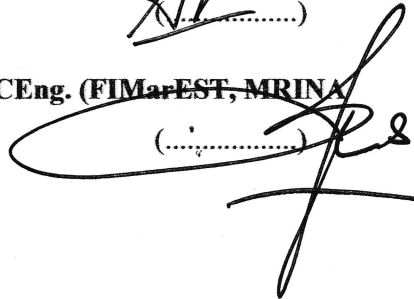
Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Amiadji M.M. M.sc.
NIP. 1961 0324 1988 03 1001



(.....)

Ir. Agoes Santoso, MSc., MPhil., CEng. (FIMarEST, MRINA)
NIP. 1968 0928 1991 02 1001



(.....)

SURABAYA, JULI 2017

LEMBAR PENGESAHAN

**SIMULASI PENERAPAN HULL CHINE TERHADAP TAHANAN, DAYA
DORONG DAN STABILITAS KAPAL PADA PB SUBERKO-02**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi Marine Manufacturing and Design
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

EKO SETYO WIDODO

NRP 4214 106 014

Disetujui Oleh

Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



SIMULASI PENERAPAN HULL CHINE TERHADAP TAHANAN, DAYA DORONG DAN STABILITAS KAPAL PADA PB SUBERKO-02

Nama : Eko Setyo Widodo
NRP : 4214 106 014
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Amiadji M.M, M. Sc
Ir. Agoes Santoso, MSc., MPhil., CEng. (FIMarEST, MRINA)

Abstrak

Patrol Boat Suberko-02 adalah kapal cepat yang memiliki lambung berbentuk V shape. Bentuk lambung ini dikenal unggul untuk diterapkan pada kapal cepat karena tahanan yang kecil dan kemampuan manuver yang baik. Dalam upaya peningkatan performanya dilakukan modifikasi pada bentuk chine lambung dengan divariasi sudut 0° , 10° , 17° dan tanpa chine. Metode yang digunakan adalah simulasi dengan bantuan permodelan pada Maxsurf.

Parameter yang ditinjau adalah perubahan tahanan, power dan nilai stabilitas, hingga didapati dari hasil penelitian bahwa kapal dengan hull chine 0° memiliki tahanan terendah yaitu sebesar 164,1 kN dengan power yang dibutuhkan (EHP) sebesar 3401,192 hp. Didapatkan penurunan tahanan sebesar 4,88 % dan nilai stabilitas GZ max sebesar 1,034 m pada sudut $46,4^\circ$, serta Initial GMt pada sudut 0° adalah 2,559 m.

Kata Kunci : Tahanan, Power, Stabilitas, Chine

SIMULATION OF APPLICATED HULL CHINE TO RESISTANCE, POWER DAN STABILITY FOR PATROL BOAT SUBERKO-02

Name : Eko Setyo Widodo
NRP : 4214 106 014
Department : Marine Engineering
Supervisor : Ir. Amiadji M.M, M. Sc
Ir. Agoes Santoso, MSc., MPhil., CEng. (FIMarEST, MRINA)

Abstract

Patrol Boat Suberko-02 is a fast ship that has a V-shaped hull. This form of hull is known to be superior to applied on fast boats because of its has low resistance and good maneuverability. In an effort to increase the performance, modification made on the form of hull chine with variation angle 0° , 10° , 17° and without chine. The method used is simulation with modeling help with Maxsurf.

The parameters reviewed are the change of resistance, power and stability value, It to be found from the research that the ship with hull chine 0° has the lowest resistance of 164.3 kN with the required power (EHP) of 3401,192 hp. A decrease of resistance is 4.88% and a stability value of GZ max of 1.034 m at an angle of 46.4° , and Initial GMt at an angle of 0° is 2.559 m.

Key Words : Resistance, Power, Stability, Chine

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur saya ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam tidak lupa saya ucapkan ke junjungan Nabi besar Muhammad Rasulullah SAW.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Kepada Tuhan yang maha esa yang selalu memberikan kemudahan untuk saya.
- Ayah M. Ridwan, Ibu Sringatin, Orang tua saya yang selalu mendukung dan berdoa untuk saya.
- Bpk. DR. Eng. M. Badrus Zaman, ST.,MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
- Bpk. Dhimas Widhi H, ST., M.Sc. Selaku Dosen wali.
- Bpk. Ir. Amiadji M.M. M.sc selaku Dosen Pembimbing I.
- Ir. Agoes Santoso, MSc., MPhil., CEng. (FIMarEST, MRINA) selaku Dosen Pembimbing II.
- Teman seperjuangan Lintas jalur Teknik Sistem Perkapalan angkatan 2014 semester ganjil.
- Nur Anisyah, Dian Arif Rahman, Erwin Syah M.M dan segenap keluarga besar yang selalu mendukung dan memberikan motivasi.
- Keluarga Besar Nikkapala dan teruntuk Angkatan Tirta Elarmanyura.yang selalu memberikan dukungan kepada saya.
- Gurforn Herlambang, A.A Raja A, Rangga Pangabidin, Abdul Hakim R, M. Zulfazan Arif, Dimas Yusuf R, M. Gandung Aulia, M. Muzaki S, Gris Martanto dan M. Nuriyan Yusuf selalu meberikan dukungan dan bantuan.
- Aditya Pratama P, Aide Mufid K, Galih Rakasiwi dan teman – teman Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya Design and Construction 2011
- Serta seluruh orang yang mendukung terselesaikannya tugas akhir ini.

Semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan serta ilmu yang bermanfaat bagi para pembaca sekalian.

Akhir kata terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya,
Penyusun.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN	iii
HALAMAN PENGESAHAN JURUSAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	1
1.4 Tujuan	1
1.5 Manfaat	2
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 PB Suberko-02	3
2.2 Kapal Cepat	3
2.3 Volume Froude Number	5
2.4 Fungsi Kecepatan dan Tahanan	6
2.5 Gaya Dorong	8
2.6 Stabilitas	9
2.7 Momen Penegak dan Lengan Penegak	13
2.8 Periode Oleng (Rolling Period)	15
2.9 Computational Fluid Dynamic	15
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Studi Pendahuluan	17
3.2 Pengumpulan Data	17
3.3 Perancangan Model	17
3.4 Perhitungan dan Pengujian Model	17
3.5 Analisa dan Pembahasan	17
3.6 Penarikan Kesimpulan	18
BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Utama Kapal	19
4.2 Modeling Kapal	19
4.2.1 Model Hull Tanpa Chine	20
4.2.2 Model Hull Chine 0°	21
4.2.3 Model Hull Chine 10°	22
4.2.4 Model Hull Chine 17°	23
4.3 Simulasi Tahanan dan Power	25
4.3.1 Tahanan dan Power Tanpa Chine	25
4.3.2 Tahanan dan Power Hull Chine 0°	27

4.3.3	Tahanan dan Power Hull Chine 10°	29
4.3.4	Tahanan dan Power Hull Chine 17°	31
4.4	Simulasi Stabilitas	34
4.4.1	Stabilitas Tanpa Chine.....	35
4.4.2	Stabilitas Hull Chine 0°.....	38
4.4.3	Stabilitas Hull Chine 10°.....	41
4.4.4	Stabilitas Hull Chine 17°	44
4.5	Rekapitulasi Hasil.....	47
4.6	Analisa Grafik	47
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....		
LAMPIRAN		
		53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 General Arrangemen Suberko-02	3
Gambar 2.2 Chine Line	4
Gambar 2.3 Grafik tahanan dan trin terhadap FnV.....	5
Gambar 2.5 Letak Sudut Deadrise	6
Gambar 2.6 Grafik Equilibrium Planning Condition	7
Gambar 2.7 Titik Penenti Keseimbangan Kapal.....	10
Gambar 2.8 Ilustrasi Keseimbangan Stabil.....	11
Gambar 2.9 Kurva Kriteria Stabilitas Statis	11
Gambar 2.10 Kesetimbangan Labil	13
Gambar 2.11 Kurva GZ	14
Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan.....	18
Gambar 4.1 Rencana Umum Suberko-02	19
Gambar 4.2 Model Tanpa Chine.....	20
Gambar 4.3 Linesplan Tanpa Chine	20
Gambar 4.4 Model Hull Chine 0°	21
Gambar 4.5 Linesplan Hull Chine 0°.....	21
Gambar 4.6 Model Hull Chine 10°	22
Gambar 4.7 Linesplan Hull Chine 10°.....	22
Gambar 4.8 Model Hull Chine 17°	23
Gambar 4.9 Linesplan Hull Chine 17°	24
Gambar 4.10 Aliran Fluida Tanpa Chine.....	27
Gambar 4.11 Aliran Fluida Hull Chine 0°	29
Gambar 4.12 Aliran Fluida Hull Chine 10°	31
Gambar 4.13 Aliran Fluida Hull Chine 17°	33
Gambar 4.14 Kurva GZ Tanpa Chine.....	37
Gambar 4.15 Kurva GZ Hull Chine 0°	40
Gambar 4.16 Kurva GZ Hull Chine 10°	43
Gambar 4.17 Kurva GZ Hull Chine 17°	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Keterangan kriteria IMO 12
Tabel 2.1	Perbandingan CFD dan Eksperimen 16
Tabel 4.1	Data Hydrostatic Tanpa Chine 20
Tabel 4.2	Data Hydrostatic Chine 0° 21
Tabel 4.3	Data Hydrostatic Chine 10° 22
Tabel 4.4	Data Hydrostatic Chine 17° 24
Tabel 4.5	Tahanan dan Power Tanpa Chine 25
Tabel 4.6	Tahanan dan Power Chine 0° 27
Tabel 4.7	Tahanan dan Power Chine 10° 29
Tabel 4.8	Tahanan dan Power Chine 17° 31
Tabel 4.9	Kriteria IMO 34
Tabel 4.10	Loadcase Tanpa Chine 37
Tabel 4.11	Loadcase Chine 0° 39
Tabel 4.12	Loadcase Chine 10° 42
Tabel 4.13	Loadcase Chine 17° 45
Tabel 4.14	Rekapitulasi Data 47

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematis penulisan dalam Tugas Akhir ini.

1.1. Latar Belakang

Kapal patroli adalah kapal yang didesain untuk kegiatan multiguna. Dimana pada kapal patroli dituntut memiliki kecepatan tinggi dan stabilitas yang mumpuni untuk melaksanakan misi-misinya diantaranya misi patroli, pengamanan wilayah kedaulatan maupun misi bantuan sosial. Berawal dari pengamatan pada Kapal Suberko-01 dan Suberko-02, dimana kedua kapal tersebut notabene identik sama. Mulai dari principal dimension, spek mesin dan kegunaan, namun memiliki perbedaan pada bentuk lambung dimana pada kapal Suberko-02 memiliki *horizontal chine* pada lambungnya.

Dari perbedaan mendasar ini timbullah ketertarikan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode simulasi sehingga dapat menghasilkan hasil yang lebih akurat lagi. Dengan menggunakan metode analisa maxsurf, topik ini dapat dianalisa lebih lanjut dari beberapa aspek sehingga hasil penelitian dapat dianggap revelan dan signifikan manfaatnya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan dalam Tugas Akhir ini adalah analisa penerapan *hull chine* untuk mengetahui perbedaan pada tahanan, daya motor serta stabilitas kapal, antara kapal dengan dan tanpa *hull chine* menggunakan metode CFD (Computational Fluid Dynamic) dengan object pengamatan adalah Patrol Boat Suberko-02.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Pembahasan hanya terbatas pada bentuk lambung tanpa chine, *horizontal hull chine* yang teralokasikan pada *patrol boat* suberko 02, *hull chine* dengan variasi sudut 10° dan 17° .
2. Pembahasan perbandingan besaran tahanan dan pengaruhnya terhadap daya motor sebelum dan sesudah penerapan *horizontal hull chine* serta pengaruh pada stabilitas kapal

1.4. Tujuan

Tujuan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Membandingkan besaran tahanan, daya motor serta stabilitas kapal pada kondisi yang telah ditetapkan pada batasan masalah.
2. Mendapatkan hasil dari pengolahan data dengan menggunakan metode analisa Maxsurf.

1.5. Manfaat

Penulisan skripsi ini diharapkan membawa manfaat sebagai literatur dunia industri perkapalan dalam mengembangkan teknologi stabilitas kapal dan dapat dijadikan salah satu referensi untuk melanjutkan penelitian mengenai *horizontal hull chine*.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan dasar teori yang digunakan penulis dalam mengerjakan tugas akhir. Berisi data umum kapal Suberko-02, *Hulll Chine*, tahanan kapal, gaya dorong, dan stabilitas kapal. Selanjutnya, dibahas mengenai tahapan pembentukan model dan metode yang digunakan dengan bantuan Maxsurf)

BAB III METODOLOGI TUGAS AKHIR

Menjelaskan alur kerja dan metode yang digunakan penulis dalam mengerjakan tugas akhir. Gambaran umum mengenai modeling, tahanan, gaya dorong dan stabilitas dari kapal dengan dan tanpa *Hull Chine*, dengan bantuan *software CFD (Computational Fluid Dynamic)*

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Menyajikan tentang analisa data dan pembahasan dalam pembentukan model, hasil tahan, gaya dorong dan stabilitas dari model, dengan bantuan *software CFD (Computational Fluid Dynamic)*

BAB V KESIMPULAN

Berisi kesimpulan dari hasil analisis data dalam Tugas Akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

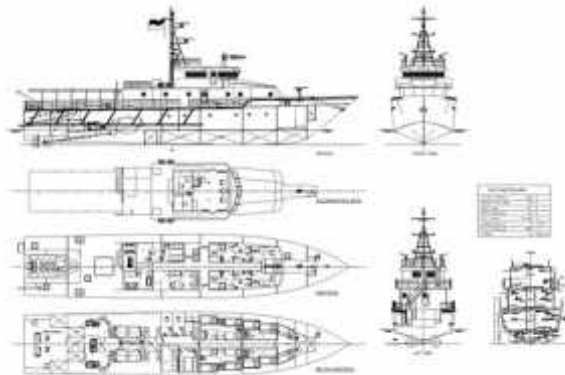
Pada bab ini dibahas teori-teori yang terkait dengan permasalahan dalam Tugas Akhir ini. Pertama, membahas mengenai kapal Suberko-02, *Hull Chine*, tahanan kapal, gaya dorong, dan stabilitas kapal. Selanjutnya, dibahas mengenai kriteria pembentukan model dan metode yang digunakan dengan bantuan *software* Maxsurf.

2.1 Kapal Patroli Suberko-02

Suberko-02 adalah sebuah kapal patroli yang diproduksi oleh PT. Orela Bahari. Sebuah kapal patroli yang tidak jarang juga difungsikan sebagai crew boat.

Principal dimension kapal Suberko-02 :

LOA	: 38.00 m	M/E	: 2 x 3650 HP
Breadth Moulded	: 7.30 m	Max Vs:	30 Kn
Depth Deck	: 4.20 m	Crews Cap	: 25 Persons
Draft Designed	: 1.70 m	Cruise Range	: 2000 NM



Gambar 2.1 General Arangement Suberko-02

2.2. Kapal Cepat

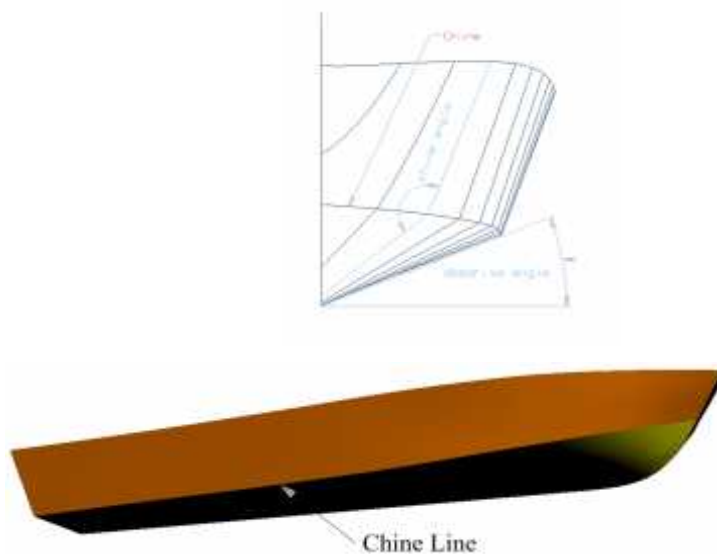
Suatu kapal cepat khususnya pada kapal cepat dengan ukuran kecil ketika dioperasikan akan mengalami kondisi berikut:

- Pada kondisi saat kapal diam dan bergerak pada kecepatan rendah, kapal cepat (*planning boat*) tersebut memiliki sifat sebagai layaknya lambung displasemen (*Displacement Hull*). Pada kondisi ini keseluruhan gaya angkat (*lift*) yang bekerja pada lambung berasal dari gaya apung (*Bouyant forces*).
- Sebagaimana kecepatan yang meningkat, akan berdampak pada pada koefisien kecepatan yang merupakan fungsi dari lebar rata rata kapal dan kecepatan serta percepatan grafitasi. Pada saat kapal berada pada nilai koefisien kecepatan mencapai 0,5 , akan terjadi penurunan resultan gaya hidrodinamik. Bila

dibandingkan dengan gaya statis murni dikaitkan dengan letak tinggi sarat dan trim kapal.

- c. Pada koefisien kecepatan antara 0,5 hingga 1,5 pengaruh dinamik menghasilkan nilai tambah yang positif terhadap gaya angkat (*lift*), meskipun pada sebagian besar kasus, tidak terjadi kenaikan yang signifikan pada pusat grafitasi atau kenaikan pada bagian depan haluan. d. Pada koefisien kecepatan yang lebih besar dari 1,5, suatu kapal cepat akan memiliki gaya angkat dinamik yang akan menghasilkan kenaikan yang signifikan pada pusat grafitasi, trim, dan semakin meningginya haluan.

Chine secara pengertian kurang lebih adalah sudut yang terbentuk pada sisi lambung kapal, biasanya terdapat pada lambung berbentuk V. Chine terbentuk sepanjang sisi kapal dari depan sampai belakang, yang bisa dianggap menjadi titik temu antara bottom dan side.



Gambar 2.1 Chine Line

Koefisien kecepatan oleh Savitsky dinyatakan dengan

$$C_v = \frac{V}{\sqrt{g \cdot b}} \quad (1)$$

Dimana :

C_v = Koefisien Kecepatan

V = Kecepatan Kapal (m/s)

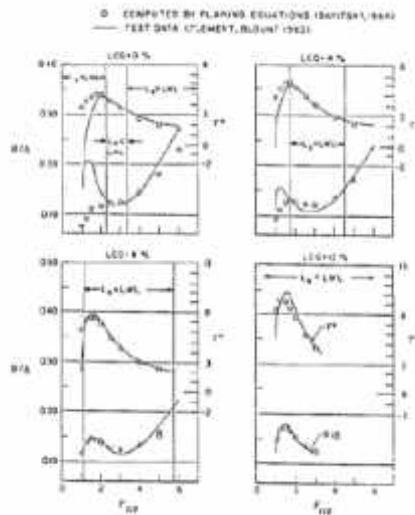
g = Percepatan Grafitasi (9,81 m/s²)

b = Maximum Beam Over Chine (m).

2.3 Volume Froude Number

Salah satu karakteristik kapal cepat ialah adanya Bilangan Froude (*Froude Number*). Tidak seperti pada kebanyakan Bilangan Froude yang sudah dikenal pada kapal displasemen, bilangan froude pada kapal cepat merupakan fungsi dari kecepatan dan volume displasemen. Pada gambar 2.3, ditunjukkan suatu data dari hasil percobaan model kapal *series 62 planning* yang dibuat oleh Clement dan Blount.

Pada gambar tersebut tahanan dan trim yang terjadi pada air tenang diplot terhadap fungsi bilangan froude volume, pada harga rasio panjang (*Length*) terhadap lebar (*Breadth*) $L/B = 2$. Pada kasus ini nilai $F_n \nabla \sim 1,5 C_v$.



Gambar 2.3 Grafik tahanan dan trim terhadap fungsi Bilangan Froude Volume ($F_n \nabla$), series 62, $L/B = 2,0$, $Ap/\nabla^{2/3} = 7,0$ $U=100,00$.

Pada data yang diperoleh tersebut terdapat bagian yang tidak dihitamkan pada plot kurva. Bagian tersebut menunjukkan batasan kecepatan dimana panjang keel yang tercelup sebagaimana diukur pada model kurang dari panjang *Length of Water Line* (LWL). Lingkaran yang terdapat pada grafik, menunjukkan nilai dari trim dan tahanan sebagaimana yang dihitung oleh Savitsky untuk kasus lambung *planning*. Lebih lanjut penentuan nilai bilangan Froude pada kapal cepat berdasar hasil yang diperoleh dari grafik tersebut dinyatakan dengan

$$F_{n \nabla} = \frac{v}{\sqrt{g \nabla^{1/3}}} \quad (2)$$

Dimana :

$F_n \nabla$ = Bilangan Froude Volume

v = Kecepatan Kapal (m/s)

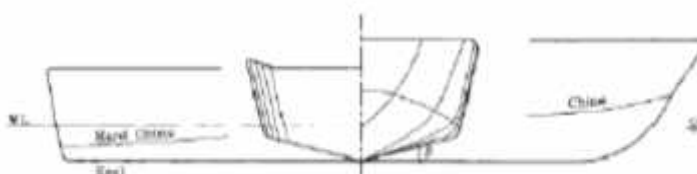
g = Percepatan Grafitasi (9,81 m/s²)

∇ = Displasemen Volume (m³)

2.4 Fungsi Kecepatan dan Tahanan

Pada suatu batasan kecepatan tertentu, dimana kapal dalam kondisi *planning*, yang mana aliran yang terjadi telah terpisah dari *chine* dan *transom*, serta panjang daerah lunas yang basah lebih kecil daripada LWL, maka haluan akan mengalami pengangkatan. Selain itu pada kapal cepat bila dilihat dari bentuk konstruksi desainnya memiliki sudut deadrise (*angle of deadrise*).

Menurut Savitsky, bila gaya angkat mendekati nol, maka demikian pula sudut trim yang dibentuk, juga akan mendekati nol. Sehingga sudut trim memiliki fungsi yang serupa dengan sudut serang pada teori hidrodinamik. Lebih jauh bila gaya angkat menurun secara linear, maka akan meningkatkan sudut deadrise. Sehingga dapat diketahui bahwa sudut deadrise memiliki hubungan langsung dengan gaya angkat (lift).



Gambar 2.4 Letak Sudut Deadrise () pada suatu kapal cepat.

Ketika terjadi kondisi sudut deadrise yang terbentuk sama dengan nol, ($\theta = 0$), maka koefisien angkat dinyatakan dengan :

$$C_{l0} = \frac{\Delta}{\frac{\rho}{2} V^2 \cdot B_{px}^2} \quad (3)$$

Dimana :

C_{l0} = Koefisien Angkat (*Lift Coefficient*)

ρ = Massa Jenis Air Laut (Slug/Cu.Ft)

V = Kecepatan Kapal (ft/sec)

B_{px} = Maximum Chine Beam (ft)

Δ = Displasemen (lb)

Sedangkan displasemen Volume dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\nabla = L \cdot B \cdot T \cdot C_b \quad (4)$$

Dimana :

L = Panjang Kapal (Lwl , m)

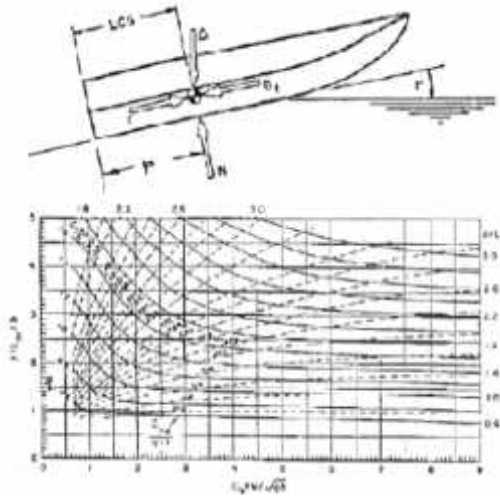
B = Lebar Kapal (m)

T = Tinggi Sarat (m)

C_b = Koefisien Blok

∇ = Displasemen Volume (m³)

Nilai λ yang merupakan nilai rata rata perbandingan antara panjang dan lebar pada area basah kapal. Savitsky mengambil asumsi bentuk lambung yang prismatis (prismatic hull form). Asumsi ini membawa konsekwensi berupa nilai sudut dead rise merupakan angka yang konstan sepanjang lambung kapal. Sehingga Penggunaan Grafik Equilibrium planning digunakan untuk mengetahui besarnya sudut trim (τ) yang bekerja pada kapal.



Gambar 2.5 Grafik Equilibrium Planning Condition untuk $\tau = 0$ derajat.

Lebih lanjut Savitsky melakukan pendekatan untuk mengetahui nilai Bilangan Reynold dengan :

$$Rn_b = \frac{V_1 \lambda b}{\nu} \quad (5)$$

Dimana :

b Rn = Bilangan Reynold

λ = Nilai rata rata perbandingan antara panjang dan lebar pada area basah kapal

b = Maximum Chine Beam (m)

V_1 = Kecepatan Kapal (m/s)

ν = Viskositas Air laut (m²/s)

Kemudian penentuan koefisien tahanan gesek Savitsky menggunakan metode Schoenherr. Schoenherr memperkirakan bahwa koefisien tahanan gesek dinyatakan dengan

$$C_f = \frac{1}{(3,5 \text{Log} Re - 5,96)^2} \quad (6)$$

Dimana :

C_f = Koefisien tahanan gesek

Tahanan Total hitung dengan

$$R_T = \Delta \tan \tau + \frac{1/2 \rho V^2 \lambda b^2 C_{FO}}{\cos \tau \cos \beta} \quad (7)$$

Dimana :

RT = Tahanan Total (KN).

Terkadang pada keperluan praktis, disesuaikan dengan daerah pelayaran, harga tahanan total (RT) tersebut ditambahkan dengan faktor daerah pelayaran (*Sea Margin*) [7]. Pada daerah Asia Timur, nilai *Sea Margin* ditambahkan antara (15-18)%.

2.5 Daya Dorong

Gaya dorong kapal merupakan komponen penting, yang mana digunakan untuk mengatasi tahanan atau gaya hambat kapal. Pada kondisi yang sangat ideal, besarnya aya dorong yang dibutuhkan mungkin sama dengan gaya hambat yang terjadi di kapal.

Namun kondisi tersebut terjadi fenomena hidrodinamis yang menimbulkan degradasi terhadap nilai besaran gaya dorong kapal. Sehingga untuk gaya dorong kapal dapat di tulis seperti model persamaan sebagai berikut :

$$T = \frac{R}{(1-t)} \quad (8)$$

Dengan mensubtituikan R dari persamaan di atas, maka diperoleh hubungan persamaan sebagai beruit :

$$T = \frac{\alpha^2}{(1-t)} \quad (9)$$

Jika unsur Vs pada persamaan diatas juga disubtitusikan dengan persamaan sebelumnya, maka doperoleh model persamaan gaya dorong kapal adalah sebagai berikut

$$T = \frac{\alpha^2}{(1-t)(1-W)^2} \quad (10)$$

2.6 Stabilitas

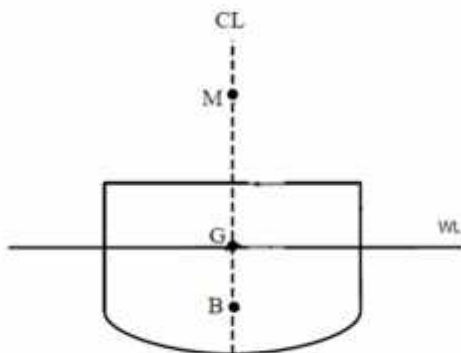
Stabilitas sebuah kapal mengacu pada kemampuan kapal untuk tetap mengapung tegak di air. Berbagai penyebab dapat mempengaruhi stabilitas sebuah kapal dan menyebabkan kapal terbalik. Namun demikian, penyebab tersebut dapat dikontrol. Kapal yang tidak stabil akan menimbulkan berbagai permasalahan, seperti kecelakaan, kerusakan, tenggelam dan lain-lain. Bagi awak kapal, keselamatan harus menjadi prioritas utama yang harus diperhatikan, mencegah kerusakan kapal, mencegah kecelakaan fatal, dan menjaga kelestarian lingkungan (tumpahan minyak, bangkai kapal dilaut).

Kapal kecepatan tinggi banyak mengalami kendala stabilitas bila mendapatkangaya dari sisi kapal yang mengakibatkan terjadinya keolengan pada kapal. Karena itu, kapal dituntut untuk memiliki stabilitas dan olah gerak yang baik serta tahanan yang sekecil mungkin.

Stabilitas kapal melintang sangat ditentukan oleh letak titik-titik penting. titik-titik penting yang menentukan keseimbangan awal kapal adalah :

- a. Titik berat (G) Titik berat (Centre of gravity) disingkat dengan titik G, merupakan titik pusat dari gaya-gaya berat yang menekan tegak lurus ke bawah. Letak titik berat kapal (G) selalu berada pada tempatnya, yaitu pada sebuah bidang datar yang dibentuk oleh lunas (keel) dan haluan kapal, dimana letak kapal simetris terhadap bidang ini. Bidang tersebut di atas, disebut juga bidang simetris (centre line) disingkat dengan CL. Letak titik berat kapal (G) akan berubah apabila dalam kapal tersebut terjadi penambahan, pengurangan, dan pergeseran posisi muatan. Dalam stabilitas awal (initial stability) walaupun titik G keluar dari bidang simetris, tetapi tetap tidak mempengaruhi keseimbangan kapal. Pada kapal dalam keadaan tegak, titik G selalu berada pada bidang simetris.
- b. Titik apung (B) Titik apung (centre of buoyancy) atau disingkat dengan titik B, merupakan titik tangkap dari semua gaya yang menekan tegak lurus ke atas, dimana gaya-gaya tersebut berasal dari air. Posisi titik B tergantung dari bentuk bagian kapal dibawah garis air (WL), dan tidak pernah tetap selama adanya perubahan sarat (draft) kapal.
- c. Titik metacentre (M) Titik metacentre ialah titik yang terjadi dari perpotongan gaya yang melalui titik B pada waktu kapal tegak dan pada waktu kapal miring. Titik metacentre 20 juga didefinisikan sebagai sebuah titik batas dimana titik G tidak melewatinya, agar kapal selalu memiliki stabilitas yang positif.

Kapal yang memiliki keseimbangan yang stabil (stable equilibrium) saat kapal dalam kedudukan tegak titik M, G, B secara berurutan akan terletak pada bidang tengah kapal, dan titik G berada di bawah titik M.

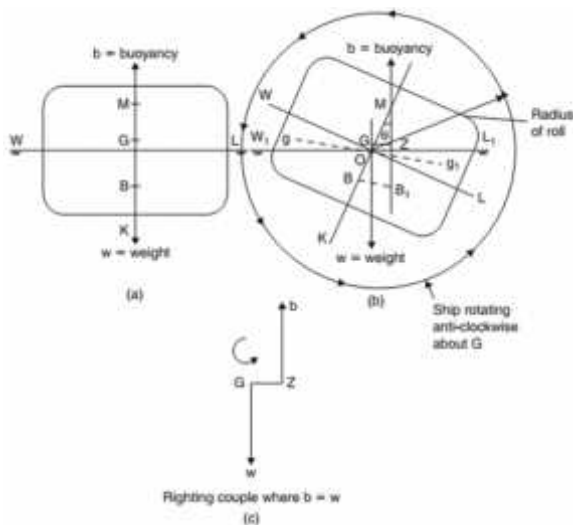


Gambar 2.6 Titik-titik penting penentu keseimbangan awal kapal.

Kondisi stabilitas kapal dapat dibagi dalam dua jenis yaitu stabilitas statis dan stabilitas dinamis.

a. Stabilitas statis (statical stability)

Stabilitas statis adalah stabilitas kapal yang diukur pada kondisi air tenang dengan beberapa sudut keolengan pada nilai ton displacement yang berbeda. Nilai stabilitas statis kapal ditunjukkan oleh nilai lengan penegak (GZ). Salah satu cara untuk mengetahui kondisi stabilitas kapal adalah dengan melihat kurva stabilitas statis kapal yang bersangkutan. Kurva stabilitas statis (GZ) menunjukkan nilai lengan pengembali (righting arm) pada nilai sudut oleng yang berbeda. Kurva stabilitas statis (statical stability curve) merupakan kurva yang menunjukkan besarnya lengan stabilitas statis pada sebuah kapal pada sudut kemiringan mulai dari 0-90 derajat pada keadaan pemuatan tertentu. Informasi yang dapat diperoleh dari suatu kurva stabilitas statis antara lain selang stabilitas, nilai GZ maksimum dan tinggi metacentre (GM).

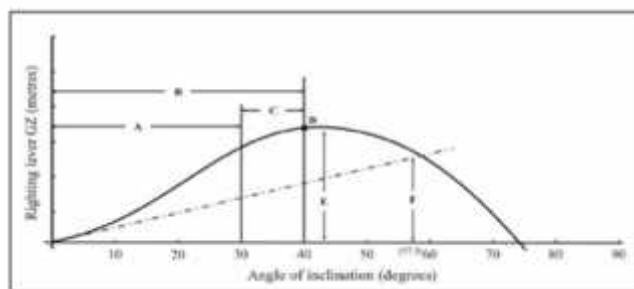


Gambar 2.7 Kestimbangan Stabil (Stable Equilibrium)

(Ship Stability for Masters and Mates, 2006)

Keselamatan kapal dipengaruhi oleh beberapa nilai yaitu besar GM kapal, vanishing angle dan stabilitas dinamis. Oleh karena itu perhitungan lengan penegak (GZ) dan distribusi muatan di atas kapal sangat erat kaitannya dengan stabilitas kapal. Perubahan atau perbedaan distribusi muatan kapal akan mengakibatkan terjadinya perubahan nilai KG yang pada akhirnya juga akan merubah besar lengan penegak (GZ) yang dihasilkan.

Standar yang digunakan untuk menilai kelayakan kapal telah ditentukan oleh IMO pada Code on Intact Stability A.749(18) Ch3 – “Design criteria applicable to all ships” yang menetapkan kriteria stabilitas kapal dengan kurva stabilitas statis (GZ) yang disajikan pada gambar 2 dan keterangan pada Tabel 1.



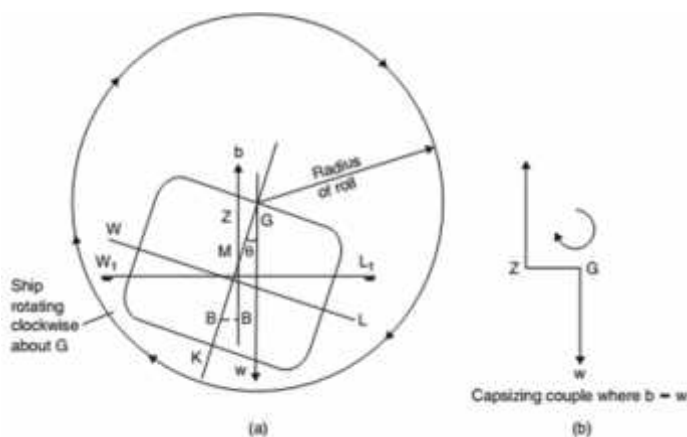
Gambar 2.8 Kurva kriteria stabilitas statis (kurva GZ).

Kriteria	Keterangan
A	Luasan area di bawah kurva stabilitas GZ dari sudut oleng 0° sampai sudut oleng 30° tidak boleh kurang dari 0.055 m.rad
B	Luasan area di bawah kurva stabilitas GZ dari sudut oleng 0° sampai sudut oleng x (40°) tidak boleh kurang dari 0.09 m.rad.
C	Luasan area antara sudut oleng 30° sampai sudut oleng x tidak boleh kurang dari 0.03m.rad, dimana nilai x adalah 40° atau kurang sampai batas minimum air dapat masuk ke badan kapal.
D	Nilai maksimum GZ sebaiknya dicapai pada sudut oleng tidak kurang dari 30° dan bernilai minimum 0.20 m.
E	Sudut oleng maksimum stabilitas sebaiknya lebih dari 25°
F	Nilai metacentre awal (GM) tidak boleh kurang dari 0.15m.

Tabel 2.1. Keterangan kriteria kurva stabilitas statis menurut IMO

b. Stabilitas dinamis (dynamic stability)

Stabilitas dinamis adalah stabilitas kapal yang diukur dengan jalan memberikan suatu usaha pada kapal sehingga membentuk sudut keolengan tertentu. Besar kerja tersebut adalah sama dengan berat kapal dikalikan dengan jarak antara dua garis tegak yang melalui titik berat dan titik benam (titik pusat gaya tekan air ke atas).



Gambar 2.9 Kestimbangan Labil (*Unstable Equilibrium*)

(*Ship Stability for Masters and Mates, 2006*)

Apabila kurva stabilitas statis kapal telah diketahui maka nilai stabilitas dinamis dapat dihitung dengan menjumlahkan luas bagian (area) dibawah kurva pada sudut oleng yang berbeda. Prinsip perhitungan yang digunakan adalah berdasarkan prinsip perhitungan luas trapesium (trapezoidal). Perhitungan dilakukan dengan membagi area dibawah kurva dengan jarak sudut oleng yang sekecil mungkin.

2.7 Momen Penegak dan Lengan Penegak

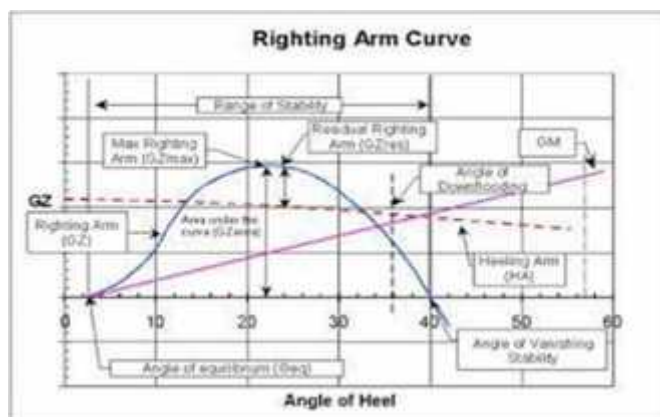
Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi [Rubiando, 1996]. Pada waktu kapal miring, maka titik B pindah ke B1, sehingga garis gaya berat bekerja ke bawah melalui G dan gaya ke atas melalui B1. Titik M merupakan busur dari gaya-gaya tersebut. Bila dari titik G ditarik garis tegak lurus ke B1M maka berhimpit dengan sebuah titik Z. Garis GZ inilah yang disebut dengan lengan penegak (*righting arms*). Seberapa besar kemampuan kapal tersebut untuk menegak kembali diperlukan momen penegak (*righting moment*). Pada waktu kapal dalam keadaan senget maka displasemennya tidak berubah, yang berubah hanyalah faktor dari momen penegaknya. Jadi bisa artinya nilai GZnyalah yang berubah karena nilai momen penegak sebanding dengan besar kecilnya nilai GZ, sehingga GZ dapat dipergunakan untuk menandai besar kecilnya stabilitas kapal.

Nilai GZ sangat penting dalam menentukan stabilitas statis kapal. Pembahasan tentang stabilitas statis terkait erat dengan perhitungan nilai GZ atau lengan penegak pada kapal Kurva GZ menunjukkan hubungan antara lengan penegak pada berbagai variasi sudut kemiringan pada perubahan berat yang konstan. kurva stabilitas statis sebuah kapal memuat nilai lengan pengembali (GZ) yang dibandingkan terhadap sudut kemiringan.

Untuk menghitung nilai GZ sebagai berikut:

$$GZ = GM \times \sin x \quad (11)$$

$$\text{Moment penegak} = W \times GZ \quad (12)$$



Gambar 2.10. Kurva GZ

Dari kurva stabilitas statis GZ diperoleh informasi mengenai kondisi beberapa kriteria stabilitas antara lain :

1. Selang stabilitas (*the range of stability*), yaitu sudut selang dimana kapal memiliki nilai GZ positif
2. *The angel of vanishing stability*, yaitu sudut kemiringan dimana nilai GZ kembali ke nol atau sebesar sudut dimana nilai GZ berubah dari positif menjadi negative
3. Nilai maksimum GZ merupakan nilai sumbu x pada puncak tertinggi pada kurva stabilitas
4. Tinggi metacentra(GM), pada gambar diatas ditunjukkan oleh tinggi YZ. Dimana titik Z bernilai 1 rad $\left(\frac{1}{\pi}\right)$
5. Area dibawah kurva menggambarkan kemampuan kapal untuk menyerap energi yang diberikan oleh angin, gelombang, dan gaya eksternal lainnya.
6. Luas dibawah kurva merupakan indikasi dari kemampuan kapal untuk kembali ke posisi semula / stabil. Semakin besar luas dibawah kurva maka semakin besar pula kemampuan kapal untuk mengatasi gaya – gaya yang membuat kapal terbalik.
7. Lengan kopel maksimum merupakan indikasi dari kemampuan kapal untuk kembali ke posisi stabil pada sudut aleng tertinggi

2.8 Periode Olang (*Rolling Period*)

Periode Olang (*Rolling Period*) adalah waktu yang diperlukan oleh kapal untuk melakukan satu kali olang secara lengkap. Satu periode olang lengkap adalah jangka waktu yang dibutuhkan mulai dari saat kapal tegak, miring ke kiri, tegak, miring ke kanan sampai kembali ke tegak. Periode olang ini dapat kita gunakan untuk menilai ukuran stabilitas, dimana besaran periode olang ini diusahakan sebesar 8 sampai 14 detik, karena pada saat stabilitas waktu tersebut manusia dapat menyesuaikan sehingga tidak menimbulkan mabuk laut. Hubungan antara tinggi metasentrik (GM) dengan periode olang sebagai berikut :

$$T = 0,75 \times GM \quad (13)$$

dimana,

T = periode olang dalam detik

B = lebar kapal dalam meter

Yang dimaksud dengan periode olang disini adalah periode olang alami (*natural rolling*) yaitu olengan kapal air yang tenang.

$\text{Rolling period } T \text{ (sec)} = \frac{2 \times \pi \times K}{\sqrt{g \times GM}} \quad \text{or} \quad 2\pi \sqrt{\frac{K^2}{gGM_T}}$ $\text{or} \quad 2 \sqrt{\frac{K^2}{GM_T}} \text{ seconds}$	(14)
---	------

K adalah jari-jari girasi dari bidang garis air pada saat olang terhadap sumbu olang. Besarnya nilai K rata-rata $0.35 \times B$

2.9 *Computinal Fluid Dynamic*

Kemampuan CFD dan pesatnya perkembangan komputasi telah membuat penggunaan CFD sebagai alat untuk mendapatkan solusi dalam dunia peneitian dan *Engineering*. Penggunaan telah meliputi area yang luas pada istri dan alpikasi – aplikasi keilmuan. *Computinal Fluid Dynamic* dapat didunakan untuk menghasilkan prediksi kualitatif dan terkadang bahkan prediksi kualitatif dalam aliran fluida, dan pada (CFD) dapat memperlihatkan pola – pola aliran yang lebih detail dan akurat yang akan sulit dan mahal, bhkan tidak mungkin dilakukan dengan menggunakan teknik eksperimen.

Dalam prediksi sebuah fenomena aliran, maka (CFD) di gunakan mendapatkan kuantitas yang diinginkan dengan resolusi yang tinggi untuk setiap bagian dan waktu. Pemanfaatn (CFD) juga digunakan sebagai metode untuk menyederhanakan (secara virtual) permasalahan dengan kondisi – kondisi operasi yang realistis. Meskipun dengan demikian eror/kesalahan selalu aad dan biasanya disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya :

- 1) Kesalahan dalam diskritisasi,
- 2) Kesalahan melakukan iterasi, kesalahan dalam implementasi,
- 3) Kesalahan dalam memodelkan objek.

Eksperimen	Computional Fluid Dynamic (CFD)
Biaya Mahal	Biaya lebih terjangkau
Membutuhkan waktu persiapan yang lebih lama	Lebih cepat dilakukan
Bersifat sekuensial	Dapat dikerjakan secara paralel
Memiliki tujuan tunggal	Dapat digunakan untuk tujuan yang lebih dari satu

Tabel 2.2. Perbandingan CFD dan Eksperimen

Sebagai sebuah logaritma, (CFD) tidak sepenuhnya dapat menggantikan pengukuran secara eksperimen, tetapi jumlah dan biaya eksperimen yang dilakukan dapat berkurang sangat signifikan, dalam hal ini perbandingan antara (CFD) dan eksperimen disajikan pada Tabel 2.1.

Namun demikian reliabilitas hasil dari simulasi (CFD) tidak pernah dapat mencapai 100 % dikarenakan data input yang digunakan memiliki potensi perkiraan atau kurang presisi. Selain itu terdapat kemungkinan model matematik yang mungkin tidak sesuai serta akurasi yang terbatas tergantung dengan kemampuan kecepatan computer yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan metode yang digunakan dalam penulisan skripsi agar proses pengerjaan dapat terstruktur dengan baik dan dapat mencapai tujuan yang ditetapkan sebelumnya. Proses pengerjaan terdiri dari 6 tahap, yaitu studi literatur, pengumpulan data, perancangan model, pengujian model, analisa hasil dan penarikan kesimpulan.

3.1 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur dilakukan observasi mengenai permasalahan dan menentukan tujuan dalam skripsi. Permasalahan yang diambil yaitu perubahan bentuk sisi lambung antara yang menerapkan hull chine dengan yang tidak memakai hull chine untuk aplikasi kapal khusus pada perairan terbatas menggunakan metode simulasi. Sedangkan tujuannya adalah untuk mengetahui apakah terjadi perubahan tahanan maupun stabilitas setelah menerapkan hull chine dengan yang tidak memakai hull chine diketahui dari parametr yang sudah ditentukan.

Dari permasalahan dan tujuan yang telah dirumuskan selanjutnya dilakukan studi literature untuk mendukung pengerjaan skripsi. Studi literatur dilakukan terhadap jurnal-jurnal ilmiah, skripsi dan buku – buku serta referensi dari internet yang berkaitan dengan rumusan masalah.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk pengerjaan skripsi, yaitu data berupa dimensi utama kapal dan juga parameter-parameter lain yang dibutuhkan.

3.3 Perancangan Model

Setelah mendapat data yang diperlukan. Maka data tersebut akan digunakan sebagai dasar perancangan model.

3.4 Perhitungan dan Pengujian Model

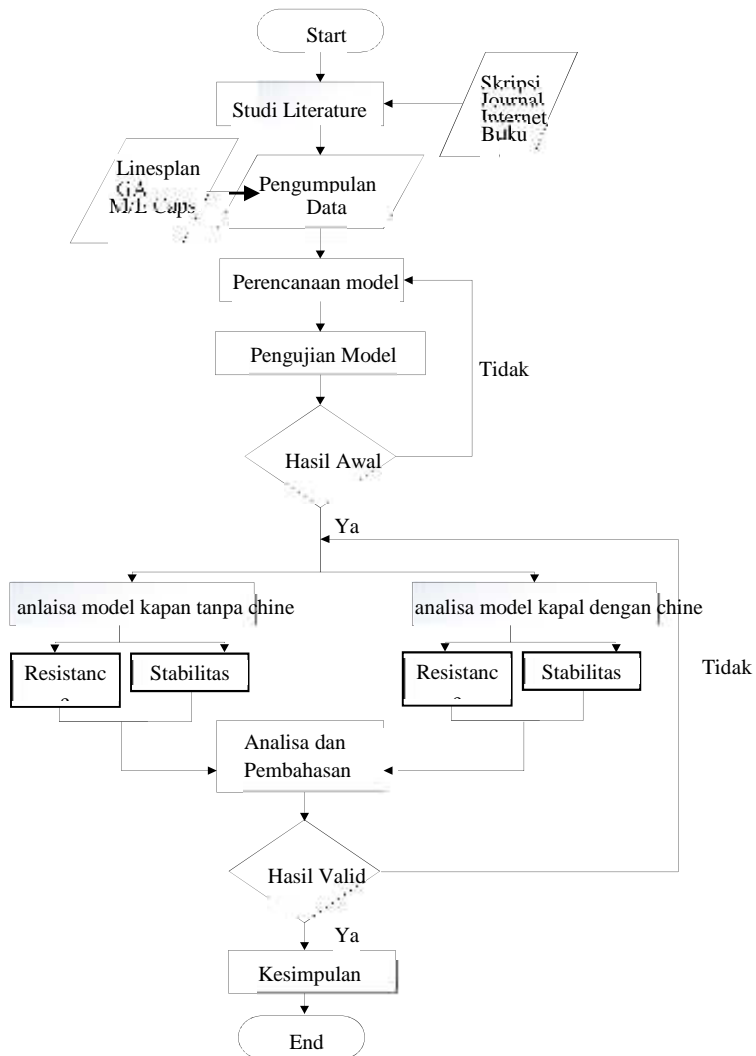
Dari hasil perancangan model diketahui data mengenai dimensi dan bentuk dari kapal, maka hasil permodelan tersebut di uji dengan menggunakan *Software Maxsurf*.

3.5 Analisa dan Pembahasan

Dari data yang dihasilkan dari pengujian dengan *Software Maxsurf*, selanjutnya akan dilakukannya analisa dan pembahasan mengenai perbedaan tahanan, daya motor dan stabilitas kapal sebelum dan sesudah menerapkan Chine hull.

3.6 Kesimpulan

Kesimpulan dilakukan untuk memberikan hasil dari pengolahan data yaitu berupa analisa teknis mengenai penerapan menerapan Chine hull untuk aplikasi kapal patrol Suberko-02

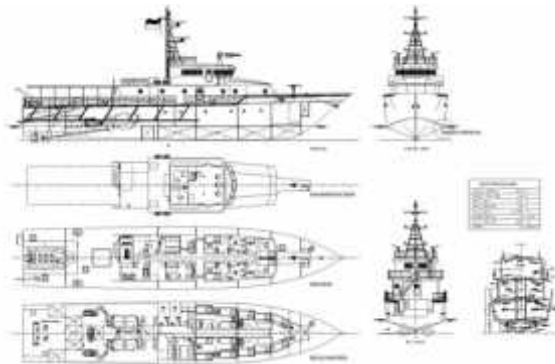


Gambar 3.1 *Flow Chart Pengarjan*

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan tahapan analisa data berupa proses permodelan pada tiap bentuk lambung kapal dan dilakukan simulasi lalu pembahasan pada hasil simulasi. Pertama akan ditampilkan proses pembuatan model dari data yang diperoleh. Kemudian pada sub-bab berikutnya akan dilakukan simulasi dengan Maxsurf sehingga mendapat data untuk besaran tahanan, power dan kurva stabilitas

4.1 Data Utama Kapal



Gambar 4.1 Rencana Umum Suberko 02

Ukuran Utama

LOA : 38.00 m	Breadth Moulded: 7.30 m
Depth Deck: 4.20 m	Draft Designed: 1.70 m
M/E : 2 x 3650 hp	Max Vs: 30 kn
Cruising Range: 2000 NM	Crews Caps: 25 Persons

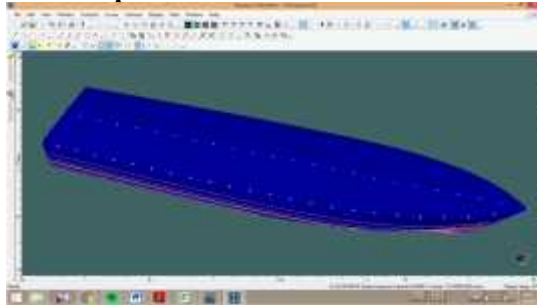
4.2 Modeling Kapal (Maxsurf)

Penggambaran model kapal menggunakan Maxsurf. Pada bagian ini dibuat beberapa model dengan variasi sudut chine, yaitu model *hull* tanpa chine, hull dengan horizontal chine 0° , hull dengan 10° chine dan hull dengan 17° chine.

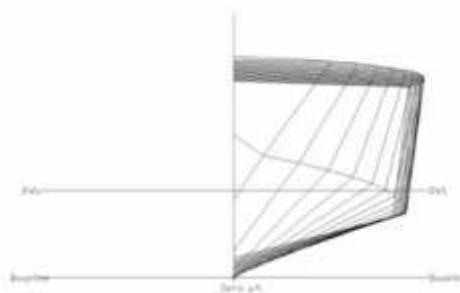
Penentuan variasi sudut ini ditentukan atas dasar sudut terbesar yang dapat divariasikan pada bagian buritan kapal yaitu 17° . Karena bila hull chine di bentuk lebih besar dari sudut 17° , maka bentuk lambung akan menjadi kehilangan luasan chine atau secara sederhana akan menjadi tanpa hull chine.

Pada proses ini juga didapatkan data pembanding agar model dapat dibandingkan seperti Displasment, draft, LCG, VCG, dll

4.2.1 Model Hull Tanpa Chine



Gambar 4.2 Model Tanpa Chine



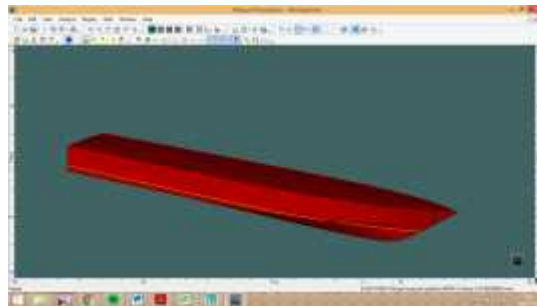
Gambar 4.3 Linesplan Tanpa Chine

Measurement	Value	Units	Measurement	Value	Units
Displacement	183,9	t	LCF %	40,25 2	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
Volume (displaced)	179,43	m ³	KB	1,133	m
Draft Amidships	1,66	m	KG fluid	0	m
Immersed depth	1,659	m	BMt	3,575	m
WL Length	34,595	m	BML	86,39 5	m
Beam max extends on WL	6,727	m	GMt corrected	4,707	m
Wetted Area	239,66	m ²	GML	87,52 8	m
Max sect. Area	6,596	m ²	KMt	4,707	m
Waterpl. Area	196,94	m ²	KML	87,52 8	m
Prismatic coeff. (Cp)	0,786		Immersion (TPc)	2,019	tonne/cm
Block coeff. (Cb)	0,465		MTc	4,874	tonne.m
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,621		RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	15,11	tonne.m

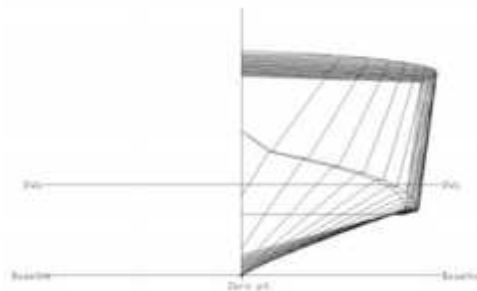
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,846		Length:Beam ratio	5,143	
LCB length	13,613	from zero pt. (+ve fwd) m	Beam:Draft ratio	4,055	
LCF length	13,925	from zero pt. (+ve fwd) m	Length:Vol ^{0.33} ratio	6,134	
LCB %	39,351	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl	Precision	Medium	65 stations

Tabel 4.1 Data Hydrostatic Hull Tanpa Chine

4.2.2 Model Hull Chine 0°



Gambar 4.4 Model Hull Chine 0°



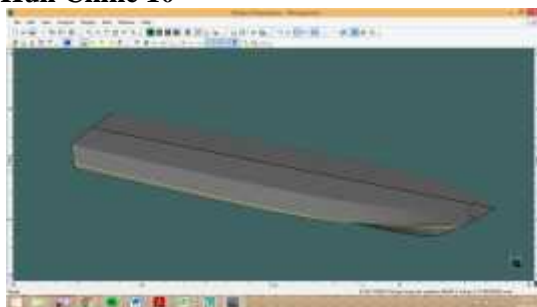
Gambar 4.5 Linesplan Hull Chine 0°

Measurement	Value	Units	Measurement	Value	Units
Displacement	183,9	t	LCF %	40,003	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
Volume (displaced)	179,436	m ³	KB	1,165	m
Draft Amidships	1,7	m	KG fluid	0	m
Immersed depth	1,7	m	BMt	3,569	m
WL Length	34,649	m	BML	85,539	m

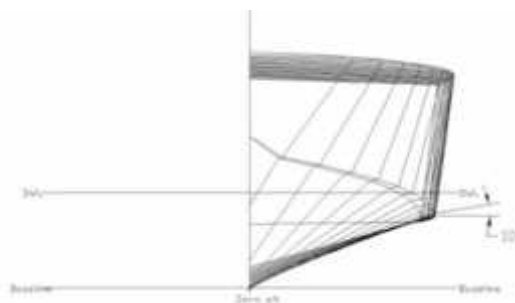
Beam max extents on WL	6,738	m	GMt corrected	4,735	m
Wetted Area	242,518	m ²	GML	86,705	m
Max sect. area	6,577	m ²	KMt	4,735	m
Waterpl. Area	196,333	m ²	KML	86,705	m
Prismatic coeff. (Cp)	0,787		Immersion (TPc)	2,012	tonne/cm
Block coeff. (Cb)	0,452		MTc	4,828	tonne.m
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,603		RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	15,198	tonne.m
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,841		Length:Beam ratio	5,142	
LCB length	13,556	from zero pt. (+ve fwd) m	Beam:Draft ratio	3,965	
LCF length	13,861	from zero pt. (+ve fwd) m	Length:Vol ^{0.33} ratio	6,143	
LCB %	39,123	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl	Precision	Medium	65 stations

Tabel 4.2 Data Hydrostatic Hull Tanpa Chine 0°

4.2.3 Model Hull Chine 10°



Gambar 4.6 Model Hull Chine 10°

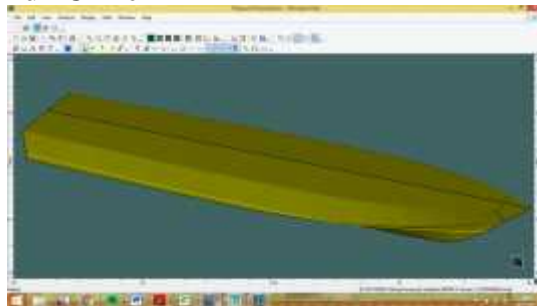


Gambar 4.7 Linesplan Hull Chine 10°

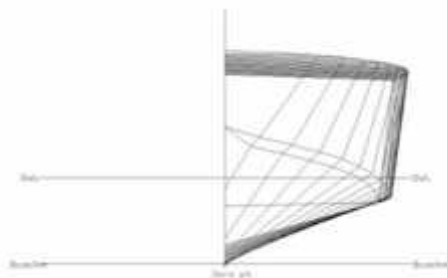
Measurement	Value	Units	Measurement	Value	Units
Displacement	183,9	t	LCF %	39,995	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
Volume (displaced)	179,438	m ³	KB	1,166	m
Draft Amidships	1,701	m	KG fluid	0	m
Immersed depth	1,701	m	BMt	3,575	m
WL Length	34,65	m	BML	85,619	m
Beam max extents on WL	6,738	m	GMT corrected	4,741	m
Wetted Area	241,01	m ²	GML	86,785	m
Max sect. area	6,573	m ²	KMt	4,741	m
Waterpl. Area	196,45	m ²	KML	86,785	m
Prismatic coeff. (Cp)	0,788		Immersion (TPc)	2,014	tonne/cm
Block coeff. (Cb)	0,452		MTc	4,833	tonne.m
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,602		RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1)	15,219	tonne.m
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,841		Length:Beam ratio	5,142	
LCB length	13,557	from zero pt. (+ve fwd) m	Beam:Draft ratio	3,962	
LCF length	13,858	from zero pt. (+ve fwd) m	Length:Vol ^{0.333} ratio	6,143	
LCB %	39,125	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl	Precision	Medium	65 stations

Tabel 4.3 Data Hydrostatic Hull Chine 10°

4.2.4 Model Hull Chine 17°



Gambar 4.8 Model Hull Chine 17°



Gambar 4.9 Linesplan Hull Chine 17°

Measurement	Value	Units	Measurement	Value	Units
Displacement	183,9	t	LCF %	39,977	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
Volume (displaced)	179,436	m ³	KB	1,167	m
Draft Amidships	1,703	m	KG fluid	0	m
Immersed depth	1,702	m	BMt	3,57	m
WL Length	34,652	m	BML	85,572	m
Beam max extents on WL	6,739	m	GMt corrected	4,736	m
Wetted Area	239,312	m ²	GML	86,738	m
Max sect. area	6,569	m ²	KMt	4,736	m
Waterpl. Area	196,351	m ²	KML	86,738	m
Prismatic coeff. (Cp)	0,788		Immersion (TPc)	2,013	tonne/cm
Block coeff. (Cb)	0,451		MTc	4,83	tonne.m
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,601		RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	15,203	tonne.m
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,841		Length:Beam ratio	5,142	
LCB length	13,557	from zero pt. (+ve fwd) m	Beam:Draft ratio	3,959	
LCF length	13,853	from zero pt. (+ve fwd) m	Length:Vol ^{0.333} ratio	6,144	
LCB %	39,124	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl	Precision	Medium	65 stations

Tabel 4.4 Data Hydrostatic Hull Chine 17°

4.3 Simulasi untuk mengetahui Tahanan dan Power

Dari hasil permodelan dari maxsurf modeler lalu data dapat diolah lagi menggunakan maxsurf resistance sehingga dengan menentukan metode dan parameter yang dibutuhkan maka dapat diketahui besaran tahanan dan power dari masing-masing kapal.

Pada tahap ini digunakan Metode Savitsky Planning karena pada kecepatan dinas 30 knots didapati nilai Volume Froude Number (F_nV) $> 1,5$.

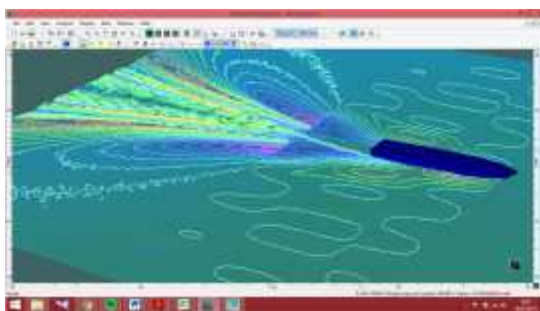
Juga ditentukan parameter yang disamakan adalah Displasment Kapal, sehingga displasment kapal dibuat sama dengan menyesuaikan draft kapal. Dari hasil simulasi akan didapatkan besar tahanan (kN) dan Power yang dibutuhkan (EHP).

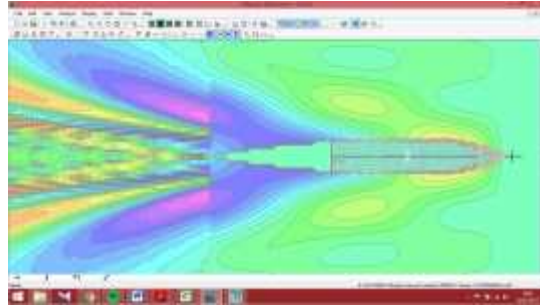
4.3.1 Tahanan dan Power pada Kapal Tanpa Chine

Knots	Froude Number Volume (F_nV)	Savitski Planing Resist (kN)	Savitski Planing Power (hp)
0	0	--	--
1	0,069	--	--
2	0,138	--	--
3	0,208	--	--
4	0,277	--	--
5	0,346	--	--
6	0,415	--	--
7	0,484	--	--
8	0,553	--	--
9	0,623	--	--
10	0,692	--	--
11	0,761	--	--
12	0,83	--	--
13	0,899	--	--
14	0,968	--	--

15	1,038	--	--
16	1,107	99,8	1101,758
17	1,176	104,1	1221,018
18	1,245	108,6	1348,394
19	1,314	113,2	1484,135
20	1,383	118	1628,461
21	1,453	123	1781,548
22	1,522	128,1	1943,533
23	1,591	133,3	2114,5
24	1,66	138,6	2294,477
25	1,729	144	2483,426
26	1,798	149,5	2681,235
27	1,868	155	2887,707
28	1,937	160,6	3102,553
29	2,006	166,2	3325,386
30	2,075	171,8	3555,714

Tabel 4.5 Tahanan dan Power pada Kapal Tanpa Chine





Gambar 4.10 Aliran Fluida pada Kapal Tanpa Chine

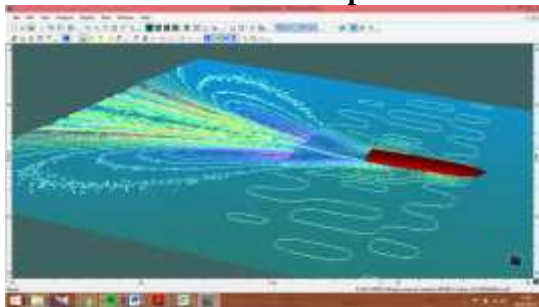
Dari data diatas dapat diketahui pada kecepatan dinas kapal 30 knots tahanan sebesar 171,8 kN dan power yang dibutuhkan (EHP) sebesar 3555,714 hp dengan menggunakan metode Savitsky Planning.

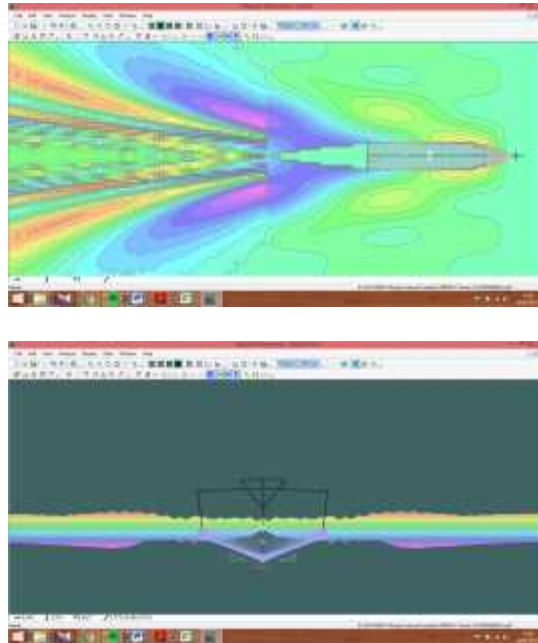
4.3.2 Tahanan dan Power Kapal dengan Hull Chine 0°

Knots	Froude Number Volume (FnV)	Savitski Pre-Planing Resist (kN)	Savitski Pre-Planing Power (hp)
1	0,069	--	--
2	0,138	--	--
3	0,208	--	--
4	0,277	--	--
5	0,346	--	--
6	0,415	--	--
7	0,484	--	--
8	0,553	--	--
9	0,623	--	--
10	0,692	--	--
11	0,761	--	--
12	0,83	--	--
13	0,899	--	--

14	0,968	--	--
15	1,038	--	--
16	1,107	97,2	1072,977
17	1,176	101,2	1186,341
18	1,245	105,3	1307,247
19	1,314	109,6	1435,959
20	1,383	114	1572,713
21	1,453	118,6	1717,713
22	1,522	123,3	1871,122
23	1,591	128,1	2033,058
24	1,66	133,1	2203,584
25	1,729	138,2	2382,699
26	1,798	143,3	2570,326
27	1,868	148,5	2766,302
28	1,937	153,8	2970,368
29	2,006	159,1	3182,158
30	2,075	164,3	3401,192

Tabel 4.6 Tahanan dan Power pada Hull Chine 0°





Gambar 4.11 Aliran Fluida pada Hull Chine 0°

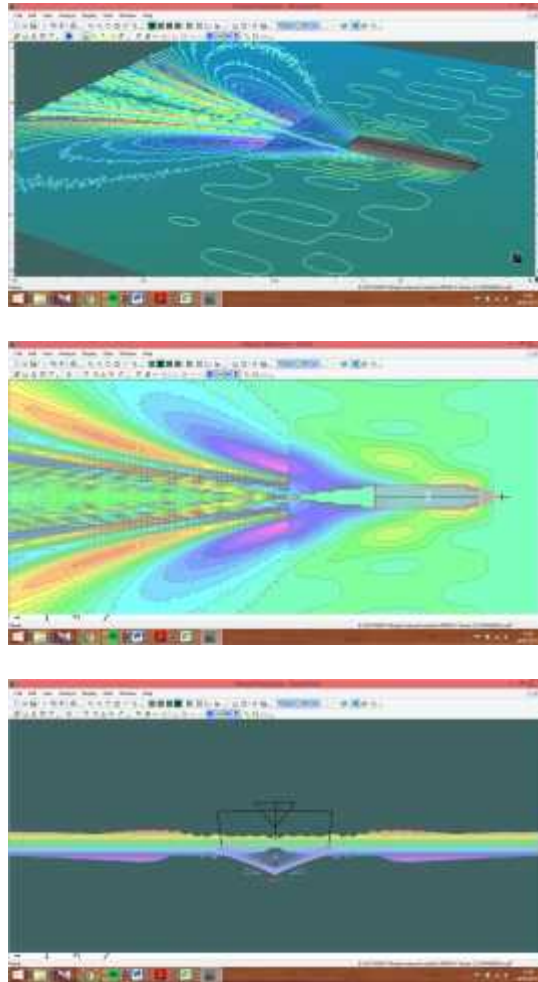
Dari data diatas dapat diketahui pada kecepatan dinas kapal 30 knots tahanan sebesar 164,31 kN dan power yang dibutuhkan (EHP) sebesar 3401,192 hp dengan menggunakan metode Savitsky Planning.

4.3.3 Tahanan dan Power Kapal dengan Hull Chine 10°

Knots	Froude Number Volume (FnV)	Savitski Planing Resist (kN)	Savitski Planing Power (hp)
1	0,069	--	--
2	0,138	--	--
3	0,208	--	--
4	0,277	--	--
5	0,346	--	--
6	0,415	--	--
7	0,484	--	--

8	0,553	--	--
9	0,623	--	--
11	0,761	--	--
12	0,83	--	--
13	0,899	--	--
14	0,968	--	--
15	1,038	--	--
16	1,107	97,2	1073,328
17	1,176	101,1	1186,736
18	1,245	105,3	1307,689
19	1,314	109,5	1436,451
20	1,383	114	1573,259
21	1,453	118,5	1718,316
22	1,522	123,3	1871,786
23	1,591	128,1	2033,787
24	1,66	133,1	2204,382
25	1,729	138,1	2383,569
26	1,798	143,3	2571,273
27	1,868	148,5	2767,331
28	1,937	153,8	2971,483
29	2,006	159	3183,362
30	2,075	164,3	3402,492

Tabel 4.7 Tahanan dan Power pada Hull Chine 10°



Gambar 4.12 Aliran Fluida pada Hull Chine 10°

Dari data diatas dapat diketahui pada kecepatan dinas kapal 30 knots tahanan sebesar 164,34 kN dan power yang dibutuhkan (EHP) sebesar 3402,492 hp dengan menggunakan metode Savitsky Planning.

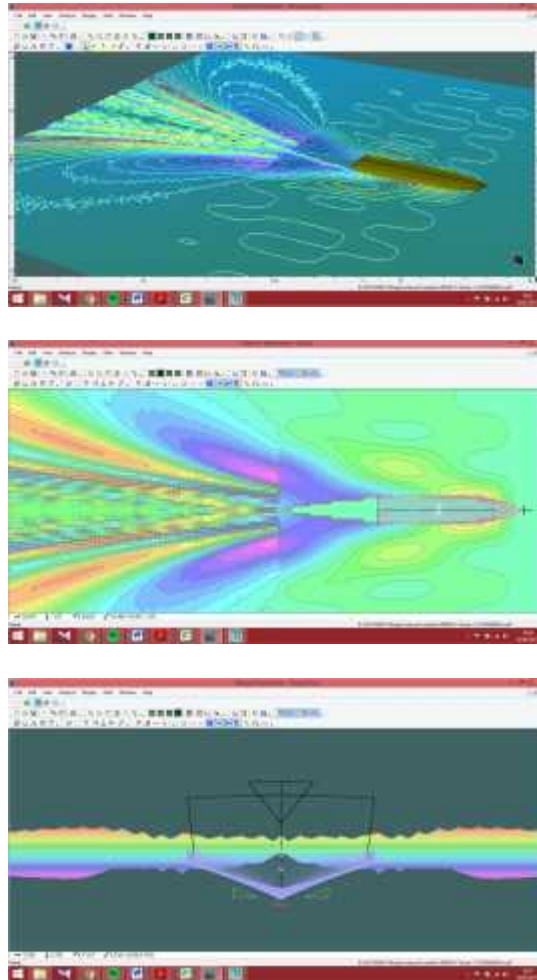
4.3.4 Tahanan dan Power Kapal dengan Hull Chine 17°

Knots	Froude Number Volume (FnV)	Savitski Planing Resist (kN)	Savitski Planing Power (hp)
1	0,069	--	--
2	0,138	--	--

3	0,208	--	--
4	0,277	--	--
5	0,346	--	--
6	0,415	--	--
7	0,484	--	--
8	0,553	--	--
9	0,623	--	--
10	0,692	--	--
11	0,761	--	--
12	0,83	--	--
13	0,899	--	--
14	0,968	--	--
15	1,038	--	--
16	1,107	97,2	1073,682
17	1,176	101,1	1187,134
18	1,245	105,2	1308,134
19	1,314	109,5	1436,948
20	1,383	113,9	1573,811
21	1,453	118,5	1718,928
22	1,522	123,2	1872,461
23	1,591	128,1	2034,528
24	1,66	133,1	2205,194
25	1,729	138,1	2384,456
26	1,798	143,3	2572,239
27	1,868	148,5	2768,379

28	1,937	153,7	2972,618
29	2,006	159	3184,589
30	2,075	164,3	3403,814

Tabel 4.8 Tahanan dan Power pada Hull Chine 17°



Gambar 4.13 Aliran Fluida pada Hull Chine 17°

Dari data diatas dapat diketahui pada kecepatan dinas kapal 30 knots tahanan sebesar 164,38 kN dan power yang dibutuhkan (EHP) sebesar 3403,814 hp dengan menggunakan metode Savitsky Planning.

4.4 Simulasi untuk mengetahui Stabilitas kapal

Kriteria yang dipakai adalah IMO Code on Intact Stability (A.749 (18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships), sehingga dapat dibatasi poin yang diamati.

Kriteria	Keteramgan
3.1.2.1: Area 0 to 30	Luasan area di bawah kurva stabilitas GZ dari sudut oleng 0° sampai sudut oleng 30° tidak boleh kurang dari 0.055 m.rad
3.1.2.1: Area 0 to 40	Luasan area di bawah kurva stabilitas GZ dari sudut oleng 0° sampai sudut oleng x (40°) tidak boleh kurang dari 0.09 m.rad.
3.1.2.1: Area 30 to 40	Luasan area antara sudut oleng 30° sampai sudut oleng x tidak boleh kurang dari 0.03m.rad, dimana nilai x adalah 40° atau kurang sampai batas minimum air dapat masuk ke badan kapal.
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	Nilai maksimum GZ sebaiknya dicapai pada sudut oleng tidak kurang dari 30° dan bernilai minimum 0.20 m.
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	Sudut oleng maksimum stabilitas sebaiknya lebih dari 25°
3.1.2.4: Initial GMt	Nilai metacentre awal (GM) tidak boleh kurang dari 0.15m.

Tabel 4.8 Kriteria IMO Code on Intact Stability (A.749 (18) Ch3

Dari hasil permodelan dari maxsurf modeler lalu data dapat diolah lagi menggunakan maxsurf stability sehingga dengan menentukan parameter yang dibutuhkan maka dapat diketahui kurva stabilitas dari masing-masing kapal.

Data penting yang perlu diperhitungkan dalam analisa stabilitas adalah letak titik berat dari setiap komponen penting yang ada pada kapal, seperti mesin utama, generator utama, letak titik berat muatan fluida pada setiap tangki, dll maka harus diketahui posisi setiap loadcase yang ada.

Data tersebut didapatkan dari informasi yang ada di gambar rencana umum (GA) yang meliputi tranvers position, longitudinal position, vertikal position, berat mesin, kapasitas tangki, dll. Informasi tersebut dibutuhkan untuk mendapatkan nilai stabilitas yang akurat, karena nilai stabilitas yang dapat berubah karena distribusi berat yang berubah posisi dan kuantitas.

4.4.1 Perhitungan Stabilitas pada Kapal Tanpa Chine

Stability Calculation

Suberko-02 Tanpa Chine (Highest precision, 508 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case):
 Disp.%: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG):
 0,01000(0,100)

Loadcase 1.0, Damage Case - Intact

Free to Trim, Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
3.1.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,2764	Pass	+402,47
3.1.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	0,4417	Pass	+390,80
3.1.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,1654	Pass	+451,18
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,034	Pass	+417,00
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	46,4	Pass	+85,46
3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	2,564	Pass	+1609,33

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa seluruh kriteria nilai stabilitas menurut IMO terpenuhi dengan status pass, dengan Max GZ 1,034 m pada sudut 46,4 deg dan Initial GMt pada sudut 0 deg adalah 2,564m.

Item Name	Quantity	Unit Mass (Tonne)	Total Mass (Tonne)	Unit Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Long. Arm (m)	Trans. Arm (m)	Vert. Arm (m)	Total FSM (Tonne.m)
Lightship	1	37,529	37,529			15,3	0	2,45	0
Main Engine 1	1	26,57	26,57			10,5	-1,4	2,5	0
Main Engine 2	1	26,57	26,57			10,5	1,4	2,5	0
Main Genset 1	1	11,4	11,4			6,5	-2,4	2,06	0
Main Genset 2	1	11,4	11,4			6,5	2,4	2,06	0
FO STORAGE T 1 (P)	95%	18,283	17,369	19,362	18,394	27,3	-0,826	1,55	3,674
FO STORAGE T 2 (S)	95%	18,283	17,369	19,362	18,394	27,3	0,826	1,55	3,674
FTP 1	95%	2,864	2,721	2,795	2,655	31,5	-0,439	1,87	0,569
FTP 2	95%	2,864	2,721	2,795	2,655	31,5	0,439	1,87	0,569
FO SETTLING T (P)	95%	5,173	4,914	5,478	5,204	22,6	-2,518	1,84	0,671
FO SETTLING T (S)	95%	5,173	4,914	5,478	5,204	22,6	2,518	1,84	0,671
SEWAGE TANK	95%	3,349	3,182	3,771	3,582	21,6	0	0,92	2,166
SLUDGE TANK	95%	0,878	0,834	0,954	0,906	18	0	0,90	0,11
BILGE TANK	95%	0,781	0,742	0,827	0,785	16,8	0	0,95	0,112
LO STORAGE T	95%	2,04	1,938	2,218	2,107	15	0	0,98	0,672
OVER FLOW T	95%	0,698	0,663	0,739	0,702	13,2	0	1,09	0,345
FWT (P)	95%	5,14	4,883	5,14	4,883	7,675	-3,055	2,62	0,164

FWT (S)	95%	5,14	4,883	5,14	4,883	7,675	3,055	2,62	0,164
FO SERVICE T (P)	95%	1,735	1,649	1,838	1,746	3,018	-3,03	3,07	0,073
FO SERVICE T (S)	95%	1,735	1,649	1,838	1,746	3,018	3,03	3,02	0,073
Total Loadcase			183,9	77,732	73,846	15,48	0	2,16	13,708
FS correction								0,075	
VCG fluid								2,234	

Tabel 4.9 Loadcase Tanpa Chine



Gambar 4.14 Kurva Stabilitas Tanpa Chine

4.4.2 Perhitungan Stabilitas pada Hull Chine 0°

Stability Calculation

Suberko-02 Hull Chine 0° (Highest precision, 508 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.%: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase 2.0, Damage Case - Intact

Free to Trim, Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

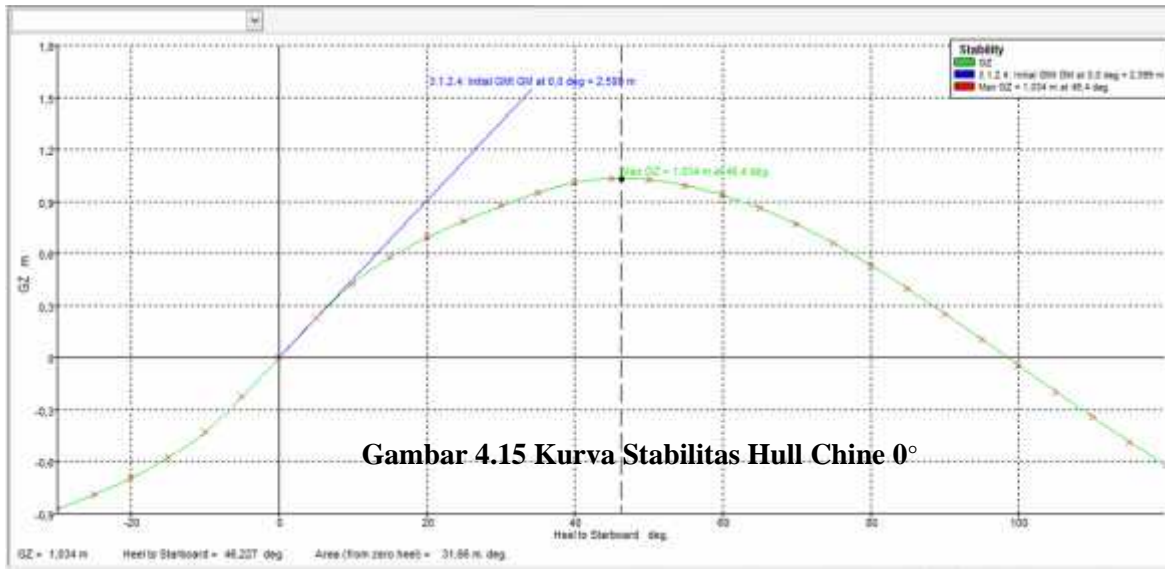
Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
3.1.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,2759	Pass	+401,62
3.1.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	0,4412	Pass	+390,25
3.1.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,1653	Pass	+451,09
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,034	Pass	+417,00
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	46,4	Pass	+85,46
3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	2,599	Pass	+1632,67

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa seluruh kriteria nilai stabilitas menurut IMO terpenuhi dengan status pass, dengan Max GZ 1,034 m pada sudut 46,4 deg dan Initial GMt pada sudut 0 deg adalah 2,599 m.

Item Name	Quantity	Unit Mass (Tonne)	Total Mass (Tonne)	Unit Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Long. Arm (m)	Trans. Arm (m)	Vert. Arm (m)	Total FSM (Tonne.m)
Lightship	1	39,39	39,39			15,39	0,00	2,47	0,00
Main Engine 1	1	26,57	26,57			10,50	-1,40	2,50	0,00
Main Engine 2	1	26,57	26,57			10,50	1,40	2,50	0,00
Main Genset 1	1	11,40	11,40			6,50	-2,40	2,06	0,00
Main Genset 2	1	11,40	11,40			6,50	2,40	2,06	0,00
FO STORAGE T 1 (P)	95%	17,77	16,88	18,82	17,88	27,30	-0,81	1,57	3,67
FO STORAGE T 2 (S)	95%	17,77	16,88	18,82	17,88	27,30	0,81	1,57	3,67
FTP 1	95%	2,72	2,58	2,65	2,52	31,57	-0,42	1,89	0,57
FTP 2	95%	2,72	2,58	2,65	2,52	31,57	0,42	1,89	0,57
FO SETTLING T (P)	95%	4,88	4,64	5,17	4,91	22,67	-2,52	1,89	0,67
FO SETTLING T (S)	95%	4,88	4,64	5,17	4,91	22,67	2,52	1,89	0,67
SEWAGE TANK	95%	3,29	3,13	3,71	3,52	21,60	0,00	0,93	2,17
SLUDGE TANK	95%	0,88	0,83	0,95	0,91	18,00	0,00	0,91	0,11
BILGE TANK	95%	0,78	0,74	0,83	0,79	16,80	0,00	0,96	0,11
LO STORAGE T	95%	2,04	1,94	2,22	2,11	15,00	0,00	0,99	0,67
OVER FLOW T	95%	0,70	0,66	0,74	0,70	13,20	0,00	1,09	0,35
FWT (P)	95%	5,14	4,88	5,14	4,88	7,68	-3,06	2,62	0,16
FWT (S)	95%	5,14	4,88	5,14	4,88	7,68	3,06	2,62	0,16

FO SERVICE T (P)	95%	1,74	1,65	1,84	1,75	3,02	-3,03	3,07	0,07
FO SERVICE T (S)	95%	1,74	1,65	1,84	1,75	3,02	3,03	3,07	0,07
Total Loadcase			183,90	75,68	71,90	15,36	0,00	2,18	13,71
FS correction								0,08	
VCG fluid								2,25	

Tabel 4.10 Loadcase Hull Chine 0 deg



Gambar 4.15 Kurva Stabilitas Hull Chine 0°

4.4.3 Perhitungan Stabilitas pada Hull Chine 10°

Stability Calculation

Suberko-02 Hull Chine 10° (Highest precision, 508 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.%: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase 2.1, Damage Case - Intact

Free to Trim, Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

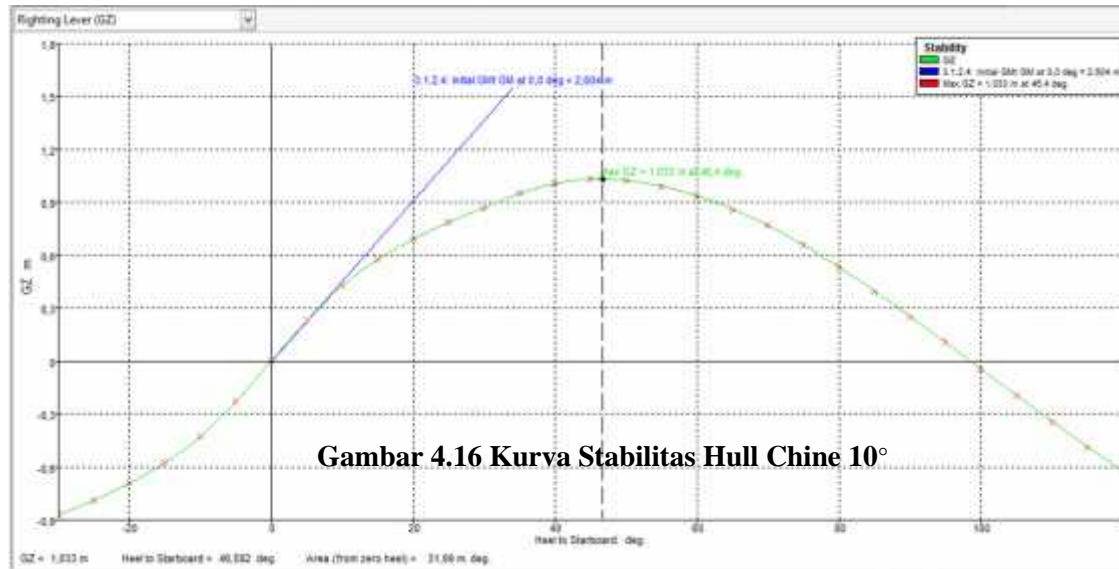
Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
3.1.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,2754	Pass	+400,80
3.1.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	0,4406	Pass	+389,60
3.1.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,1652	Pass	+450,63
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,033	Pass	+416,50
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	46,4	Pass	+85,46
3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	2,604	Pass	+1636,00

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa seluruh kriteria nilai stabilitas menurut IMO terpenuhi dengan status pass, dengan Max GZ 1,033 m pada sudut 46,4 deg dan Initial GMt pada sudut 0 deg adalah 2,604 m.

Item Name	Quantity	Unit Mass (Tonne)	Total Mass (Tonne)	Unit Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Long. Arm (m)	Trans. Arm (m)	Vert. Arm (m)	Total FSM (Tonne.m)
Lightship	1	39,39	39,39			15,40	0,00	2,47	0,00
Main Engine 1	1	26,57	26,57			10,50	-1,40	2,50	0,00
Main Engine 2	1	26,57	26,57			10,50	1,40	2,50	0,00
Main Genset 1	1	11,40	11,40			6,50	-2,40	2,06	0,00
Main Genset 2	1	11,40	11,40			6,50	2,40	2,06	0,00
FO STORAGE T 1 (P)	95%	17,77	16,88	18,82	17,88	27,30	-0,81	1,57	3,67
FO STORAGE T 2 (S)	95%	17,77	16,88	18,82	17,88	27,30	0,81	1,57	3,67
FTP 1	95%	2,72	2,58	2,65	2,52	31,57	-0,42	1,89	0,57
FTP 2	95%	2,72	2,58	2,65	2,52	31,57	0,42	1,89	0,57
FO SETTLING T (P)	95%	4,87	4,63	5,16	4,90	22,67	-2,52	1,89	0,67
FO SETTLING T (S)	95%	4,87	4,63	5,16	4,90	22,67	2,52	1,89	0,67
SEWAGE TANK	95%	3,29	3,13	3,71	3,52	21,60	0,00	0,93	2,17
SLUDGE TANK	95%	0,88	0,83	0,95	0,91	18,00	0,00	0,91	0,11
BILGE TANK	95%	0,78	0,74	0,83	0,79	16,80	0,00	0,96	0,11
LO STORAGE T	95%	2,04	1,94	2,22	2,11	15,00	0,00	0,99	0,67
OVER FLOW T	95%	0,70	0,66	0,74	0,70	13,20	0,00	1,09	0,35
FWT (P)	95%	5,14	4,88	5,14	4,88	7,68	-3,06	2,62	0,16
FWT (S)	95%	5,14	4,88	5,14	4,88	7,68	3,06	2,62	0,16

FO SERVICE T (P)	95%	1,75	1,66	1,85	1,76	3,02	-3,03	3,07	0,07
FO SERVICE T (S)	95%	1,75	1,66	1,85	1,76	3,02	3,03	3,07	0,07
Total Loadcase			183,90	75,68	71,89	15,36	0,00	2,18	13,71
FS correction								0,08	
VCG fluid								2,25	

Tabel 4.11 Loadcase Hull Chine 10 deg



Gambar 4.16 Kurva Stabilitas Hull Chine 10°

4.4.3 Perhitungan Stabilitas pada Hull Chine 17°

Stability Calculation

Suberko-02 Hull Chine 17° (Highest precision, 508 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.%: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase 2.2, Damage Case - Intact

Free to Trim, Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
3.1.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,2743	Pass	+398,79
3.1.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	0,4390	Pass	+387,79
3.1.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,1647	Pass	+448,91
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,033	Pass	+416,50
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	46,4	Pass	+85,78
3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	2,597	Pass	+1631,33

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa seluruh kriteria nilai stabilitas menurut IMO terpenuhi dengan status pass, dengan Max GZ 1,033 m pada sudut 46,4 deg dan Initial GMt pada sudut 0 deg adalah 2,597 m.

Item Name	Quantity	Unit Mass (Tonne)	Total Mass (Tonne)	Unit Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Long. Arm (m)	Trans. Arm (m)	Vert. Arm (m)	Total FSM (Tonne.m)
Lightship	1	39,39	39,39			15,40	0,00	2,47	0,00
Main Engine 1	1	26,57	26,57			10,50	-1,40	2,50	0,00
Main Engine 2	1	26,57	26,57			10,50	1,40	2,50	0,00
Main Genset 1	1	11,40	11,40			6,50	-2,40	2,06	0,00
Main Genset 2	1	11,40	11,40			6,50	2,40	2,06	0,00
FO STORAGE T 1 (P)	95%	17,77	16,88	18,82	17,88	27,30	-0,81	1,57	3,67
FO STORAGE T 2 (S)	95%	17,77	16,88	18,82	17,88	27,30	0,81	1,57	3,67
FTP 1	95%	2,72	2,58	2,65	2,52	31,57	-0,42	1,89	0,57
FTP 2	95%	2,72	2,58	2,65	2,52	31,57	0,42	1,89	0,57
FO SETTLING T (P)	95%	4,87	4,63	5,16	4,90	22,67	-2,52	1,89	0,67
FO SETTLING T (S)	95%	4,87	4,63	5,16	4,90	22,67	2,52	1,89	0,67
SEWAGE TANK	95%	3,29	3,13	3,71	3,52	21,60	0,00	0,93	2,17
SLUDGE TANK	95%	0,88	0,83	0,95	0,91	18,00	0,00	0,91	0,11
BILGE TANK	95%	0,78	0,74	0,83	0,79	16,80	0,00	0,96	0,11
LO STORAGE T	95%	2,04	1,94	2,22	2,11	15,00	0,00	0,99	0,67
OVER FLOW T	95%	0,70	0,66	0,74	0,70	13,20	0,00	1,09	0,35
FWT (P)	95%	5,14	4,88	5,14	4,88	7,68	-3,06	2,62	0,16
FWT (S)	95%	5,14	4,88	5,14	4,88	7,68	3,06	2,62	0,16

FO SERVICE T (P)	95%	1,75	1,66	1,85	1,76	3,02	-3,03	3,07	0,07
FO SERVICE T (S)	95%	1,75	1,66	1,85	1,76	3,02	3,03	3,07	0,07
Total Loadcase			183,9	75,563	71,785	15,35	0,00	2,17	13,710
FS Correction								0,75	
VCG Fluid)								2,75	

Tabel 4.12 Loadcase Hull Chine 17 deg



Gambar 4.17 Kurva Stabilitas Hull Chine 17°

4.5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan

Dari data yang telah didapat data maka akan direkapitulasi besar tahanan, power dan nilai stabilitas pada kecepatan dinas 30 knots.

Model	Knots	Froude Number Volume (FnV)	Savitski Planing Resist (kN)	Savitski Planing Power (EHP)	Max GZ (m)	Max GZ (deg)
Tanpa Chine	30	2,075	171,8	3555,714	1,034	46,4
0°	30	2,075	164,31	3401,192	1,034	46,4
10°	30	2,075	164,34	3402,492	1,033	46,4
17°	30	2,075	164,38	3403,814	1,033	46,4

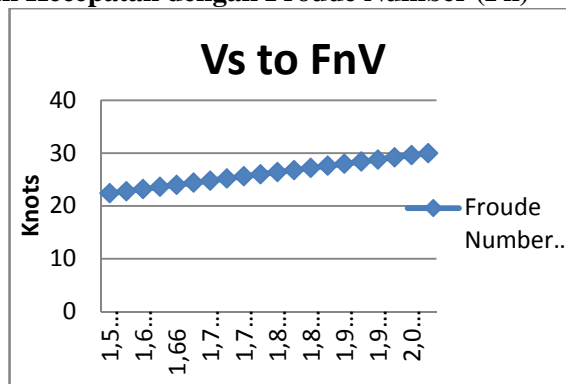
Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil

Dari tabel diatas bisa didapatkan model yang terbaik dengan membandingkan data yang ada. Dapat dilihat bahwa model hull chine 0 deg memiliki tahanan sebesar 164,31 kN dan daya yang dibutuhkan sebesar 3401,192 hp, yang merupakan nilai terendah dibanding model yang lain, serta nilai GZ max untuk model hull chine 0 deg adalah 1,034 m pada sudut 46,4 deg.

4.6 Analisa Grafik

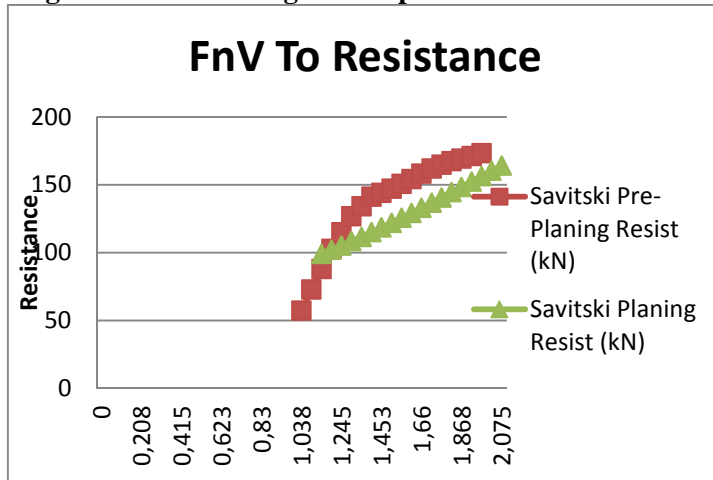
Data-data yang dianalisa pada sub bab sebelumnya kemudian akan dimasukkan dalam bentuk grafik, sehingga nantinya dapat disimpulkan karakteristik dari setiap model yang sudah di simulasikan.

4.5.1 Hubungan Kecepatan dengan Froude Number (Fn)



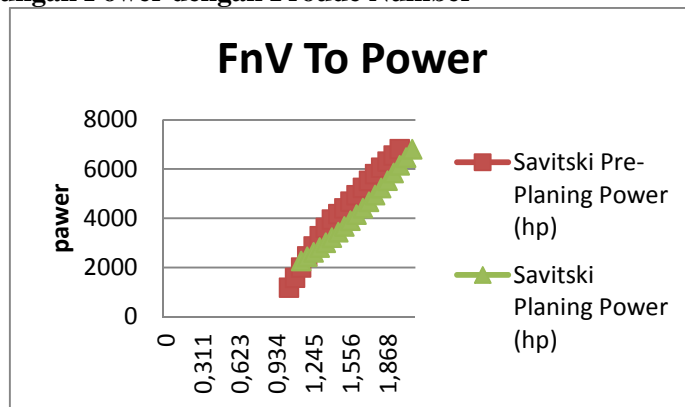
Dari Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa besar FnV berbanding lurus dengan kecepatan. Dari grafik jelas terlihat bahwa semakin meningkat Froude number kapal maka Kecepatan kapal semakin besar juga. Nilai FnV pada kece. 30 knots adalah 2,075

4.5.2 Hubungan Resistance dengan Kecepatan



Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa besar tahanan berbanding lurus dengan kecepatan. Dari grafik jelas terlihat bahwa semakin meningkat kecepatan kapal maka tahanan kapal semakin besar juga. Namun pada nilai Fnv kurang dari 1, tidak didapati besarnya tahanan hal tersebut disebabkan metode savitsky yang baru akan bekerja pada nilai FnV lebih dari 1.

4.5.1 Hubungan Power dengan Froude Number



Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa besar daya berbanding lurus dengan kecepatan. Dari grafik jelas terlihat bahwa semakin meningkat kecepatan kapal maka daya yang dibutuhkan kapal semakin besar juga. Namun pada nilai Fnv kurang dari 1, tidak didapati besarnya daya.hal tersebut nilainya 0 disebabkan metode savitsky yang baru akan bekerja pada nilai FnV lebih dari 1.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dilakukan tahap kesimpulan yang berdasarkan dari perhitungan dan analisa. Serta diberikan saran untuk kemajuan pada penelitian berikutnya.

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat penulis adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari simulasi yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa, penerapan *hull chine* pada PB Suberko-02 berdampak pada penurunan nilai tahanan kapal sehingga power yang dibutuhkan juga berkurang. Nilai tahanan dan daya yang dihasilkan dari 4 model yang diperbandingkan, diantaranya :
 - a. Pada model kapal tanpa hull chine pada kecepatan 30 knots, besar nilai tahanan sebesar 171,8 kN dan power yang dibutuhkan sebesar 3555,714 hp dengan menggunakan metode Savitsky Planning.
 - b. Pada model kapal menggunakan hull chine 0° dengan kecepatan 30 knots, besar nilai tahanan sebesar 163,41 kN dan power yang dibutuhkan sebesar 3401,192 hp dengan menggunakan metode Savitsky Planning. Sehingga didapati penurunan tahanan sebesar 4,88% dan penurunan power sebesar 4,34%
 - c. Pada model kapal menggunakan hull chine 10° dengan kecepatan 30 knots, besar nilai tahanan sebesar 163,44 kN dan power yang dibutuhkan sebesar 3402,492 hp dengan menggunakan metode Savitsky Planning. Sehingga didapati penurunan tahanan sebesar 4,86% dan penurunan power yang dibutuhkan sebesar 4,30%
 - d. Pada model kapal menggunakan hull chine 17° dengan kecepatan 30 knots, besar nilai tahanan sebesar 163,48 kN dan power yang dibutuhkan sebesar 3403,814 hp dengan menggunakan metode Savitsky Planning. Sehingga didapati penurunan tahanan sebesar 4,84% dan penurunan power sebesar 4,27%
 - e. Dari hasil yang ditinjau, model hull chine 0° yang paling optimum untuk mengurangi tahanan yaitu menurunkan tahanan sebesar 4,88% dan penurunan daya yang dibutuhkan sebesar 4,34%.
2. Berdasarkan dari simulasi yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa, penerapan *hull chine* pada PB Suberko-02 tidak berpengaruh pada nilai stabilitas kapal karena perubahan nilai yang tidak signifikan, bahkan cenderung tetap. Nilai titik GZ max hasil dari 4 model yang diperbandingkan, diantaranya:
 - a. Pada model kapal tanpa hull chine memiliki nilai titik GZ max pada 1,034 m di 46,4°
 - b. Pada model kapal menggunakan hull chine 0° memiliki nilai titik GZ max pada 1,034 m di 46,4°
 - c. Pada model kapal menggunakan hull chine 10° memiliki nilai titik GZ max pada 1,033 m di 46,4°
 - d. Pada model kapal menggunakan hull chine 17° memiliki nilai titik GZ max pada 1,033 m di 46,4°

5.2. Saran

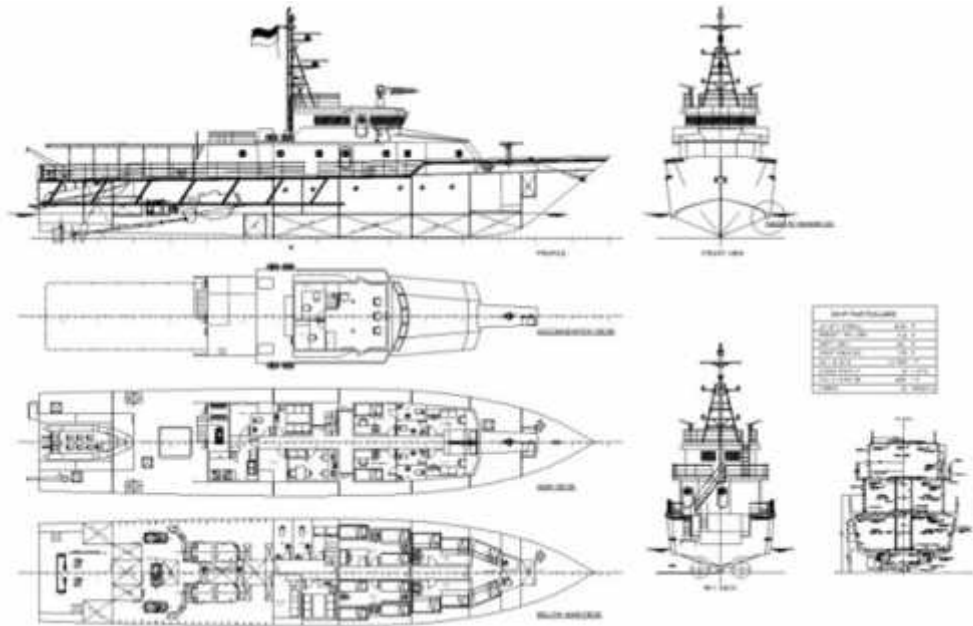
Dengan pengerjaan tugas akhir ini masih ada kekurangan, mengenai penggunaan software yang hanya menggunakan software Maxsurf, ukuran dari meshing bisa diperkecil sehingga bisa lebih akurat untuk pengambilan data dari hasil simulasi.

DAFTAR PUSTAKA

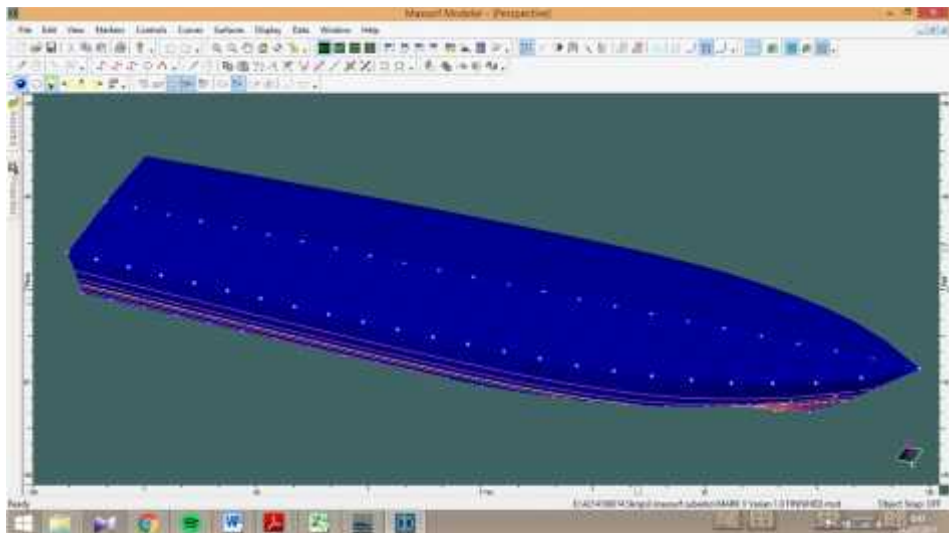
- [1] Hind, J. A. 1982. *Stability And Trim Of Fishing Vesels And Other Small Ships* Second Edition, Fishing News Books Ltd, Farnham, Surrey, England
- [2] Savitsky, Daniel, “ *Hydrodynamic design of planing hulls*”. *Marine technology*, Volume 1, No.1, October 1964.
- [3] Savitsky, Daniel and P.W. Brown, “*Procedures for hydrodynamic evaluation of planing hulls in smooth and rough water.*” *Marine technology*, Volume 13, No.4, October 1976.
- [4] Sv. Aa Harvald, 1992, *Tahanan dan Propulsi Kapal*, Airlangga University, Press Surabaya.
- [5] Taylor. L.G. 1977. *The Principles of Ship Stability*. Brown, Son & Publisher, Ltd., Nautical Publisher, 52 Darnley Street. Glasgow.
- [6] Willy, Wishnu. 2013. “Analisa Efisiensi Penggunaan Fins Undership Terhadap Tahanan dan Stabilitas Kapal”. *Jurnal Tugas Akhir, ITS : Surabaya*
- [7] Susilo, Joko. 2013. “Simulasi Penggunaan Fin Undership Terhadap Tahana dan Gaya Dorong Kapal dengan Metode Analisa CFD”. *Jurnal Tugas Akhir, ITS : Surabaya*.
- [8] Dimas Endro W, 2014.”HIGH SPEED SHIP TOTAL RESISTANCE CALCULATION (AN EMPIRICAL STUDY)” *Jurnal Tugas Akhir, ITS : Surabaya*
- [9] M. Novan H.A, 2011.”Analisa Pengaruh Penambahan Stern Flap Pada Kapal Planing Hull Dalam Usaha Untuk Mengurangi Tahanan Kapal” *Jurnal Tugas Akhir, ITS : Surabaya*
- [10] Siswandi. B, H , 2013.”Perencanaan *Unmanned Surface Vehicle (USV)* Ukuran 3 Meter Tipe Serbu Cepat, *Jurnal Teknik ITS:Surabaya*
- [11] Roynando Napitupulu1, 2014.” ANALISA HAMBATAN DAN SEAKEEPING PADA FAST RESCUE BOAT “ *Jurnal Teknik ITS:Surabaya*
- [12] Rosmani, A.,2011. “ PREDIKSI TAHANAN KAPAL CEPAT DOLPIN DENGAN METODE EKSPERIMEN” *Jurnal Teknik Universitas Hasanuddin: Makassar*
- [13] Herman Saputra, 2013. “Analisa Stabilitas dan Kekuatan Transversal Kapal Penumpang 94 Pax Penyeberangan Muara Angke Ke Pulau Tidung” *Jurnal UI: Depok*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

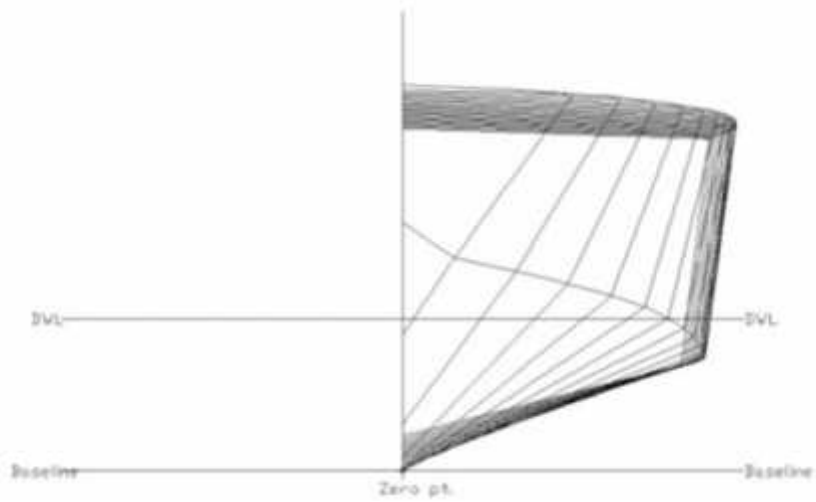
LAMPIRAN



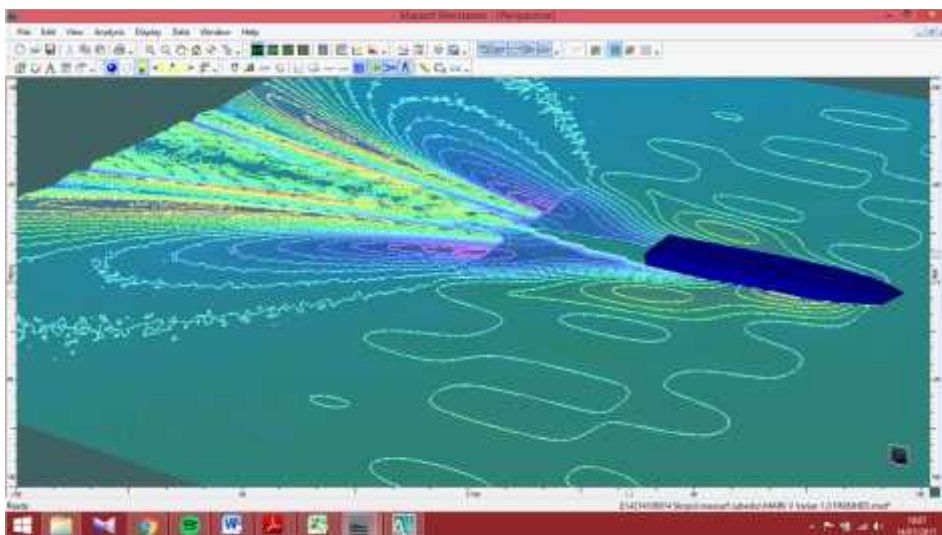
Gambar Rencana Umum Suberko-02

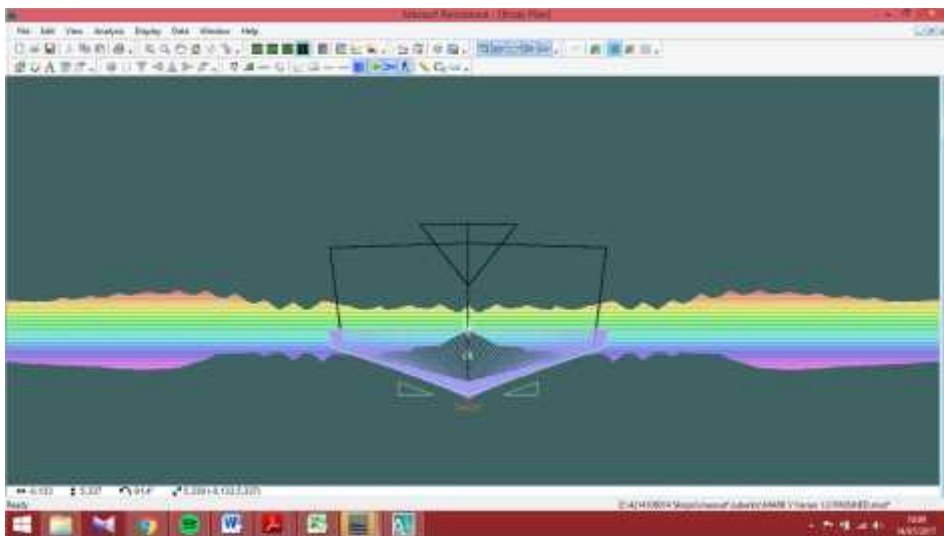
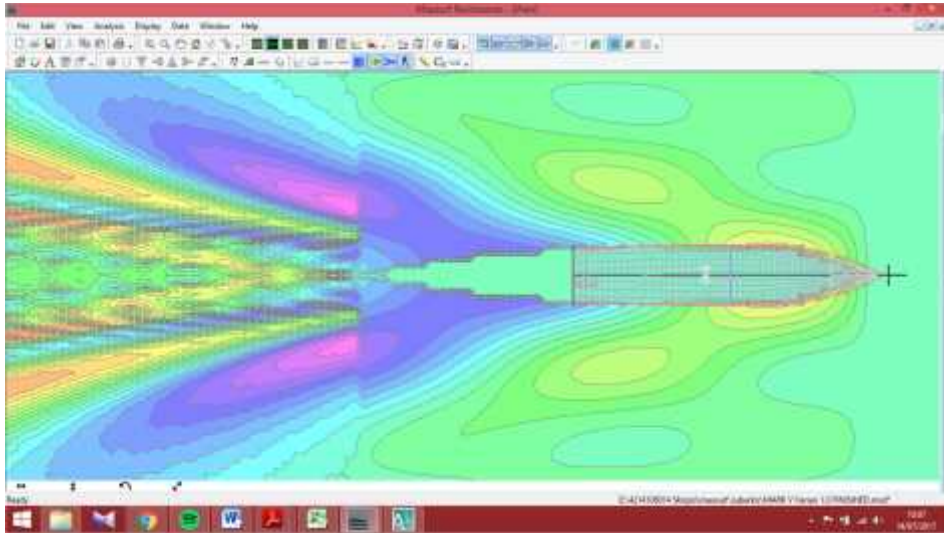


Gambar Model Tanpa Chine

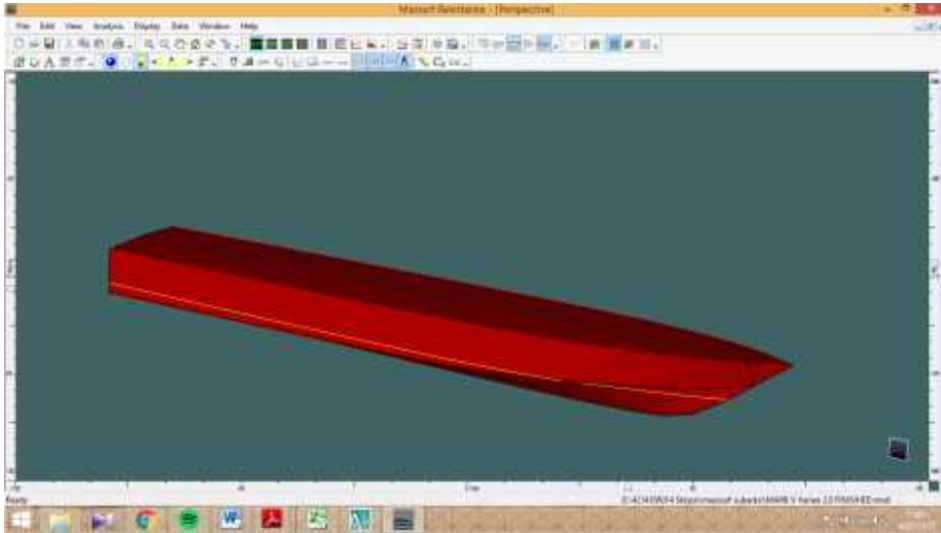


Gambar Linesplan Tanpa Chine

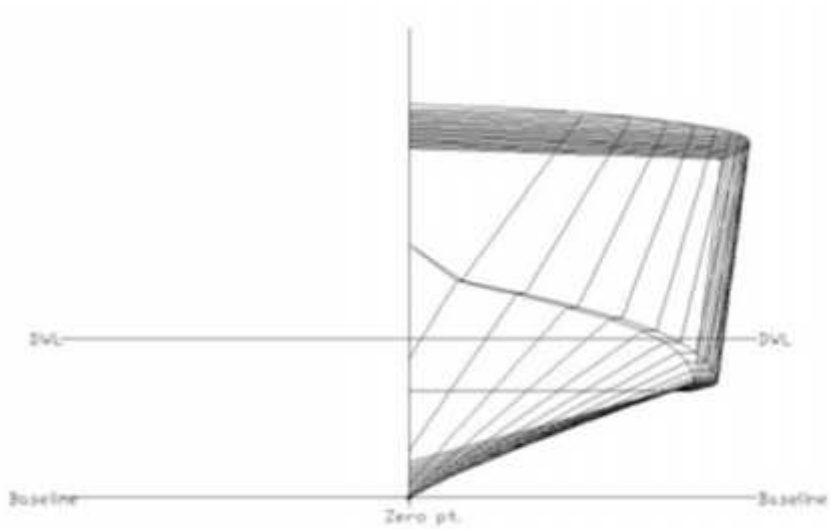




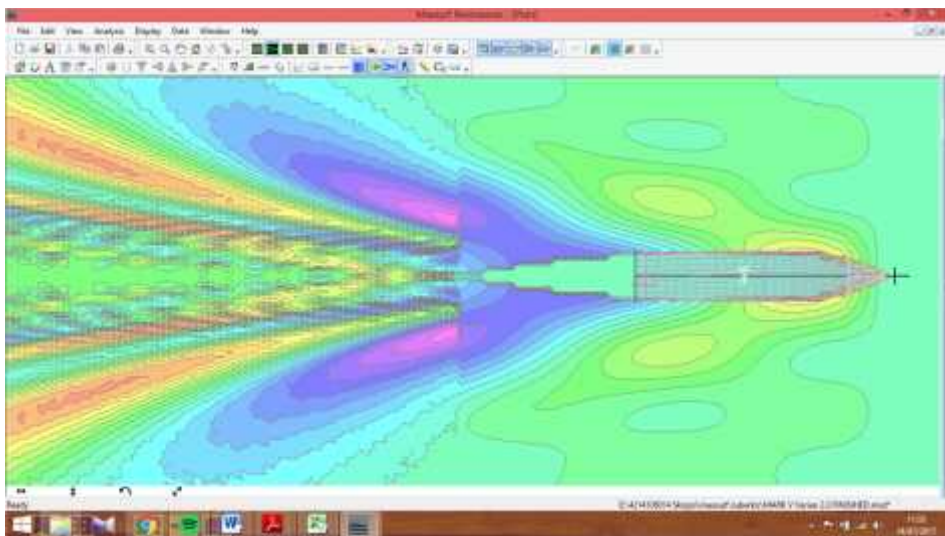
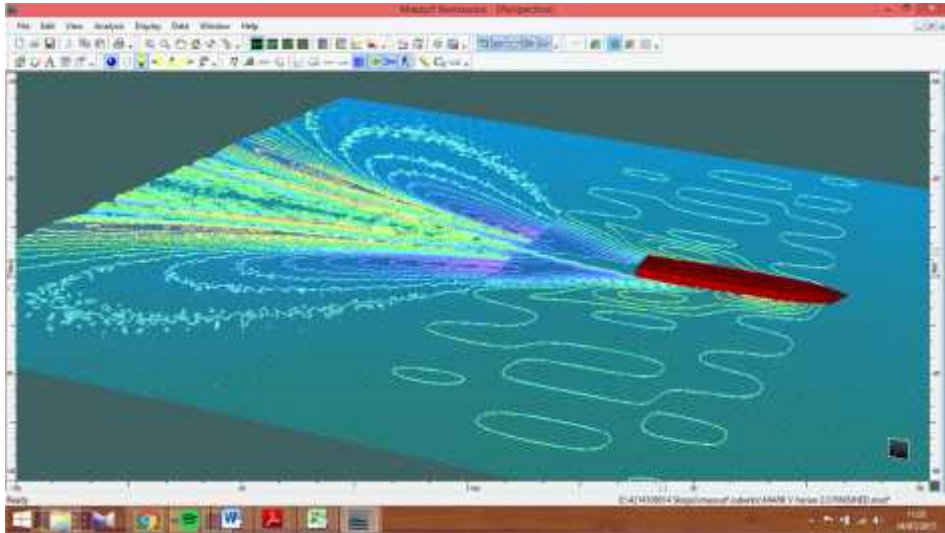
Gambar Aliran Fluida pada Kapal Tanpa Chine

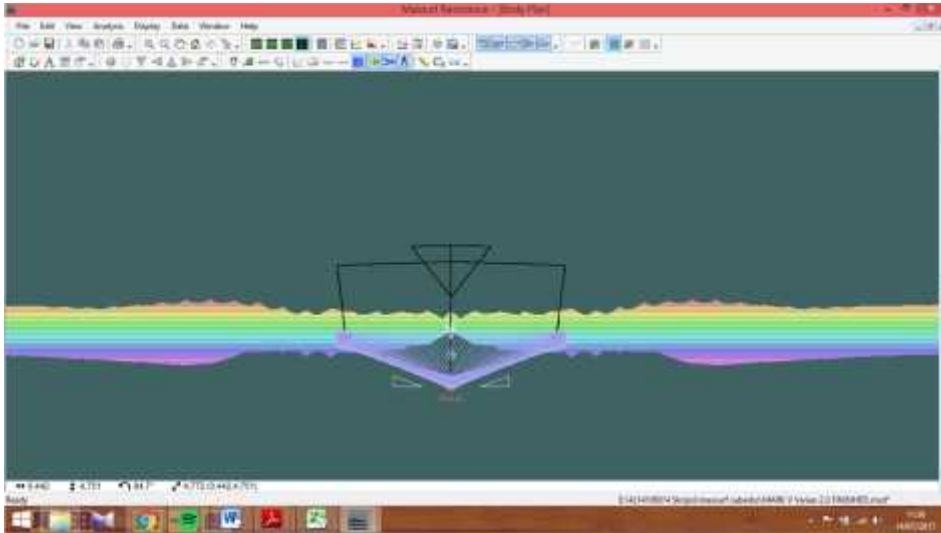


Gambar Model Hull Chine 0°

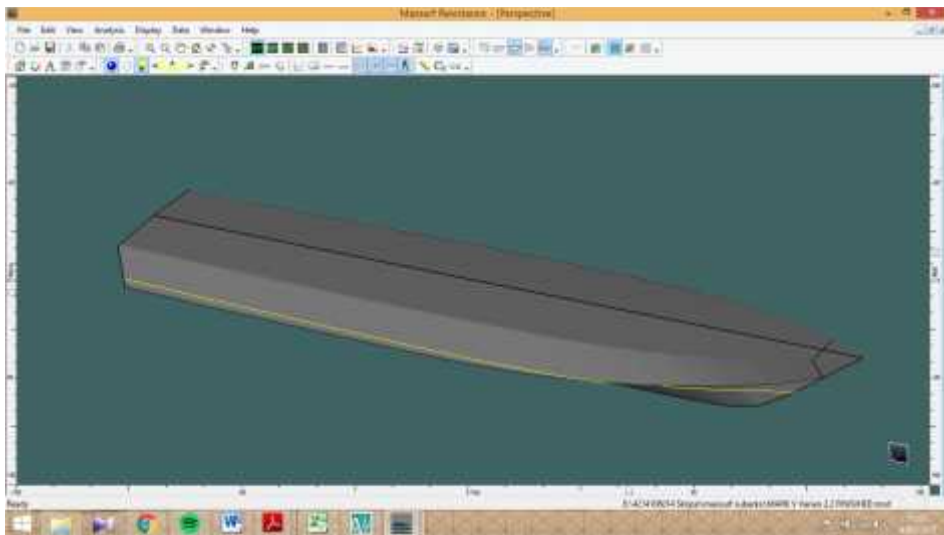


Gambar Linesplan Hull Chine 0°

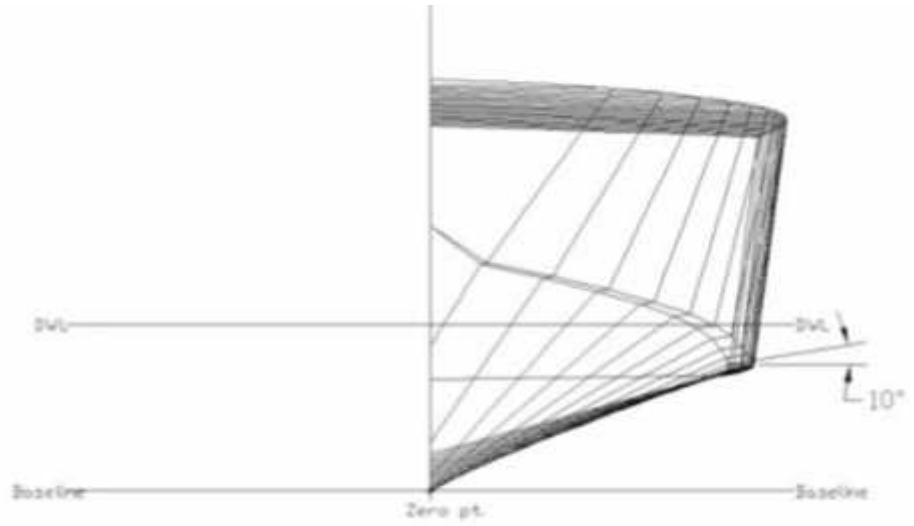




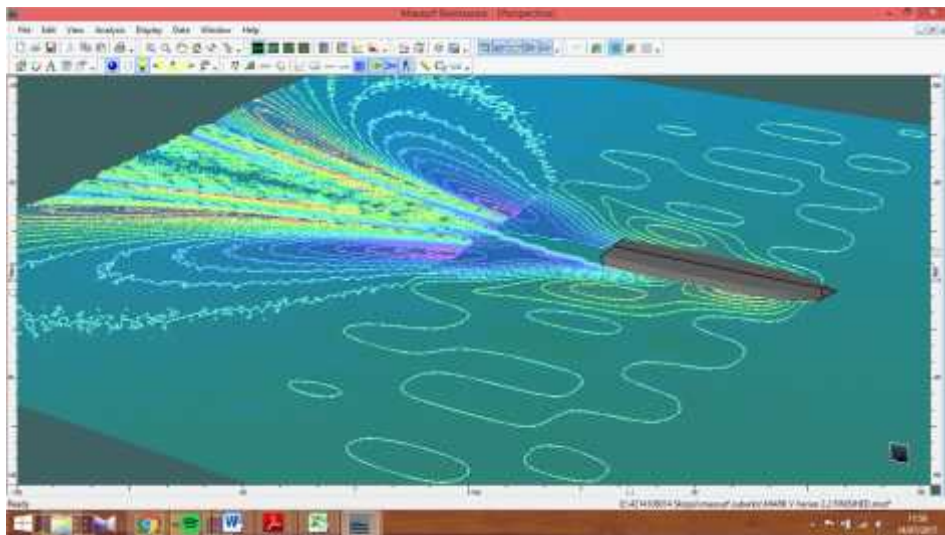
Gambar Aliran Fluida pada Hull Chine 0°

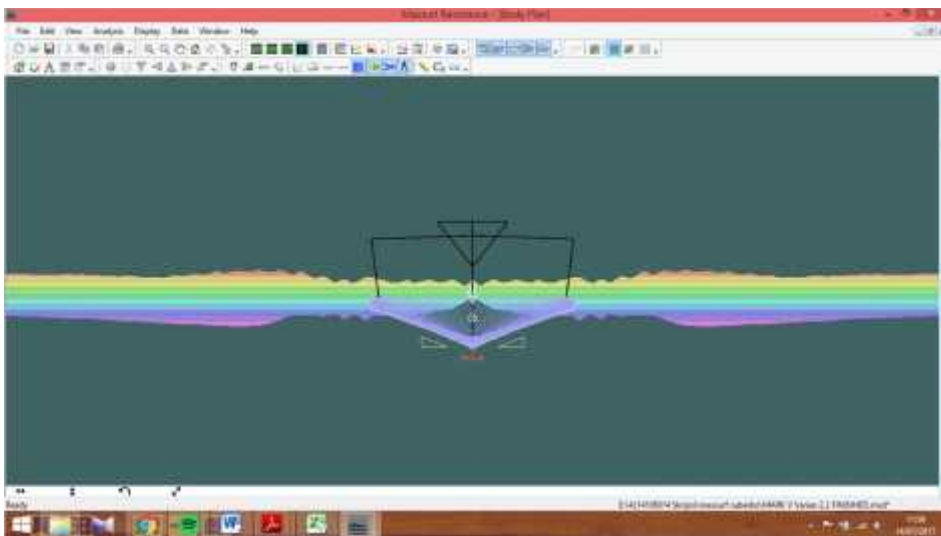
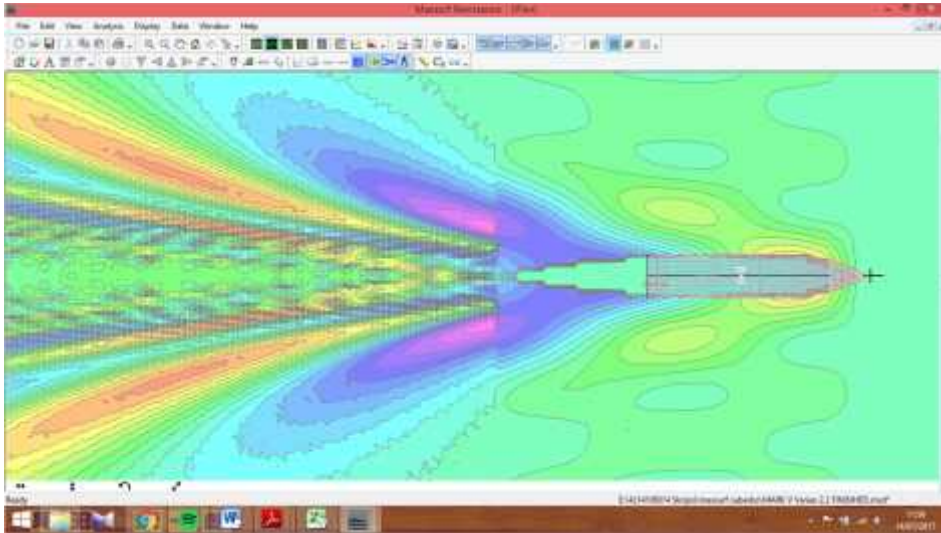


Gambar Model Hull Chine 10°

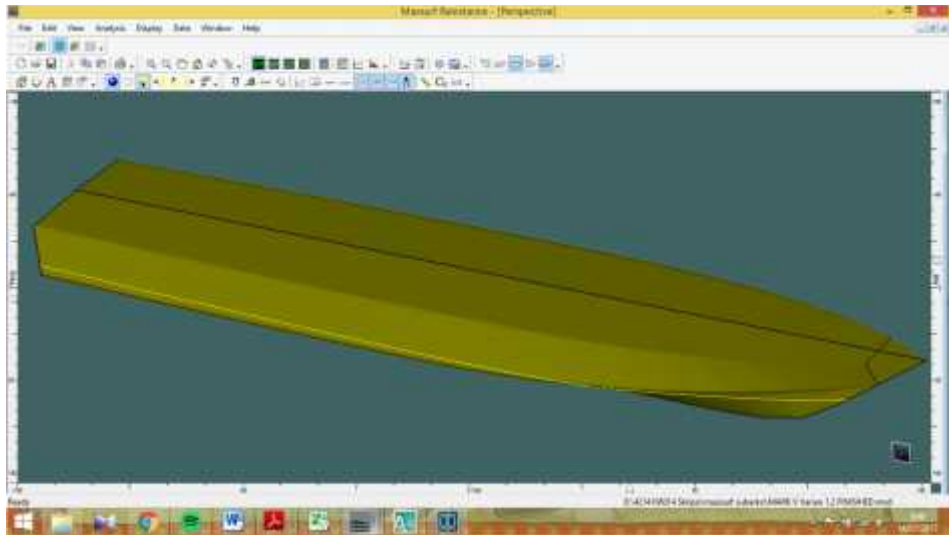


Gambar Linesplan Hull Chine 10°

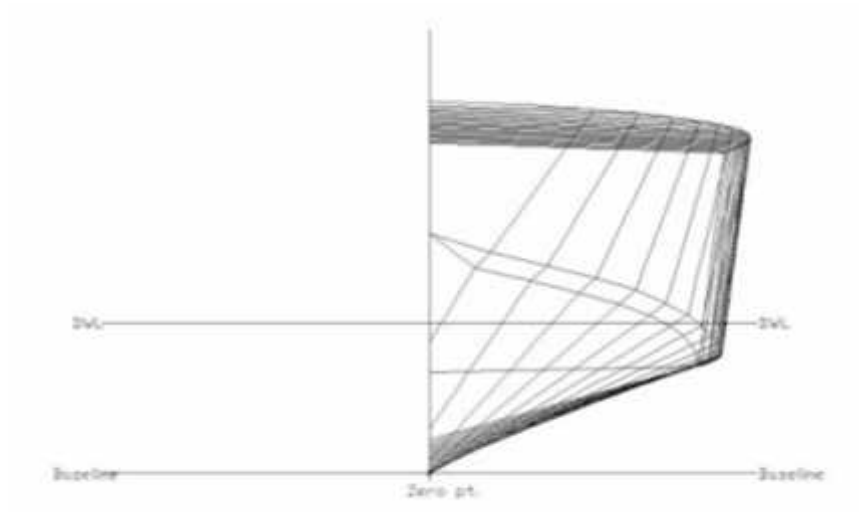




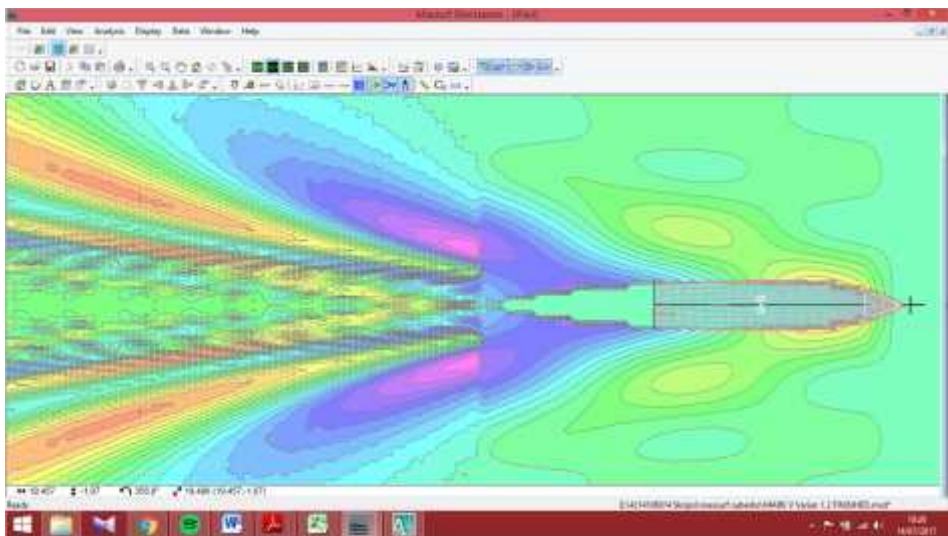
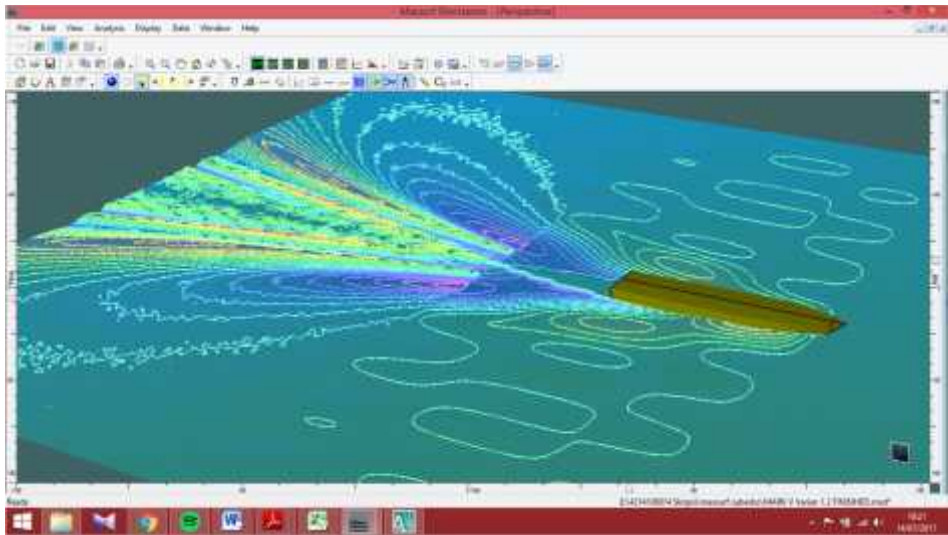
Gambar Aliran Fluida pada Hull Chine 10°

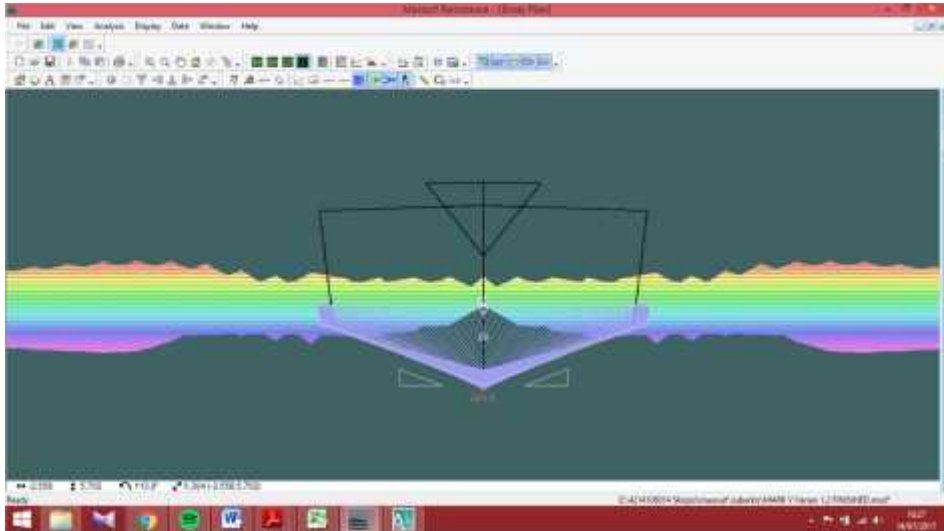


Gambar Model Hull Chine 17°



Gambar Linesplan Hull Chine 17°





Gambar Aliran Fluida pada Hull Chine 17°

BIODATA PENULIS



Penulis, **Eko Setyo Widodo** lahir di Mojokerto pada 21 Juli 1993. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis, memulai pendidikan formal yaitu di SDN Sooko 2 Kecamatan Sooko Kab. Mojokerto, kemudian melanjutkan di SMP Negeri 1 Kota Mojokerto dan melanjutkan jenjang Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Sooko, penulis diterima di Program Studi Diploma III Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya melalui program PMDK dan terdaftar sebagai mahasiswa Teknik Perancangan dan konstruksi Kapal dengan NRP. 6111030022. Setelah lulus dari Diploma III penulis bekerja di perusahaan konstruksi alat berat yang berada di Surabaya lalu penulis memilih untuk melanjutkan kuliah di tahap Strata 1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang terdaftar sebagai mahasiswa Lintas Jalur Angkatan 2014 Semester Genap dengan NRP. 4214106014 .

Eko Setyo Widodo

ekosetyo528@gmail.com