



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

TUGAS AKHIR (DC3325A)

ANALISA SUDUT KEMIRINGAN UNTUK PENAMBAHAN *BILGE KEEL* TERHADAP KECEPATAN DAN TAHANAN DI KAPAL NELAYAN DESA TANJUNG WIDORO

MAKSUM ARYADI SULTON

NRP. 0119030010

DOSEN PEMBIMBING:

AANG WAHIDIN, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK PERANCANGAN DAN KONSTRUKSI KAPAL

JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL

POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

SURABAYA

2022

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

TUGAS AKHIR (DC3325A)

**ANALISA SUDUT KEMIRINGAN UNTUK PENAMBAHAN
BILGE KEEL TERHADAP KECEPATAN DAN TAHANAN DI
KAPAL NELAYAN DESA TANJUNG WIDORO**

MAKSUM ARYADI SULTON

NRP. 0119030010

DOSEN PEMBIMBING:

AANG WAHIDIN, ST., MT.

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERANCANGAN DAN KONSTRUKSI KAPAL
JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL**

**POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA**

2022

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISA SUDUT KEMIRINGAN UNTUK PENAMBAHAN *BILGE KEEL* TERHADAP KECEPATAN DAN TAHANAN DI KAPAL NELAYAN DESA TANJUNG WIDORO

Disusun Oleh :
Maksum Aryadi Sulton
0119030010

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi D-3 Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal
Jurusan Teknik Bangunan Kapal
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

Disetujui oleh Tim penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian : 14 Juli 2022
Periode Wisuda : September 2022

Menyetujui,

Dosen Penguji

- | | NIDN | Tanda Tangan |
|-------------------------------------|--------------|--------------|
| 1. Tri Tiyasmihadi, ST., MT. | (0018066204) | (.....) |
| 2. Aang Wahidin, ST., MT. | (0012087205) | (.....) |
| 3. I Putu Arta W., ST., MT., PH. D. | (0010067305) | (.....) |
| 4. M. Lukman Arif, S. Pd., M.Pd.I. | (0018066204) | (.....) |

Tanda Tangan

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Dosen Pembimbing

- | | NIDN | Tanda Tangan |
|-----------------------------|--------------|--------------|
| 1. Aang Wahidin, S.T., M.T. | (0012087205) | (.....) |

Tanda Tangan

(.....)

Menyetujui

Ketua Jurusan,



Ruddianto, ST., MT.

NIP. 196910151995011007

Mengetahui

Koordinator Program Studi,



Tri Tiyasmihadi, ST., MT.

NIP. 106206181988031001

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

No. : F. WD I. 021

Date : 06 Agustus 2021

Rev. : 01

Page : 1 dari 1

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Maksum Aryadi Sulton

NRP : 0119030010

Jurusan/Prodi : Teknik Bangunan Kapal/D3 – Teknik Perancangan dan
Konstruksi Kapal

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Tugas akhir yang saya kerjakan dengan judul :

**“ANALISA SUDUT KEMIRINGAN UNTUK PENAMBAHAN *BILGE KEEL*
TERHADAP KECEPATAN DAN TAHANAN DI KAPAL NELAYAN DESA
TANJUNG WIDORO”**

Adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah tersebut,
maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab.

Surabaya, 14 Juli 2022

Yang membuat pernyataan,



(Maksum Aryadi Sulton)

NRP. 0119030010

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

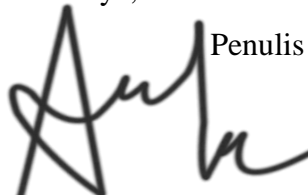
Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISA SUDUT KEMIRINGAN UNTUK PENAMBAHAN *BILGE KEEL* TERHADAP KECEPATAN DAN TAHANAN DI KAPAL NELAYAN DESA TANJUNG WIDORO” dapat penulis selesaikan tepat waktu. Tugas Akhir ini dilaksanakan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan gelar Ahli Madya Program Studi Diploma III Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal Jurusan Teknik Bangunan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Dengan tersusunnya Laporan Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Eko Julianto, M. Sc., FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
2. Bapak Ruddianto, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Bangunan Kapal sekaligus dosen pembimbing Tugas akhir
3. Bapak Tri Tiyasmihadi, ST., MT. selaku Koordinator Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal
4. Bapak Agung Prasetyo Utomo, S.Pd., MT. selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal
5. Bapak Aang Wahidin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang memberikan berbagai saran dan masukan kepada penulis.
6. Bapak Askan dan Ibu Machnunah selaku orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan baik secara moral dan materiil.
7. Teman-teman (khususnya D3DC 2019) dan kakak tingkat (khususnya mas Ahmad Muttaqi yang menjadi mentor penulis) Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal yang selalu memberikan dukungan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman penulis (Mac, Yudi, Dion, Yusuf, Cecep, Robet, Ratih ,dan Riris) yang memberikan dukungan dan bantuan dalam pembuatan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang telah memberikan bantuan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar Laporan Tugas Akhir ini dapat lebih baik di masa sekarang maupun masa yang akan datang. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memenuhi syarat dan bermanfaat bagi semua pihak khususnya bidang perkapalan.

Surabaya, 14 Juli 2022

 Penulis
Maksum Aryadi Sulton

ANALISA SUDUT KEMIRINGAN UNTUK PENAMBAHAN *BILGE KEEL* TERHADAP KECEPATAN DAN TAHANAN DI KAPAL NELAYAN DESA TANJUNG WIDORO

Maksum Aryadi Sulton

ABSTRAK

Kondisi geografis Desa Tanjung Widoro yang dekat dengan lautan membuat masyarakat sekitar tidak bisa lepas dengan kapal atau perahu. Pasalnya masyarakat sekitar mayoritas adalah nelayan. Disana terdapat perahu yang menggunakan *Bilge Keel* untuk menambah keseimbangan kapal. *Bilge Keel* yang sering disebut sayap atau sirip kapal adalah Plat yang diletakkan pada lambung kapal yang menyerupai sirip. Tujuannya yaitu untuk mengurangi periode oleng dari kapal. Oleh karena itu penulis ingin menganalisa kecepatan kapal dengan sudut kemiringan yang berbeda dari *bilge keel* dengan bantuan aplikasi computer yaitu Maxsurf. Data yang diperlukan untuk analisa kecepatan diantaranya gambar rencana garis (lines plan) dan gambar rencana umum (General Arrangement). Modifikasi sudut sirip kapal tersebut memberikan hasil yang berbeda setiap modelnya. Dan sudut sirip yang paling baik yaitu sirip dengan kemiringan 40° dengan kecepatan maksimal 11,4 knot (tidak memenuhi kecepatan awal yaitu 12 knot karena mengalami penurunan 5 %) dengan *displacement* 1412 kg.

Kata Kunci: *bilge keel*, kecepatan kapal, tahanan kapal

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ANALYSIS OF TILT ANGLE FOR ADDITIONAL BILGE KEEL FOR SPEED AND RESISTANCE ON THE FISHING SHIP IN TANJUNG WIDORO VILLAGE

Maksum Aryadi Sulton

ABSTRACT

The geographical condition of Tanjung Widoro Village which is close to the ocean makes the surrounding community cannot be separated from ships or boats. The reason is that the majority of the surrounding community are fishermen. There are boats that use Bilge Keel to increase the ship's balance. Bilge Keel which is often called a ship's wing or fin is a plate that is placed on the hull of the bilge plate that resembles a fin. The goal is to reduce the rolling period of the ship. Therefore, the author wants to analyze the speed of the ship with different angles of inclination of the bilge keel with the help of a computer application, namely Maxsurf. The data required for speed analysis includes a lines plan and a general arrangement. The modification of the fin angle of the ship gives different results for each model. And the best fin angle is the fin with a 40drg slope with a maximum speed of 11.4 knots (not meeting the initial speed of 12 knots due to a decrease of 5%) with a displacement of 1412 kg.

Keywords : bilge keel, ship's speed, ship's resistance

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2 DASAR TEORI.....	5
2.1 Definisi Kapal	5
2.2 <i>Lines Plan</i> (Rencana Garis).....	5
2.3 <i>Displacement</i>	6
2.4 Koefisien Bentuk	8
2.5 Kecepatan Kapal	10
2.6 Tahanan Kapal.....	11
2.7 <i>Bilge Keel</i>	13
2.8 <i>Software</i> Bantu	15
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Diagram Penulisan Proposal Tugas Akhir	17
3.2 Identifikasi Masalah	18
3.3 Studi Literatur	18
3.4 Studi Lapangan.....	18

3.5 Pengumpulan Data.....	18
3.6 Pengolahan Data	18
3.7 Modifikasi <i>Bilge Keel</i> dengan berbagai sudut	19
3.8 Analisa Kecepatan	21
3.9 Kesimpulan dan Saran	21
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Data Kapal	23
4.2. Modifikasi Pemodelan kapal	26
4.3. Analisa Tahanan dan kecepatan.....	47
4.4 Analisa Stabilitas pada Sudut Terbaik Pemodelan <i>Bilge Keel</i>	61
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Hidrostatik untuk kapal pemodelan awal	21
Tabel 4.2 Data <i>Loadcase</i> model awal	22
Tabel 4.3 Data <i>equilibrium</i> model awal	23
Tabel 4.4 Data Hidrostatik untuk kapal pemodelan katir pipa.....	24
Tabel 4.5 Data <i>Loadcase</i> model katir pipa.....	25
Tabel 4.6 Data <i>equilibrium</i> model katir pipa	25
Tabel 4.7 Data Hidrostatik untuk model <i>bilge keel</i> sudut 10°.....	26
Tabel 4.8 Data <i>Loadcase</i> model <i>bilge keel</i> sudut 10°	27
Tabel 4.9 Data <i>equilibrium</i> model <i>bilge keel</i> sudut 10°	27
Tabel 4.10 Data Hidrostatik untuk model <i>bilge keel</i> sudut 20°.....	28
Tabel 4.11 Data <i>Loadcase</i> model <i>bilge keel</i> sudut 20°	29
Tabel 4.12 Data <i>equilibrium</i> model <i>bilge keel</i> sudut 20°	29
Tabel 4.13 Data Hidrostatik untuk model <i>bilge keel</i> sudut 30°.....	31
Tabel 4.14 Data <i>Loadcase</i> model <i>bilge keel</i> sudut 30°	31
Tabel 4.15 Data <i>equilibrium</i> model <i>bilge keel</i> sudut 30°	32
Tabel 4.16 Data Hidrostatik untuk model <i>bilge keel</i> sudut 40°.....	33
Tabel 4.17 Data <i>Loadcase</i> model <i>bilge keel</i> sudut 40°	33
Tabel 4.18 Data <i>equilibrium</i> model <i>bilge keel</i> sudut 40°.....	34
Tabel 4.19 Data Hidrostatik untuk model <i>bilge keel</i> sudut 50°.....	35
Tabel 4.20 Data <i>Loadcase</i> model <i>bilge keel</i> sudut 50°	36
Tabel 4.21 Data <i>equilibrium</i> model <i>bilge keel</i> sudut 50°	36
Tabel 4.22 Data Hidrostatik untuk model <i>bilge keel</i> sudut 60°.....	37
Tabel 4.23 Data <i>Loadcase</i> model <i>bilge keel</i> sudut 60°	38
Tabel 4.24 Data <i>equilibrium</i> model <i>bilge keel</i> sudut 60°	38
Tabel 4.25 Data Hidrostatik untuk model <i>bilge keel</i> sudut 70°.....	39
Tabel 4.26 Data <i>Loadcase</i> model <i>bilge keel</i> sudut 70°	40
Tabel 4.27 Data <i>equilibrium</i> model <i>bilge keel</i> sudut 70°.....	40
Tabel 4.28 Data Hidrostatik untuk model <i>bilge keel</i> sudut 80°.....	41
Tabel 4.29 Data <i>Loadcase</i> model <i>bilge keel</i> sudut 80°	42
Tabel 4.30 Data <i>equilibrium</i> model <i>bilge keel</i> sudut 80°.....	42

Tabel 4.31 Data <i>equilibrium</i> semua model.....	43
Tabel 4.32 Result resistance model awal	46
Tabel 4.33 Result resistance model katir pipa.....	48
Tabel 4.34 Result resistance model sudut 10°	49
Tabel 4.35 Result resistance model sudut 20°	50
Tabel 4.36 Result resistance model sudut 30°	51
Tabel 4.37 Result resistance model sudut 40°	52
Tabel 4.38 Result resistance model sudut 50°	54
Tabel 4.39 Result resistance model sudut 60°	55
Tabel 4.40 Result resistance model sudut 70°	56
Tabel 4.41 Result resistance model sudut 80°	57
Tabel 4.42 Data <i>running</i> maxsurf resistance semua model.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rencana Garis	5
Gambar 2.2 Koefisien Blok.....	8
Gambar 2.3 Koefisien Garis Air	8
Gambar 2.4 Koefisien Midship	9
Gambar 2.5 Koefisien Prismatic	9
Gambar 2.6 Tampak depan kapal dengan <i>Bilge Keel</i>	12
Gambar 2.7 Tampak samping kapal dengan <i>Bilge Keel</i>	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 3.2 Variasi sudut <i>Bilge Keel</i>	17
Gambar 3.3 <i>Bilge Keel</i> dengan sudut 10°	18
Gambar 3.4 <i>Bilge Keel</i> dengan sudut 20°	18
Gambar 3.5 <i>Bilge Keel</i> dengan sudut 30°	18
Gambar 3.6 <i>Bilge Keel</i> dengan sudut 40°	18
Gambar 3.7 <i>Bilge Keel</i> dengan sudut 50°	18
Gambar 3.8 <i>Bilge Keel</i> dengan sudut 60°	18
Gambar 3.9 <i>Bilge Keel</i> dengan sudut 70°	18
Gambar 3.10 <i>Bilge Keel</i> dengan sudut 80°	18
Gambar 4.1 model awalan.....	20
Gambar 4.2 model katir pipa.....	23
Gambar 4.3 model <i>bilge keel</i> sudut 10°	25
Gambar 4.4 model <i>bilge keel</i> sudut 20°	27
Gambar 4.5 model <i>bilge keel</i> sudut 30°	30
Gambar 4.6 model <i>bilge keel</i> sudut 40°	32
Gambar 4.7 model <i>bilge keel</i> sudut 50°	34
Gambar 4.8 model <i>bilge keel</i> sudut 60°	36
Gambar 4.9 model <i>bilge keel</i> sudut 70°	38
Gambar 4.10 model <i>bilge keel</i> sudut 80°	40
Gambar 4.11 grafik perbandingan <i>displacement</i>	43
Gambar 4.12 Jendela frame of reference	43
Gambar 4.13 jendela untuk menentukan metode	44

Gambar 4.14 jendela untuk menentukan kecepatan	44
Gambar 4.15 jendela untuk menentukan efisiensi.....	45
Gambar 4.16 jendela calculate free surface	46
Gambar 4.17 Grafik resistance v speed model awal	47
Gambar 4.18 Grafik power v speed model awal	47
Gambar 4.19 Grafik resistance v speed model katir pipa.....	48
Gambar 4.20 Grafik power v speed model katir pipa.....	48
Gambar 4.21 Grafik resistance v speed model sudut 10°	49
Gambar 4.22 Grafik power v speed model sudut 10°	49
Gambar 4.23 Grafik resistance v speed model sudut 20°	50
Gambar 4.24 Grafik power v speed model sudut 20°	51
Gambar 4.25 Grafik resistance v speed model sudut 30°	51
Gambar 4.26 Grafik power v speed model sudut 30°	52
Gambar 4.27 Grafik resistance v speed model sudut 40°	53
Gambar 4.28 Grafik power v speed model sudut 40°	53
Gambar 4.29 Grafik resistance v speed model sudut 50°	54
Gambar 4.30 Grafik power v speed model sudut 50°	54
Gambar 4.31 Grafik resistance v speed model sudut 60°	55
Gambar 4.32 Grafik power v speed model sudut 60°	55
Gambar 4.33 Grafik resistance v speed model sudut 70°	56
Gambar 4.34 Grafik power v speed model sudut 70°	56
Gambar 4.35 Grafik resistance v speed model sudut 80°	57
Gambar 4.36 Grafik power v speed model sudut 80°	58
Gambar 4.37 Grafik perbandingan tahanan semua model	59
Gambar 4.38 Grafik perbandingan daya semua model	59

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia, adalah negara kepulauan yang dengan arti lain negara yang memiliki lautan. Wilayah perairan di Indonesia adalah 64,97% dari total wilayah Indonesia. Dengan wilayah lautan yang sangat luas, banyak potensi kekayaan laut yang dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan rakyat Indonesia. Untuk bisa menjelajahi lautan demi mengambil kekayaan lautnya dibutuhkan alat transportasi kapal. Jenis-jenis kapal sangat beragam, mulai dari kapal niaga, kapal pesiar, kapal perang, dll.

Pada tahun 2018 Dinas Kelautan dan Perikanan Pemprov Jatim mengadakan hibah perahu atau kapal pengawas kepada Kelompok Masyarakat Pengawas (Pokmaswas). Pengadaan tersebut menghabiskan biaya sekitar Rp.3,4 milyar yang dimenangkan oleh PT. Samudera Indoraya Perkasa. Dalam proyek tersebut menghasilkan 45 kapal fiber yang didistribusikan ke berbagai wilayah Jatim. Salah satunya di Desa Tanjung Widoro kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik.

Di Desa Tanjung Widoro, kapal tersebut memiliki kendala terhadap keseimbangan. Menurut kepala nelayan setempat kapal tersebut tidak memiliki stabilitas yang cukup baik. Oleh karena itu warga setempat berupaya memberikan pipa paralon (PVC) dibagian kanan kiri kapal dengan tujuan agar menambah stabilitas kapal. Dan pemberian pipa di kanan kiri kapal tersebut dapat menambah stabilitas kapal tersebut, akan tetapi tahanan kapal tersebut menjadi bertambah akibat pipa bagian depan permukaannya tidak dibuat runcing. Akibatnya kapal tidak bisa melaju dengan kecepatan awal, yaitu 13 Knot. Pengaruh lainnya yaitu air yang menghantam pipa depan naik dan membasahi orang yang berada di kapal.

Pada tahun 2021 terdapat himpunan mahasiswa yang berniat memperbaiki stabilitas dari kapal tersebut dengan menambah sirip (*Bilge Keel*). Penambahan komponen tersebut dapat menambah stabilitas dari kapal

tanpa membuat air naik hingga mengenai penumpang kapal. Dalam kesempatan kali ini, penulis berencana ingin menganalisa seberapa berpengaruh sudut untuk kecepatan kapal tersebut. Dengan cara membandingkan beberapa sudut kemiringan yang berbeda. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode perhitungan dengan bantuan aplikasi (*software*).

1.2 Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang diatas, permasalahan yang akan dikaji dalam proposal tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana keadaan kecepatan kapal sebelum dan sesudah diberi pipa paralon?
2. Bagaimana keadaan kecepatan kapal untuk *bilge keel* sudut tertentu?
3. Berapa sudut terbaik untuk pemasangan sirip kapal agar dapat memenuhi kecepatan kapal?
4. Bagaimana keadaan stabilitas pada sudut terbaik pemodelan *bilge keel*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka dapat diketahui tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui keadaan kecepatan kapal sebelum dan sesudah diberi pipa paralon.
2. Untuk mengetahui keadaan kecepatan kapal untuk *bilge keel* sudut tertentu.
3. Untuk mengetahui berapa sudut terbaik untuk pemasangan sirip kapal agar dapat memenuhi kecepatan kapal.
4. Untuk mengetahui keadaan stabilitas pada sudut terbaik pemodelan *bilge keel*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penulisan proposal tugas akhir ini, penulis berharap dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui hasil analisa kecepatan kapal nelayan Desa Tanjung Widoro dari hasil uji analisa menggunakan *software* maxsurf.
2. Memberikan pemahaman mengenai analisis maxsurf dan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan kapal.
3. Analisa ini dibuat agar dapat menjadi referensi lebih lanjut.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan permasalahan yang akan diangkat dengan tujuan agar dapat terencana dengan baik, benar, dan efektif maka dilakukan pembatasan masalah. Adapun batasan masalah tersebut diantaranya adalah:

1. Hanya membahas pengaruh sudut terhadap kecepatan kapal.
2. Sudut kemiringan dari *Bilge Keel* yang dianalisa yaitu 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, dan 80
3. Tidak membahas cara pemasangan sirip kapal (*bilge keel*).
4. Tidak membahas letak pemasangan sirip kapal (*bilge keel*).
5. Hasil akhir dari penulisan Tugas Akhir hanya berupa penjabaran pengaruh dari beberapa sudut yang telah di analisa.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Definisi Kapal

Kapal adalah alat transportasi pengangkut penumpang maupun barang yang beroperasi di perairan baik itu laut, sungai, dan perairan lainnya. Saat ini kapal digunakan sebagai alat transportasi di perairan baik laut maupun sungai untuk mengangkut manusia maupun barang.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran pada bab 1 pasal 1 ayat 36 menjelaskan bahwa kapal merupakan kendaraan air yang memiliki bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah.

Pada buku karya Bambang Triadmodjo (2010:2) juga dijelaskan mengenai definisi kapal penumpang adalah kapal yang mengangkut penumpang dan kendaraan dimana rute pelayaran yang dituju relatif dekat.

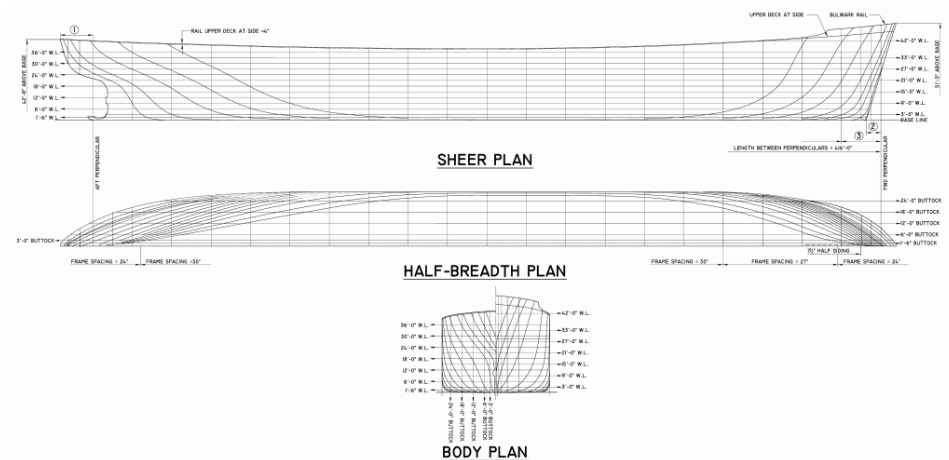
Dengan demikian diketahui definisi dari kapal adalah angkutan atau alat transportasi yang memiliki fungsi untuk mengangkut barang maupun manusia atau alat apung lainnya dimana beroperasi di perairan dan digerakkan dengan tenaga angin, mekanik, atau lainnya yang memiliki dimensi panjang, lebar, sarat. Sedangkan pengertian perahu nelayan adalah perahu yang digunakan, dirancang, atau bahkan hanya dimaksudkan untuk memfasilitasi pemindahan ikan dari beberapa jalur air. Ada berbagai macam contoh, salah satunya kapal pokmaswas di Desa Tanjung Widoro yang digunakan untuk mencari ikan dan mengawasi keadaan di wilayah perairan desa tersebut.

2.2 Lines Plan (Rencana Garis)

Lines plan kapal adalah gambar rencana garis dari bentuk sebuah kapal. Dengan gambar *lines plan* ini dapat diketahui bentuk kapal yang direncanakan

dan karakteristik dari kapal tersebut. *Lines plan* atau rencana garis merupakan langkah selanjutnya dalam proses merancang suatu kapal dengan berdasar pada data kapal yang diperoleh dari perancangan.

Lines plan merupakan suatu gambar desain kapal yang sangat penting, dimana dari gambar *lines plan* ini akan sangat berpengaruh terhadap gambar-gambar desain kapal lainnya seperti rencana umum (*general arrangement*), konstruksi profil (*profil construction*), konstruksi melintang (*midship section*), stabilitas kapal (*stability calculation*) dan gambar-gambar lainnya. Yang lebih penting dari gambar *lines plan* ini adalah besarnya hambatan yang sangat bergantung pada bentuk lambung kapal. Dengan hambatan kapal yang kecil maka mesin kapal yang dibutuhkan juga akan semakin kecil, hal ini sangat sensitif karena harga mesin yang akan dibeli relatif mahal serta juga berpengaruh dengan biaya operasional selama kapal berlayar. Gambar 2.1 merupakan salah satu contoh *lines plan* kapal.



Gambar 2. 1 Rencana Garis

2.3 Displacement

Dasar teori pengertian *displacement* adalah dari hukum Archimedes, yang mengatakan bahwa benda padat yang dimasukkan kedalam zat cair akan mendapat gaya tekan keatas sebesar berat zat cair yang dipindahkan. Gaya tekan air keatas (*buoyancy*) adalah resultant dari gaya-gaya yang arahnya

keatas yang ditimbulkan oleh desakan air pada benda yang terapung dan besarnya sebanding dengan berat air yang dipindahkan oleh benda tersebut. Jadi *displacement* adalah jumlah air dalam ton yang dipindahkan oleh kapal yang terapung. Kapal yang terapung di air akan mendapat gaya tekan air keatas yang besarnya sama dengian volume badan kapal yang tercelup dikalikan dengan berat jenis air, hal ini umumnya disebut *displacement* kapal.

Apabila kapal mengapung pada cairan yang mempunyai perbedaan density maka akan mengalami perubahan :

1. Apabila *displacement* kapal tetap maka volume *displacement* kapal akan berubah sehingga *draft* kapal pun akan berubah.
2. Apabila volume *displacement* kapal tetap maka *displacement* kapal akan berubah.

$$D = \text{Volume} \times \rho$$

Volume badan kapal yang tercelup air :

$$V = L \times B \times T \times C_b$$

Sehingga :

$$D = L \times B \times T \times C_b \times \rho$$

Keterangan :

L = panjang kapal

B = lebar kapal

T = Sarat kapal

C_b = koefisien block

ρ = berat jenis air

Sesuai dengan hukum Archimides besarnya *displacement* (D) akan sama dengan berat kapal itu sendiri.

$D = \text{Berat kapal kosong} + \text{Daya angkut kapal.}$

Berat kapal kosong (*Light Weight Tonnage*) terdiri dari :

1. Berat baja kapal : berat baja badan kapal, *super structure* dan *deck house*
Berat peralatan : jangkar, rantai jangkar, mesin jangkar, tali temali, *capstan*, mesin kemudi, mesin *winch*, *derrick boom*, *mast*, ventilasi, alat- alat navigasi, *lift buoy*, *david* dll.

2. Berat permesinan kapal : motor induk, motor bantu, ketel, pompa, kompresor, separator, botol angin, *cooler*, *intermediate shaft*, *propeller shaft*, *propeller*, bantalan-bantalan poros, *reduction gear* dan seluruh peralatan yang ada dalam kamar mesin.

Daya angkut kapal / Bobot Mati (*Dead Weight Tonnage*)

Daya angkut kapal terdiri dari berat muatan, perbekalan, bahan bakar, air tawar, minyak pelumas, penumpang dan awak kapal yang diangkut oleh kapal pada waktu dimuati sampai garis muat maksimum. Titik tekan dari gaya keatas yang merupakan titik tekan dari volume badan kapal yang tercelup air disebut *longitudinal centre of buoyancy* (LCB) untuk arah memanjang kapal, sedangkan *vertical centre of buoyancy* (VCB) untuk arah vertikal. Titik berat dari kapal sendiri secara memanjang disebut *longitudinal centre of gravity* (LCG) dan arah vertikal disebut *vertical centre of gravity* (VCG).

Perlu diingat bahwa gaya berat dari kapal bekerja dengan arah vertikal kebawah, sedangkan *displacement* merupakan gaya tekan yang bekerja dengan arah vertikal keatas.

2.4 Koefisien Bentuk

Koefisien bentuk kapal atau lebih dikenal dengan *coefficient of fineness* merupakan perbandingan antara suatu bentuk karene kapal terhadap bidang persegi atau volume dari pada bentuk kotak yang siku-siku. Bentuk kelangsingan dan kemontokan suatu kapal dapat dilihat sesuai dengan nilai koefisien bentuknya.

Karakteristik dari suatu kapal dapat dilihat berdasarkan nilai koefisien bentuknya yang terdiri dari :

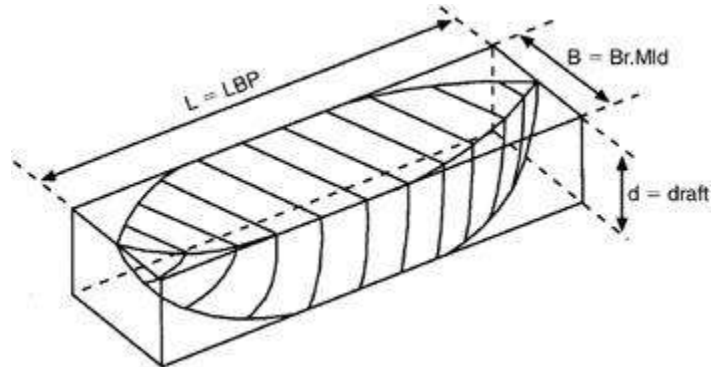
1. Koefisien balok (C_b) yaitu perbandingan antara isi karene dengan isi suatu balok yang dibatasi panjang L , lebar B dan tinggi T . Untuk mendapatkan nilai koefisien balok dapat dipakai rumus AYRE :

$$C_b = 1,05 - 1,67 \sqrt{g.L}$$

V = kecepatan dinas (m/s) L = Panjang kapal (m)

g = gravitasi (9,8 m/s)

Koefisien blok bisa dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Koefisien Blok

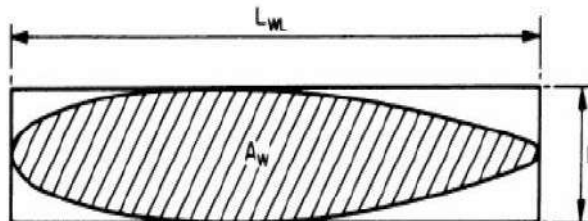
2. Koefisien bidang garis air (C_w) yaitu perbandingan antara luas bidang garis air dengan bidang empat persegi panjang yang dibatasi panjang L dan lebar B . Untuk menentukan nilai C_w dipakai rumus TROOST :

$$C_w = \sqrt{C_b} - 0,025$$

$$C_w = 0,778 C_b + 0,248 \text{ untuk gading U}$$

$$C_w = 0,743 C_b + 0,297 \text{ untuk gading V}$$

Koefisien bidang garis air bisa dilihat pada Gambar 2.3.



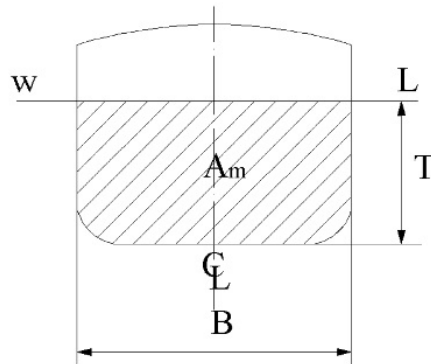
Gambar 2.3 Koefisien Garis Air

3. Koefisien penampang tengah kapal (C_m) yaitu perbandingan antara luasan penampang tengah kapal yang tercelup air dengan luas segi empat yang dibentuk oleh lebar B dan sarat air T .

Koefisien midship dapat ditentukan menurut Vam Lammeren :

$$C_m = 0,90 + 0,10 \sqrt{C_b}$$

Koefisien penampang tengah kapal bisa dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Koefisien Midship

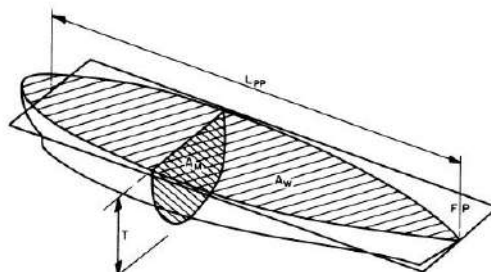
4. Koefisien Prismatic (C_p) yaitu perbandingan antara volume badan kapal dibawah permukaan air (isi karene) dengan volume prisma yang dibentuk oleh luas middle A_m (midship) dan panjang kapal L . Untuk menentukan koefisien prismatic dapat dicari dengan rumus :

$$\text{TROOST : } C_p = 1,156 - 2,09 V \sqrt{g \cdot L} \quad (2.7)$$

$$V = \text{kecepatan dinas (m/s)} \quad C_p = 1,156 - 1,97 V \sqrt{g \cdot L}$$

$$V = \text{kecepatan dinas (m/s)}$$

Koefisien prismatic kapal bisa dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Koefisien Prismatic

2.5 Kecepatan Kapal

Setiap benda yang bergerak memiliki kecepatan. Kecepatan merupakan besaran turunan yang diturunkan dari besaran pokok panjang dan waktu, dimana rumus kecepatan yaitu jarak dibagi waktu. Kecepatan merupakan besaran 10atasa yang menunjukkan seberapa cepat benda berpindah. Besar dari 10atasa ini disebut dengan kelajuan dan dinyatakan dalam satuan meter per sekon (m/s).

Uji Kecepatan dilakukan untuk menetapkan kecepatan kapal pada kekuatan poros yang ditentukan pada draft dan trim tertentu di bawah apa yang disebut kondisi ideal. Di bawah garis air, lambung tidak mengalami gesekan oleh angin tidak ada angin, tidak ada arus, dan tidak ada gelombang. Untuk menetapkan hubungan kecepatan kapal harus dalam kondisi draft dan trim yang ditentukan. Dengan menentukan kecepatan dan daya pada pengaturan daya mesin yang berbeda dan mengoreksinya untuk kondisi yang tidak ideal, hubungan kecepatan-daya untuk kapal dalam rancangan percobaan dan keseimbangan dapat dibuat. (van den Boom, Henk & Hasselaar, Thijs. 2020).

Persiapan dan pelaksanaan uji kecepatan/daya merupakan faktor penting dalam akurasi penentuan kinerja. Pendekatan dasarnya adalah untuk mencapai kondisi tunak dimana arus dapat dihilangkan dan hambatan tambahan yang disebabkan oleh angin, gelombang, viskositas dan densitas air laut dan kedalaman air dapat dikoreksi dengan metode yang baik. Karena metode koreksi tersebut dibatasi dalam penerapannya, 11 atas kedalaman air minimum, kecepatan angin, tinggi gelombang dan arah gelombang harus diperhatikan. Penjelasan rinci tentang persyaratan dapat ditemukan di (ITTC 2012a).

2.6 Tahanan Kapal

Setiap benda yang bergerak memiliki tahanan. Tahanan tersebut mempengaruhi dari pergerakan benda tersebut. Pada kapal tahanan seringkali disebut sebagai tahanan. Menurut Couser (1977) menjelaskan bahwa pada kapal yang bergerak di perairan memiliki dua komponen utama tahanan yaitu tegangan normal dan tegangan geser. Pada tegangan normal terbagi menjadi dua komponen yaitu tegangan gelombang dan tegangan viskos. Lalu oleh Molland (2008) pengelompokkan tahanan disederhanakan menjadi tahanan viskos dan tahanan gelombang.

Berdasarkan standar dari ITTC mengelompokkan bahwa tahanan terdiri dari tahanan viskos yang memiliki kaitan dengan bilangan Reynolds dan

tahanan gelombang yang memiliki kaitan dengan angka Froude. Persamaan antara dua tahanan tersebut adalah sebagai berikut:

$$R_{\text{total}} = R_{\text{viskos}} + R_{\text{wave}} = (1 + k) R_F + R_{\text{wave}}$$

Sedangkan untuk total tahanan atau tahanan pada kapal berkaitan dengan fungsi luasan kapal itu sendiri. Semakin luas sebuah permukaan kapal, maka total tahanan atau tahanan kapal tersebut lebih besar. Berikut persamaan tahanan total kapal:

$$R_{\text{total}} = 1/2 \rho \times C_{\text{total}} \times WSA \times v^2$$

Dimana:

ρ : Massa jenis (ton/m^3)

C_{total} : Koefisien tahanan total

WSA : Luasan bidang basah (m^2)

v : Kecepatan kapal (m/s)

Tahanan total kapal terdiri dari beberapa komponen diantaranya sebagai berikut:

1. Tahanan gesek

Tahanan gesek adalah salah satu komponen tahanan pada kapal yang berkaitan dengan gaya yang muncul akibat adanya gesekan antara molekul *fluida*. (Susilo, et al., 2013).

Menurut harvald (1983) tahanan gesek merupakan salah satu komponen yang didapatkan melalui proses pengintegralan tegangan tangensial ke seluruh permukaan basah (WSA) kapal dimana terjadi sesuai dengan arah gerak kapal. Penyebab munculnya tahanan gesek yaitu adanya viskositas. Pada tahanan gesek, koefisien (CF) diperoleh melalui percobaan di tangki uji. Oleh karena itu dibutuhkan cara yang sama untuk menghitung gesekan permukaan dan digunakan untuk mengembangkan data yang didapat dari model kapal. Besarnya tahanan gesek kapal berkaitan dengan bilangan Reynolds, luas permukaan basah, dan tingkat kekasaran pada permukaan kapal. Kaitan tersebut disajikan dalam bentuk persamaan berikut:

$$Re = \frac{V \times L}{\nu}$$

Tahanan gesek dipengaruhi kecepatan kapal, luas permukaan basah, dan massa jenis *fluida*. Sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$R F = \frac{1}{2} \rho \times C F \times W S A \times v^2$$

Sedangkan nilai koefisien gesek dipengaruhi bilangan Reynolds, sifat aliran, bentuk permukaan, sifat dan kondisi dari permukaan kapal. Sehingga didapatkan persamaan mengenai kaitan diatas sebagai berikut:

$$C F = \frac{R F}{\frac{1}{2} \rho \times W S A \times v^2}$$

2. Tahanan Sisa

Menurut Harvald (1983) menjelaskan bahwa komponen terbesar pada tahanan sisa adalah tahanan gelombang. Selain itu terdapat komponen lainnya berupa tahanan tekan dan tahanan gesek tambahan yang diakibatkan adanya bentuk benda tiga dimensi. Besarnya tahanan sisa adalah selisih antara tahanan total dengan koefisien tahanan gesek.

3. Tahanan Viskos

Tahanan viskos merupakan komponen yang didapatkan dari proses mengintegalkan gaya normal yang bekerja di lambung kapal. Besarnya tahanan viskos berkaitan dengan bentuk lambung kapal. Selain itu, besarnya tahanan viskos merupakan penjumlahan dari tahanan bentuk, tahanan gesek lambung kapal, dan tahanan lambung kapal.

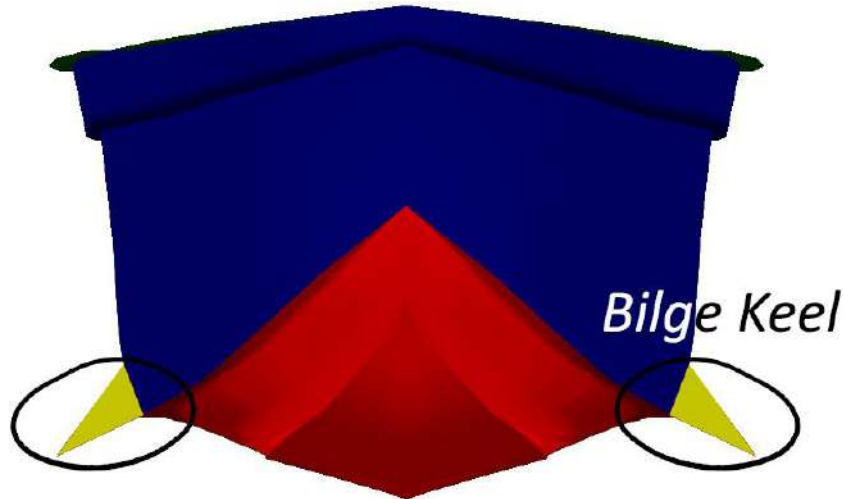
4. Tahanan Gelombang

Tahanan gelombang merupakan tahanan yang memiliki kaitan dengan energy yang digunakan untuk pembentukan gelombang gravitasi maupun gaya normal *fluida* yang bekerja pada seluruh badan kapal.

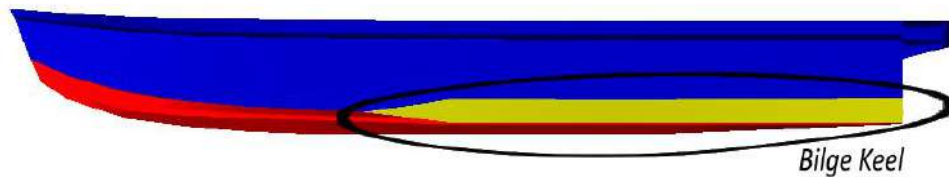
2.7 Bilge Keel

Bilge keel adalah alat untuk menahan gerak oleng kapal dimana fungsinya sebagai alat penambah stabilitas kapal. Pemasangan *bilge keel* harus ditempatkan sejauh mungkin dari sumbu oleng dan mengarah kearah atau sejajar sumbu tersebut. *Bilge keel* ini biasanya dipasang hanya pada 1/2 L atau 1/3 L bagian tengah kapal dan ditempatkan pada bagian *bilge keel* sejauh *pararel midel body*. Ujung depan dan belakang *bilge keel* harus berbentuk

miring sebaik mungkin agar kotoran dan tali-menali tidak tersangkut. (J.L Gaol, 1994)



Gambar 2.6 Tampak depan kapal dengan *Bilge Keel*



Gambar 2.7 Tampak samping kapal dengan *Bilge Keel*

Dari semua gerakan kapal (*heave, pitch, roll, dll*) baru *rolling motion* yang dapat dicari nilai dampungnya dan diketahui cara menanggulangnya. Saat perhitungan stabilitas menghasilkan nilai sudut *rolling* yang besar, maka beberapa pertimbangan perlu dilakukan demi kepentingan keamanan dari kapal itu sendiri. Beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengurangi gaya berlebihan yang dialami kapal adalah:

1. Meningkatkan Nilai *Damping Coefficient*

Damping berarti "disipasi energi" atau pengurangan energi. Pengurangan nilai *damping* ini akan efektif apabila nilai osilasi berada di sekitar daerah resonansi. Untuk peningkatan *damping coefficient* ini ditambahkan *bilge keel* pada kapal.

2. Mengurangi Frekuensi Natural dari Kapal.

Cara menguranginya dapat dengan meningkatkan periode natural. Tidak selalu merubah natural frekuensi adalah keputusan yang tepat untuk mengurangi *motion* pada kapal. Karena dikhawatirkan perubahan frekuensi menyebabkan nilai frekuensi natural dari kapal akan sama dengan frekuensi natural dari gelombang yang akan menyebabkan osilasi.

3. Merubah Gaya Penyebab Gerakan

Metode ini dikenal dengan *equilibrium stabilization* (penyeimbang stabilitas). Caranya adalah memberikan fase berlawanan dari gaya pembangkit gerakan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kawahera et.al (2009), *bilge keel* ini dapat menghasilkan 15.50% nilai *roll damping* keseluruhan yang didapat oleh kapal. Maka dari itu nilai koefisien *roll damping* ini akan semakin besar dengan semakin besarnya ukuran *bilge keel*. Namun sekali lagi, penentuan dimensi *bilge keel* ini harus melihat kondisi lingkungan dimana kapal beroperasi. Karena jika *bilge keel* terlalu besar, maka ditakutkan nantinya akan terjadi *grounding* dan justru akan membahayakan kondisi kapal.

Pemasangan *bilge keel* dapat meningkatkan tinggi *metacentre* kapal, dimana *metacentre* akan berpengaruh terhadap stabilitas kapal. Semakin tinggi *metacentre* kapal akan memberikan hasil yang positif terhadap stabilitas suatu kapal. Namun dengan adanya pemasangan *bilge keel* pada kapal akan mengurangi kecepatan kapal karena *bilge keel* tersebut akan menambah tahanan gerak kapal (Gaol, 1994)

2.8 Software Bantu

Dalam pengerjaan proses modifikasi dan analisa tentunya dibutuhkan *software* bantuan yang dapat membantu proses pengerjaan. *Software* yang digunakan diantaranya adalah :

2.7.1 Autocad

AutoCad merupakan singkatan dari *Computer Aided Drafting and Design* yang digunakan dalam bidang sipil, *mechanical engineering*

dan pekerjaan lainnya yang berkaitan dengan desain objek tertentu. Salah satu *software* CAD yang banyak digunakan dalam industri adalah AutoCAD. AutoCAD merupakan *software* yang mampu membuat gambar 2 dimensi dan juga 3 dimensi.

2.7.2 Maxsurf

Maxsurf adalah serangkaian *software* yang berbasis NURB (Non Uniform, *Rational* B-spline Surface) perusahaan *software* Bentley *Enginnering* yang dapat digunakan untuk membantu proses desain kapal. Di dalam rangkain *software* maxsurf terdapat beberapa *software* diantaranya adalah :

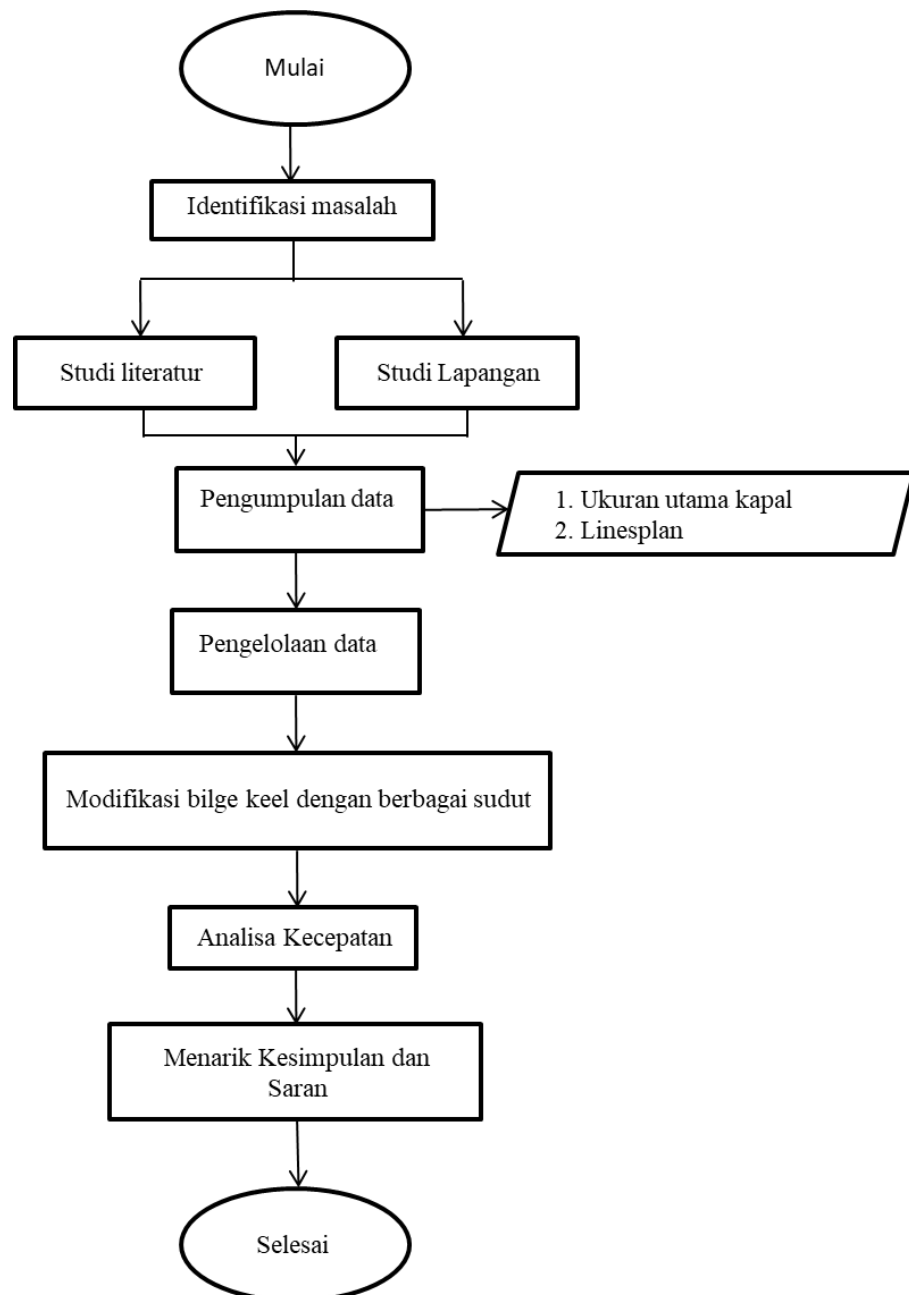
1. Maxsurf modeller digunakan untuk membuat desain 3D kapal serta menganalisa hidrostatis sederhana.
2. Maxsurf resistance digunakan untuk melakukan analisa hambatan kapal.
3. Maxsurf motion digunakan untuk analisa olah gerak kapal secara dinamis.
4. Maxsurf structure digunakan untuk analisa sebuah kekuatan kapal.

Dalam penelitian tugas akhir ini *software* maxsurf yang digunakan adalah Maxsurf modeller untuk membuat model kapal dalam bentuk 3D dan Maxsurf resistance untuk menganalisa hambatan kapalnya Metode ini dikenal dengan *equilibrium stabilization* (penyeimbang stabilitas). Caranya adalah memberikan fase berlawanan dari gaya pembangkit gerakan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Penulisan Proposal Tugas Akhir

Proses pengerjaan proposal tugas akhir ini diuraikan berdasarkan dengan diagram alir yang telah direncanakan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap awal penelitian. Dalam tahap ini, peneliti melakukan pengambilan keputusan atau penentuan suatu topik permasalahan dan mengidentifikasinya. Tahap ini penting karena peneliti dapat memperinci hal apa saja yang perlu dan menjadi pokok pembahasan yakni berkaitan dengan rumusan masalah dan tujuan dari permasalahan tersebut. Dalam tugas akhir ini, penulis melakukan analisis kecepatan pada berbagai sudut kemiringan penambahan *bilge keel* pada kapal nelayan di Desa Tanjung Wido.

3.3 Studi Literatur

Literatur yang akan digunakan dalam penelitian ini berupa buku buku sumber referensi seperti *rule and regulation* klasifikasi kapal, buku buku penunjang, artikel, majalah, internet, dan sumber-sumber lainnya yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam mendesain dan menganalisa kecepatan kapal.

3.4 Studi Lapangan

Pada tahap studi lapangan diperlukan untuk mendapatkan informasi secara nyata terhadap objek yang akan diteliti. Penulis melakukan studi lapangan pada kegiatan reparasi kapal nelayan dalam Bina Desa 2021.

3.5 Pengumpulan Data

Setelah ditemukan beberapa opsi, perlu dilakukan observasi langsung untuk melihat kondisi kapal. Hal ini dimaksudkan untuk melihat kesesuaian proses perbaikan stabilitas kapal agar dapat memantapkan proses pemilihan opsi. Selain Observasi dilakukan juga proses pengambilan data. data berupa dimensi, perlengkapan kapal, dan ukuran bagian-bagian kapal yang bertujuan untuk pembuatan ulang desain kapal beserta analisis kemampuan stabilitas kapal.

3.6 Pengolahan Data

Setel ditemukan ukuran utama kapal beserta data perlengkapan kapal, data diolah menjadi:

1. Gambar rencana garis / *linesplan*

Pembuatan rencana garis didapatkan dengan mencari ukuran proyeksi melintang kapal pada tiap *frame* pada kapal. Dari data tersebut dibuatkan *body plan* kapal beserta *sheer plan* dan *half bread plan* pada kapal.

2. Penentuan titik berat kapal

Penentuan titik berat kapal memerlukan data perlengkapan beserta berat, posisi perlengkapan dari LCG kapal. Penentuan LCG akan didapatkan setelah gambar kapal dibuatkan model 3d kapal.

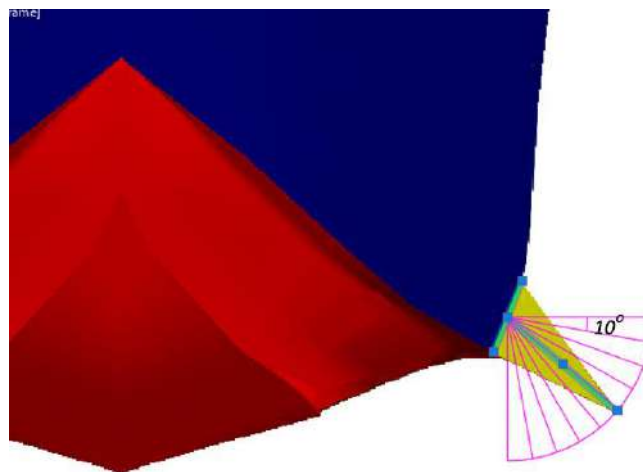
3. Model 3d kapal

Gambar *linesplan* yang sudah didapatkan akan di 3d kan dengan *software* maxsurf modeler.

4. Analisis kecepatan kapal.

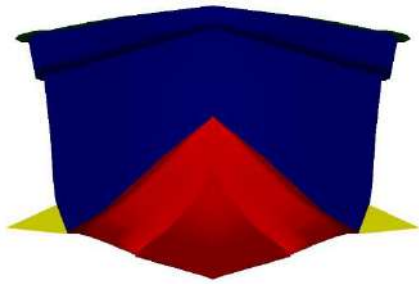
Analisis kecepatan kapal menggunakan *software* maxsurf resistance.

3.7 Modifikasi *Bilge Keel* dengan berbagai sudut

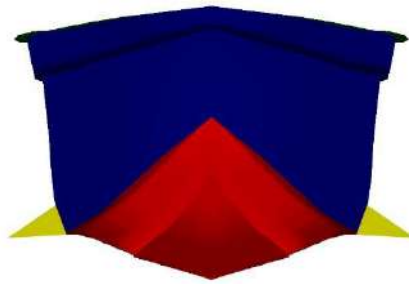


Gambar 3.2 Variasi sudut *Bilge Keel*

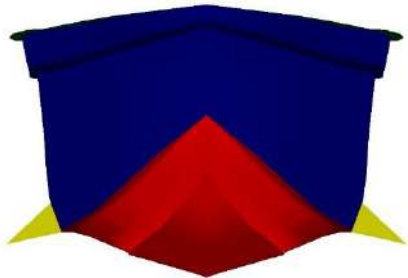
Modifikasi dilakukan sesuai dengan pemilihan opsi yang akan di ajukan yaitu pada sudut 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, dan 80 dengan *software* maxsurf modeler.



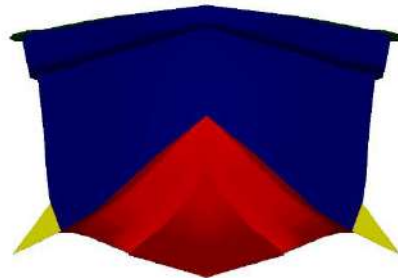
Gambar 3.3 *Bilge Keel* dengan sudut 10°



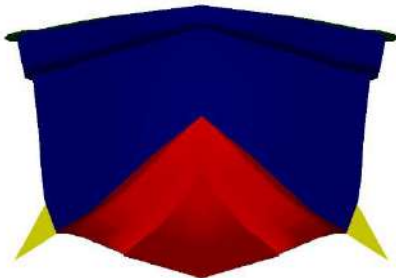
Gambar 3.4 *Bilge Keel* dengan sudut 20°



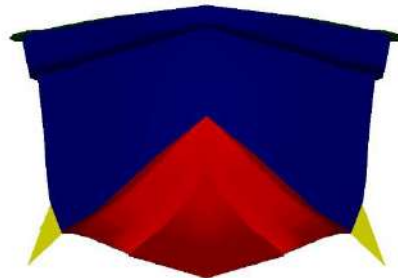
Gambar 3.5 *Bilge Keel* dengan sudut 30°



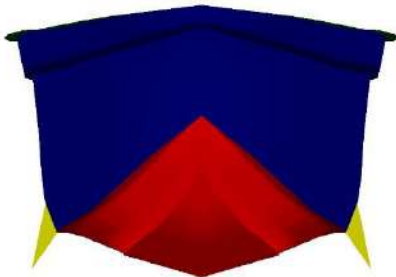
Gambar 3.6 *Bilge Keel* dengan sudut 40°



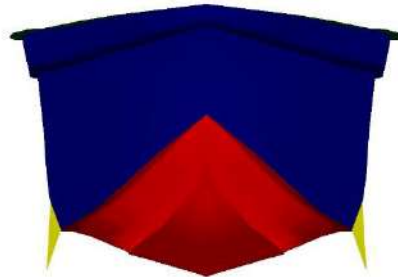
Gambar 3.7 *Bilge Keel* dengan sudut 50°



Gambar 3.8 *Bilge Keel* dengan sudut 60°



Gambar 3.9 *Bilge Keel* dengan sudut 70°



Gambar 3.10 *Bilge Keel* dengan sudut 80°

3.8 Analisa Kecepatan

Setelah melakukan tahap modifikasi selanjutnya adalah melakukan analisa kecepatan kapal dengan menggunakan *software* maxsurf resistance.

3.9 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil perhitungan dan analisa data yang telah dilakukan, maka akan ditarik kesimpulan utama dan saran saran bagi pembaca untuk memudahkan memahami hasil analisa.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Kapal

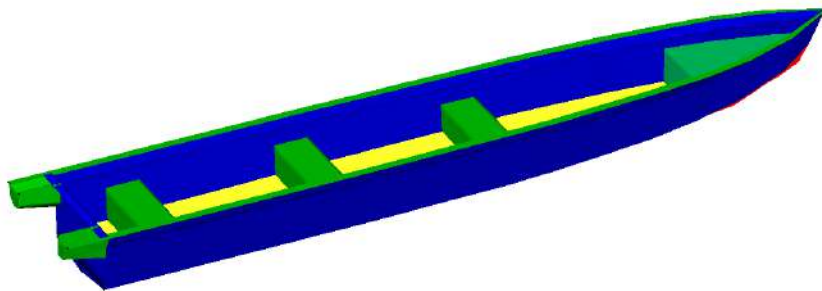
4.1.1. Data Utama Kapal

Berdasarkan data yang diperoleh dari kegiatan Bina Desa 2021, ukuran utama kapal tersebut adalah sebagai berikut.

<i>Length Over All (LOA)</i>	: 9.6 m
<i>Length Between Perpendicular (LPP)</i>	: 9 m
<i>Beam (B)</i>	: 1.5 m
<i>Depth (H)</i>	: 1 m
<i>Draught (T)</i>	: 0.3 m
<i>Vs</i>	: 12 knots

4.1.2. Pemodelan dengan Maxsurf Modeler

Data yang diperoleh diatas kemudian dijadikan model lambung kapal dengan menggunakan *software* maxsurf modeler. Model yang dibuat adalah model tanpa sirip dan katir pipa. Berikut adalah pemodelan yang telah dibuat :



Gambar 4.1 model awalan

Dari hasil pemodelan awal maka diperoleh nilai hidrostatis sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Hidrostatik untuk kapal pemodelan awal

	<i>Measurement</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
1	<i>Displacement</i>	1553	kg
2	<i>Volume (displaced)</i>	1.643	m ³
3	<i>Draft Amidships</i>	0.3	m

4	<i>Immersed depth</i>	0.3	m
5	<i>WL Length</i>	8.457	m
6	<i>Beam max extents on WL</i>	1.181	m
7	<i>Wetted Area</i>	16.959	m ²
8	<i>Max sect. area</i>	0.246	m ²
9	<i>Waterpl. Area</i>	8.619	m ²
10	<i>Prismatic coeff. (Cp)</i>	0.791	
11	<i>Block coeff. (Cb)</i>	0.548	
12	<i>Max Sect. area coeff. (Cm)</i>	0.693	
13	<i>Waterpl. area coeff. (Cwp)</i>	0.863	
14	<i>LCB length</i>	3.566	<i>from zero pt. (+ve fwd) m</i>
15	<i>LCF length</i>	3.728	<i>from zero pt. (+ve fwd) m</i>
16	<i>LCB %</i>	42.161	<i>from zero pt. (+ve fwd) % Lwl</i>
17	<i>LCF %</i>	44.081	<i>from zero pt. (+ve fwd) % Lwl</i>
18	<i>KB</i>	0.194	m
19	<i>KG fluid</i>	0	m
20	<i>BMt</i>	0.533	m
21	<i>BML</i>	25.823	m
22	<i>GMt corrected</i>	0.728	m
23	<i>GML</i>	26.017	m
24	<i>KMt</i>	0.728	m
25	<i>KML</i>	26.017	m
26	<i>Immersion (TPc)</i>	0.088	<i>tonne/cm</i>
27	<i>MTc</i>	0.052	<i>tonne.m</i>
28	<i>RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)</i>	21.388	kg.m
29	<i>Length:Beam ratio</i>	7.162	
30	<i>Beam:Draft ratio</i>	3.936	
32	<i>Precision</i>	<i>Highest</i>	<i>216 stations</i>

Displacement merupakan jumlah berat cairan yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup. Pada Tabel 4.1 diketahui besarnya *displacement* kapal pada sarat penuh yaitu 1684 kg.

4.1.3. Perencanaan Distribusi Beban

Perencanaan distribusi beban merupakan tahap pembagian beban yang akan di distribusikan pada kapal nelayan Desa Tanjung Widoro merupakan kapal yang telah ada maka hanya dilakukan penggambaran distribusi beban pada kapal, seperti peletakkan *safety equipment*, *ballast*

dan lain-lain. Pada kapal tersebut. Perencanaan distribusi beban tersebut didasarkan pada keadaan sesuai kondisi nyata dan gambar rencana umum (general arrangement) dari kapal tersebut.

Hasil distribusi beban tersebut akan diperoleh nilai LCG (*Longitudinal Center of Gravity*), VCG (*Vertical Center of Gravity*), dan TCG (*Transversal Center of Gravity*). Nilai LCG merupakan letak titik berat kapal secara memanjang pada kapal. Pada distribusi berikut titik 0 (nol) pada LCG terletak pada AP kapal atau *after perpendicular* yang merupakan garis tegak yang dibuat pada bagian buritan dan dilalui linggi kemudi kapal. Sedangkan nilai VCG merupakan besarnya jarak antara *keel* atau *baseline* atau dasar kapal dengan letak titik berat kapal secara melintang atau biasanya dinotasikan dengan KG. Pada perencanaan distribusi akan diperoleh nilai berat total (*displacement total*) dalam satuan kg dan *draft* pada *midship* yang digunakan sebagai dasar perhitungan tahanan kapal. Berikut merupakan distribusi beban pada pemodelan awal kapal.

Tabel 4.2 Data *Loadcase* model awal

LWT	bagian	luasan	kg/cm2	berat	LCG	TCG	VCG
1	bottom	9.495	11.6	110.142	399.92	0	11.87
2	sisi	13.071	10.6	138.553	425.02	0	56.99
3	sandaran	1.704	8.3	14.1432	428.27	0	91.13
4	transome	1.103	10.6	11.6918	-0.63	0	57.22
5	kursi 1	1.401	8.3	11.6283	79.91	0	48.11
6	kursi 2	1.334	8.3	11.0722	279.91	0	49.3
7	kursi 3	1.222	8.3	10.1426	479.8	0	50.5
8	locker	1.19	8.3	9.877	766.7	0	65.78
9	deck	6.627	8.3	55.0041	362.81	0	26.61
10	poop	0.831	10.6	8.8086	-26.04	0	77.15
11	gading	57048.9	10.9	62.1833	409.92	0	44.0047
12	jangkar			40	756	0	50
13	mesin			36	-6.93	0	60.6
DWT 50%	bagian			berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar			9.24	21.51	0	27.3
2	safty equipment			30	766.67	0	65.77
3	penumpang (5 * 60 kg)			300	280	0	76
DWT 100%	bagian			berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar			18.48	21.51	0	27.3
2	safty equipment			60	766.67	0	65.77
3	penumpang (9 * 60 kg)			540	280	0	76

Dari tabel *loadcase* tersebut bisa diperoleh hasil *equilibrium* (keseimbangan) yang nantinya akan dimasukkan di maxsurf resistance untuk dianalisa hambatannya, berikut tabelnya :

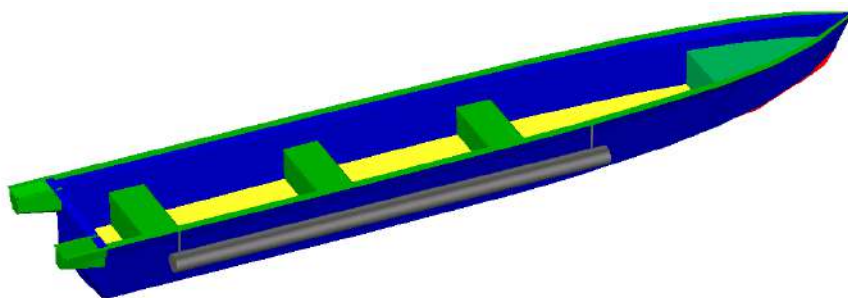
Tabel 4.3 Data *equilibrium* model awal

<i>Measurement</i>	<i>Value</i>
<i>Draft Amidships m</i>	0.242
<i>Displacement kg</i>	1138
<i>Draft at FP m</i>	0.245
<i>Draft at AP m</i>	0.239
<i>Trim (+ve by stern) m</i>	-0.006

4.2. Modifikasi Pemodelan kapal

4.2.1. Pemodelan Dengan Katir Pipa

Pemodelan dengan menambah pipa dengan diameter 12" atau 30 cm sepanjang 5 m di samping lambung kapal. Berikut pemodelannya :



Gambar 4.2 model katir pipa

Dari hasil pemodelan penambahan katir pipa maka diperoleh nilai hidrostatik sebagai berikut :

Tabel 4.4 Data Hidrostatik untuk kapal pemodelan katir pipa

	<i>Measurement</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
1	<i>Displacement</i>	1684	kg
2	<i>Volume (displaced)</i>	1.643	m ³
3	<i>Draft Amidships</i>	0.3	m
4	<i>Immersed depth</i>	0.3	m
5	<i>WL Length</i>	8.457	m
6	<i>Beam max extents on WL</i>	1.181	m
7	<i>Wetted Area</i>	16.959	m ²
8	<i>Max sect. area</i>	0.246	m ²
9	<i>Waterpl. Area</i>	8.619	m ²

10	<i>Prismatic coeff. (Cp)</i>	0.791	
11	<i>Block coeff. (Cb)</i>	0.548	
12	<i>Max Sect. area coeff. (Cm)</i>	0.693	
13	<i>Waterpl. area coeff. (Cwp)</i>	0.863	
14	<i>LCB length</i>	3.566	<i>from zero pt. (+ve fwd) m</i>
15	<i>LCF length</i>	3.728	<i>from zero pt. (+ve fwd) m</i>
16	<i>LCB %</i>	42.161	<i>from zero pt. (+ve fwd) % Lwl</i>
17	<i>LCF %</i>	44.081	<i>from zero pt. (+ve fwd) % Lwl</i>
18	<i>KB</i>	0.194	m
19	<i>KG fluid</i>	0	m
20	<i>BMt</i>	0.533	m
21	<i>BML</i>	25.823	m
22	<i>GMt corrected</i>	0.728	m
23	<i>GML</i>	26.017	m
24	<i>KMt</i>	0.728	m
25	<i>KML</i>	26.017	m
26	<i>Immersion (TPc)</i>	0.088	tonne/cm
27	<i>MTc</i>	0.052	tonne.m
28	<i>RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)</i>	21.388	kg.m
29	<i>Length:Beam ratio</i>	7.162	
30	<i>Beam:Draft ratio</i>	3.936	
32	<i>Precision</i>	<i>Highest</i>	216 stations

Untuk tabel distribusi beban model katir pipa yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.5 Data Loadcase model katir pipa

LWT	bagian	luasan	kg/cm2	Berat	LCG	TCG	VCG
1	<i>bottom</i>	9.495	11.6	110.14	399.93	0	11.87
2	<i>sisi</i>	13.071	10.6	138.55	425.02	0	56.99
3	<i>Sandaran</i>	1.704	8.3	14.143	428.27	0	91.13
4	<i>Transome</i>	1.103	10.6	11.692	-0.63	0	57.22
5	<i>kursi 1</i>	1.402	8.3	11.637	79.91	0	48.09
6	<i>kursi 2</i>	1.334	8.3	11.072	279.91	0	49.3
7	<i>kursi 3</i>	1.222	8.3	10.143	479.79	0	50.49
8	<i>locker</i>	1.19	8.3	9.877	766.67	0	65.77
9	<i>deck</i>	6.627	8.3	55.004	362.58	0	26.61
10	<i>poop</i>	0.831	10.6	8.8086	-26.04	0	77.15
11	<i>gading</i>	57048.9	10.9	62.1833	409.92	0	44.0047
12	<i>jangkar</i>			40	756	0	50
13	<i>mesin</i>			36	-6.93	0	60.6
14	<i>pipa kecil</i>	0.1	29.28	2.928	318.26	0	72.92
15	<i>pipa besar</i>	6.384	12.824	81.87	322.79	0	49.91
16	<i>tutup pipa</i>	0.128	12.8242	1.6415	322.79	0	49.91

DWT 50%	bagian	berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar	9.24	21.51	0	27.3
2	safty equipment	30	766.67	0	65.77
3	penumpang (5 * 60 kg)	300	280	0	76
DWT 100%	bagian	berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar	18.48	21.51	0	27.3
2	safty equipment	60	766.67	0	65.77
3	penumpang (9 * 60 kg)	540	280	0	76

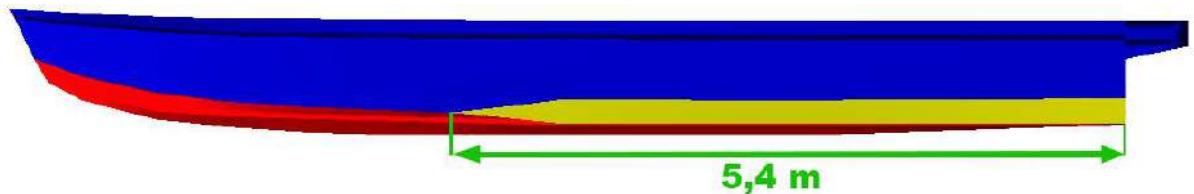
Dari tabel *loadcase* tersebut bisa diperoleh hasil *equilibrium* (keseimbangan), berikut tabelnya :

Tabel 4.6 Data *equilibrium* model katir pipa

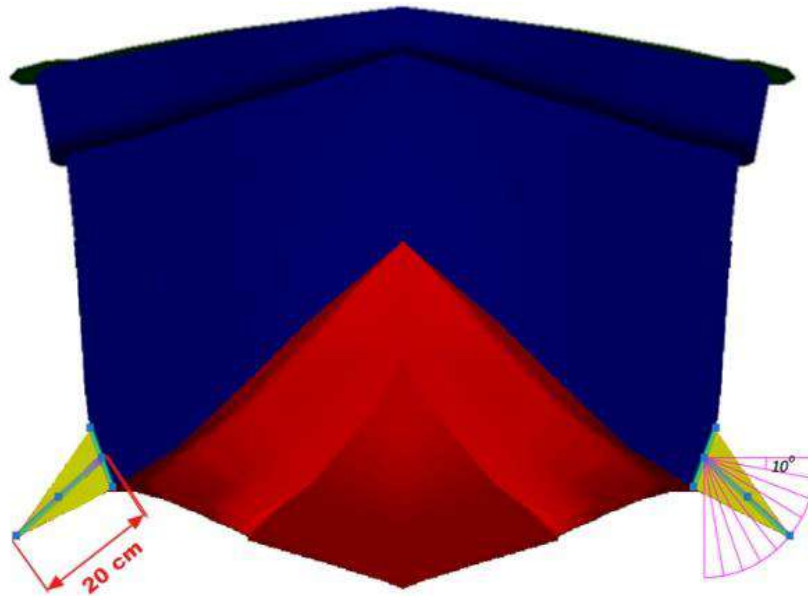
Measurement	Value
Draft Amidships m	0.246
Displacement kg	1224
Draft at FP m	0.238
Draft at AP m	0.254
Trim (+ve by stern) m	0.016

4.2.2. Pemodelan *Bilge Keel* Dengan sudut 10°

Model ini adalah kapal dengan penambahan *Bilge Keel* dengan sudut kemiringan 10°. Karena laporan ini merupakan lanjutan dari Tugas Akhir “Analisis Perbaikan Stabilitas Kapal Bantuan Pemerintah Untuk Nelayan Di Desa Tanjung Widoro”, dimensi dan peletakan *bilge keel* mengacu pada tugas akhir tersebut dengan dimensi panjang sirip yaitu 5,4 m dan lebar 20 cm serta peletakannya yaitu antara 27,8 cm dan 16 cm diatas baseline.

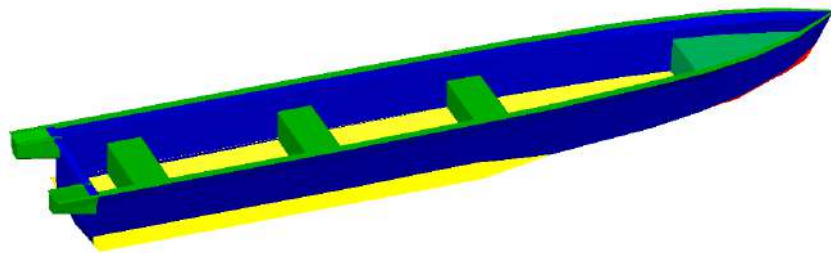


Gambar 4.3 dimensi Panjang *bilge keel*



Gambar 4.3 dimensi lebar bilge keel

Berikut pemodelan *bilge keel* sudut 10°:



Gambar 4.3 model *bilge keel* sudut 10°

Dari hasil pemodelan tersebut maka diperoleh nilai hidrostatik sebagai berikut :

Tabel 4.7 Data Hidrostatik untuk model *bilge keel* sudut 10°

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	1167	kg
2	Volume (displaced)	1.359	m ³
3	Draft Amidships	0.3	m
4	Immersed depth	0.3	m
5	WL Length	8.457	m
6	Beam max extents on WL	1.181	m
7	Wetted Area	21.147	m ²
8	Max sect. area	0.267	m ²
9	Waterpl. Area	8.224	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.601	
11	Block coeff. (Cb)	0.454	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.755	

13	<i>Waterpl. area coeff. (Cwp)</i>	0.823	
14	<i>LCB length</i>	3.824	<i>from zero pt. (+ve fwd) m</i>
15	<i>LCF length</i>	3.711	<i>from zero pt. (+ve fwd) m</i>
16	LCB %	45.21	<i>from zero pt. (+ve fwd) % Lwl</i>
17	LCF %	43.877	<i>from zero pt. (+ve fwd) % Lwl</i>
18	KB	0.205	m
19	<i>KG fluid</i>	0	m
20	BMt	0.607	m
21	BML	28.688	m
22	<i>GMt corrected</i>	0.812	m
23	GML	28.893	m
24	KMt	0.812	m
25	KML	28.893	m
26	<i>Immersion (TPc)</i>	0.084	<i>tonne/cm</i>
27	MTc	0.048	<i>tonne.m</i>
28	<i>RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)</i>	19.74	<i>kg.m</i>
29	<i>Length:Beam ratio</i>	7.162	
30	<i>Beam:Draft ratio</i>	3.936	
32	<i>Precision</i>	<i>Highest</i>	<i>216 stations</i>

Untuk tabel distribusi beban yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.8 Data *Loadcase* model *bilge keel* sudut 10°

LWT	Bagian	luasan	kg/cm ²	berat	LCG	TCG	VCG
1	<i>Bottom</i>	9.495	11.6	110.142	399.93	0	11.87
2	Sisi	13.071	10.6	138.553	425.01	0	56.99
3	sandaran	1.704	8.3	14.1432	428.27	0	91.13
4	<i>transome</i>	1.103	10.6	11.6918	-0.63	0	57.22
5	kursi 1	1.401	8.3	11.6283	80.05	0	42.61
6	kursi 2	1.334	8.3	11.0722	280	0	41.93
7	kursi 3	1.222	8.3	10.1426	479.83	0	42.05
8	<i>Locker</i>	1.19	8.3	9.877	756.27	0	62.99
9	<i>Deck</i>	6.627	8.3	55.0041	357.49	0	24.04
10	<i>Poop</i>	0.831	10.6	8.8086	-26.08	0	77.2
11	Gading	57048.9	10.9	62.1833	409.92	0	44.0047
12	jangkar			40	756	0	50
13	mesin			36	-6.93	0	60.6
14	sirip	4.146	8.3	34.4118	357.71	0	20.86

DWT 50%	bagian	berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar	9.24	21.51	0	70
2	safty equipment	120	830	0	30
3	penumpang (5 * 60 kg)	300	280	0	76
DWT 100%	bagian	berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar	18.48	21.51	0	70
2	safty equipment	240	830	0	30
3	penumpang (9 * 60 kg)	540	280	0	76

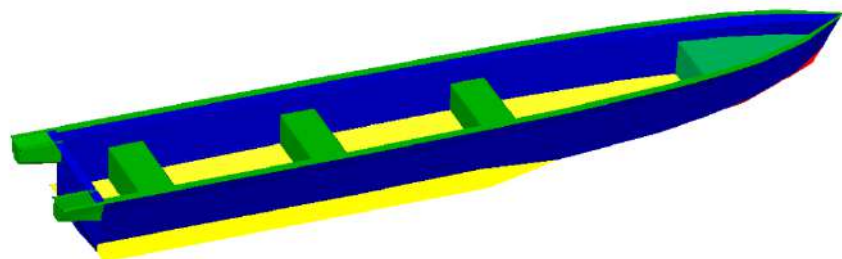
Dari tabel *loadcase* tersebut bisa diperoleh hasil *equilibrium* (keseimbangan), berikut tabelnya :

Tabel 4.9 Data *equilibrium* model *bilge keel* sudut 10°

Measurement	Value
Draft Amidships m	0.349
Displacement kg	1352
Draft at FP m	0.322
Draft at AP m	0.376
Trim (+ve by stern) m	0.054

4.2.3. Pemodelan *Bilge Keel* Dengan sudut 20°

Model ini adalah kapal dengan penambahan *Bilge Keel* dengan sudut kemiringan 20°. Berikut pemodelannya :



Gambar 4.4 model *bilge keel* sudut 20°

Dari hasil pemodelan tersebut maka diperoleh nilai hidrostatik sebagai berikut :

Tabel 4.10 Data Hidrostatik untuk model *bilge keel* sudut 20°

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	1030	kg
2	Volume (displaced)	1.169	m ³
3	Draft Amidships	0.3	m
4	Immersed depth	0.3	m

5	<i>WL Length</i>	8.457	m
6	<i>Beam max extents on WL</i>	1.181	m
7	<i>Wetted Area</i>	21.125	m ²
8	<i>Max sect. area</i>	0.266	m ²
9	<i>Waterpl. Area</i>	6.643	m ²
10	<i>Prismatic coeff. (Cp)</i>	0.519	
11	<i>Block coeff. (Cb)</i>	0.39	
12	<i>Max Sect. area coeff. (Cm)</i>	0.751	
13	<i>Waterpl. area coeff. (Cwp)</i>	0.665	
14	<i>LCB length</i>	4.032	<i>from zero pt. (+ve fwd)</i> m
15	<i>LCF length</i>	4.04	<i>from zero pt. (+ve fwd)</i> m
16	<i>LCB %</i>	47.672	<i>from zero pt. (+ve fwd)</i> % Lwl
17	<i>LCF %</i>	47.768	<i>from zero pt. (+ve fwd)</i> % Lwl
18	<i>KB</i>	0.201	m
19	<i>KG fluid</i>	0	m
20	<i>BMt</i>	0.559	m
21	<i>BML</i>	26.549	m
22	<i>GMt corrected</i>	0.76	m
23	<i>GML</i>	26.751	m
24	<i>KMt</i>	0.76	m
25	<i>KML</i>	26.751	m
26	<i>Immersion (TPc)</i>	0.068	tonne/cm
27	<i>MTc</i>	0.038	tonne.m
28	<i>RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)</i>	15.895	kg.m
29	<i>Length:Beam ratio</i>	7.162	
30	<i>Beam:Draft ratio</i>	3.936	
32	<i>Precision</i>	<i>Highest</i>	216 stations

Untuk tabel distribusi beban yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.11 Data Loadcase model bilge keel sudut 20°

LWT	bagian	luasan	kg/cm2	berat	LCG	TCG	VCG
1	<i>bottom</i>	9.495	11.6	110.142	399.93	0	11.87
2	<i>sisi</i>	13.071	10.6	138.553	425.01	0	56.99
3	<i>sandaran</i>	1.704	8.3	14.1432	428.27	0	91.13
4	<i>transome</i>	1.103	10.6	11.6918	-0.63	0	57.22
5	<i>kursi 1</i>	1.401	8.3	11.6283	80.05	0	42.61
6	<i>kursi 2</i>	1.334	8.3	11.0722	280	0	41.93
7	<i>kursi 3</i>	1.222	8.3	10.1426	479.83	0	42.05
8	<i>locker</i>	1.19	8.3	9.877	756.27	0	62.99

9	<i>deck</i>	6.627	8.3	55.0041	357.49	0	24.04
10	<i>poop</i>	0.831	10.6	8.8086	-26.08	0	77.2
11	<i>gading</i>	57048.9	10.9	62.1833	409.92	0	44.0047
12	<i>jangkar</i>			40	756	0	50
13	<i>mesin</i>			36	-6.93	0	60.6
14	<i>sirip</i>	4.163	8.3	34.5529	357.71	0	19.17
DWT 50%	bagian			berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar			9.24	21.51	0	70
2	<i>safty equipment</i>			120	830	0	30
3	penumpang (5 * 60 kg)			300	280	0	76
DWT 100%	bagian			berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar			18.48	21.51	0	70
2	<i>safty equipment</i>			240	830	0	30
3	penumpang (9 * 60 kg)			540	280	0	76

Dari tabel *loadcase* tersebut bisa diperoleh hasil *equilibrium*

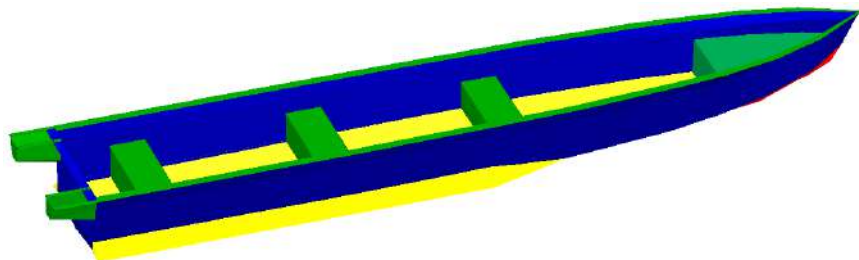
(keseimbangan), berikut tabelnya :

Tabel 4.12 Data *equilibrium* model *bilge keel* sudut 20°

<i>Measurement</i>	<i>Value</i>
<i>Draft Amidships</i> m	0.365
<i>Displacement</i> kg	1352
<i>Draft at FP</i> m	0.339
<i>Draft at AP</i> m	0.392
<i>Trim (+ve by stern)</i> m	0.053

4.2.4. Pemodelan *Bilge Keel* Dengan sudut 30°

Model ini adalah kapal dengan penambahan *Bilge Keel* dengan sudut kemiringan 30°. Berikut pemodelannya :



Gambar 4.5 model *bilge keel* sudut 30°

Dari hasil pemodelan tersebut maka diperoleh nilai hidrostatis sebagai berikut :

Tabel 4.13 Data Hidrostatis untuk model *bilge keel* sudut 30°

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	946.5	kg
2	Volume (displaced)	1.104	m ³
3	Draft Amidships	0.3	m
4	Immersed depth	0.3	m
5	WL Length	8.457	m
6	Beam max extents on WL	1.199	m
7	Wetted Area	21.137	m ²
8	Max sect. area	0.264	m ²
9	Waterpl. Area	7.076	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.494	
11	Block coeff. (Cb)	0.363	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.746	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.698	
14	LCB length	4.099	from zero pt. (+ve fwd) m
15	LCF length	4.07	from zero pt. (+ve fwd) m
16	LCB %	48.463	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
17	LCF %	48.128	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
18	KB	0.203	m
19	KG fluid	0	m
20	BMt	0.634	m
21	BML	28.875	m
22	GMt corrected	0.836	m
23	GML	29.078	m
24	KMt	0.836	m
25	KML	29.078	m
26	Immersion (TPc)	0.073	tonne/cm
27	MTc	0.039	tonne.m
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	16.511	kg.m
29	Length:Beam ratio	7.056	
30	Beam:Draft ratio	3.995	
32	Precision	Highest	216 stations

Untuk tabel distribusi beban yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.14 Data Loadcase model bilge keel sudut 30°

LWT	Bagian	luasan	kg/cm2	berat	LCG	TCG	VCG
1	Bottom	9.495	11.6	110.142	399.93	0	11.87
2	Sisi	13.071	10.6	138.553	425.01	0	56.99
3	sandaran	1.704	8.3	14.1432	428.27	0	91.13

4	<i>transome</i>	1.103	10.6	11.6918	-0.63	0	57.22
5	kursi 1	1.401	8.3	11.6283	80.05	0	42.61
6	kursi 2	1.334	8.3	11.0722	280	0	41.93
7	kursi 3	1.222	8.3	10.1426	479.83	0	42.05
8	<i>Locker</i>	1.19	8.3	9.877	756.27	0	62.99
9	<i>Deck</i>	6.627	8.3	55.0041	357.49	0	24.04
10	<i>Poop</i>	0.831	10.6	8.8086	-26.08	0	77.2
11	Gading	57048.9	10.9	62.1833	409.92	0	44.0047
12	jangkar			40	756	0	50
13	Mesin			36	-6.93	0	60.6
14	Sirip	4.142	8.3	34.3786	357.71	0	17.84
DWT 50%	bagian			berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar			9.24	21.51	0	70
2	<i>safty equipment</i>			150	830	0	30
3	penumpang (5 * 60 kg)			300	280	0	76
DWT 100%	bagian			berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar			18.48	21.51	0	70
2	<i>safty equipment</i>			300	830	0	30
3	penumpang (9 * 60 kg)			540	280	0	76

Dari tabel *loadcase* tersebut bisa diperoleh hasil *equilibrium*

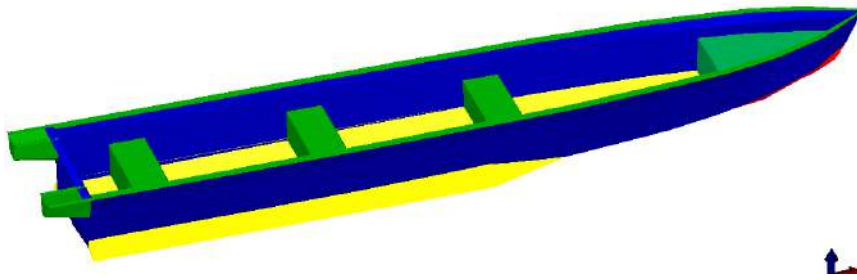
(keseimbangan), berikut tabelnya :

Tabel 4.15 Data *equilibrium* model *bilge keel* sudut 30°

<i>Measurement</i>	<i>Value</i>
<i>Draft Amidships</i> m	0.396
<i>Displacement</i> kg	1412
<i>Draft at FP</i> m	0.382
<i>Draft at AP</i> m	0.410
<i>Trim (+ve by stern)</i> m	0.029

4.2.5. Pemodelan *Bilge Keel* Dengan sudut 40°

Model ini adalah kapal dengan penambahan *Bilge Keel* dengan sudut kemiringan 40°. Berikut pemodelannya :



Gambar 4.6 model *bilge keel* sudut 40°

Dari hasil pemodelan tersebut maka diperoleh nilai hidrostatik sebagai berikut :

Tabel 4.16 Data Hidrostatik untuk model *bilge keel* sudut 40°

	<i>Measurement</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
1	<i>Displacement</i>	884.7	kg
2	<i>Volume (displaced)</i>	0.99	m ³
3	<i>Draft Amidships</i>	0.3	m
4	<i>Immersed depth</i>	0.3	m
5	<i>WL Length</i>	8.457	m
6	<i>Beam max extents on WL</i>	1.199	m
7	<i>Wetted Area</i>	21.16	m ²
8	<i>Max sect. area</i>	0.261	m ²
9	<i>Waterpl. Area</i>	6.015	m ²
10	<i>Prismatic coeff. (Cp)</i>	0.449	
11	<i>Block coeff. (Cb)</i>	0.326	
12	<i>Max Sect. area coeff. (Cm)</i>	0.751	
13	<i>Waterpl. area coeff. (Cwp)</i>	0.593	
14	<i>LCB length</i>	4.116	<i>from zero pt. (+ve fwd)</i> m
15	<i>LCF length</i>	4.038	<i>from zero pt. (+ve fwd)</i> m
16	<i>LCB %</i>	48.67	<i>from zero pt. (+ve fwd)</i> % Lwl
17	<i>LCF %</i>	47.747	<i>from zero pt. (+ve fwd)</i> % Lwl
18	<i>KB</i>	0.204	m
19	<i>KG fluid</i>	0	m
20	<i>BMt</i>	0.58	m
21	<i>BML</i>	31.311	m
22	<i>GMt corrected</i>	0.784	m
23	<i>GML</i>	31.515	m
24	<i>KMt</i>	0.784	m
25	<i>KML</i>	31.515	m
26	<i>Immersion (TPc)</i>	0.062	<i>tonne/cm</i>

27	MTc	0.038	tonne.m
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	13.893	kg.m
29	Length:Beam ratio	7.056	
30	Beam:Draft ratio	3.995	
31	Length:Vol ^{0.333} ratio	8.485	
32	Precision	Highest	216 stations

Untuk tabel distribusi beban yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.17 Data *Loadcase* model *bilge keel* sudut 40°

LWT	bagian	luasan	kg/cm2	berat	LCG	TCG	VCG
1	<i>bottom</i>	9.495	11.6	110.142	399.93	0	11.87
2	sisi	13.071	10.6	138.553	425.01	0	56.99
3	sandaran	1.704	8.3	14.1432	428.27	0	91.13
4	<i>transome</i>	1.103	10.6	11.6918	-0.63	0	57.22
5	kursi 1	1.401	8.3	11.6283	80.05	0	42.61
6	kursi 2	1.334	8.3	11.0722	280	0	41.93
7	kursi 3	1.222	8.3	10.1426	479.83	0	42.05
8	<i>locker</i>	1.19	8.3	9.877	756.27	0	62.99
9	<i>deck</i>	6.627	8.3	55.0041	357.49	0	24.04
10	<i>poop</i>	0.831	10.6	8.8086	-26.08	0	77.2
11	gading	57048.9	10.9	62.1833	409.92	0	44.0047
12	jangkar			40	756	0	50
13	mesin			36	-6.93	0	60.6
14	sirip	4.169	8.3	34.6027	357.71	0	16.38
DWT 50%	bagian			berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar			9.24	21.51	0	70
2	<i>safty equipment</i>			120	830	0	30
3	penumpang (5 * 60 kg)			300	280	0	76
DWT 100%	bagian			berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar			18.48	21.51	0	70
2	<i>safty equipment</i>			240	830	0	30
3	penumpang (9 * 60 kg)			540	280	0	76

Dari tabel *loadcase* tersebut bisa diperoleh hasil *equilibrium*

(keseimbangan), berikut tabelnya :

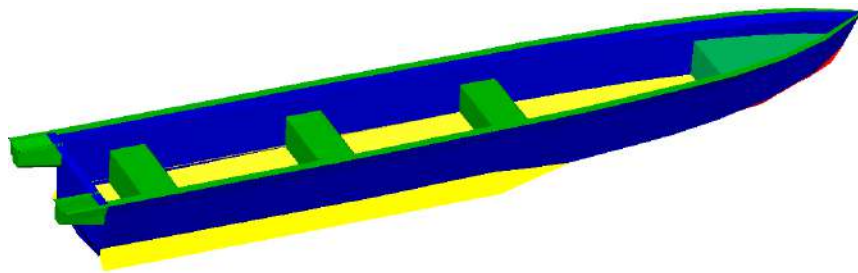
Tabel 4.18 Data *equilibrium* model *bilge keel* sudut 40°

Measurement	Value
Draft Amidships m	0.400
Displacement kg	1412
Draft at FP m	0.385

<i>Measurement</i>	<i>Value</i>
<i>Draft at AP m</i>	0.415
<i>Trim (+ve by stern) m</i>	0.029

4.2.6. Pemodelan *Bilge Keel* Dengan sudut 50°

Model ini adalah kapal dengan penambahan *Bilge Keel* dengan sudut kemiringan 50°. Berikut pemodelannya :



Gambar 4.7 model *bilge keel* sudut 50°

Dari hasil pemodelan tersebut maka diperoleh nilai hidrostatik sebagai berikut :

Tabel 4.19 Data Hidrostatik untuk model *bilge keel* sudut 50°

	<i>Measurement</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
1	<i>Displacement</i>	1055	kg
2	<i>Volume (displaced)</i>	1.122	m ³
3	<i>Draft Amidships</i>	0.3	m
4	<i>Immersed depth</i>	0.3	m
5	<i>WL Length</i>	8.457	m
6	<i>Beam max extents on WL</i>	1.199	m
7	<i>Wetted Area</i>	21.067	m ²
8	<i>Max sect. area</i>	0.258	m ²
9	<i>Waterpl. Area</i>	6.839	m ²
10	<i>Prismatic coeff. (Cp)</i>	0.513	
11	<i>Block coeff. (Cb)</i>	0.369	
12	<i>Max Sect. area coeff. (Cm)</i>	0.729	
13	<i>Waterpl. area coeff. (Cwp)</i>	0.675	
14	<i>LCB length</i>	3.989	<i>from zero pt. (+ve fwd) m</i>
15	<i>LCF length</i>	3.924	<i>from zero pt. (+ve fwd) m</i>
16	<i>LCB %</i>	47.169	<i>from zero pt. (+ve fwd) % Lwl</i>
17	<i>LCF %</i>	46.399	<i>from zero pt. (+ve fwd) % Lwl</i>
18	<i>KB</i>	0.202	m
19	<i>KG fluid</i>	0	m

20	BMt	0.607	m
21	BML	28.693	m
22	GMt corrected	0.809	m
23	GML	28.895	m
24	KMt	0.809	m
25	KML	28.895	m
26	Immersion (TPc)	0.07	tonne/cm
27	MTc	0.039	tonne.m
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	16.241	kg.m
29	Length:Beam ratio	7.056	
30	Beam:Draft ratio	3.995	
31	Length:Vol ^{0.333} ratio	8.14	
32	Precision	Highest	216 stations

Untuk tabel distribusi beban yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.20 Data Loadcase model bilge keel sudut 50°

LWT	bagian	luasan	kg/cm2	berat	LCG	TCG	VCG
1	bottom	9.495	11.6	110.142	399.93	0	11.87
2	sisi	13.071	10.6	138.553	425.01	0	56.99
3	sandaran	1.704	8.3	14.1432	428.27	0	91.13
4	transome	1.103	10.6	11.6918	-0.63	0	57.22
5	kursi 1	1.401	8.3	11.6283	80.05	0	42.61
6	kursi 2	1.334	8.3	11.0722	280	0	41.93
7	kursi 3	1.222	8.3	10.1426	479.83	0	42.05
8	locker	1.19	8.3	9.877	756.27	0	62.99
9	deck	6.627	8.3	55.0041	357.49	0	24.04
10	poop	0.831	10.6	8.8086	-26.08	0	77.2
11	gading	57048.9	10.9	62.1833	409.92	0	44.0047
12	jangkar			40	756	0	50
13	mesin			36	-6.93	0	60.6
14	sirip	4.084	8.3	33.8972	357.71	0	15.3
DWT 50%	bagian			berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar			9.24	21.51	0	70
2	safty equipment			90	830	0	30
3	penumpang (5 * 60 kg)			300	280	0	76
DWT 100%	bagian			berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar			18.48	21.51	0	70
2	safty equipment			180	830	0	30
3	penumpang (9 * 60 kg)			540	280	0	76

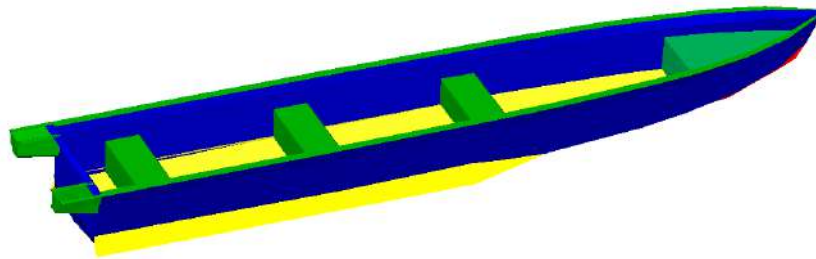
Dari tabel *loadcase* tersebut bisa diperoleh hasil *equilibrium* (keseimbangan), berikut tabelnya :

Tabel 4.21 Data *equilibrium* model *bilge keel* sudut 50°

<i>Measurement</i>	<i>Value</i>
<i>Draft Amidships</i> m	0.345
<i>Displacement</i> kg	1292
<i>Draft at FP</i> m	0.333
<i>Draft at AP</i> m	0.356
<i>Trim (+ve by stern)</i> m	0.023

4.2.7. Pemodelan *Bilge Keel* Dengan sudut 60°

Model ini adalah kapal dengan penambahan *Bilge Keel* dengan sudut kemiringan 60°. Berikut pemodelannya :



Gambar 4.8 model *bilge keel* sudut 60°

Dari hasil pemodelan tersebut maka diperoleh nilai hidrostatik sebagai berikut :

Tabel 4.22 Data Hidrostatik untuk model *bilge keel* sudut 60°

	<i>Measurement</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
1	<i>Displacement</i>	1141	kg
2	<i>Volume (displaced)</i>	1.244	m ³
3	<i>Draft Amidships</i>	0.3	m
4	<i>Immersed depth</i>	0.3	m
5	<i>WL Length</i>	8.457	m
6	<i>Beam max extents on WL</i>	1.199	m
7	<i>Wetted Area</i>	21.052	m ²
8	<i>Max sect. area</i>	0.255	m ²
9	<i>Waterpl. Area</i>	7.21	m ²
10	<i>Prismatic coeff. (Cp)</i>	0.577	
11	<i>Block coeff. (Cb)</i>	0.409	
12	<i>Max Sect. area coeff. (Cm)</i>	0.719	
13	<i>Waterpl. area coeff. (Cwp)</i>	0.711	

14	LCB length	3.689	from zero pt. (+ve fwd) m
15	LCF length	3.725	from zero pt. (+ve fwd) m
16	LCB %	43.62	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
17	LCF %	44.043	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
18	KB	0.199	m
19	KG fluid	0	m
20	BMt	0.592	m
21	BML	28.349	m
22	GMt corrected	0.792	m
23	GML	28.548	m
24	KMt	0.792	m
25	KML	28.548	m
26	Immersion (TPc)	0.074	tonne/cm
27	MTc	0.043	tonne.m
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	17.614	kg.m
29	Length:Beam ratio	7.056	
30	Beam:Draft ratio	3.995	
31	Length:Vol ^{0.333} ratio	7.864	
32	Precision	Highest	216 stations

Untuk tabel distribusi beban yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.23 Data Loadcase model bilge keel sudut 60°

LWT	bagian	luasan	kg/cm2	berat	LCG	TCG	VCG
1	bottom	9.495	11.6	110.142	399.93	0	11.87
2	sisi	13.071	10.6	138.553	425.01	0	56.99
3	sandaran	1.704	8.3	14.1432	428.27	0	91.13
4	transome	1.103	10.6	11.6918	-0.63	0	57.22
5	kursi 1	1.401	8.3	11.6283	80.05	0	42.61
6	kursi 2	1.334	8.3	11.0722	280	0	41.93
7	kursi 3	1.222	8.3	10.1426	479.83	0	42.05
8	locker	1.19	8.3	9.877	756.27	0	62.99
9	deck	6.627	8.3	55.0041	357.49	0	24.04
10	poop	0.831	10.6	8.8086	-26.08	0	77.2
11	gading	57048.9	10.9	62.1833	409.92	0	44.0047
12	jangkar			40	756	0	50
13	mesin			36	-6.93	0	60.6
14	sirip	4.078	8.3	33.8474	357.71	0	14.37

DWT 50%	bagian	berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar	9.24	21.51	0	70
2	safty equipment	60	830	0	30
3	penumpang (5 * 60 kg)	300	280	0	76
DWT 100%	bagian	berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar	18.48	21.51	0	70
2	safty equipment	120	830	0	30
3	penumpang (9 * 60 kg)	540	280	0	76

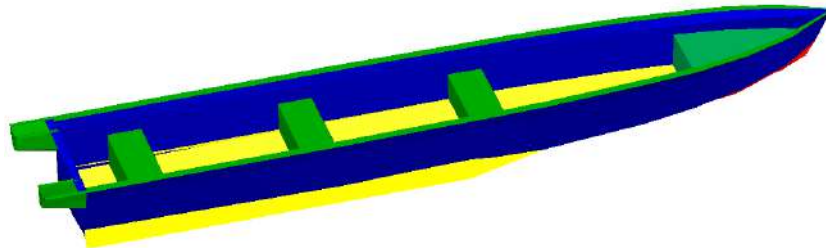
Dari tabel *loadcase* tersebut bisa diperoleh hasil *equilibrium* (keseimbangan), berikut tabelnya :

Tabel 4.24 Data *equilibrium* model *bilge keel* sudut 60°

<i>Measurement</i>	<i>Value</i>
<i>Draft Amidships</i> m	0.314
<i>Displacement</i> kg	1232
<i>Draft at FP</i> m	0.275
<i>Draft at AP</i> m	0.354
<i>Trim (+ve by stern)</i> m	0.079

4.2.8. Pemodelan *Bilge Keel* Dengan sudut 70°

Model ini adalah kapal dengan penambahan *Bilge Keel* dengan sudut kemiringan 70°. Berikut pemodelannya :



Gambar 4.9 model *bilge keel* sudut 70°

Dari hasil pemodelan tersebut maka diperoleh nilai hidrostatik sebagai berikut :

Tabel 4.25 Data Hidrostatik untuk model *bilge keel* sudut 70°

	<i>Measurement</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
1	<i>Displacement</i>	1344	kg
2	<i>Volume (displaced)</i>	1.331	m ³
3	<i>Draft Amidships</i>	0.3	m
4	<i>Immersed depth</i>	0.3	m
5	<i>WL Length</i>	8.457	m
6	<i>Beam max extents on WL</i>	1.199	m

7	<i>Wetted Area</i>	20.96	m ²
8	<i>Max sect. area</i>	0.251	m ²
9	<i>Waterpl. Area</i>	7.736	m ²
10	<i>Prismatic coeff. (Cp)</i>	0.628	
11	<i>Block coeff. (Cb)</i>	0.438	
12	<i>Max Sect. area coeff. (Cm)</i>	0.708	
13	<i>Waterpl. area coeff. (Cwp)</i>	0.763	
14	<i>LCB length</i>	3.856	<i>from zero pt. (+ve fwd) m</i>
15	<i>LCF length</i>	3.756	<i>from zero pt. (+ve fwd) m</i>
16	<i>LCB %</i>	45.594	<i>from zero pt. (+ve fwd) % Lwl</i>
17	<i>LCF %</i>	44.411	<i>from zero pt. (+ve fwd) % Lwl</i>
18	<i>KB</i>	0.198	m
19	<i>KG fluid</i>	0	m
20	<i>BMt</i>	0.587	m
21	<i>BML</i>	29.664	m
22	<i>GMt corrected</i>	0.785	m
23	<i>GML</i>	29.863	m
24	<i>KMt</i>	0.785	m
25	<i>KML</i>	29.863	m
26	<i>Immersion (TPc)</i>	0.079	tonne/cm
27	<i>MTc</i>	0.048	tonne.m
28	<i>RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)</i>	18.695	kg.m
29	<i>Length:Beam ratio</i>	7.056	
30	<i>Beam:Draft ratio</i>	3.995	
31	<i>Length:Vol^{0.333} ratio</i>	7.689	
32	<i>Precision</i>	<i>Highest</i>	<i>216 stations</i>

Untuk tabel distribusi beban yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.26 Data Loadcase model bilge keel sudut 70°

LWT	bagian	luasan	kg/cm2	berat	LCG	TCG	VCG
1	<i>bottom</i>	9.495	11.6	110.142	399.93	0	11.87
2	<i>sisi</i>	13.071	10.6	138.553	425.01	0	56.99
3	<i>sandaran</i>	1.704	8.3	14.1432	428.27	0	91.13
4	<i>transome</i>	1.103	10.6	11.6918	-0.63	0	57.22
5	<i>kursi 1</i>	1.401	8.3	11.6283	80.05	0	42.61
6	<i>kursi 2</i>	1.334	8.3	11.0722	280	0	41.93
7	<i>kursi 3</i>	1.222	8.3	10.1426	479.83	0	42.05
8	<i>locker</i>	1.19	8.3	9.877	756.27	0	62.99
9	<i>deck</i>	6.627	8.3	55.0041	357.49	0	24.04
10	<i>poop</i>	0.831	10.6	8.8086	-26.08	0	77.2

11	gading	57048.9	10.9	62.1833	409.92	0	44.0047
12	jangkar			40	756	0	50
13	mesin			36	-6.93	0	60.6
14	sirip	3.995	8.3	33.1585	357.71	0	13.82
DWT 50%	bagian			berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar			9.24	21.51	0	70
2	safty equipment			30	830	0	30
3	penumpang (5 * 60 kg)			300	280	0	76
DWT 100%	bagian			berat	LCG	TCG	VCG
1	bahan bakar			18.48	21.51	0	70
2	safty equipment			60	830	0	30
3	penumpang (9 * 60 kg)			540	280	0	76

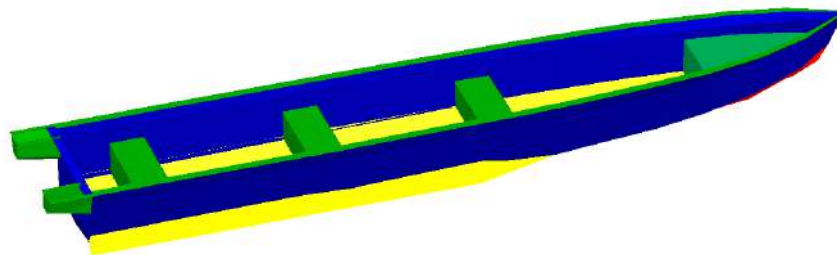
Dari tabel *loadcase* tersebut bisa diperoleh hasil *equilibrium* (keseimbangan), berikut tabelnya :

Tabel 4.27 Data *equilibrium* model *bilge keel* sudut 70°

<i>Measurement</i>	<i>Value</i>
<i>Draft Amidships m</i>	0.277
<i>Displacement kg</i>	1171
<i>Draft at FP m</i>	0.260
<i>Draft at AP m</i>	0.293
<i>Trim (+ve by stern) m</i>	0.032

4.2.9. Pemodelan *Bilge Keel* Dengan sudut 80°

Model ini adalah kapal dengan penambahan *Bilge Keel* dengan sudut kemiringan 80°. Berikut pemodelannya :



Gambar 4.10 model *bilge keel* sudut 80°

Dari hasil pemodelan tersebut maka diperoleh nilai hidrostatis sebagai berikut :

Tabel 4.28 Data Hidrostatik untuk model *bilge keel* sudut 80°

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	1614	kg
2	Volume (displaced)	1.617	m ³
3	Draft Amidships	0.3	m
4	Immersed depth	0.3	m
5	WL Length	8.457	m
6	Beam max extents on WL	1.181	m
7	Wetted Area	21.277	m ²
8	Max sect. area	0.254	m ²
9	Waterpl. Area	8.299	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.753	
11	Block coeff. (Cb)	0.54	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.717	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.831	
14	LCB length	3.487	from zero pt. (+ve fwd) m
15	LCF length	3.676	from zero pt. (+ve fwd) m
16	LCB %	41.234	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
17	LCF %	43.465	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
18	KB	0.195	m
19	KG fluid	0	m
20	BMt	0.521	m
21	BML	25.854	m
22	GMt corrected	0.716	m
23	GML	26.049	m
24	KMt	0.716	m
25	KML	26.049	m
26	Immersion (TPc)	0.085	tonne/cm
27	MTc	0.051	tonne.m
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	20.711	kg.m
29	Length:Beam ratio	7.162	
30	Beam:Draft ratio	3.936	
31	Length:Vol ^{0.333} ratio	7.205	
32	Precision	Highest	216 stations

Untuk tabel distribusi beban yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.29 Data Loadcase model *bilge keel* sudut 80°

LWT	bagian	luasan	kg/cm2	berat	LCG	TCG	VCG
1	bottom	9.495	11.6	110.142	399.93	0	11.87
2	sisir	13.071	10.6	138.553	425.01	0	56.99
3	sandaran	1.704	8.3	14.1432	428.27	0	91.13

4	<i>transome</i>	1.103	10.6	11.6918	-0.63	0	57.22
5	kursi 1	1.401	8.3	11.6283	80.05	0	42.61
6	kursi 2	1.334	8.3	11.0722	280	0	41.93
7	kursi 3	1.222	8.3	10.1426	479.83	0	42.05
8	<i>locker</i>	1.19	8.3	9.877	756.27	0	62.99
9	<i>deck</i>	6.627	8.3	55.0041	357.49	0	24.04
10	<i>poop</i>	0.831	10.6	8.8086	-26.08	0	77.2
11	gading	57048.9	10.9	62.1833	409.92	0	44.0047
12	jangkar			40	756	0	50
13	mesin			36	-6.93	0	60.6
14	sirip	4.319	11.6	50.1004	357.71	0	13.77
DWT 50%	bagian		berat	LCG	TCG	VCG	
1	bahan bakar		9.24	21.51	0	70	
2	<i>safty equipment</i>		30	830	0	30	
3	penumpang (5 * 60 kg)		300	280	0	76	
DWT 100%	bagian		berat	LCG	TCG	VCG	
1	bahan bakar		18.48	21.51	0	70	
2	<i>safty equipment</i>		60	830	0	30	
3	penumpang (9 * 60 kg)		540	280	0	76	

Dari tabel *loadcase* tersebut bisa diperoleh hasil *equilibrium* (keseimbangan), berikut tabelnya :

Tabel 4.30 Data *equilibrium* model *bilge keel* sudut 80°

<i>Measurement</i>	<i>Value</i>
<i>Draft Amidships</i> m	0.250
<i>Displacement</i> kg	1188
<i>Draft at FP</i> m	0.249
<i>Draft at AP</i> m	0.250
<i>Trim (+ve by stern)</i> m	0.001

4.2.9. Perbandingan *Displacement* dan *Trim* Setiap Model

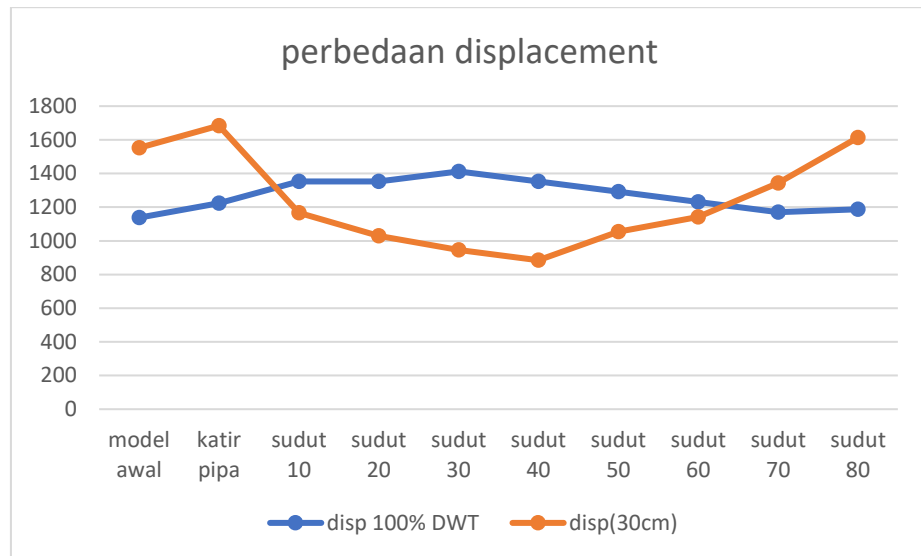
Dari hasil *running equilibrium* di atas bisa kita bandingkan pada tabel berikut :

Tabel 4.31 Data *equilibrium* semua model

pemodelan	disp 100% DWT	trim(cm)	disp(30cm)	draft mid(cm)
model awal	1137.726	-0.6	1553	24.2
katir pipa	1224.174	1.6	1684	24.6
sudut 10	1352.14	5.4	1167	34.9
sudut 20	1352.28	5.3	1030	36.5

sudut 30	1412.10	2.9	946.5	39.6
sudut 40	1352.33	2.9	884.7	40
sudut 50	1291.62	2.3	1055	34.5
sudut 60	1231.57	7.9	1141	31.4
sudut 70	1170.88	3.2	1344	27.7
sudut 80	1187.83	0.1	1614	25

Dan berikut adalah grafiknya :

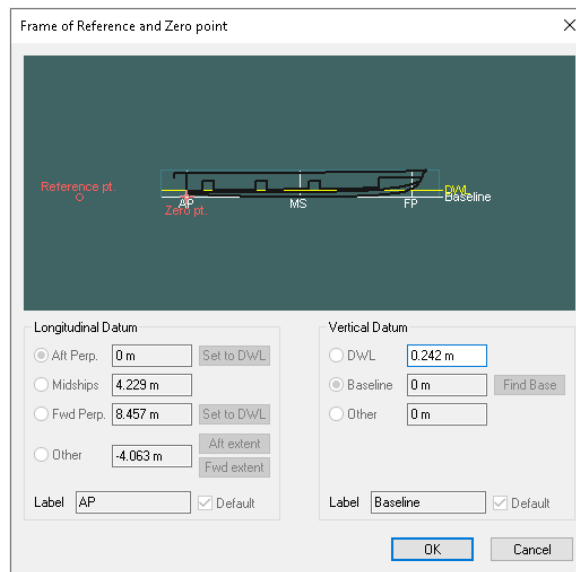


Gambar 4.11 grafik perbandingan *displacement*

4.3. Analisa Tahanan dan kecepatan

4.3.1. Model Awal

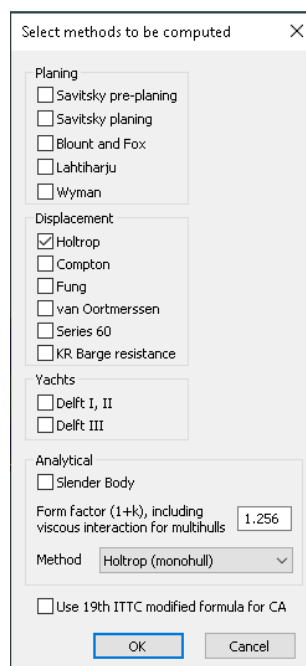
Hal pertama yang harus dilakukan yaitu menginput file maxsurf modeler ke maxsurf resistance. Setelah itu, memasukkan DWL yang didapatkan pada hasil *Equilibrium* tadi (*draft midship*).



Gambar 4.12 Jendela frame of reference

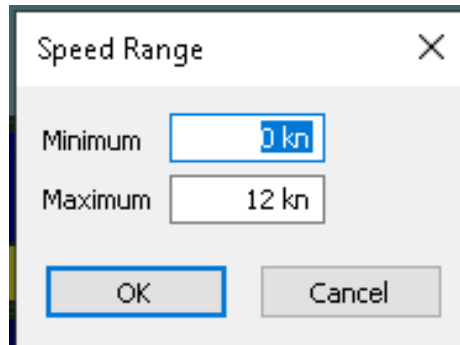
Kemudian dengan menentukan metode atau algoritma yang digunakan, dan metode yang cocok untuk penelitian kali ini merupakan metode *Holtrop* yang cocok untuk digunakan hampir semua kapal. Terdapat 2 persyaratan metode *Holtrop* yaitu :

- $0.55 < C_p < 0.85$
 $C_p = 0.791$ (memenuhi)
- $3.9 < L/B < 15$
 $L/B = 9/1.5 = 6$ (memenuhi)



Gambar 4.13 jendela untuk menentukan metode

Setelah menentukan metode, hal selanjutnya yaitu mengisi range kecepatan kapal dengan data pada kapal yaitu 12 knot.



Gambar 4.14 jendela untuk menentukan kecepatan

Selanjutnya adalah mencari besar efisiensi mesin dengan cara menggunakan rumus yang terdapat di modul Maxsurf Resistance sebagai berikut :

$$\eta = \eta_H \times \eta_0 \times \eta_{RR} \times \eta_S$$

$$\eta_H = (1-t)/(1-w)$$

$$w = 0,5 \times C_p$$

$$= 0,5 \times 0,791$$

$$= 0,3955$$

$$t = 0,5 \times C_p - 0,19$$

$$= 0,5 \times 0,791 - 0,19$$

$$= 0,2055$$

$$\eta_H = (1-t)/(1-w)$$

$$= 0,7945/0,6045$$

$$= 1,31431$$

$$\eta_0 = 40\% - 70\% \rightarrow 43\%$$

$$\eta_{RR} = \text{antara } 0,95 \text{ sampai } 1$$

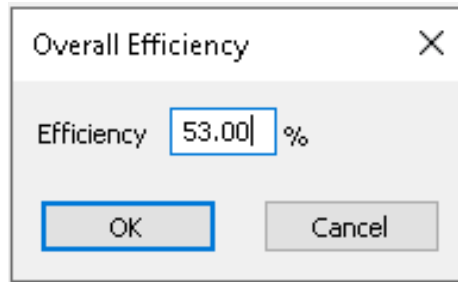
$$= 0,96$$

$$\eta_S = 0,98$$

$$\eta = 1,31431 \times 43\% \times 0,96 \times 0,98$$

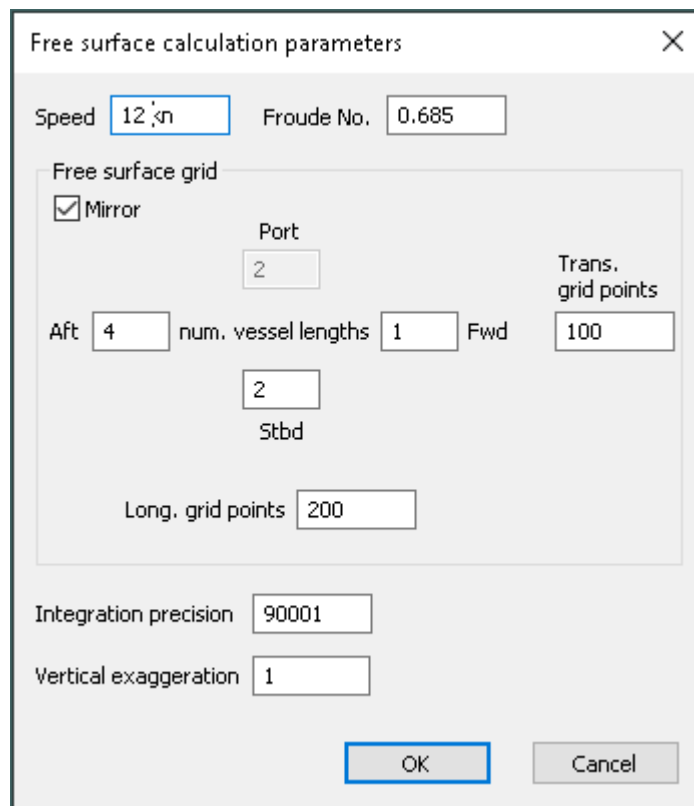
$$= 53,16962 \%$$

Efisiensi yang dimasukkan adalah 53 %



Gambar 4.15 jendela untuk menentukan efisiensi

Setelah itu memasukkan kecepatan di jendela *calculate free surface*.



Gambar 4.16 jendela *calculate free surface*

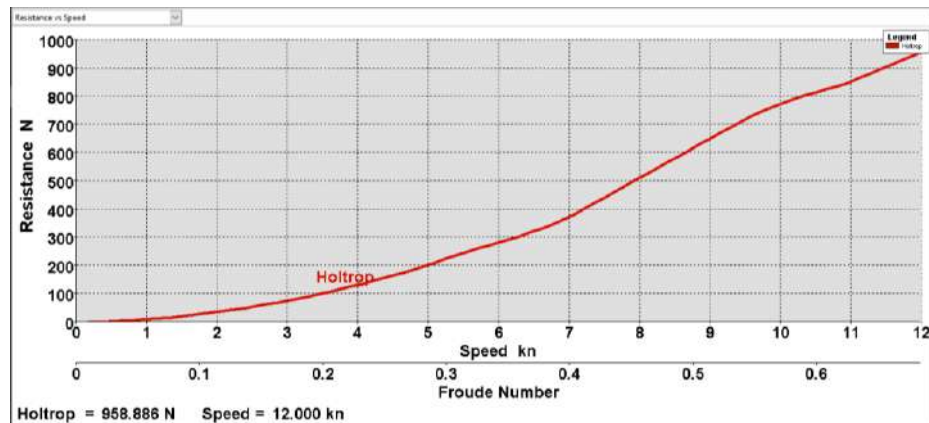
Dari hasil *running* di atas menghasilkan beberapa tahanan dari setiap kecepatan di tabel berikut :

Tabel 4.32 *Result resistance* model awal

	Speed (kn)	Froude no. LWL	Froude no. vol.	Holtrop Resist (N)	Holtrop Power (HP)
1	9.3	0.531	1.511	693.14	8.391
2	9.6	0.548	1.56	734.1	9.173
3	9.9	0.565	1.608	765.55	9.865

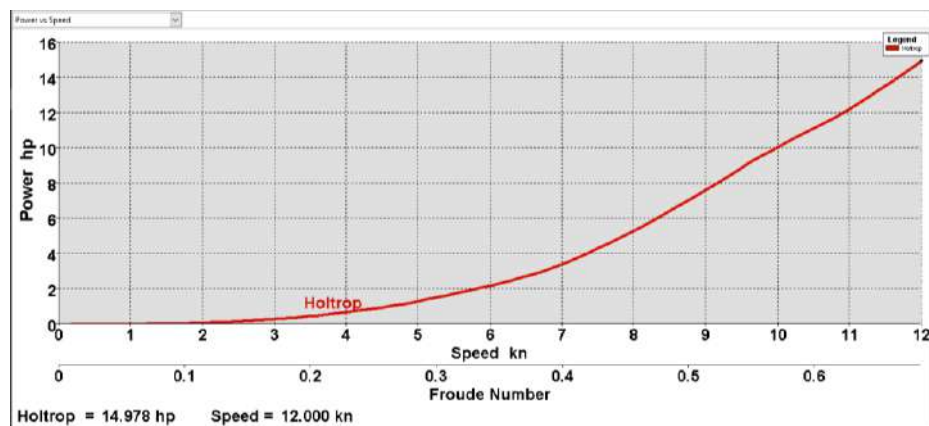
4	10.2	0.582	1.657	792.32	10.52
5	10.5	0.599	1.706	816.01	11.153
6	10.8	0.616	1.755	837.19	11.769
7	11.1	0.634	1.803	864.74	12.494
8	11.4	0.651	1.852	895.9	13.294
9	11.7	0.668	1.901	927.19	14.121
10	12	0.685	1.95	958.89	14.978

Dan berikut adalah grafik tahanan dari *running* analysis di atas



Gambar 4.17 Grafik *resistance v speed* model awal

Dan yang satu ini adalah grafik daya mesin yang dikeluarkan pada kecepatan tertentu.



Gambar 4.18 Grafik *power v speed* model awal

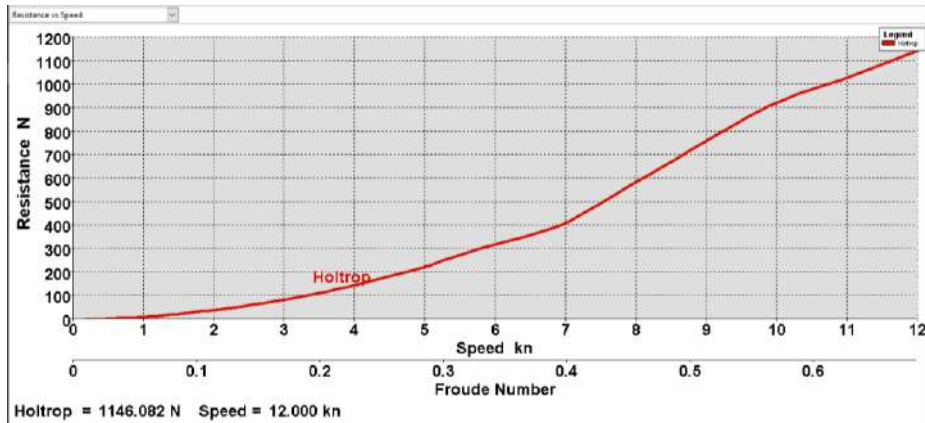
4.3.2. Model Katir Pipa

Sama seperti Langkah-langkah di model awal, yaitu menginput metode, efisiensi, dan range kecepatan disamakan dengan model awal. Dan DWL tergantung hasil *equilibrium* pada poin 4.2.9. berikut hasil *running* model katir pipa.

Tabel 4.33 Result resistance model katir pipa

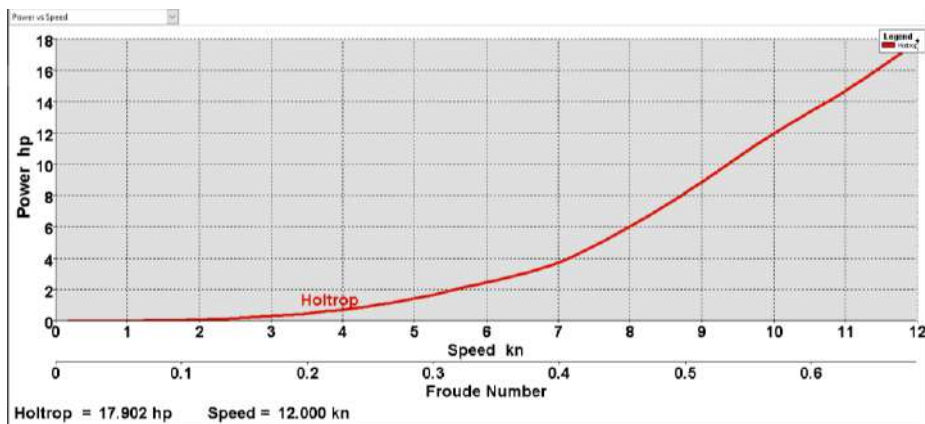
	Speed (kn)	Froude no. LWL	Froude no. vol.	Holtrop Resist (N)	Holtrop Power (HP)
1	9.3	0.53	1.486	813.47	9.847
2	9.6	0.547	1.534	865.75	10.818
3	9.9	0.565	1.582	910.32	11.731
4	10.2	0.582	1.63	948.11	12.588
5	10.5	0.599	1.678	980.63	13.403
6	10.8	0.616	1.726	1008.68	14.18
7	11.1	0.633	1.774	1041.03	15.041
8	11.4	0.65	1.822	1076.61	15.976
9	11.7	0.667	1.87	1111.44	16.927
10	12	0.684	1.918	1146.08	17.902

Dan berikut adalah grafik tahanan dari *running analysis* di atas



Gambar 4.19 Grafik *resistance v speed* model katir pipa

Dan yang satu ini adalah grafik daya mesin yang dikeluarkan pada kecepatan tertentu.



Gambar 4.20 Grafik *power v speed* model katir pipa

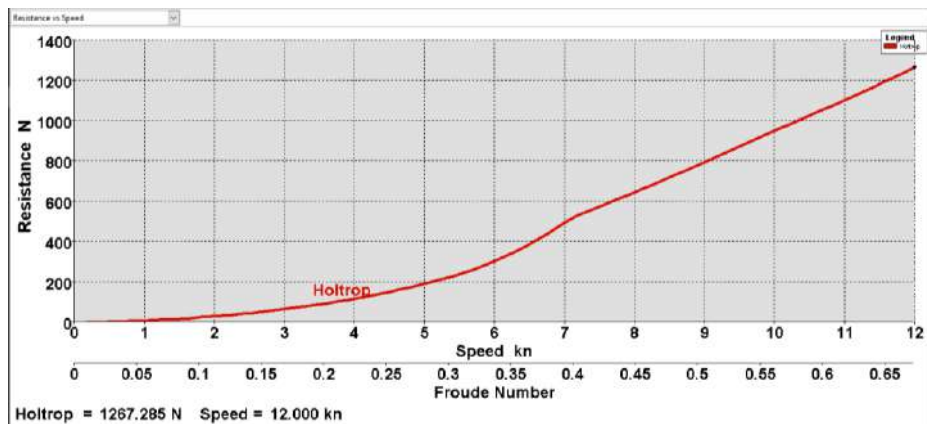
4.3.3. Model *Bilge Keel* Sudut 10°

Untuk hasil *running* model penambahan *bilge keel* sudut 10° sebagai berikut.

Tabel 4.34 *Result resistance* model sudut 10°

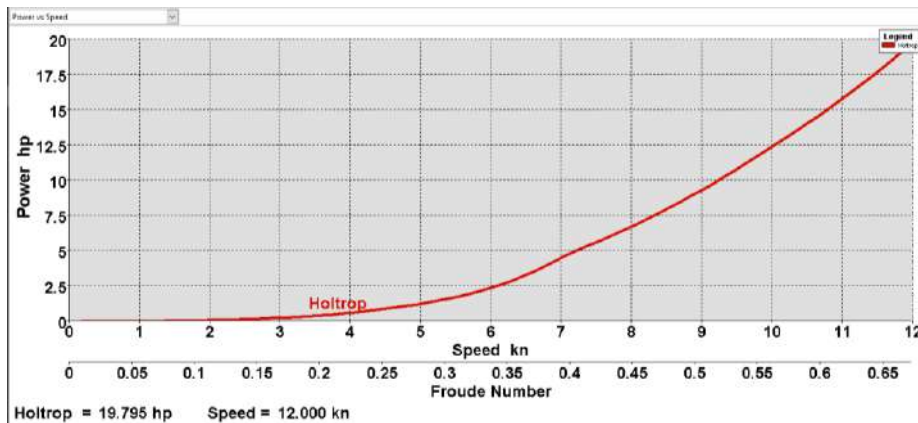
	Speed (kn)	Froude no. LWL	Froude no. vol.	Holtrop Resist (N)	Holtrop Power (HP)
1	9.3	0.522	1.439	844.26	10.22
2	9.6	0.539	1.486	892.14	11.148
3	9.9	0.556	1.532	939.3	12.104
4	10.2	0.573	1.579	983.96	13.064
5	10.5	0.59	1.625	1029.05	14.064
6	10.8	0.607	1.672	1074.8	15.11
7	11.1	0.623	1.718	1121.4	16.202
8	11.4	0.64	1.764	1168.96	17.346
9	11.7	0.657	1.811	1217.57	18.543
10	12	0.674	1.857	1267.28	19.795

Dan berikut adalah grafik tahanan dari *running* analysis di atas



Gambar 4.21 Grafik *resistance v speed* model sudut 10°

Dan yang satu ini adalah grafik daya mesin yang dikeluarkan pada kecepatan tertentu.



Gambar 4.22 Grafik *power v speed* model sudut 10°

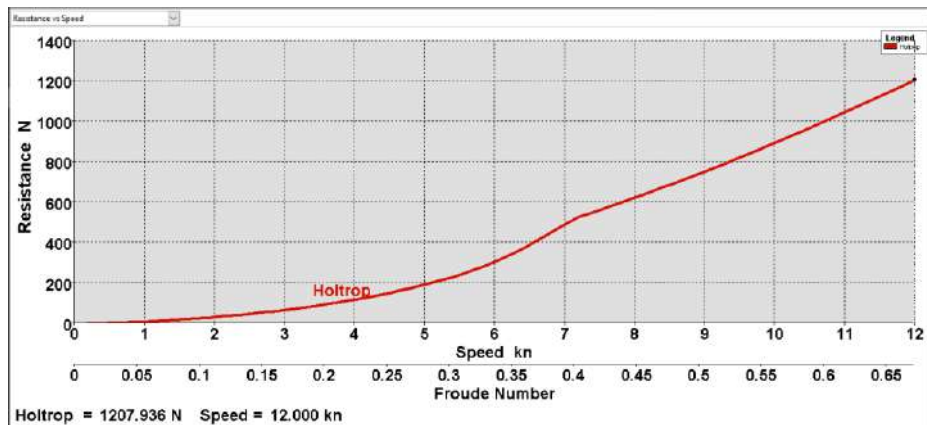
4.3.4. Model *Bilge Keel* Sudut 20°

Untuk hasil *running* model penambahan *bilge keel* sudut 20° sebagai berikut.

Tabel 4.35 *Result resistance* model sudut 20°

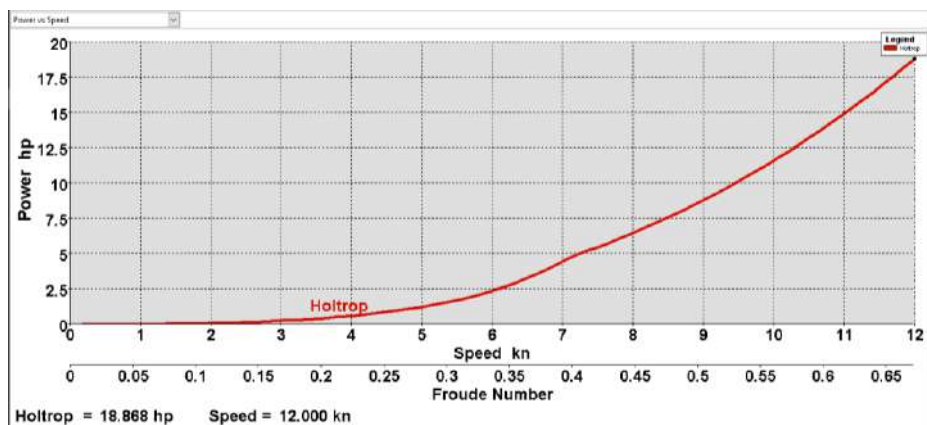
	Speed (kn)	Froude no. LWL	Froude no. vol.	Holtrop Resist (N)	Holtrop Power (HP)
1	9.3	0.521	1.439	795.54	9.63
2	9.6	0.538	1.486	837.53	10.466
3	9.9	0.555	1.532	880.62	11.348
4	10.2	0.572	1.578	924.75	12.278
5	10.5	0.589	1.625	969.58	13.252
6	10.8	0.605	1.671	1015.24	14.272
7	11.1	0.622	1.718	1061.84	15.342
8	11.4	0.639	1.764	1109.46	16.463
9	11.7	0.656	1.811	1158.15	17.638
10	12	0.673	1.857	1207.94	18.868

Dan berikut adalah grafik tahanan dari *running* analysis di atas



Gambar 4.23 Grafik *resistance v speed* model sudut 20°

Dan yang satu ini adalah grafik daya mesin yang dikeluarkan pada kecepatan tertentu.



Gambar 4.24 Grafik *power v speed* model sudut 20°

4.3.5. Model *Bilge Keel* Sudut 30°

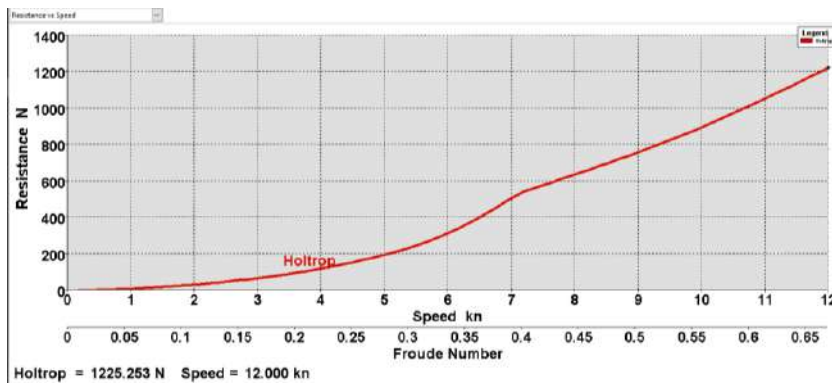
Untuk hasil *running* model penambahan *bilge keel* sudut 30° sebagai berikut.

Tabel 4.36 *Result resistance* model sudut 30°

	Speed (kn)	Froude no. LWL	Froude no. vol.	Holtrop Resist (N)	Holtrop Power (HP)
1	9.3	0.52	1.424	800.34	9.688
2	9.6	0.536	1.47	840.45	10.502
3	9.9	0.553	1.516	882.29	11.37
4	10.2	0.57	1.561	928.39	12.326
5	10.5	0.587	1.607	975.31	13.33

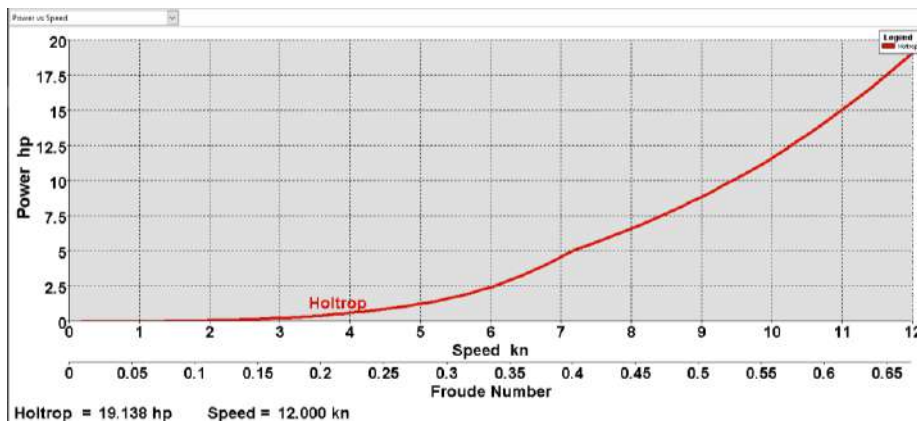
6	10.8	0.603	1.653	1023.17	14.384
7	11.1	0.62	1.699	1072.04	15.489
8	11.4	0.637	1.745	1121.99	16.649
9	11.7	0.654	1.791	1173.05	17.865
10	12	0.67	1.837	1225.25	19.138

Dan berikut adalah grafik tahanan dari *running analysis* di atas



Gambar 4.25 Grafik *resistance v speed* model sudut 30°

Dan yang satu ini adalah grafik daya mesin yang dikeluarkan pada kecepatan tertentu.



Gambar 4.26 Grafik *power v speed* model sudut 30°

4.3.6. Model *Bilge Keel* Sudut 40

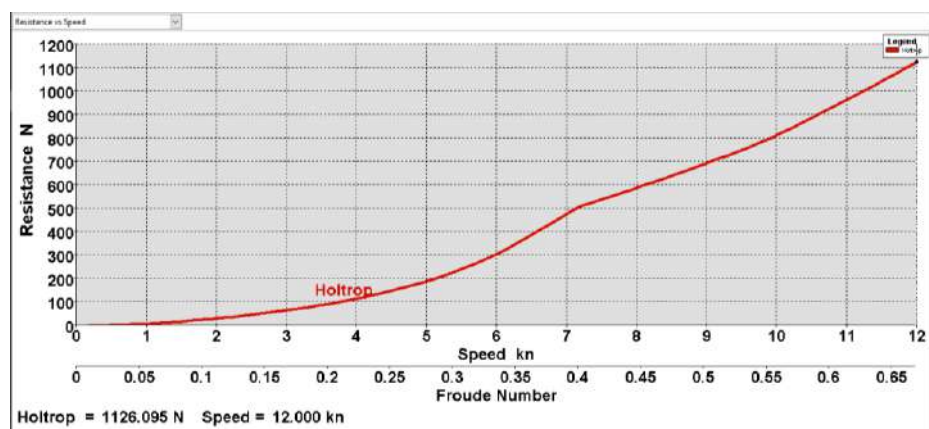
Untuk hasil *running model* penambahan *bilge keel* sudut 40° sebagai berikut.

Tabel 4.37 *Result resistance* model sudut 40°

	Speed (kn)	Froude no. LWL	Froude no. vol.	Holtrop Resist (N)	Holtrop Power (HP)
1	9.3	0.519	1.437	728.23	8.816

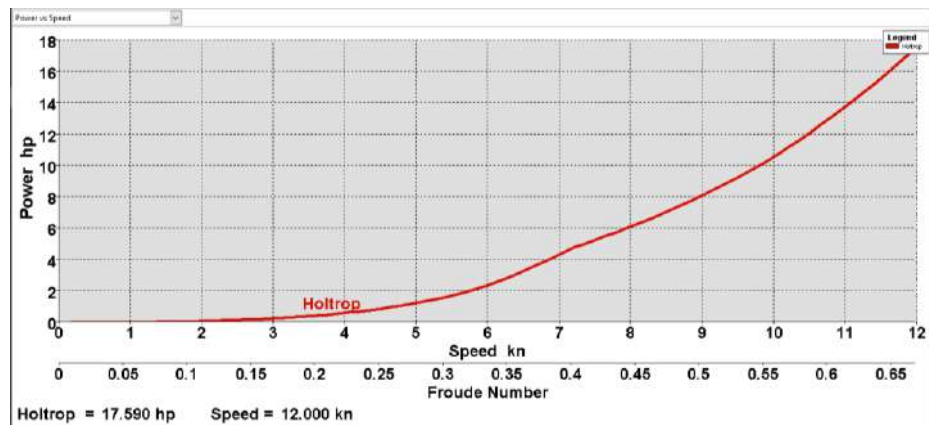
2	9.6	0.536	1.484	762.92	9.533
3	9.9	0.553	1.53	799.7	10.305
4	10.2	0.57	1.576	843.29	11.196
5	10.5	0.586	1.623	887.83	12.134
6	10.8	0.603	1.669	933.36	13.121
7	11.1	0.62	1.715	979.93	14.159
8	11.4	0.637	1.762	1027.57	15.248
9	11.7	0.653	1.808	1076.29	16.391
10	12	0.67	1.855	1126.1	17.59

Dan berikut adalah grafik tahanan dari *running analysis* di atas



Gambar 4.27 Grafik *resistance v speed* model sudut 40°

Dan yang satu ini adalah grafik daya mesin yang dikeluarkan pada kecepatan tertentu.



Gambar 4.28 Grafik *power v speed* model sudut 40°

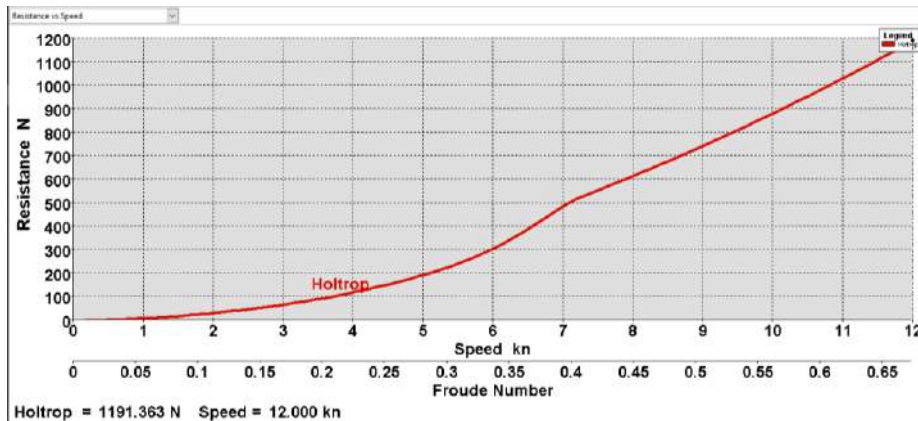
4.3.7. Model *Bilge Keel* Sudut 50

Untuk hasil *running* model penambahan *bilge keel* sudut 50° sebagai berikut.

Tabel 4.38 *Result resistance* model sudut 50°

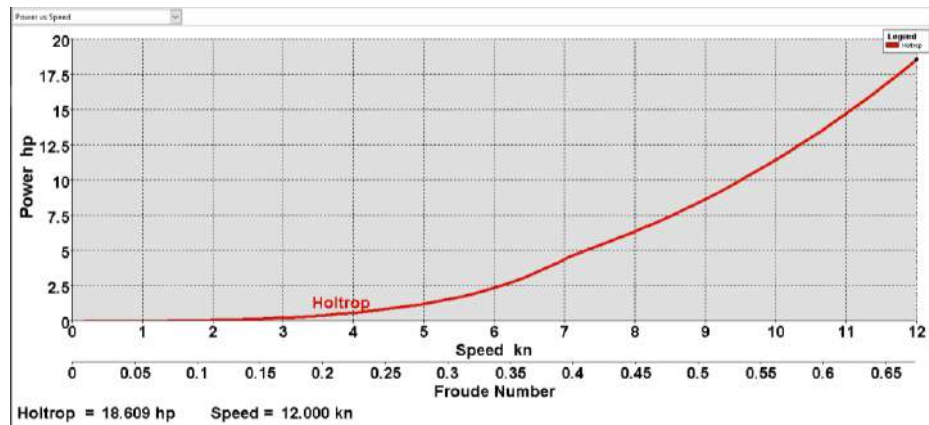
	Speed (kn)	Froude no. LWL	Froude no. vol.	Holtrop Resist (N)	Holtrop Power (HP)
1	9.3	0.523	1.463	784.13	9.492
2	9.6	0.539	1.51	825.66	10.317
3	9.9	0.556	1.558	868.24	11.189
4	10.2	0.573	1.605	911.68	12.104
5	10.5	0.59	1.652	955.87	13.064
6	10.8	0.607	1.699	1000.93	14.071
7	11.1	0.624	1.746	1046.95	15.127
8	11.4	0.641	1.794	1094.01	16.234
9	11.7	0.657	1.841	1142.14	17.394
10	12	0.674	1.888	1191.36	18.609

Dan berikut adalah grafik tahanan dari *running* analysis di atas



Gambar 4.29 Grafik *resistance v speed* model sudut 50°

Dan yang satu ini adalah grafik daya mesin yang dikeluarkan pada kecepatan tertentu.



Gambar 4.30 Grafik *power v speed* model sudut 50°

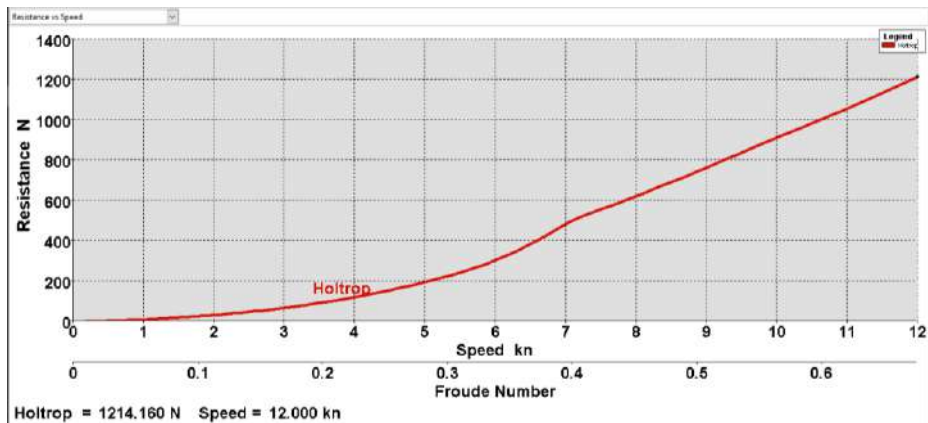
4.3.8. Model *Bilge Keel* Sudut 60

Untuk hasil *running* model penambahan *bilge keel* sudut 60° sebagai berikut.

Tabel 4.39 *Result resistance* model sudut 60°

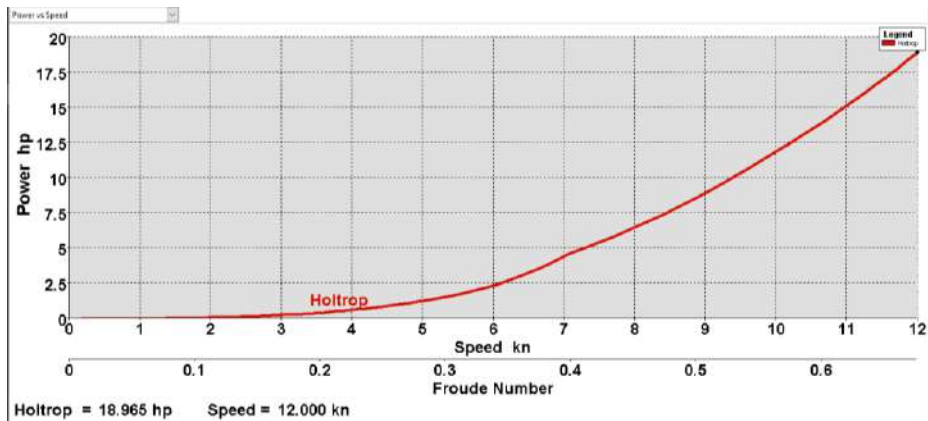
	Speed (kn)	Froude no. LWL	Froude no. vol.	Holtrop Resist (N)	Holtrop Power (HP)
1	9.3	0.524	1.484	809.77	9.803
2	9.6	0.541	1.531	855.27	10.687
3	9.9	0.558	1.579	899.56	11.592
4	10.2	0.575	1.627	942.09	12.508
5	10.5	0.592	1.675	985.18	13.465
6	10.8	0.609	1.723	1029.02	14.466
7	11.1	0.626	1.771	1073.76	15.514
8	11.4	0.643	1.819	1119.48	16.612
9	11.7	0.66	1.866	1166.27	17.762
10	12	0.677	1.914	1214.16	18.965

Dan berikut adalah grafik tahanan dari *running* analysis di atas



Gambar 4.31 Grafik *resistance v speed* model sudut 60°

Dan yang satu ini adalah grafik daya mesin yang dikeluarkan pada kecepatan tertentu.



Gambar 4.32 Grafik *power v speed* model sudut 60°

4.3.9. Model *Bilge Keel* Sudut 70°

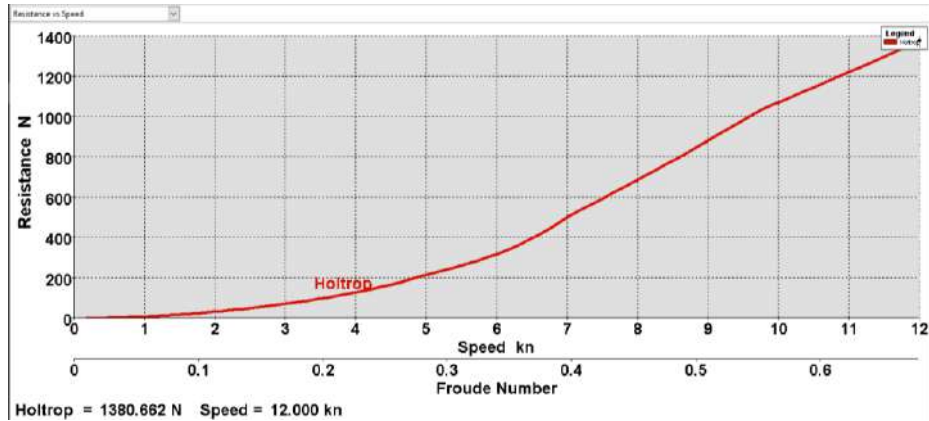
Untuk hasil *running* model penambahan *bilge keel* sudut 70° sebagai berikut.

Tabel 4.40 *Result resistance* model sudut 70°

	Speed (kn)	Froude no. LWL	Froude no. vol.	Holtrop Resist (N)	Holtrop Power (HP)
1	9.3	0.527	1.499	945.08	11.441
2	9.6	0.544	1.547	1006.76	12.58
3	9.9	0.561	1.596	1058.94	13.646
4	10.2	0.578	1.644	1104.31	14.662
5	10.5	0.595	1.692	1149.17	15.706
6	10.8	0.612	1.741	1194.05	16.786

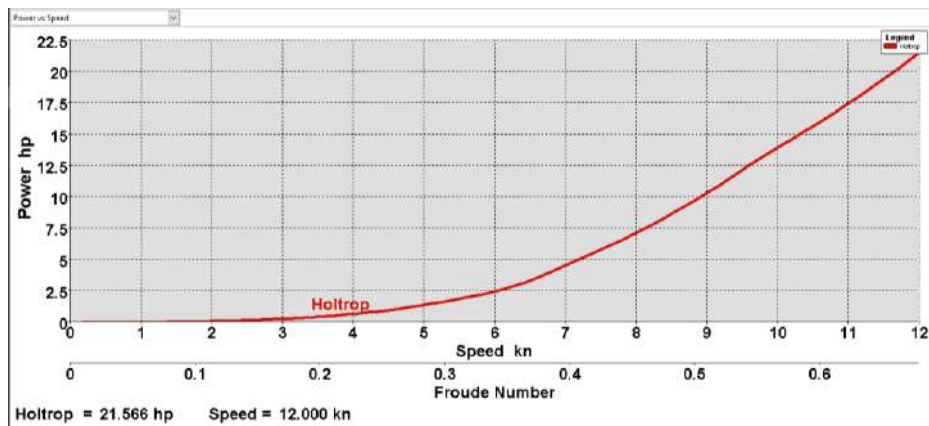
7	11.1	0.629	1.789	1239.39	17.907
8	11.4	0.646	1.838	1285.47	19.075
9	11.7	0.663	1.886	1332.51	20.293
10	12	0.68	1.934	1380.66	21.566

Dan berikut adalah grafik tahanan dari *running* analysis di atas



Gambar 4.33 Grafik *resistance v speed* model sudut 70°

Dan yang satu ini adalah grafik daya mesin yang dikeluarkan pada kecepatan tertentu.



Gambar 4.34 Grafik *power v speed* model sudut 70°

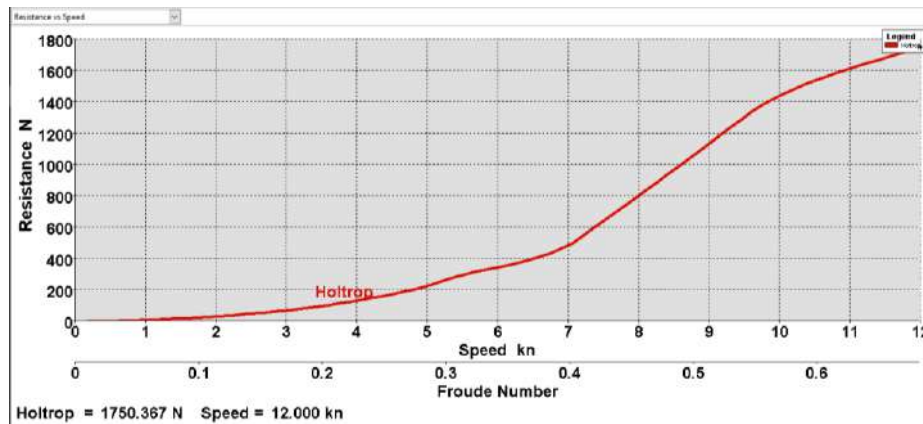
4.3.10. Model *Bilge Keel* Sudut 80

Untuk hasil *running* model penambahan *bilge keel* sudut 80° sebagai berikut.

Tabel 4.41 *Result resistance* model sudut 80°

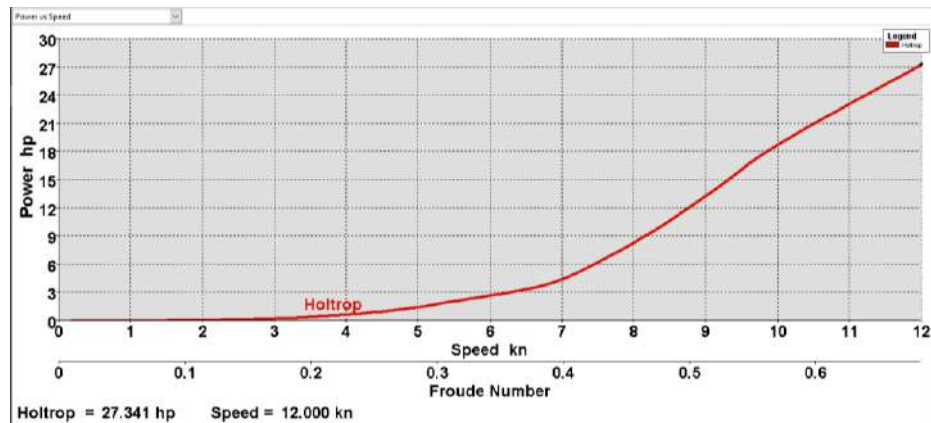
	Speed (kn)	Froude no. LWL	Froude no. vol.	Holtrop Resist (N)	Holtrop Power (HP)
1	9.3	0.53	1.482	1240.1	15.012
2	9.6	0.547	1.53	1343	16.782
3	9.9	0.564	1.578	1421.28	18.315
4	10.2	0.581	1.626	1484.48	19.709
5	10.5	0.598	1.673	1539.13	21.036
6	10.8	0.615	1.721	1587.33	22.315
7	11.1	0.632	1.769	1631.05	23.566
8	11.4	0.649	1.817	1671.96	24.81
9	11.7	0.667	1.865	1711.39	26.064
10	12	0.684	1.912	1750.37	27.341

Dan berikut adalah grafik tahanan dari *running* analysis di atas



Gambar 4.35 Grafik *resistance v speed* model sudut 80°

Dan yang satu ini adalah grafik daya mesin yang dikeluarkan pada kecepatan tertentu.



Gambar 4.36 Grafik *power v speed* model sudut 80°

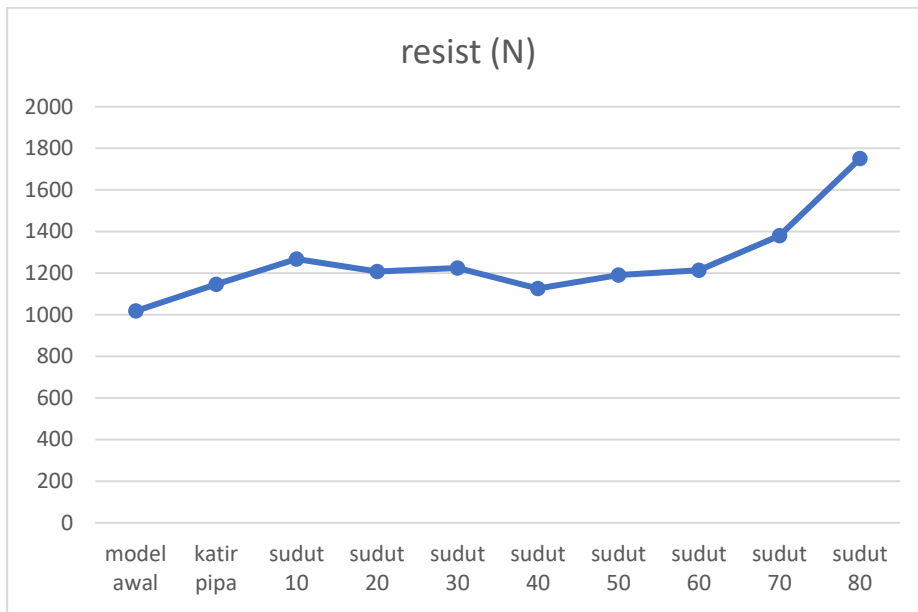
4.3.11. Perbandingan Kecepatan dan Hambatan Setiap Model

Dari hasil *running maxsurf resistance* di atas bisa kita bandingkan pada tabel berikut :

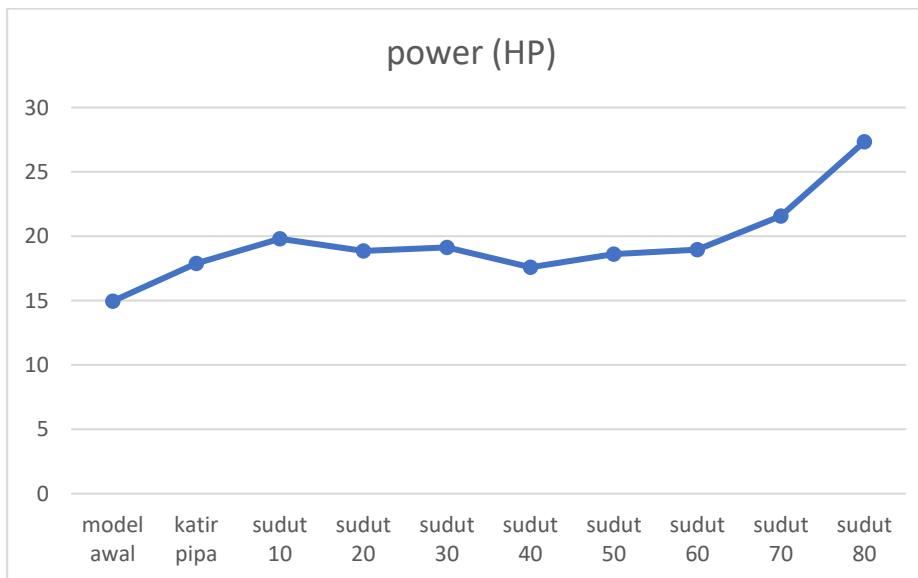
Tabel 4.42 Data *running maxsurf resistance* semua model

pemodelan	resist (N)	power (HP)
model awal	1017.95	14.967
katir pipa	1146.08	17.902
sudut 10	1267.28	19.80
sudut 20	1207.94	18.868
sudut 30	1225.25	19.138
sudut 40	1126.10	17.59
sudut 50	1191.36	18.609
sudut 60	1214.16	18.965
sudut 70	1380.66	21.566
sudut 80	1750.37	27.341

Dan berikut adalah grafik tahanan dan daya pada kecepatan 12 knot (max) :



Gambar 4.37 Grafik perbandingan tahanan semua model



Gambar 4.38 Grafik perbandingan daya semua model

4.4 Analisa Stabilitas pada Sudut Terbaik Pemodelan *Bilge Keel*

Seperti analisa sebelumnya (Analisis Perbaikan Stabilitas Kapal Bantuan Pemerintah Untuk Nelayan Di Desa Tanjung Widoro), analisa ini juga mangacu pada BKI kapal kecil sampai 24 m tahun 2021 dengan isi kriteria antara lain :

- $GM \geq 0,35$ m
- *righting lever at 30o inclination* $\geq 0,20$ m
- *stability range* ≥ 60 o (*not for multi hull craft*)
- *area under lever arm curve up to 30 o inclination* $\geq 0,055$ mrad
- *turning circle angle of heel* $\leq 12^\circ$, *to be determined by turning trials*

untuk keadaan *loadcase* terdapat 3 macam, yaitu kapal dengan DWT 100%, DWT 50%, dan kapal keadaan kosong. Berikut hasil dari *running stability* pada keadaan kapal kosong.

Tabel 4.43 Hasil kriteria keadaan kapal kosong

code	criteria	value	unit	actual	status	margin%
BKI Vassel 2021	Value of GMt at	0.35	m	1,020	pass	+191,43
BKI Vassel 2022	Value of GZ at	0.2	m	0,278	pass	+39,00
BKI Vassel 2023	Angle of max. GZ	60	deg	75,5	pass	+25,76
BKI Vassel 2024	GZ area between limits	0.055	m	0,5334	pass	+869,77
BKI Vassel 2025	Heeling arm criteria (stand alone)	12	deg	4,7	pass	+61,14

Dan berikut hasil *running stability* keadaan DWT 50%

Tabel 4.44 Hasil kriteria keadaan DWT 50%

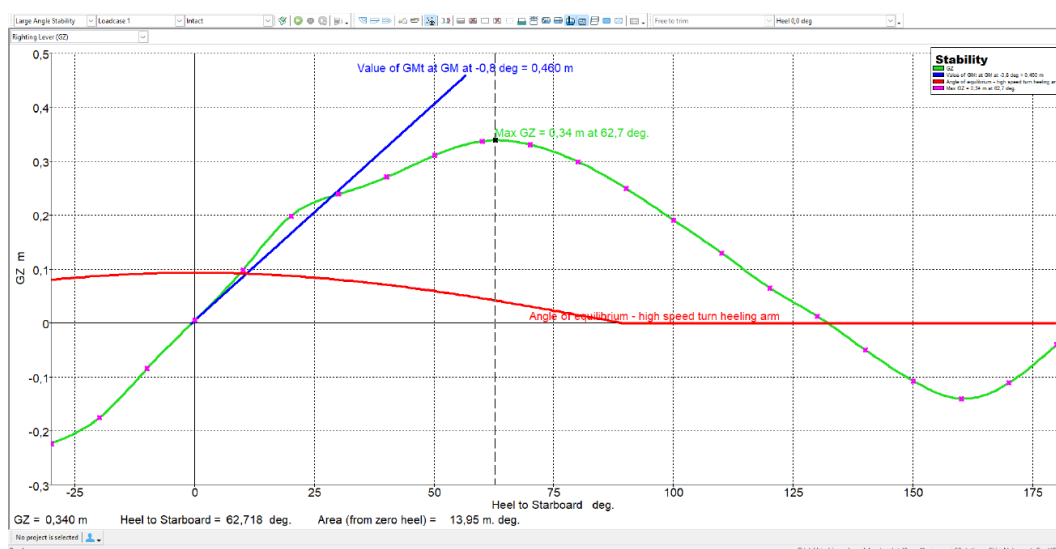
code	criteria	value	unit	actual	status	margin%
BKI Vassel 2021	Value of GMt at	0.35	m	0,599	pass	+71,14
BKI Vassel 2022	Value of GZ at	0.2	m	0,250	pass	+25,00
BKI Vassel 2023	Angle of max. GZ	60	deg	66,4	pass	+10,61
BKI Vassel 2024	GZ area between limits	0.055	m	0,4459	pass	+710,81
BKI Vassel 2025	Heeling arm criteria (stand alone)	12	deg	7,0	pass	+41,65

Dan berikut hasil *running stability* keadaan DWT 100%

Tabel 4.45 Hasil kriteria keadaan DWT 100%

code	criteria	value	unit	actual	status	margin%
BKI Vassel 2021	Value of GMt at	0.35	m	0,460	pass	+31,43
BKI Vassel 2022	Value of GZ at	0.2	m	0,240	pass	+20,00
BKI Vassel 2023	Angle of max. GZ	60	deg	62,7	pass	+4,55
BKI Vassel 2024	GZ area between limits	0.055	m	0,4066	pass	+639,35
BKI Vassel 2025	Heeling arm criteria (stand alone)	12	deg	9,3	pass	+22,42

Dari hasil *running stability* di atas, semua kriteria dari BKI kapal kecil di bawah 24 m sudah terpenuhi semua dan untuk nilai GZ dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.38 Kurva GZ hasil running *Bilge Keel* sudut 40°

Dari gambar di atas dapat diketahui nilai GZ maksimal atau nilai momen balik maksimal kapal sebesar 34 cm pada sudut 62,7°.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. keadaan kecepatan kapal sebelum diberi pipa paralon tidak ada masalah, dan setelah penambahan pipa paralon pada samping kapal membuat kecepatan menurun yang tadinya bisa 12 knot menjadi 11,1 knot (mengalami penurunan sebesar 7,5%). Dengan yang sebelumnya hanya memiliki tahanan 959 N kemudian naik menjadi 1146 N (mengalami kenaikan 19,5%)
2. untuk keadaan kecepatan kapal untuk *bilge keel* sudut tertentu hasilnya yaitu
 - Sudut 10° kecepatan max 10,8 knot (penurunan 10%).
 - Sudut 20° kecepatan max 11,1 knot (penurunan 7,5%).
 - Sudut 30° kecepatan max 11,1 knot (penurunan 7,5%).
 - Sudut 40° kecepatan max 11,4 knot (penurunan 5%).
 - Sudut 50° kecepatan max 11,1 knot (penurunan 7,5%).
 - Sudut 60° kecepatan max 11,1 knot (penurunan 7,5%).
 - Sudut 70° kecepatan max 10,2 knot (penurunan 15%).
 - Sudut 80° kecepatan max 9.2 knot (penurunan 22,5%).
3. sudut kemiringan *bilge keel* terbaik adalah 40°, namun sudut tersebut tidak bisa memenuhi kecepatan awal kapal karena mengalami penurunan 5%.
4. Untuk keadaan stabilitas model *bilge keel* dengan sudut kemiringan 40° telah memenuhi semua kriteria dari BKI kapal kecil dibawah 24 m.

5.2. Saran

Untuk hasil yang lebih baik, maka penulis memberikan saran dalam pemilihan dan perhitungan kecepatan dan tahanan kapal, maka perlu diperhatikan:

1. Dalam perhitungan distribusi beban, semua komponen dikapal dihitung lebih detail berat komponen dan peletakan titik berat agar memperoleh hasil *trim* yang kecil.
2. Alangkah baiknya analisa ini ditambahkan dengan stabilitas juga, karena setiap model tingkat stabilitasnya juga berbeda

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

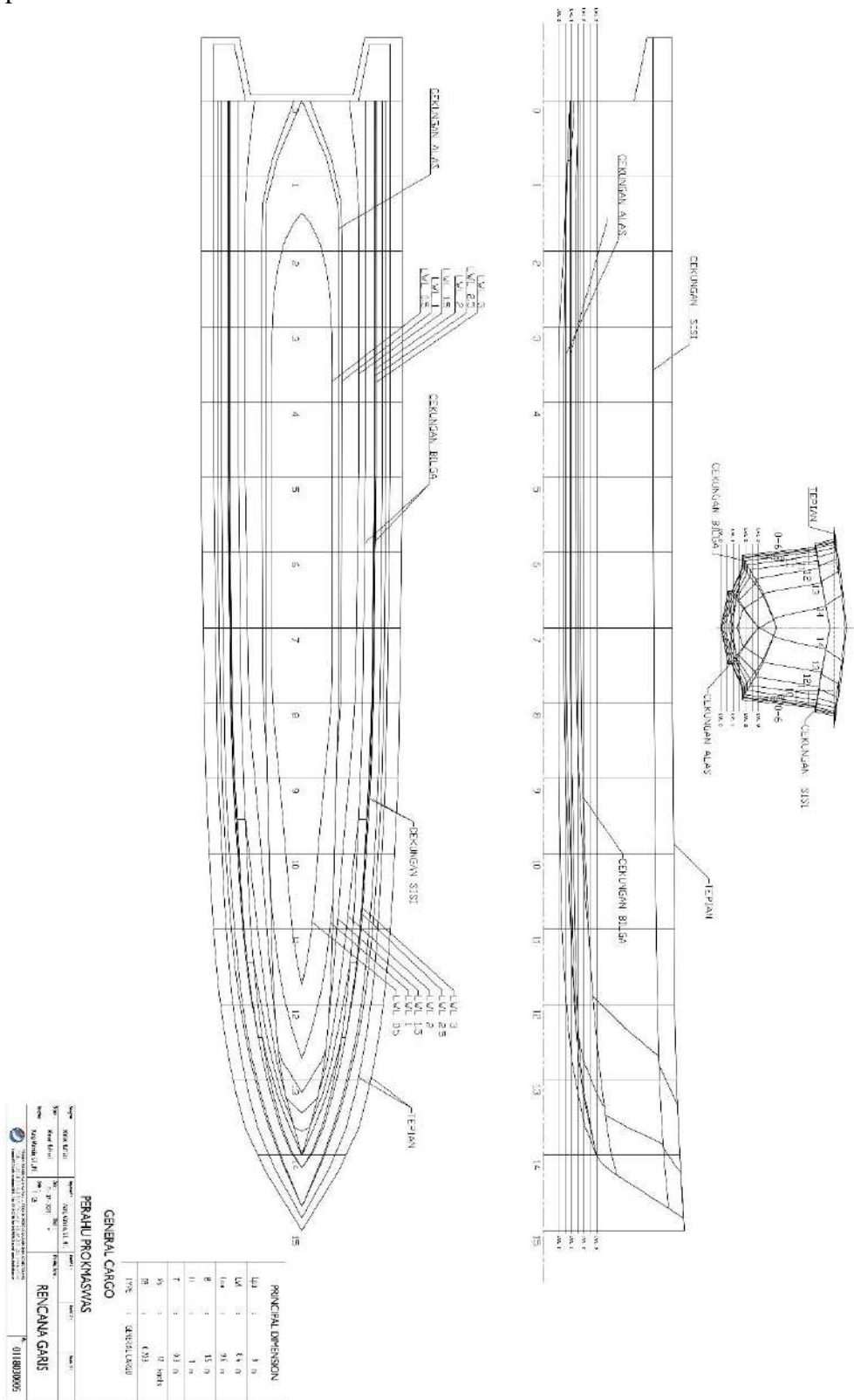
DAFTAR PUSTAKA

- Muttaqi, 2021 Tugas Akhir (Dc3004a) Analisis Perbaikan Stabilitas Kapal Bantuan Pemerintah untuk Nelayan di Desa Tanjung Widoro
Kementrian kelautan dan perikanan republik indonesia. (2019). laut masa depan bangsa, mari jaga bersama. siaran pers
- Amin, A. A., Maharani, C., & Pangesti., F. R. (2016). Modul Pengantar Studi DC. Surabaya: HIMADEC
- Yulianingsih, T. (2020). 10 Besar Negara kepulauan di Dunia, Indonesia Peringkat ke Berapa ? Jakarta: Liputan6. Retrieved April 8, 2021, *from* m.liputan6.com
- Ariany, Z. (2007). Penambahan Hambatan dalam Perhitungan Tahanan Kapal Akibat Gerak Kapal pada Gelombang. *Teknik*, 28, 180-184.
- Organization, I. M., 1993. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO INSTRUMENTS. London: s.n
- Yantoro, C. D. (2015). Analisa Pengaruh Variasi Kecepatan Terhadap Tekanan, Kecepatan Aliran *Fluida* Dan Nilai Hambatan Total Pada Kapal Kriso 3600 Teu Menggunakan Cfd. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 3, 193-205
- (Endro, 2014) High Speed Ship Total Resistance Calculation (an Empirical Study)
- (van den Boom, Henk & Hasselaar, Thijs, 2020). Ship Speed-Power Performance Assessment. 10.5957/SMC-2014-T04.
- (Bentley Systems, 2020) Maxsurf Connect Edition V23 User Manual Maxsurf Resistance

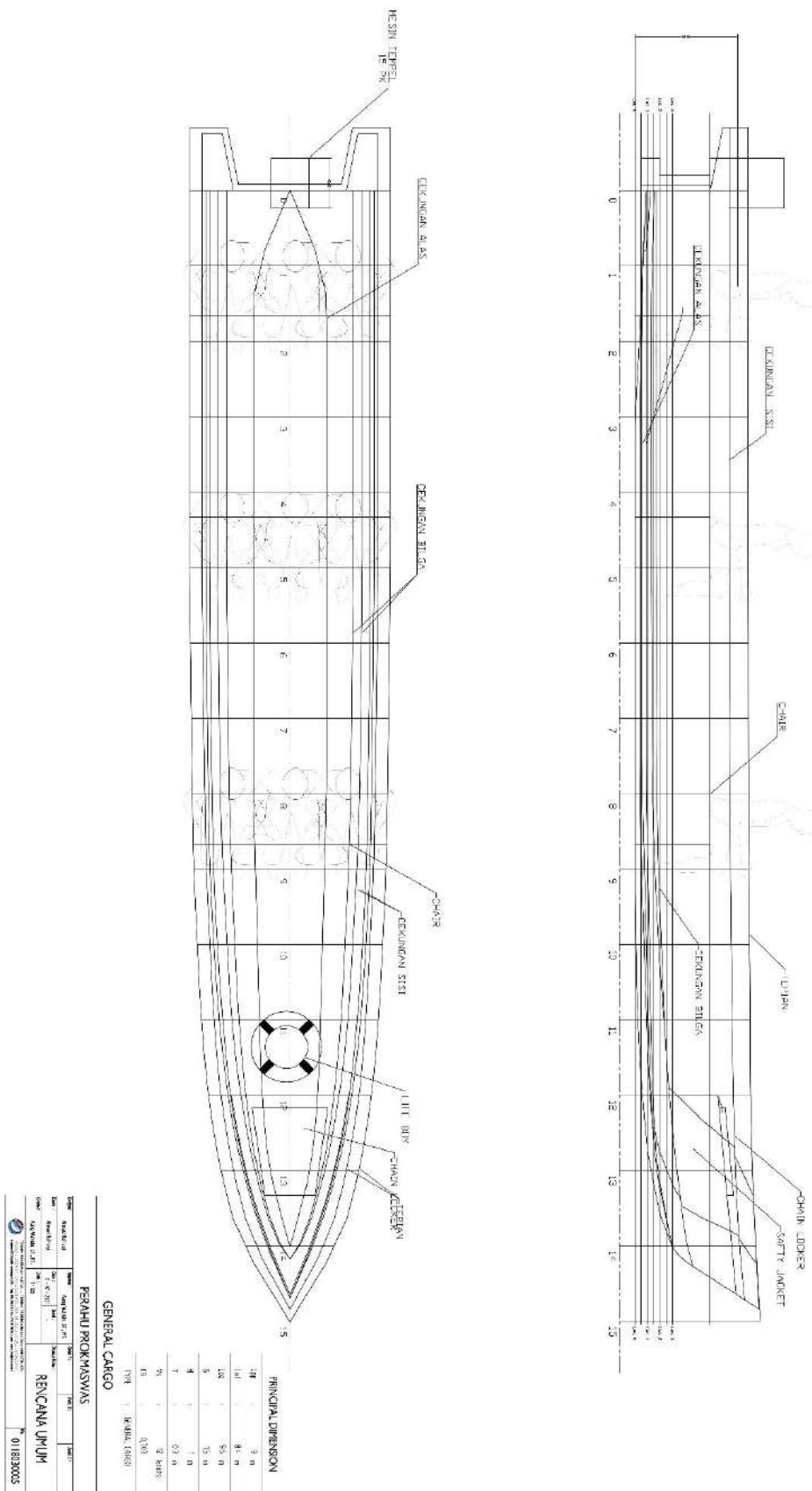
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Rencana Garis dan Rencana Umum

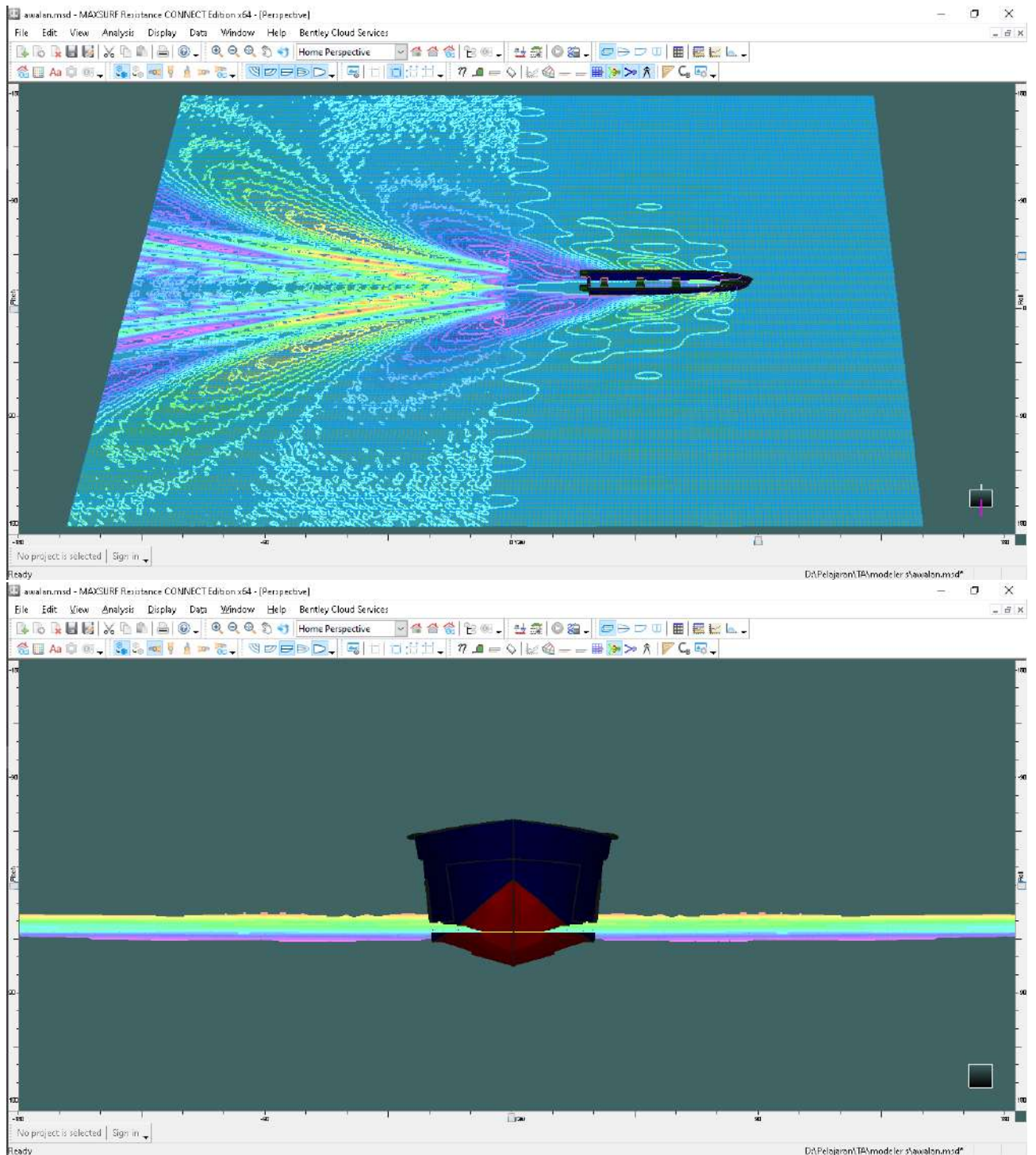


Gambar rencana garis kapal nelayan Desa Tanjung Widoro

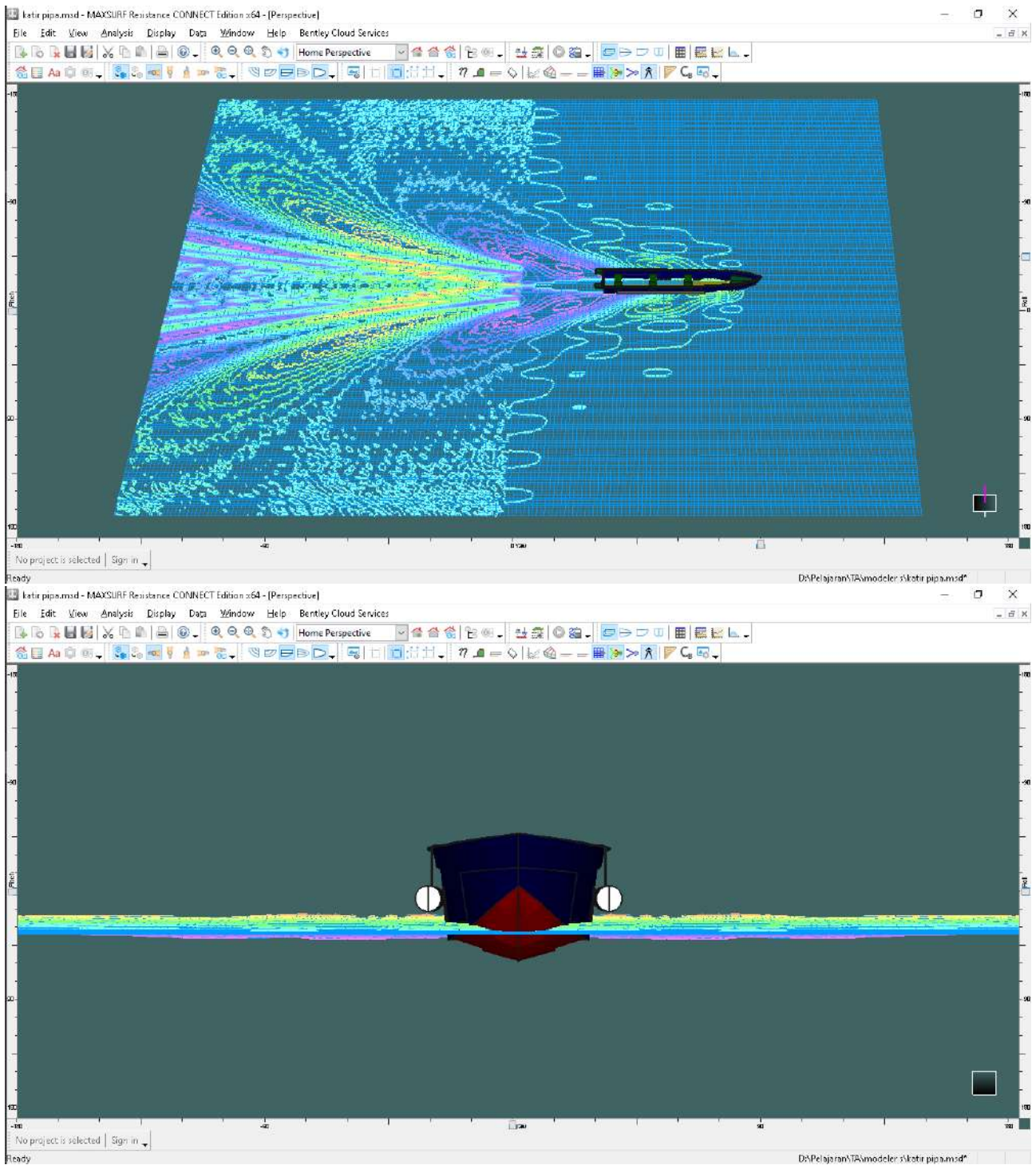


Gambar rencana umum kapal nelayan Desa Tanjung Widoro

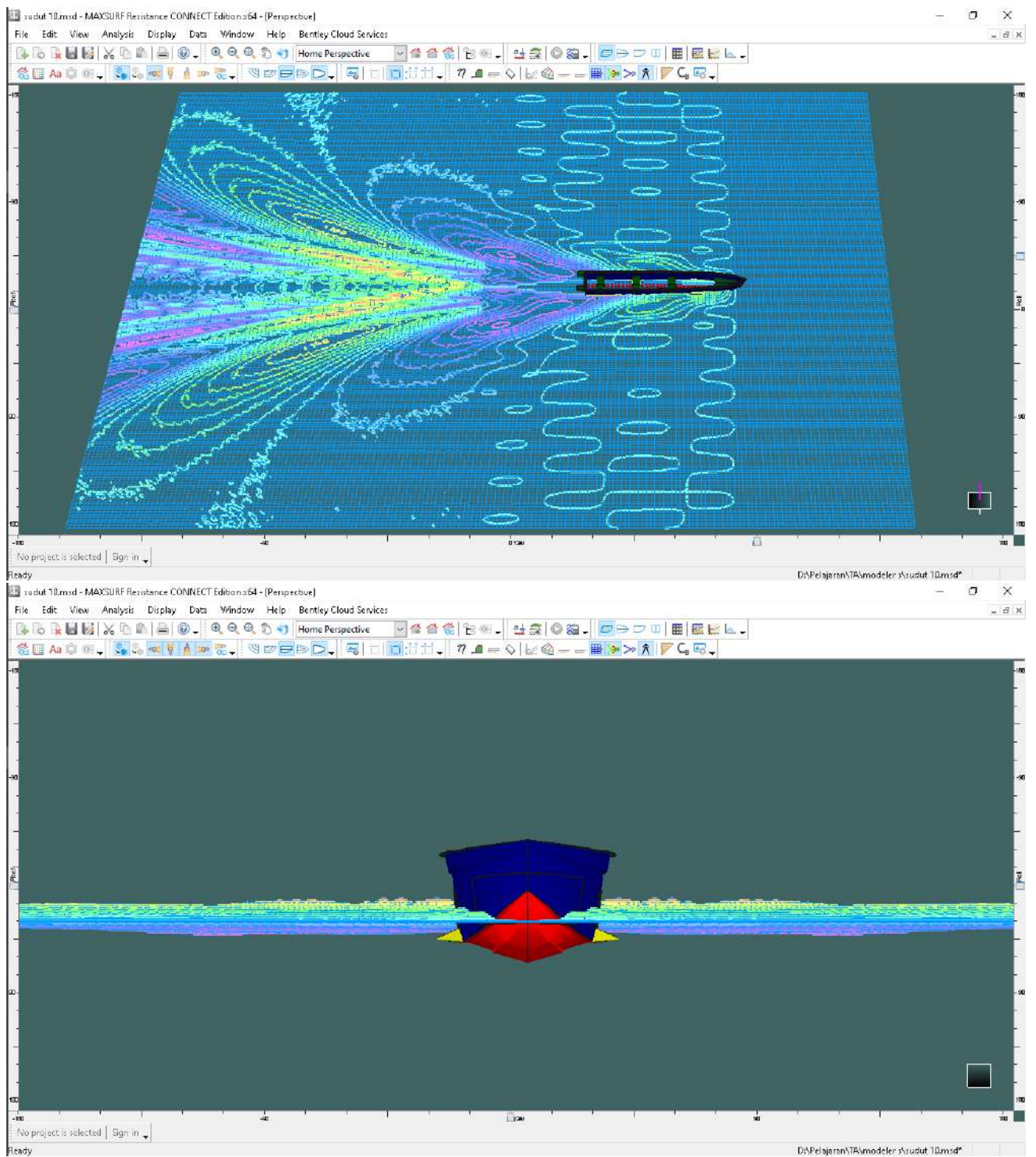
Lampiran 2 Bentuk Gelombang pada Tahanan Kapal Nelayan Desa Tanjung Widoro



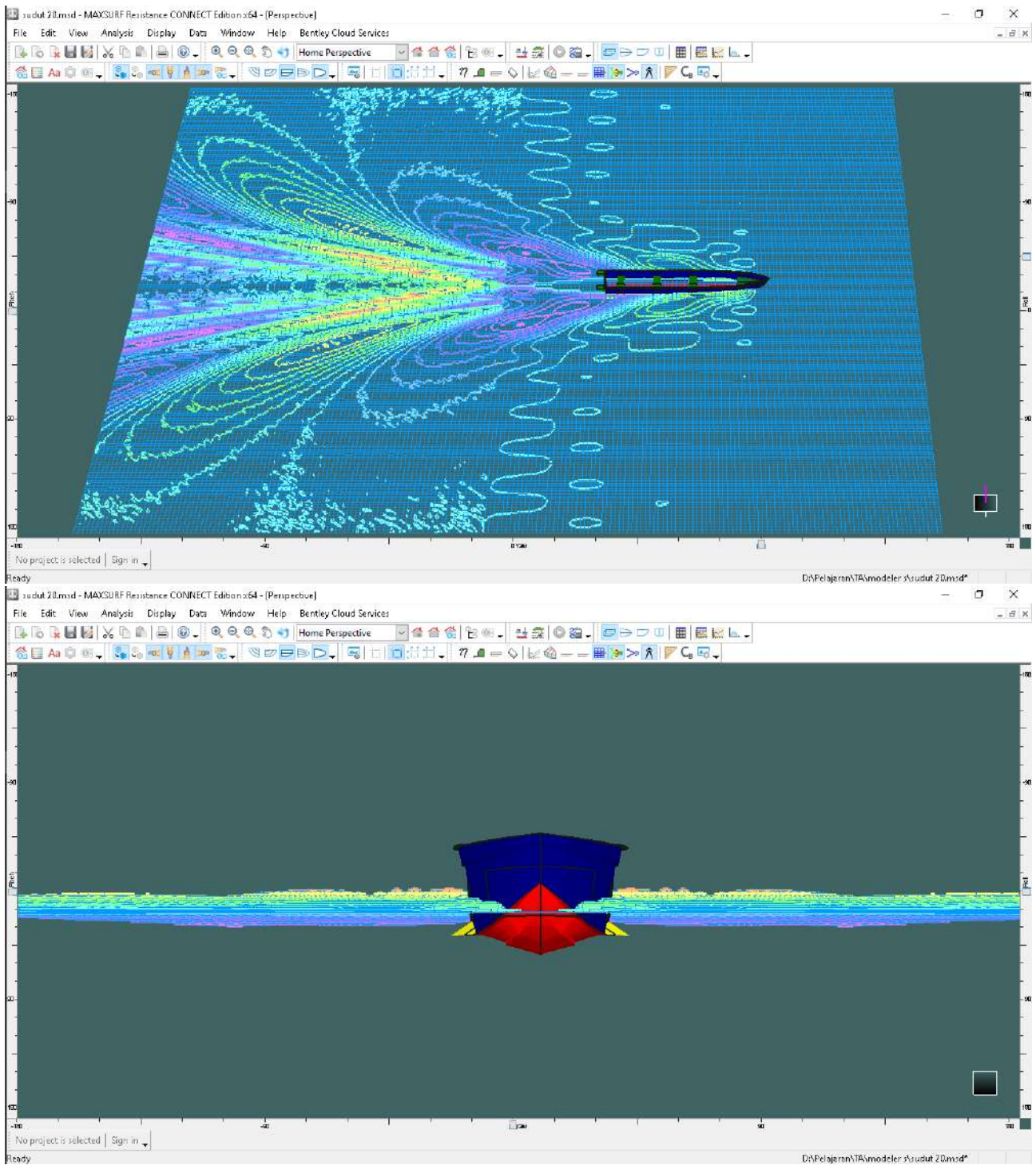
Gambar gelombang pada model awal



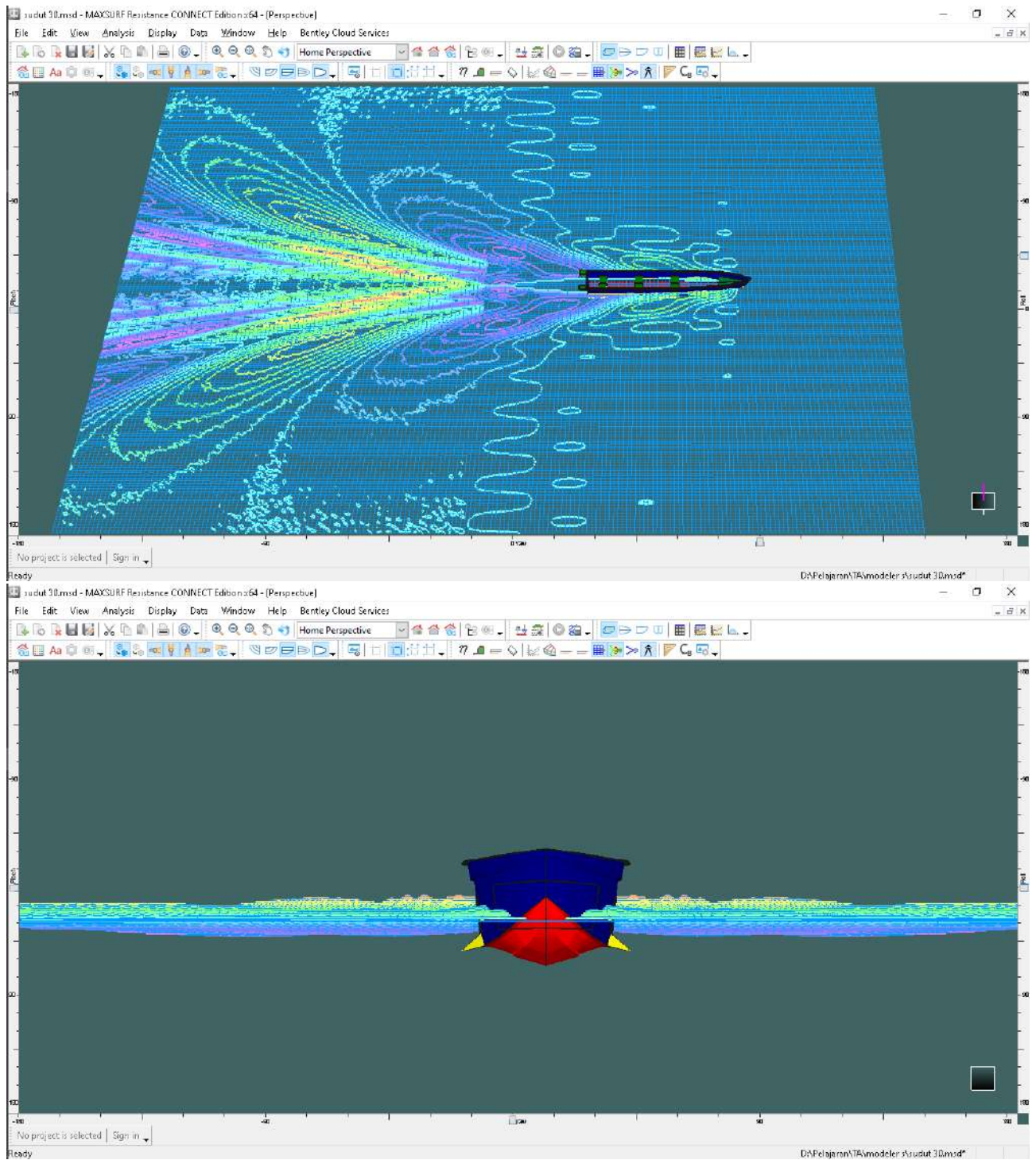
Gambar gelombang pada model katir pipa



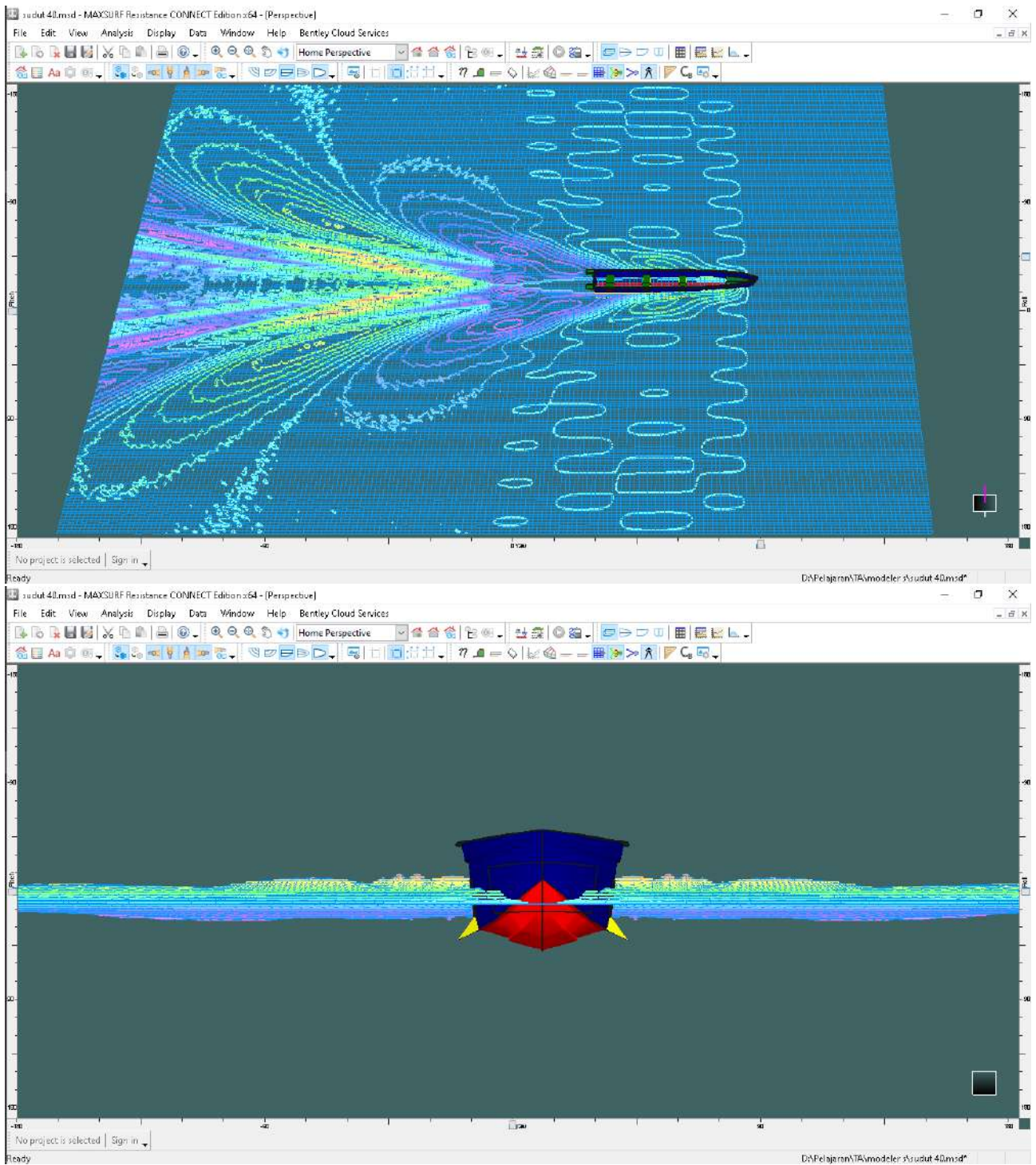
Gambar gelombang pada model sudut 10°



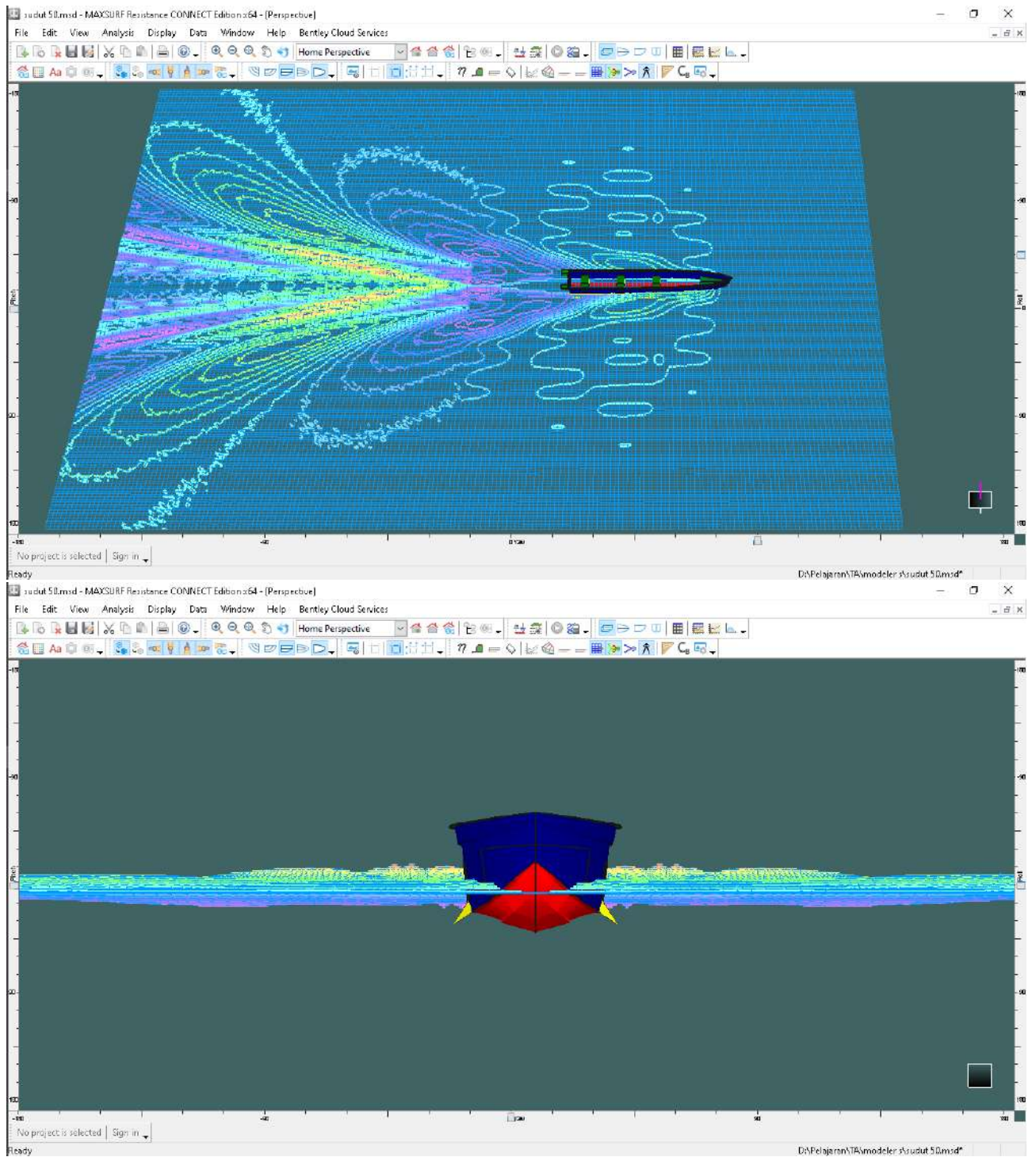
Gambar gelombang pada model sudut 20°



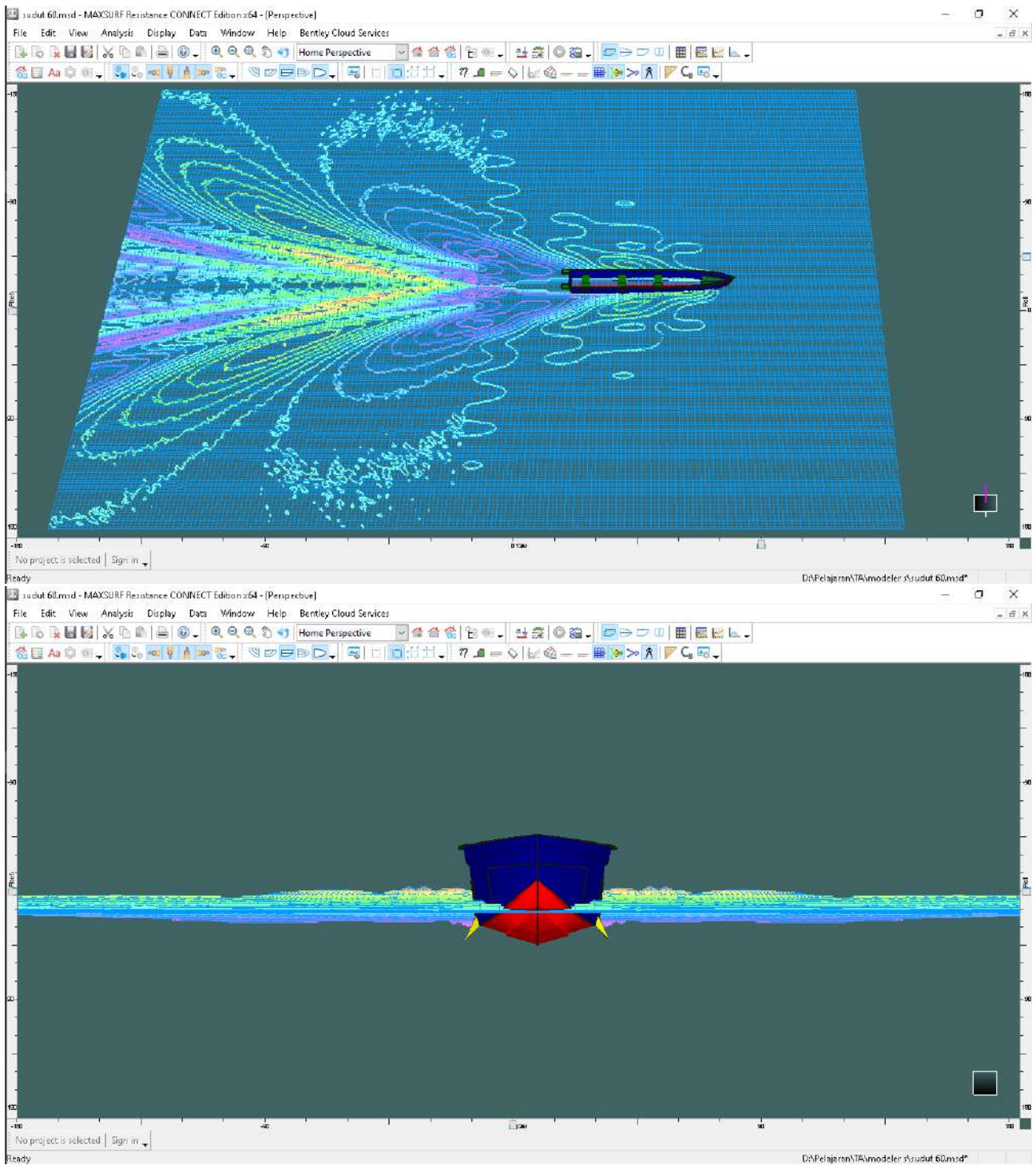
Gambar gelombang pada model sudut 30°



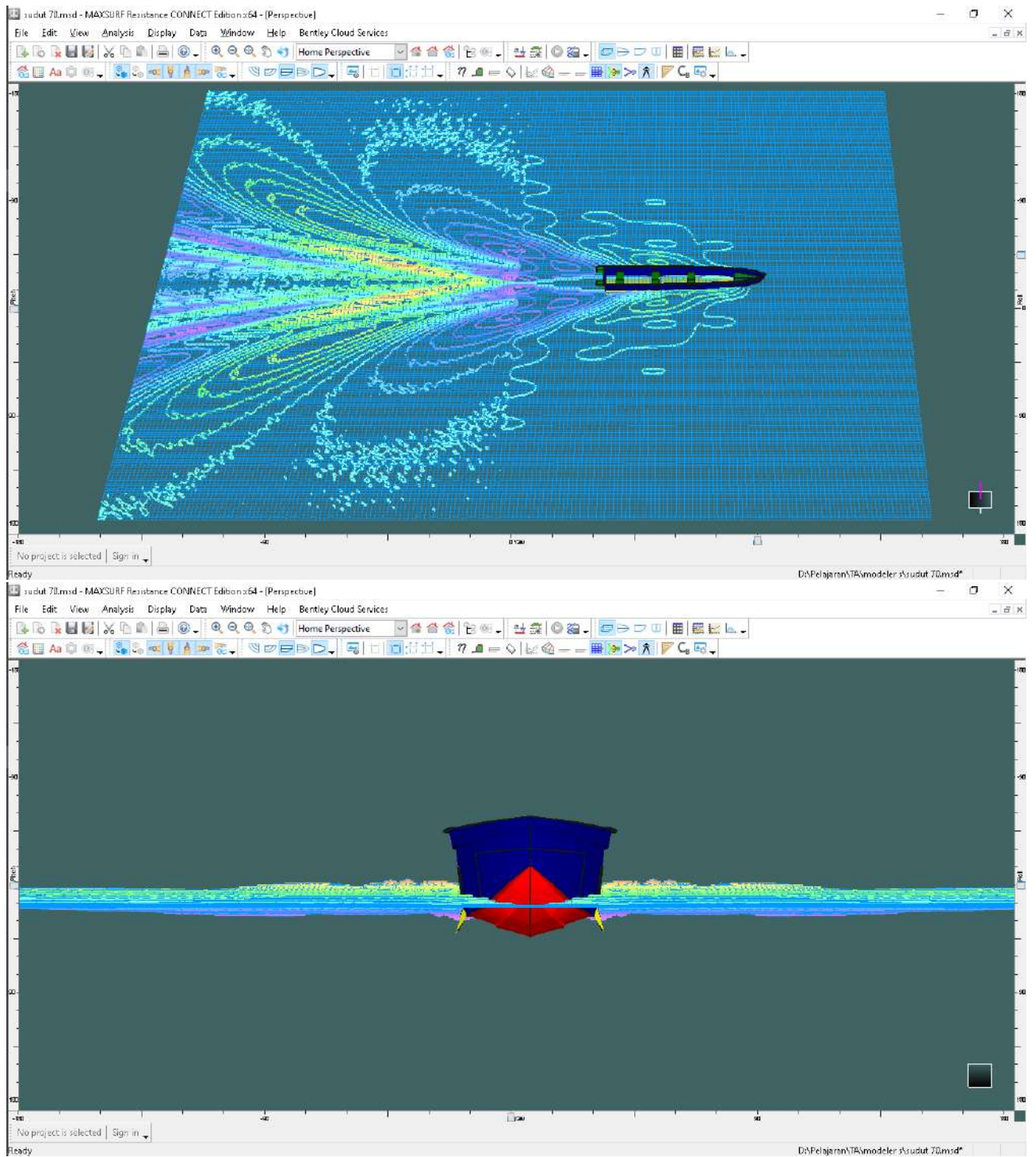
Gambar gelombang pada model sudut 40°



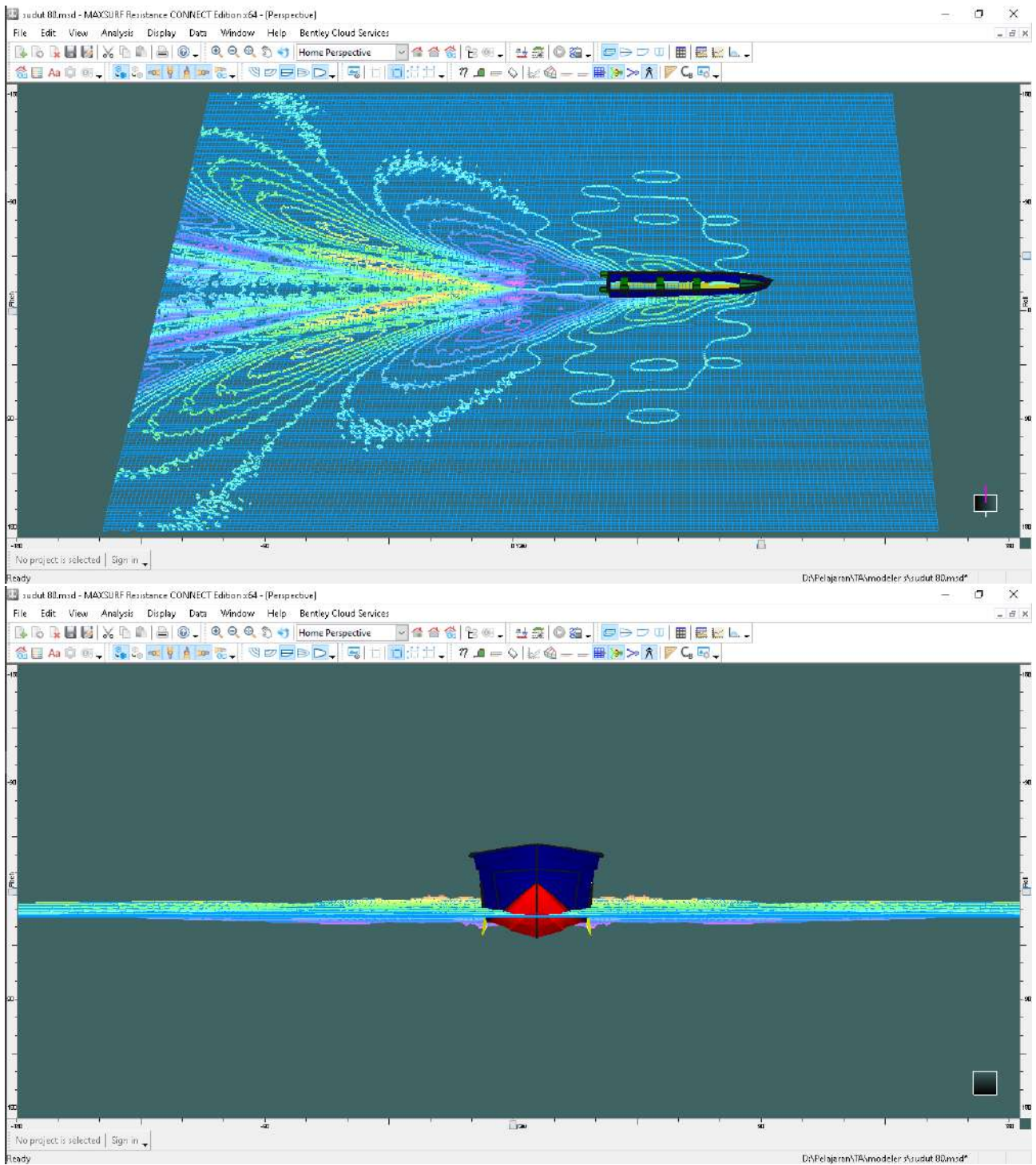
Gambar gelombang pada model sudut 50°



Gambar gelombang pada model sudut 60°



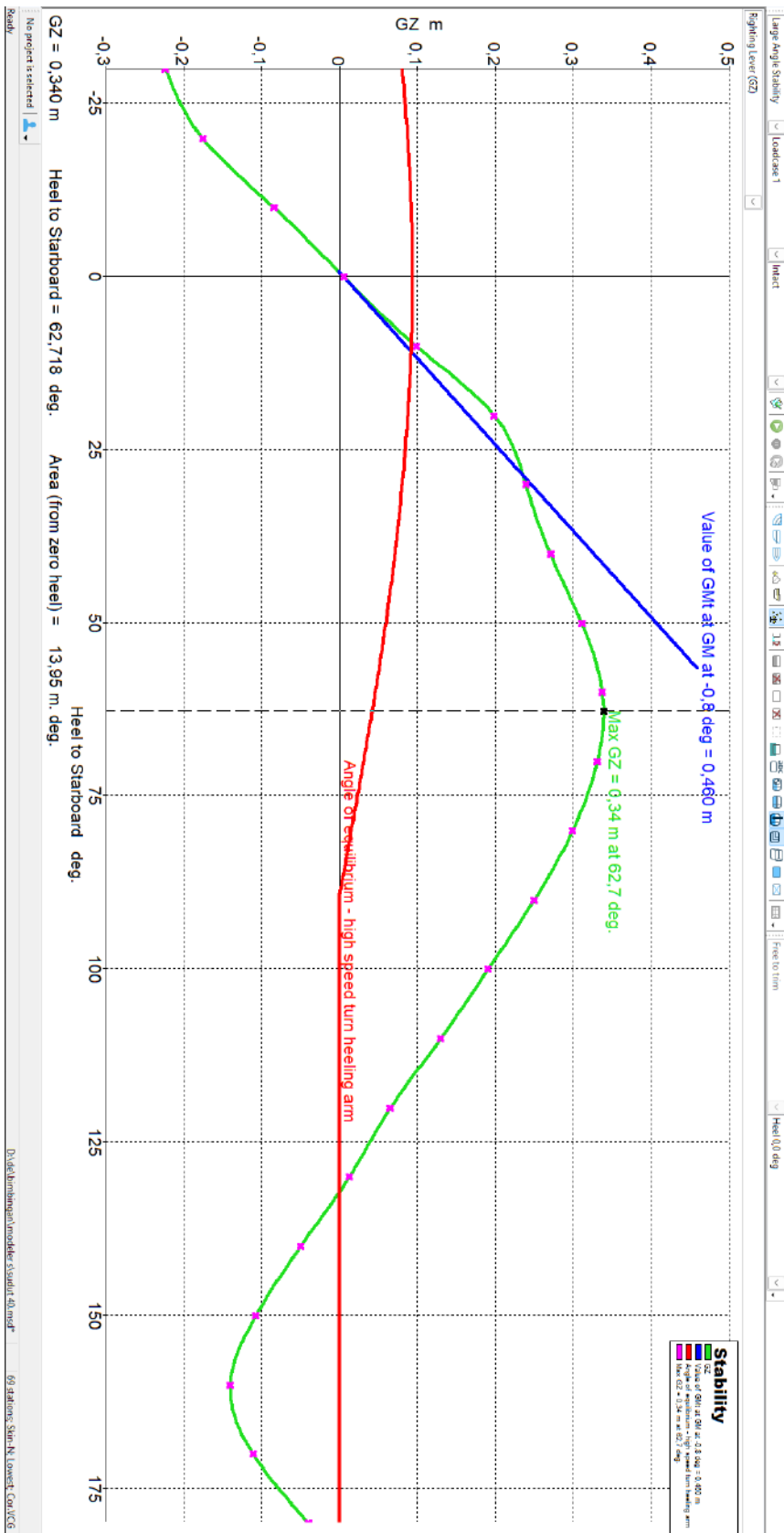
Gambar gelombang pada model sudut 70°



Gambar gelombang pada model sudut 80°

	heel to starboard deg	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
GZ m		-0.222	-0.174	-0.083	0.007	0.100	0.200	0.240	0.272	0.312	0.338	0.332	0.300	0.251	0.192	0.131	0.067	0.014	-0.049	-0.106	-0.139	-0.109	-0.039
Area under GZ curve from zero heel in rad		0.0643	0.0293	0.0065	0.0002	0.0091	0.0357	0.0748	0.1193	0.1702	0.2274	0.2863	0.3417	0.3901	0.4288	0.4570	0.4742	0.4811	0.4782	0.4646	0.4425	0.4199	0.4067
Displacement kg		1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194
Draft at FP m		0.167	0.211	0.245	0.245	0.258	0.238	0.211	0.174	0.109	-0.025	-0.318	-1.214	na	-2.391	-1.486	-1.184	-1.041	-0.967	-0.919	-0.897	-0.880	-0.885
Draft at AP m		0.382	0.397	0.378	0.366	0.356	0.352	0.309	0.228	0.081	-0.145	-0.550	-1.682	na	-2.668	-1.538	-1.140	-0.912	-0.779	-0.701	-0.654	-0.650	-0.641
WL Length m		8.557	8.533	8.505	8.503	8.554	8.277	8.542	8.623	8.585	8.573	8.516	8.709	8.527	8.651	8.777	8.909	9.043	9.087	9.057	9.447	9.438	9.127
Beam max extents on WL m		1.253	1.388	1.250	1.195	1.255	1.428	1.088	1.126	1.156	1.028	0.912	0.844	0.785	0.774	0.791	0.868	1.028	0.957	1.087	1.363	1.336	1.322
Wetted Area m ²		9.911	10.403	11.808	11.847	11.812	10.076	9.997	10.448	11.641	12.133	12.131	12.293	11.497	12.371	12.298	12.353	11.634	11.077	11.348	12.071	13.603	12.464
Waterpl. Area m ²		5.809	6.290	6.867	6.562	7.160	6.411	6.107	6.364	6.860	6.292	5.536	5.068	4.837	4.792	4.901	5.175	5.538	5.270	5.652	6.689	8.132	7.972
Prismatic coeff. (Cp)		0.414	0.431	0.466	0.481	0.482	0.505	0.510	0.532	0.567	0.604	0.631	0.634	0.661	0.658	0.652	0.629	0.557	0.509	0.463	0.391	0.373	0.372
Block coeff. (Cb)		0.177	0.187	0.273	0.362	0.285	0.199	0.227	0.210	0.211	0.245	0.299	0.356	0.467	0.388	0.340	0.284	0.221	0.233	0.216	0.185	0.242	0.354
LCB from zero pt. (+ve fwd) m		3.678	3.680	3.680	3.681	3.680	3.680	3.680	3.681	3.682	3.684	3.686	3.686	3.686	3.684	3.683	3.680	3.676	3.672	3.669	3.667	3.668	3.667
LCF from zero pt. (+ve fwd) m		3.973	3.855	3.816	3.716	3.741	3.836	3.916	3.854	3.912	4.118	4.155	4.181	4.206	4.206	4.201	4.156	3.933	4.123	4.145	4.122	4.296	4.357
Max deck inclination deg		300.240	200.337	100.388	0.8256	100.210	200.127	300.049	400.008	500.001	600.008	700.009	800.005	900.000	999.998	1.100.000	1.199.999	1.299.977	1.399.901	1.499.753	1.599.430	1.698.843	1.783.509
Trim angle (+ve by stem) deg		14.545	12.627	0.9004	0.8256	0.6621	0.7756	0.6600	0.3671	-0.1917	-0.8096	-15.712	-31.669	na	-18.708	-0.5353	0.2976	0.8742	12.713	14.775	16.422	15.569	16.491

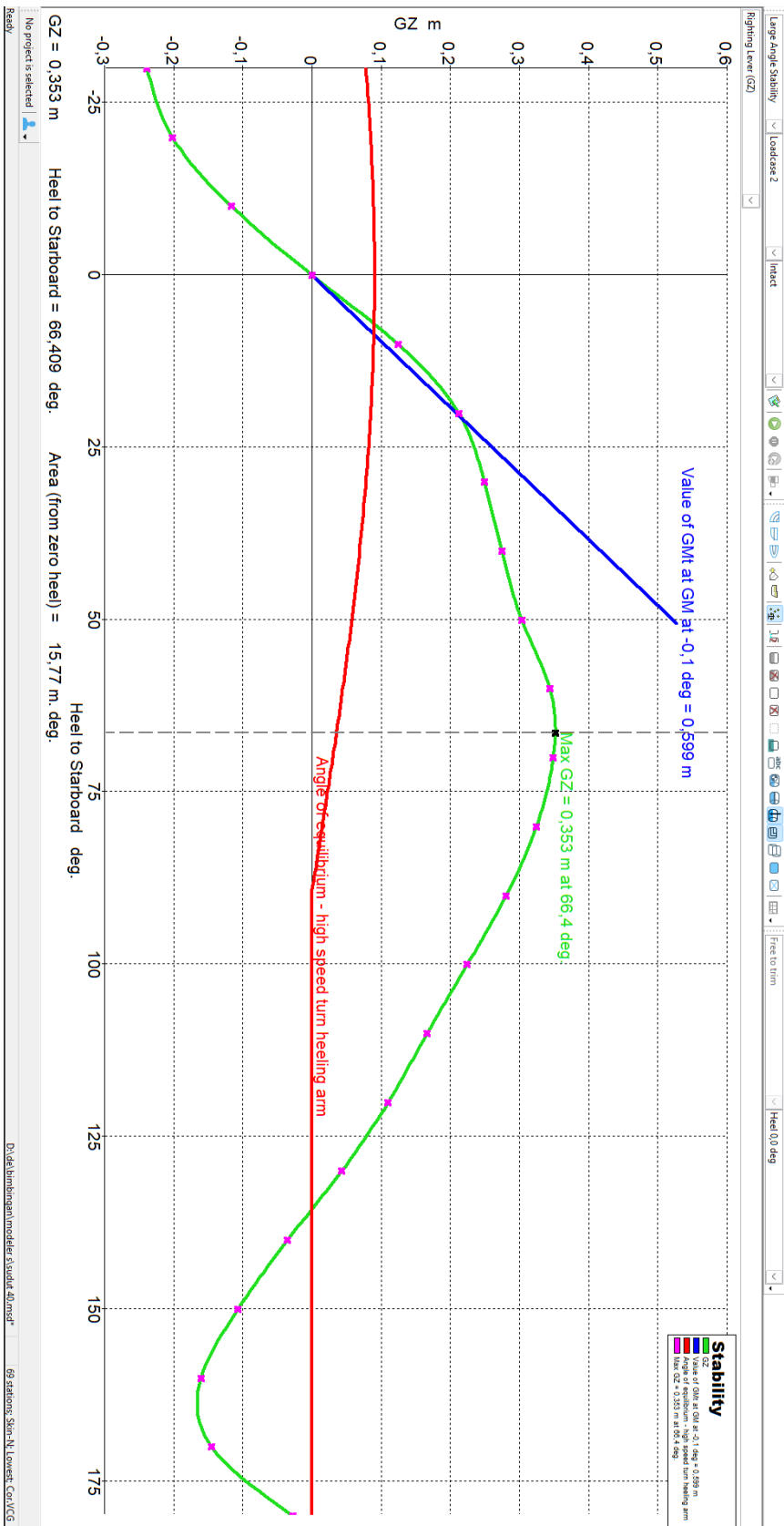
Gambar hasil stability keadaan DWT 100%



Gambar grafik kurva GZ keadaan DWT 100%

	heel to starboard deg																						
	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	
GZ m	-0.237	-0.200	-0.115	0.002	0.126	0.214	0.250	0.276	0.305	0.345	0.350	0.326	0.282	0.226	0.168	0.111	0.044	-0.035	-0.106	-0.159	-0.144	-0.027	
Area under GZ curve from zero heel mrad	0.0770	0.0384	0.0102	0.0001	0.0113	0.0417	0.0827	0.1286	0.1791	0.2360	0.2972	0.3565	0.4097	0.4541	0.4884	0.5128	0.5265	0.5273	0.5149	0.4912	0.4632	0.4474	
Displacement kg	952.9	952.9	953.1	953.1	953.0	953.0	953.0	953.0	953.0	953.1	953.0	953.0	953.0	953.0	953.0	953.0	953.0	953.0	953.0	953.1	953.0	952.9	
Draft at FP m	0.189	0.224	0.250	0.247	0.258	0.244	0.222	0.184	0.118	-0.011	-0.290	-1.136	n/a	-2.288	-1.438	-1.161	-1.023	-0.947	-0.902	-0.884	-0.867	-0.869	
Draft at AP m	0.267	0.305	0.309	0.302	0.296	0.271	0.211	0.119	-0.030	-0.301	-0.813	-2.274	n/a	-3.327	-1.859	-1.330	-1.073	-0.920	-0.818	-0.746	-0.724	-0.719	
WL Length m	8.251	8.220	8.319	8.309	8.351	8.292	8.201	8.335	8.593	8.585	8.533	8.749	8.963	8.693	8.821	8.948	9.094	9.066	9.042	9.035	9.427	9.429	
Beam max extents on WL m	1.045	1.113	1.279	1.181	1.284	1.051	1.007	0.991	1.098	1.015	0.900	0.810	0.771	0.759	0.815	0.935	0.724	0.756	0.866	1.103	1.350	1.348	
Wetted Area m ²	8.869	9.095	10.691	11.196	10.522	9.077	9.040	9.226	10.178	11.264	11.323	11.378	10.692	11.589	11.381	10.943	9.977	10.085	10.245	10.245	10.919	12.606	11.545
Waterpl. Area m ²	5.264	5.504	6.580	6.598	6.861	5.738	5.539	5.559	6.287	6.327	5.646	5.170	4.963	4.823	5.073	5.284	4.658	4.741	5.083	5.927	7.855	8.126	
Pismatic coeff (Cp)	0.479	0.470	0.452	0.460	0.464	0.498	0.533	0.551	0.550	0.570	0.598	0.603	0.606	0.641	0.647	0.663	0.674	0.644	0.577	0.493	0.421	0.402	
Block coeff (Cb)	0.209	0.226	0.255	0.334	0.263	0.255	0.229	0.219	0.187	0.211	0.262	0.326	0.410	0.350	0.293	0.239	0.297	0.291	0.266	0.233	0.240	0.384	
LCB from zero pt (+ve fwd) m	3.904	3.904	3.905	3.905	3.905	3.905	3.906	3.908	3.909	3.911	3.914	3.917	3.918	3.917	3.915	3.912	3.908	3.904	3.900	3.897	3.896	3.896	
LCF from zero pt (+ve fwd) m	4.194	4.100	3.841	3.664	3.743	3.993	4.083	4.117	4.051	4.035	4.055	4.057	4.103	4.198	4.111	4.101	4.260	4.296	4.310	4.340	4.290	4.331	
Max deck inclination deg	300.031	200.064	100.078	0.3718	100.031	200.007	300.001	400.012	500.030	600.049	700.047	800.028	900.000	999.977	1.099.970	1.199.983	1.299.997	1.399.998	1.499.964	1.599.815	1.699.550	1.789.783	
Trim angle (+ve by stern) deg	0.5268	0.5493	0.4021	0.3718	0.2535	0.1861	-0.0725	-0.4405	-10.032	-19.623	-35.341	-76.677	n/a	-70.000	-28.469	-11.456	-0.3342	0.1853	0.5667	0.9350	0.9689	10.217	

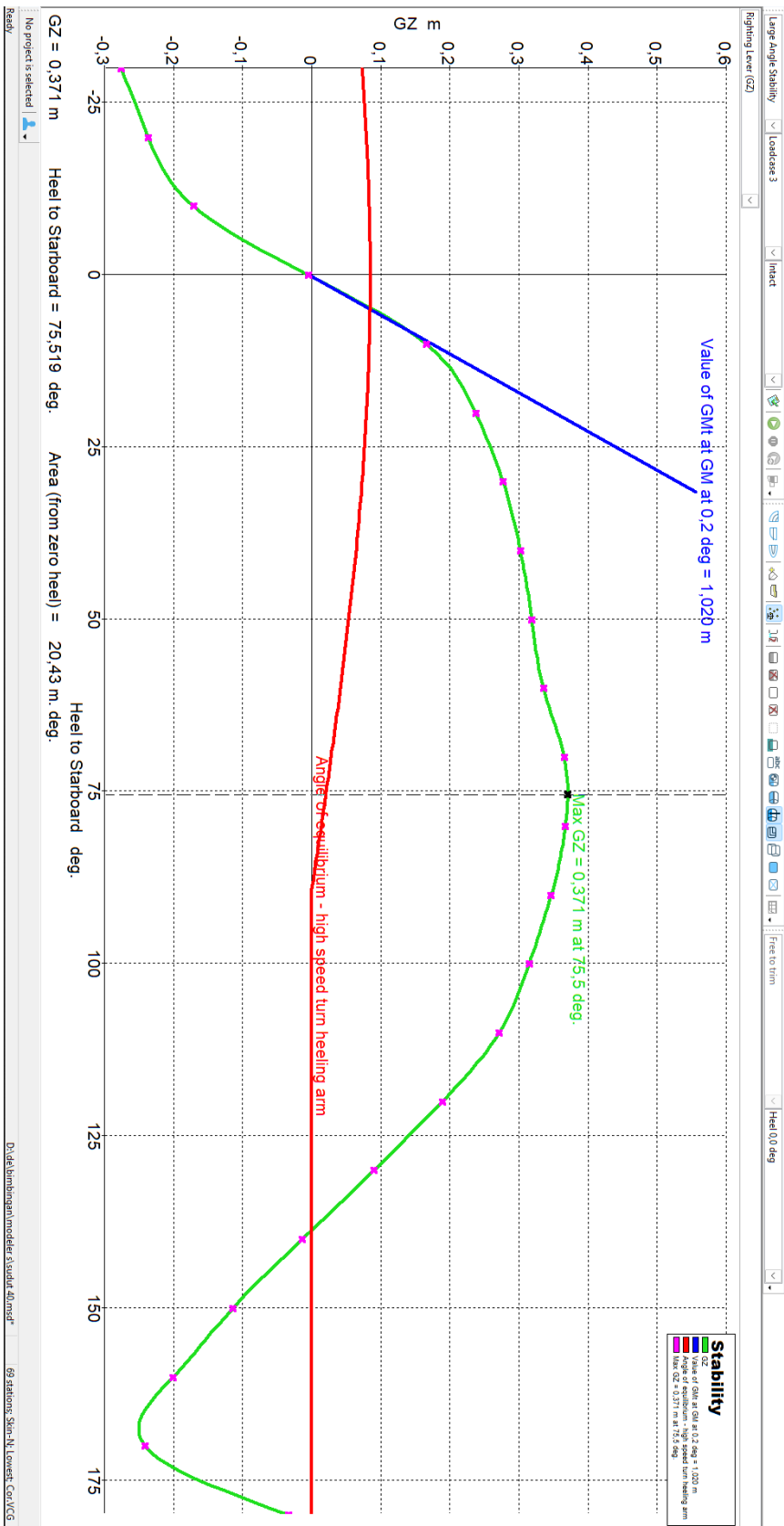
Gambar hasil stability keadaan DWT 50%



Gambar grafik kurva GZ keadaan DWT 50%

	heel to starboard deg																					
	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
GZ m	-0.237	-0.200	-0.115	0.002	0.126	0.214	0.250	0.276	0.305	0.345	0.350	0.336	0.282	0.226	0.168	0.111	0.044	-0.035	-0.106	-0.159	-0.144	-0.027
Area under GZ curve from zero heel inrad	0.0770	0.0384	0.0102	0.0001	0.0113	0.0417	0.0827	0.1286	0.1791	0.2360	0.2972	0.3565	0.4097	0.4541	0.4884	0.5128	0.5265	0.5273	0.5149	0.4912	0.4632	0.4474
Displacement kg	952.9	952.9	953.1	953.1	953.0	953.0	953.0	953.0	953.0	953.1	953.0	953.0	953.0	953.0	953.0	953.0	953.0	953.0	953.0	953.1	953.0	952.9
Draft at FP m	0.189	0.224	0.250	0.247	0.258	0.244	0.222	0.184	0.118	-0.011	-0.290	-1.136	na	-2.288	-1.438	-1.161	-1.023	-0.947	-0.902	-0.884	-0.867	-0.869
Draft at AP m	0.267	0.305	0.309	0.302	0.296	0.271	0.211	0.119	-0.030	-0.301	-0.813	-2.274	na	-3.327	-1.859	-1.330	-1.073	-0.920	-0.818	-0.746	-0.724	-0.719
WL Length m	8.251	8.220	8.319	8.309	8.351	8.292	8.201	8.355	8.593	8.585	8.533	8.749	8.963	8.693	8.821	8.948	9.094	9.066	9.042	9.035	9.427	9.429
Beam max extents on WL m	1.045	1.113	1.279	1.181	1.284	1.051	1.007	0.991	1.098	1.015	0.900	0.810	0.771	0.759	0.815	0.935	0.724	0.756	0.866	1.103	1.350	1.348
Wetted Area m ²	8.869	9.095	10.691	11.196	10.522	9.077	9.040	9.226	10.178	11.264	11.323	11.378	10.692	11.589	11.381	10.943	9.977	10.085	10.245	10.919	12.606	11.545
Waterpl. Area m ²	5.264	5.504	6.580	6.598	6.861	5.738	5.539	5.559	6.287	6.327	5.646	5.170	4.963	4.823	5.073	5.284	4.658	4.741	5.083	5.927	7.855	8.126
Prismatic coeff (Cp)	0.479	0.470	0.452	0.460	0.464	0.498	0.533	0.551	0.550	0.570	0.598	0.603	0.606	0.641	0.647	0.663	0.674	0.644	0.577	0.493	0.421	0.402
Block coeff (Cb)	0.209	0.226	0.255	0.334	0.263	0.255	0.229	0.219	0.187	0.211	0.262	0.326	0.410	0.350	0.293	0.229	0.297	0.291	0.266	0.233	0.240	0.384
LCB from zero pt (+ve fwd) m	3.904	3.904	3.905	3.905	3.905	3.905	3.906	3.908	3.909	3.911	3.914	3.917	3.918	3.917	3.915	3.912	3.908	3.904	3.900	3.897	3.896	3.896
LCF from zero pt (+ve fwd) m	4.194	4.100	3.841	3.664	3.743	3.993	4.083	4.117	4.051	4.035	4.055	4.057	4.103	4.198	4.111	4.101	4.260	4.296	4.310	4.340	4.290	4.331
Max deck inclination deg	300.031	200.064	100.078	0.3718	100.031	200.007	300.001	400.012	500.030	600.049	700.047	800.028	900.000	999.977	1,099.970	1,199.983	1,299.997	1,399.998	1,499.964	1,599.815	1,699.250	1,789.783
Trim angle (+ve by stern) deg	0.5268	0.5493	0.4021	0.3718	0.2535	0.1861	-0.0725	-0.4405	-1.0032	-1.9263	-3.341	-7.6677	na	-70.000	-28.469	-11.456	-0.3342	0.1853	0.5667	0.9350	0.9689	10.217

Gambar hasil stability keadaan kapal kosong



Gambar grafik kurva GZ keadaan kapal kosong

BIODATA PENULIS



Nama : Maksum Aryadi Sulton
Nama Panggilan : Maksum
NRP : 0119030010
Tempat, Tanggal Lahir : Jombang, 16 Oktober 2000
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Ngaresrejo RT. 15 RW. 03 Sukodono, Sidoarjo
No. HP : 0822-3672-8649
Email : maksumaryadisulton@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

2007 – 2013 : MI Sunan Ampel II Trosobo
2013 – 2016 : SMPN 3 Krian
2016 – 2019 : SMAN 1 Krian
2019 – 2022 : Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya