



**TUGAS AKHIR - MN141581**

**DESAIN *MULTIPURPOSE LANDING CRAFT TANK* (LCT)  
MENGUNAKAN METODE OPTIMISASI  
GLOBAL DAN LOKAL**

**Varisha Vada Zumar  
NRP 4114100079**

**Dosen Pembimbing  
Hasanudin, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



**TUGAS AKHIR - MN141581**

**DESAIN *MULTIPURPOSE LANDING CRAFT TANK* (LCT)  
MENGUNAKAN METODE OPTIMISASI GLOBAL DAN  
LOKAL**

**Varisha Vada Zumar  
NRP 4114100079**

**Dosen Pembimbing  
Hasanudin, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



**FINAL PROJECT - MN141581**

**DESIGN OF MULTIPURPOSE LANDING CRAFT TANK  
(LCT) USING GLOBAL AND LOCAL OPTIMIZATION**

**Varisha Vada Zumar  
NRP 4114100079**

**Supervisor  
Hasanudin, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

# DESAIN *MULTIPURPOSE LANDING CRAFT TANK (LCT)* MENGUNAKAN METODE OPTIMISASI GLOBAL DAN LOKAL

### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal  
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

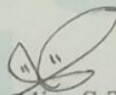
Oleh:

**VARISHA VADA ZUMAR**

NRP 4114100079

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing

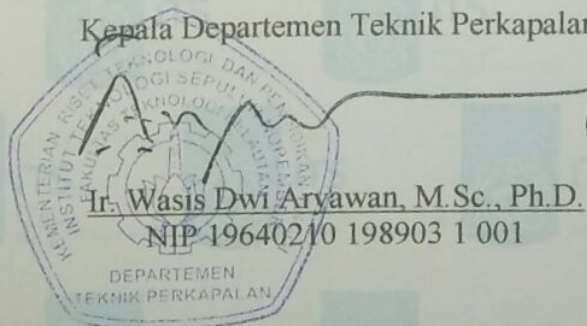


Hasanudin, S.T., M.T

NIP 19800623200604100 1

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

NIP 19640210 198903 1 001

DEPARTEMEN  
TEKNIK PERKAPALAN

SURABAYA, 16 JANUARI 2018

## LEMBAR REVISI

# DESAIN *MULTIPURPOSE LANDING CRAFT TANK* (LCT) MENGUNAKAN METODE OPTIMISASI GLOBAL DAN LOKAL

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 16 Januari 2018

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal  
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**VARISHA VADA ZUMAR**

NRP 4114100079

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D.

2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

3. Gita Marina Ahadyanti, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Hasanudin, S.T., M.T.



SURABAYA, 16 JANUARI 2018

Dipersembahkan kepada ibu tercinta atas segala dukungan dan doanya

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Allah SWT yang telah senantiasa memberikan rahmat, kekuatan serta hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan lancar.
2. Ibu dan keluarga penulis yang selalu setia memberikan doa serta dukungan kepada penulis.
3. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
4. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
5. Seluruh dosen serta civitas akademik Jurusan Teknik Perkapalan ITS yang memberikan arahan dan bantuan kepada penulis.
6. Teman-teman Deadrise yang sudah sangat membantu dan memberi banyak pelajaran dan pengalaman untuk penulis selama di perkuliahan.
7. Sasa, Hilda, Stacey, Raya, El, Karina, Uun dan Windha yang sudah menemani penulis selama di perkuliahan.
8. Kabinet BARU Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan yang sudah memberikan banyak pengalaman dan pelajaran selama kepengurusan kami.
9. Mbak Shakina, mbak Dina dan senior-senior Teknik Perkapalan lainnya yang sudah membagi banyak ilmu, pengalaman dan motivasi untuk penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 24 Januari 2018

Varisha Vada Zumar

# **DESAIN *MULTIPURPOSE LANDING CRAFT TANK* (LCT) MENGUNAKAN METODE OPTIMISASI GLOBAL DAN LOKAL**

Nama Mahasiswa : Varisha Vada Zumar  
NRP : 4114100079  
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Hasanudin, S.T., M.T.

## **ABSTRAK**

*Multipurpose* LCT dikenal sangat efisien untuk pengangkutan alat berat, pekerjaan pertambangan dan proyek konstruksi. Keberadaan *multipurpose* LCT diharapkan mampu membantu perkembangan daerah terpencil di Indonesia, salah satunya kabupaten Kepulauan Mentawai. Metode optimasi sangat tepat untuk menyelesaikan persoalan desain kapal yang kompleks. Pemodelan optimasi yang akan digunakan adalah gabungan dari optimasi global dan lokal. Metode optimasi global dan lokal ini dinilai mampu menentukan nilai ukuran utama kapal yang optimum. Pada *global optimization*, nilai yang didapatkan bersifat umum atau global sehingga hasil yang didapatkan kurang mampu mencapai nilai optima. Oleh karena itu digunakan optimasi lokal untuk mengatasi kelemahan tersebut. Optimasi global menggunakan metode *Artificial Neural Network* dan optimasi lokal menggunakan metode *Generalized Reduced Gradient*. Optimasi dilakukan dengan pembuatan program *add-ins* pada *Microsoft excel* menggunakan *visual basic for application* (VBA). Fungsi objektif yaitu meminimumkan biaya pembangunan kapal. Dari hasil optimasi global didapatkan 10 kombinasi ukuran utama dari 10000 kombinasi ukuran utama yang memenuhi batasan optimasi. Perbandingan antara nilai minimum optimasi global dengan optimasi global dan lokal adalah 5.14%. Perbandingan antara nilai fungsi objektif maksimum dan minimum pada optimasi global adalah 5%, sedangkan Perbandingan antara nilai fungsi objektif maksimum dan minimum pada gabungan optimasi global dan lokal adalah 7%. Hasil optimasi gabungan metode global dan lokal menghasilkan fungsi objektif yang lebih optimum.

Kata kunci: *Landing Craft Tank, Global Optimization, Local Optimization, Visual basic for application.*



# **DESIGN OF MULTIPURPOSE LANDING CRAFT TANK (LCT) USING GLOBAL AND LOCAL OPTIMIZATION**

Author : Varisha Vada Zumar  
Student Number : 4114100079  
Department / Faculty : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Supervisor : Hasanudin, S.T., M.T.

## **ABSTRACT**

Multipurpose landing craft tank (LCT) is known as very efficient for heavy equipment transport, mining work and construction projects. The exist of multipurpose LCT was expected to help develop in remote areas in Indonesia, such as Mentawai Islands regency. The optimization method is perfect for resolving complex ship design issues. Optimization modeling that used is combine of global and local optimization. This global and local optimization method was capable of determining the optimum ship main dimension. Global optimization, the value obtained is general or global so that the results obtained less able to reach the value of optima. Therefore, local optimization used to overcome these weaknesses. Global optimization uses Artificial Neural Network (ANN) methods and local optimization using the Generalized Reduced Gradient (GRG) methods. The optimization is working by creating an add-in program in Microsoft Excel using visual basic for application (VBA). The objective function is to minimize the cost of ship building. From the results of global optimization obtained 10 main size combinations of 10000 combinations of key sizes that meet the limits of optimization. The comparison between the minimum global optimization value with global and local optimization is 5.14%. The ratio between the maximum and minimum objective function values for global optimization is 5%, while the comparison between the maximum and minimum objective function values on the combined global and local optimization is 7%. The combined optimization results of global and local methods produce more optimum objective functions.

Keywords: Landing Craft Tank, Global Optimization, Local Optimization, Visual basic for application.

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR SIMBOL .....	xv
Bab I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat.....	4
1.6. Hipotesis.....	4
Bab II STUDI LITERATUR .....	5
II.1. Dasar Teori.....	5
II.1.1. Manfat Multipurpose Landing Craft Tank (LCT) .....	5
II.1.2. Proses Desain Kapal .....	6
II.1.3. Optimisasi Dalam Proses Desain.....	8
II.1.4. Tinjauan Teknis Desain Kapal .....	11
II.1.5. Optimisasi Global dan Lokal.....	25
II.2. Tinjauan Pustaka .....	27
II.2.1. Kepulauan Mentawai .....	27
II.2.2. Tranportasi di Kepulauan Mentawai .....	29
II.2.3. Trans Mentawai .....	31
II.3. VBA pada <i>Microsoft Excel</i> .....	32
Bab III METODOLOGI .....	35
III.1. Metode.....	35
III.2. Bahan dan Peralatan .....	35
III.3. Proses Pengerjaan.....	35
III.4. Lokasi Pengerjaan .....	37

III.5.	Bagan Alir .....	37
Bab IV	ANALISIS <i>OWNER REQUIREMENT</i> .....	39
IV.1.	Penentuan Payload .....	39
IV.1.1.	Muatan Alat Berat.....	39
IV.1.2.	Muatan Barang.....	43
IV.2.	Rute Pelayaran.....	49
IV.3.	Frekuensi Pelayaran .....	51
Bab V	PEMBUATAN PROGRAM .....	53
V.1.	<i>Macro</i> pada <i>Visual Basic for Application</i> .....	53
V.1.1.	Code Window .....	55
V.1.2.	Properties Window .....	56
V.1.3.	Form Designer .....	57
V.2.	Pemodelan Interface ( <i>Userform</i> ).....	57
V.2.1.	Global Optimization .....	58
V.2.2.	Local Optimization.....	60
V.3.	<i>Penulisan Code Program</i> .....	61
V.4.	<i>Running Program</i> .....	64
Bab VI	ANALISIS TEKNIS DAN OPTIMASI .....	67
VI.1.	Analisis Teknis.....	67
VI.1.1.	Variabel Desain.....	67
VI.1.2.	Batasan (Constraints).....	68
VI.1.3.	Perhitungan Hambatan dan Daya Mesin.....	71
VI.1.4.	Perhitungan Berat Kapa .....	71
VI.1.5.	Perhitungan Lambung Timbul ( <i>Freeboard</i> ) .....	71
VI.1.6.	Perhitungan Stabilitas Kapal.....	72
VI.1.7.	Perhitungan GT dan NT.....	72
VI.1.8.	Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal.....	72
VI.2.	Analisis Optimasi .....	73
VI.2.1.	Analisis Optimasi Global.....	73
VI.2.2.	Analisis Optimasi Lokal .....	74
VI.3.	Pembuatan Rencana Garis ( <i>Lines Plan</i> ).....	76
VI.4.	Pembuatan Rencana Umum ( <i>General Arrangement</i> ) .....	77
VI.5.	Pembuatan 3D Model.....	77
Bab VII	KESIMPULAN DAN SARAN .....	81
VII.1.	Kesimpulan.....	81
VII.2.	Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA	.....	83
LAMPIRAN A	PEMODELAN OPTIMASI DAN PERHITUNGAN TEKNIS .....	1
LAMPIRAN B	CODING DAN <i>USERFORM</i> PROGRAM <i>ADD INS</i> .....	24

LAMPIRAN C GAMBAR <i>LINES PLAN</i> , <i>GENERAL ARRAGEMENT</i> DAN MODEL 3D <i>MULTIPURPOSE LCT</i> .....	41
BIODATA PENULIS .....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 <i>Landing Craft Tank</i> Pengangkut Alat Berat .....	6
Gambar II. 2 Grafik Estimasi Berat Baja-Harga Kapal.....	23
Gambar II. 3 Grafik estimasi Berat Permesinan - Harga Kapal .....	23
Gambar II. 4 Grafik estimasi Berat Outfitting - Harga Kapal .....	24
Gambar II. 5 Skema <i>Artificial Neural Network</i> .....	26
Gambar II. 6 Skema <i>Generalized Reduced Gradient</i> .....	27
Gambar II. 7 Gambaran Umum Daerah Tertinggal di Indonesia .....	28
Gambar II. 8 Koran Mentawai Puailiggoubat Bulan Juli .....	30
Gambar II. 9 Proses Bongkar-Muat Kendaraan di Dermaga.....	31
Gambar II. 10 Tampilan VBA pada <i>Microsoft Excel</i> .....	33
Gambar III. 1 Bagan Alir Program <i>Global-Local Optimization</i> .....	37
Gambar III. 2 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	38
Gambar IV. 1 <i>Excavator</i> .....	41
Gambar IV. 2 <i>Bulldozer</i> .....	41
Gambar IV. 3 <i>Vibrating Roller</i> .....	42
Gambar IV. 4 Spesifikasi Truk.....	46
Gambar IV. 5 Pelabuhan Utama di Kepulauan Mentawai .....	49
Gambar IV. 6 Rute Optimum Pelayaran .....	51
Gambar V. 1 Pengaturan <i>main tab</i> untuk menampilkan <i>Developer Tab</i> .....	54
Gambar V. 2 Centang <i>Trust Access</i> agar <i>macro</i> dapat dijalankan .....	55
Gambar V. 3 <i>Code Window</i> .....	56
Gambar V. 4 <i>Properties Window</i> .....	56
Gambar V. 5 <i>Userform VBA</i> .....	57
Gambar V. 6 Desain <i>Userform</i> untuk <i>Global Optimization</i> .....	58
Gambar V. 7 <i>Userform</i> pada <i>multipage</i> variasi 4 variabel .....	59
Gambar V. 8 Program akan menyalin hasil <i>looping</i> variabel.....	59
Gambar V. 9 <i>Solver</i> harus dicentang agar dapat terhubung dengan program .....	60
Gambar V. 10 Tombol <i>Solve</i> menghubungkan program dengan <i>solver</i> .....	61
Gambar V. 11 Contoh deklarasi <i>statement</i> .....	62
Gambar V. 12 Contoh penulisan code untuk <i>looping</i> variasi 3 variabel dengan fungsi <i>If</i> .....	63
Gambar V. 13 <i>Message Box</i> akan tampil jika proses optimasi sudah selesai .....	64
Gambar VI. 1 Input batasan nilai variabel pada program.....	74
Gambar VI. 2 <i>Lines Plan Multipurpose LCT</i> hasil optimasi .....	76
Gambar VI. 3 <i>General Arrangement Multipurpose LCT</i> .....	77
Gambar VI. 4 Pemodelan LCT tampak perpektif dari arah geladak .....	78

Gambar VI. 5 Pemodelan LCT tampak perpektif dari arah samping.....	78
Gambar VI. 6 Pemodelan 3D LCT secara keseluruhan.....	79

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Fungsi tipe tonjolan badan kapal .....	14
Tabel II. 2 Standar Koreksi Tinggi Kapal .....	17
Tabel II. 3 Persentase Pengurangan Untuk Kapal Tipe B .....	17
Tabel II. 4 Koefisien Titik Berat Baja Kapal .....	20
Tabel II. 5 Kondisi Jalan di Kabupaten Kepulauan Mentawai tahun 2016.....	32
Tabel IV. 1 Tahapan Pekerjaan Tanah .....	40
Tabel IV. 2 Hasil estimasi jumlah unit alat berat .....	42
Tabel IV. 3 Jumlah penduduk Mentawai per kecamatan, jumlah produksi beras/tahun, jumlah konsumsi beras/tahun dan total kekurangan kebutuhan beras di Mentawai tahun 2016.....	44
Tabel IV. 4 Estimasi Total Kekurangan Beras di Kabupaten Kepulauan Mentawai .....	45
Tabel IV. 5 Payload Muatan Barang ( <i>Demand</i> ) .....	46
Tabel IV. 6 Jumlah produksi dan penjualan komoditi unggulan perkebunan Mentawai .....	47
Tabel IV. 7 Estimasi jumlah penjualan komoditi unggulan perkebunan Mentawai .....	48
Tabel IV. 8 Payload Muatan Barang ( <i>Supply</i> ).....	48
Tabel IV. 9 Matriks Jarak antar Pelabuhan .....	50
Tabel IV. 10 Rute Optimum Pelayaran .....	51
Tabel VI. 1 Hasil regresi grafik estimasi biaya pembangun kapal .....	73
Tabel VI. 2 10 Variasi ukuran utama yang memenuhi batasan optimasi global .....	74
Tabel VI. 3 Variasi ukuran utama yang memenuhi batasan optimasi global+lokal.....	75
Tabel VI. 5 Hasil akhir optimasi global+lokal .....	75

## DAFTAR SIMBOL

$V_0$	= <i>Displacement</i> pada waterline	[long.ton]
$A_0$	= Luas waterline pada sarat = $L \cdot B_w \cdot C_w$	
$A_2$	= Luas vertical centerline plane pada <i>Depth</i>	
$Adh$	= Luas rumah geladak	
$A_M$	= Luas midship yang tercelup air = $B \cdot H \cdot C_X$	
$A_{md}$	= Luas geladak cuaca	
ANN	= <i>Artificial Neural Network</i>	
$A_{sp}$	= Luas bangunan atas	
B	= Lebar Maksimum	[ m ]
BHP	= <i>Break horse power</i>	[ Hp ]
$BM_T$	= Jarak antara titik pusat gaya <i>bouyancy</i> terhadap titik metasenter secara melintang.	
$B_w$	= Lebar Maksimum <i>Waterline</i>	[ m ]
$C_B$	= Koefisien blok	
$C_{fo}$	= Faktor cadangan	
$C_{fw}$	= Koefisien Pemakaian Air Tawar	
CNW	= Koefisien Biaya Non Berat	
$C_p$	= <i>Prismatic Coefficient</i>	[ m ]
$C_p$	= Koefisien kebutuhan konsumsi	
$C_{PV}$	= Koefisien prismatik vertikal pada sarat $H = \frac{C_b}{C_w}$	
$C_w$	= Koefisien <i>Waterline</i> pada sarat H	
$C_X$	= Koefisien <i>Midship</i> pada sarat H	
$D_A$	= Tinggi bangunan atas jika dilihat dari sisi kapal	
$D_M$	= Minimum <i>Depth</i>	
DWT	= <i>Dead weigth tonnage</i>	[ ton ]
E	= <i>The Lloyd Equipment numeral</i>	
F	= <i>Freeboard</i>	[ m ]
GRG	= <i>Generalized Reduced Gradient</i>	
H	= Tinggi <i>Waterline</i>	[ m ]
$h_1$	= Tinggi Bangunan Atas	[ m ]



h <sub>2</sub>	= Tinggi Bangunan Geladak	[ m ]
KB	= Titik tekan buoyancy terhadap keel	[ m ]
KG	= <i>Keel of gravity</i>	[ m ]
L	= L <sub>wl</sub>	[ m ]
l <sub>1</sub>	= Panjang Bangunan Atas	[ m ]
l <sub>2</sub>	= Panjang Bangunan Geladak	[ m ]
LCB	= <i>Centre of buoyancy</i>	[ m ]
LCG	= <i>Longitudinal centre of gravity</i>	[ m ]
L <sub>d</sub>	= panjang bangunan atas jika dilihat dari sisi kapal	
LWT	= <i>Light weight tonnage</i>	[ ton ]
Pe	= BHP mesin induk	[ kW ]
P <sub>E&amp;O</sub>	= Biaya Peralatan dan Perlengkapan	
P <sub>fo</sub>	= Berat bahan bakar mesin induk	[ ton ]
P <sub>fw</sub>	= Berat air tawar	[ ton ]
PME	= Biaya Permesinan	
PNW	= Biaya Non Berat	
P <sub>p</sub>	= Berat <i>provision</i>	[ ton ]
PST	= Biaya Baja Kapal	
R <sub>t</sub>	= Tahanan Total Kapal	[ kN ]
R <sub>w</sub>	= Tahanan Gelombang	[ kN ]
S <sub>A</sub>	= <i>Sheer</i> belakang	
S <sub>F</sub>	= <i>Sheer</i> depan	
T	= Sarat muatan penuh	[ m ]
VBA	= <i>Visual Basic for Application</i>	
V <sub>lo</sub>	= <i>Volume fuel oil</i>	
V <sub>s</sub>	= Kecepatan Dinas	[ knot ]
W	= Gaya Tekan ke Atas atau <i>Buoyancy</i>	
WSA	= <i>Wetted Surface Area</i> (Luas Permukaan Basah)	[ m <sup>2</sup> ]
Weo	= Berat Perlengkapan dan Peralatan	[ ton ]
Wres	= Berat Cadangan	[ ton ]
Wsi	= Berat Baja Kapal	[ ton ]
Z <sub>c</sub>	= Jumlah crew	

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang Masalah

*Landing Craft Tank* (LCT) adalah sebuah kapal pendarat serang untuk mendaratkan *tank* di tepi-tepi pantai. Kapal ini mulai muncul pada saat Perang Dunia II dan digunakan oleh Angkatan Laut Inggris dan Amerika Serikat pada saat itu (RoyalNavy, 2016). LCT adalah salah satu jenis kapal yang berfungsi untuk angkutan di laut dan perairan yang dangkal. Setelah Perang Dunia II, armada LCT tipe Mark 5 dirancang ulang menjadi *Landing Craft Utility* (LCU). LCU diklasifikasikan sebagai kapal master dalam pendaratan pasukan. Kapal ini dimiliki oleh TNI yang digunakan untuk operasi militer. Pada saat terjadi lonjakan penumpang atau terjadinya bencana alam, kapal ini sering diminta bantuannya mengangkut penumpang sipil, logistik dan kendaraan. Selain itu LCT juga dimiliki oleh pihak sipil sebagai angkutan perintis untuk pengiriman antar pulau dengan jenis muatan alat berat, barang atau kendaraan. LCT juga mampu membawa bahan-bahan konstruksi berukuran besar seperti pipa besi, lembaran baja, tangki air dan barang berukuran besar lainnya, sehingga kapal ini disebut juga *multipurpose* (Wikipedia, 2017). *Multipurpose LCT* dapat menjangkau daerah-daerah pertambangan terutama yang terletak di pulau atau daerah terpencil dan lebih efisien daripada menggunakan kapal tongkang. Hal ini disebabkan *Multipurpose LCT* tidak memerlukan pelabuhan yang besar untuk mendaratkan barang yang diangkutnya dan bisa melakukan bongkar muat hampir di mana saja (Ratson, 2017).

Desain kapal umumnya di gambarkan sebagai desain spiral yang detailnya semakin meningkat dari satu tahap ke tahap berikutnya. *Spiral Design Process* mempunyai kelemahan yaitu prosesnya selalu diulang-ulang secara manual beberapa putaran untuk memenuhi semua *constraints* sehingga memerlukan waktu yang lama atau hasilnya tidak optimal. Untuk mengatasi hal tersebut digunakanlah metode optimisasi sehingga diharapkan dapat mengurangi pengulangan perencanaan seperti desain spiral. Dengan optimisasi proses desain kapal lebih terstruktur, keuntungan lainnya yaitu tenaga mesin, kapasitas ruangan dan stabilitas kapal dapat ditentukan sejak awal (Yeniay, 2005).

Aplikasi metode optimisasi pada desain kapal telah banyak dilakukan, berdasarkan buku *Ship design efficiency and economy*, optimisasi berarti menemukan solusi terbaik dari sejumlah

pilihan yang ada baik itu terbatas maupun tidak. Pada umumnya, ada 2 metode yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan optimisasi yaitu *direct search approach* dan *steepness approach*. Metode yang paling banyak di aplikasikan dalam proses desain kapal adalah *steepness approach* karena dinilai bekerja secara efisien pada fungsi yang sederhana. Contoh aplikasi metode ini ada pada *generalized reduced gradient* non linear atau biasa disebut GRG non linear. Metode ini adalah metode yang berbasis dari sebuah gradien yang akan memecahkan masalah non linear dan menemukan *local optima* dari masalah tersebut (optimisasi lokal). Namun penggunaan GRG non linear atau optimisasi lokal mempunyai kekurangan, yaitu pemecahan masalah hanya terbatas pada optima lokal sehingga nilai yang didapatkan berpeluang cukup jauh dari optima global dan nilai yang didapatkan dapat beresiko terjebak pada wilayah terendah sehingga menghasilkan nilai yang kurang optimal. Kekurangan dari optimisasi lokal ini dapat diatasi, salah satunya dengan penggabungan optimisasi global dan lokal (Scneekluth, 1998).

Penggabungan optimisasi global dan lokal bertujuan untuk mendapatkan nilai optimum dari fungsi objektif yang sudah ditentukan. Metode ini menggunakan dua tahap dalam proses perhitungannya, tahap pertama yaitu menggunakan optimisasi global yang mana menghasilkan ukuran utama kapal dan pada tahap kedua menggunakan optimisasi lokal yang bertujuan untuk mengurangi kekurangan dari optimisasi global. Pada optimisasi global, nilai yang didapatkan bersifat umum/global namun hasil yang didapatkan kurang mampu mencapai nilai yang tertinggi (nilai optima), optimisasi global membutuhkan kalkulasi yang panjang agar nilai optima yang didapatkan akurat. Pada dasarnya, penggabungan metode Global dan Lokal bertujuan untuk saling melengkapi dan menutupi kelemahan dari masing-masing metode. Penggabungan kedua metode optimisasi ini sudah dilakukan pada penelitian yang berjudul *Ship Principal Dimension Optimization Using GOLOC Method* (Baidowi & Hasanudin, 2017). Pada penelitian ini penyelesaian optimisasi global menggunakan sistem *Artificial Neural Network* (ANN) dengan bantuan *Visual Base for Application* (VBA) yang sudah disediakan oleh *Microsoft Excel*. Sedangkan optimisasi lokal menggunakan *tools solver*.

Pengaplikasian dua tahap optimisasi yang berbeda secara bersamaan tentu akan terlihat rumit. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini penulis akan meneliti tentang pembuatan *add-ins* pada *Microsoft excel* yang menggabungkan optimisasi global dan lokal dengan menggunakan *visual base for application* (VBA), sehingga diharapkan pengaplikasian optimisasi global dan lokal pada desain kapal dapat dilakukan dengan mudah dan cepat. Fungsi objektif (*objective function*) yang merupakan tujuan utama dalam proses optimisasi yaitu meminimalkan biaya

pembangunan dan operasional kapal, *constrains* yang digunakan adalah karakteristik teknis dan keselamatan kapal dan variabel optimisasinya adalah ukuran utama kapal. Sedangkan untuk perbandingan dan batasan rasio ukuran utama kapal menggunakan ukuran utama kapal LCT perbandingan. Dengan pembuatan *add-ins* ini diharapkan dapat memudahkan pengguna lain dalam melakukan proses optimisasi global dan lokal.

## **1.2. Perumusan Masalah**

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

1. Bagaimana cara menentukan *owner requirement multipurpose* LCT untuk kabupaten Kepulauan Mentawai?
2. Bagaimana cara membuat program *add-ins microsoft excel* untuk optimisasi global dan lokal?
3. Bagaimana cara analisis teknis dan optimasi kapal *multipurpose* LCT?
4. Bagaimana cara mendesain rencana garis, rencana umum dan 3D *model* dari *multipurpose* LCT?

## **1.3. Tujuan**

Sehubungan dengan latar belakang, tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Melakukan analisis *owner requirement multipurpose* LCT untuk kabupaten Kepulauan Mentawai.
2. Membuat program *add-ins* metode optimisasi global dan lokal di *Microsoft Excel*.
3. Membuat analisis teknis dan optimisasi kapal *multipurpose* LCT.
4. Membuat desain *Lines Plan, General Arrangement* dan 3D *model* dari *multipurpose* LCT.

## **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah digunakan sebagai acuan dalam penulisan tugas akhir sehingga dapat sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Batasan Optimasi hanya menggunakan Rasio ukuran utama, Margin Displasemen, Tonase, Freeboard dan Stabilitas.

2. Pembuatan program *add-ins* menggunakan *visual basic for application* yang tersedia pada *Microsoft Excel*.
3. Optimisasi global menggunakan metode ANN dan optimisasi lokal menggunakan metode GRG.
4. Masalah teknis (desain) yang dibahas hanya sebatas *Concept design*.
5. Tidak membahas perhitungan konstruksi, kekuatan memanjang, dan kekuatan melintang.

### **1.5. Manfaat**

Dari penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menghasilkan desain kapal *multipurpose* LCT yang optimal untuk membantu pemerintah dalam menjangkau pulau terpencil di Indonesia yang mengalami keterbatasan infrastruktur, transportasi, pendidikan dan kesehatan.
2. Mengurangi biaya pembangunan kapal *multipurpose* LCT dengan ukuran utama yang optimal.
3. Menjadi salah satu solusi dalam mengatasi kelemahan dari masing-masing metode optimisasi, global maupun lokal.
4. Dapat dijadikan solusi alternatif untuk perencanaan desain transportasi laut lainnya.

### **1.6. Hipotesis**

Dengan adanya perencanaan program *add-ins* dengan menggunakan metode optimisasi global dan lokal diharapkan diperoleh desain ukuran utama *multipurpose* LCT yang optimal untuk meminimalkan biaya pembangunan kapal.

## **BAB II**

### **STUDI LITERATUR**

#### **II.1. Dasar Teori**

##### **II.1.1. *Manfaat Multipurpose Landing Craft Tank (LCT)***

Menurut sejarahnya Kapal LCT (*Landing Craft Tank*) adalah salah satu jenis kapal laut yang pada awalnya dirancang untuk keperluan militer Pasukan Sekutu setelah mengalami kekalahan besar di Wilayah Dunkirk. Pasukan Sekutu menyadari bahwa tidak ada jalan lain untuk memenangkan perang selain mendaratkan mesin-mesin perang mereka di Eropa daratan. Winston Churchill, Perdana Menteri Inggris waktu itu mengusulkan untuk merancang suatu jenis kapal yang bisa mengangkut dan mendaratkan beberapa tank sekaligus di pantai-pantai Eropa sekaligus berlanjut pada usaha bersama untuk merancang kapal untuk "Operasi Gabungan". Konstruktor-konstruktor Inggris bertemu di pertengahan tahun 1940 dan menggambar rancangan yang selanjutnya diproduksi oleh salah seorang dari mereka, Hawthorn Leslie, untuk menghasikan *Tank Landing Craft* pertama pada bulan November 1940 (RoyalNavy, 2016). Kapal ini, LCT MK I juga dikenal sebagai LCT. LCT diproduksi dalam beberapa konfigurasi. Dua tipe kepunyaan Amerika Serikat adalah Mark V dan Mark VI. LCT tipe Mk V hanya memiliki pintu pendarat di bagian haluan kapal, sementara tipe Mk VI memiliki pintu pendarat di haluan dan buritan kapal. Ukuran mereka jauh lebih kecil dari *Landing Ship Tank* (LST), jenis kapal pendarat tank serbu yang mampu mengangkut dan meluncurkan LCT. LCT tidak berlapis baja dan hanya memiliki persenjataan ringan. Kapal-kapal ini tidak diberikan nama, hanya nomor lambung. Mereka banyak diberikan kepada Angkatan Laut Inggris dan sebagian kecil ke Uni Soviet. (Wikipedia, 2017).

Kapal jenis *Landing Craft* memiliki dek yang luas dan rata sehingga cocok untuk mengangkut *tank*, prajurit atau bahan logistik. Ciri khas yang melekat pada pintu pendarat (*ramp door*) dibagian haluan kapal sangat sesuai memenuhi tugas-tugas invasi militer. Dalam perkembangannya, dek kapal ini juga bisa dipasang senjata anti serangan udara, meriam dan juga peluncur roket. Beberapa kapal ini juga digunakan sebagai penyapu ranjau. Kapal LCT banyak digunakan untuk tujuan komersial karena kapal ini sangat efisien untuk pengangkutan *heavy cargo*, *bulldozer*, *excavator*, *dump truck*, *loader* dan alat berat lainnya yang sangat diperlukan untuk pekerjaan pertambangan dan proyek konstruksi. Selain itu bahan-

bahan konstruksi berukuran besar seperti pipa besi, lembaran baja, tanki air dan sebagainya juga dapat diangkat dengan LCT. LCT dapat mengangkut barang atau kendaraan ke daerah-daerah pertambangan; terutama yang terletak di pulau atau daerah terpencil; lebih efisien daripada menggunakan kapal tongkang. Hal ini disebabkan karena LCT tidak memerlukan pelabuhan yang besar untuk mendaratkan barang yang diangkutnya dan bisa melakukan bongkar muat hampir di mana saja (Ratson, 2017). Contoh kapal LCT dapat dilihat pada Gambar II.1.



Sumber: Sentosa, 2015

Gambar II. 1 *Landing Craft Tank* Pengangkut Alat Berat

### **II.1.2. Proses Desain Kapal**

Perkembangan pembuatan desain kapal telah berkembang mengikuti perkembangan teknologi informasi. Dari mulai pembanguan kapal yang dilakukan secara tradisional tanpa menggunakan rencana garis, perancangan secara manual, hingga dikembangkannya CAD yang merupakan pengembangan *Sketchpad* oleh Ivan Sutherland di Massachusetts Institute of Technology (MIT), pada tahun 1962-1963. Sebelum *Sketchpad* dikembangkan, komputer hanya digunakan untuk perhitungan analitis dalam bidang *engineering design*. Berkembangnya metode pembuatan *lines plan* dimulai sekitar tahun 1960. Beberapa metode

buatan *lines plan* antara lain : *taylor series*, *form data series*, *scelthema series* dan *sixty series* (Gaspar & Rhodes, 2012).

Proses desain merupakan proses yang dilakukan secara berulang-ulang hingga menghasilkan suatu desain yang sesuai dengan apa yang diinginkan. Desain kapal umumnya digambarkan sebagai desain spiral yang detailnya semakin meningkat dari satu tahap ke tahap berikutnya. Metode spiral desain tradisional mempunyai beberapa tahap yaitu: *concept*, *contract*, *preliminary* dan *detail design* (Taggart, 1980).

- *Concept Design*

*Concept Design* merupakan proses menerjemahkan persyaratan-persyaratan *owner requirement* ke dalam ketentuan-ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan. Dalam tahap ini diperlukan studi kelayakan (*Technical Feasibility Study*) untuk menentukan elemen-elemen dasar dari kapal yang di desain, seperti panjang kapal, lebar kapal, tinggi kapal, sarat, power mesin, dll. yang memenuhi persyaratan-persyaratan kecepatan, jarak pelayaran, volume muatan dan *deadweight*. Hasil-hasil pada tahap *concept design* digunakan untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi. Desain-desain alternatif juga dihasilkan pada tahap ini.

- *Preliminary design*

Pada tahap ini dilakukan penentuan lebih jauh karakteristik-karakteristik utama kapal yang mempengaruhi perhitungan biaya-biaya awal dari pembuatan kapal dan *performance* kapal. Pada tahap ini menghasilkan sebuah desain kapal yang lebih presisi yang akan memenuhi persyaratan-persyaratan pemesan. Hasil dari tahap ini merupakan dasar dalam pengembangan *contract design* dan spesifikasi kapal.

- *Contract design*

Pada tahap ini menghasilkan satu *set plans* dan spesifikasinya yang akan digunakan untuk menyusun dokumen kontrak pembangunan kapal. Tahap desain ini terdiri dari satu, dua atau lebih putaran dari *design spiral*. Mendetailkan desain yang dihasilkan dari tahap *preliminary design*. Menggambarkan lebih presisi profil-profil kapal, seperti bentuk badan kapal, daya yang dibutuhkan, karakteristik olah geraknya, detail konstruksi, dll. Rencana umum terakhir dibuat dalam tahap ini.

- *Detail design*

Merupakan tahap akhir dari *design spiral* yang mengembangkan gambar rencana kerja (*production drawing*) yang detail meliputi instruksi tentang instalasi dan konstruksi terhadap



tukang pasang (*fitters*), las (*welders*), *outfitting*, pekerja bagian logam, vendor mesin dan permesinan kapal, tukang pipa, dan lain-lain.

Empat tahap desain diatas dapat digambarkan dalam suatu *design spiral* (Evans, 1959) yang merupakan suatu proses iterasi mulai dari persyaratan-persyaratan yang diberikan oleh *owner* kapal hingga pembuatan *detail design* yang siap digunakan dalam proses produksi. *Spiral design* menekankan bahwa banyak masalah desain yang saling berinteraksi dan harus dipertimbangkan dalam urutan, dan dalam peningkatan detail masing-masing yang kemudian membentuk spiral sampai diperoleh desain tunggal yang memenuhi semua kendala dan semua pertimbangan bisa tercapai. Pendekatan ini dasarnya adalah desain berbasis titik. Disebut demikian karena pada akhirnya nanti akan mengarah pada satu titik dalam desain ruang. Kerugian dari pendekatan ini adalah bahwa hal itu tidak mungkin menghasilkan solusi optimal global.

### **II.1.3. Optimisasi Dalam Proses Desain**

Perencanaan kapal perlu memperhatikan banyak faktor, mulai jarak operasional, kapasitas muat, kondisi oseanografis wilayah operasional kapal, infrastruktur pelabuhan dan dermaga, sampai dengan konsep kenyamanan penumpang (Younis, 2011). Melihat banyak aspek yang perlu ditinjau maka perancangan kapal harus dilakukan secara optimal agar mampu memenuhi segala aspek perancangan. Pertimbangan desain kapal semestinya dialamatkan pada keseluruhan siklus penggunaan kapal, hal tersebut dipisahkan dalam berbagai tingkatan yang merupakan perancangan konsep desain, sesuai detail desain, proses konstruksi/fabrikasi, umur operasi kapal dan daur ulangnya yang mana kesemua itu adalah hasil dari *holistic* optimalisasi desain kapal keseluruhan (Papanikolau, 2014).

*Spiral Design Process* mempunyai kelemahan yaitu prosesnya selalu diulang-ulang secara manual beberapa putaran untuk memenuhi semua *constraints* sehingga memerlukan waktu yang lama atau bahkan hasilnya tidak optimal. Metode optimasi sangat tepat untuk menyelesaikan persoalan desain kapal yang kompleks. Optimisasi ialah suatu proses untuk mencapai atau mendapatkan suatu hasil ideal yang optimum. Untuk mendapatkan nilai yang optimum dilakukan perubahan pada komponen variable yang dibatasi oleh batasan-batasan dan *objective function* sebagai penentu tingkat optimal (Wikipedia, 2017). Dalam disiplin matematika optimisasi merujuk pada studi permasalahan yang mencoba untuk mencari nilai minimal atau maksimal dari suatu fungsi riil. Dengan memanfaatkan optimisasi dalam proses desain maka diharapkan dapat mengurangi ulangan perancangan seperti desain spiral

tidak diperlukan sehingga proses desain kapal lebih terstruktur, keuntungan lainnya yaitu tenaga mesin, kapasitas ruangan dan stabilitas harga dapat ditentukan sejak awal. Pada metode optimisasi dilakukan iterasi satu tahap saja secara otomatis yaitu *preliminary design* sehingga menghasilkan solusi yang optimal dan waktu yang cepat. (Papanikolau, 2014). Dalam memodelkan optimisasi dibutuhkan penentuan: Konstanta, parameter, variabel, batasan (*constraints*) dan *objective function*.

#### **II.1.3.1. Konstanta**

Konstanta adalah besaran yang tidak berubah selama proses optimasi, Konstanta adalah suatu bilangan nyata yang nilainya tidak berubah selamanya yaitu: percepatan gravitasi bumi ( $g$ ), tekanan atmosfer ( $\epsilon$ ), berat jenis bahan bakar ( $\rho_{FO}$ ), berat jenis minyak diesel ( $\rho_{DO}$ ), berat jenis minyak pelumas ( $\rho_{LO}$ ), berat jenis air tawar ( $\rho_{Fw}$ ), dan berat jenis air laut ( $\rho_{SW}$ ).

#### **II.1.3.2. Parameter**

Parameter adalah besaran yang diberikan dalam pemodelan optimasi yang tidak berubah selama satu proses optimasi yaitu: jenis kapal, kapasitas muatan kapal, waktu operasi, berat *crew* kapal, biaya material per ton konstruksi, biaya pembelian permesinan, biaya pembelian peralatan *hull outfitting*, biaya pembelian peralatan listrik, biaya tenaga kerja untuk pengelasan dan pemasangan instalasi peralatan.

#### **II.1.3.3. Variabel**

Variabel adalah harga yang dicari dalam proses optimisasi. Dalam perancangan kapal ada banyak aspek yang perlu ditinjau yang harus dilakukan secara optimal agar mampu memenuhi segala aspek perancangan. Dalam menentukan variabel harus mempertimbangkan jika nilai yang dicari adalah nilai yang mempunyai pengaruh besar pada *performance* yang menentukan baik atau buruknya suatu kapal, kapal yang dibuat harus mampu beroperasi dengan *level of failure* yang rendah, keselamatan dan efisien. Variabel dari proses optimisasi Tugas Akhir ini adalah ukuran utama kapal. Adapun ukuran utama yang menjadi variabel optimisasi adalah sebagai berikut:

##### **1. Lpp (*Length Between Perpendiculars*)**

Panjang yang diukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*).

## 2. Bm (*Moulded Breadth*)

Lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat dari kayu atau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.

## 3. H (*Height*)

Jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai titik atas balok geladak sisi kapal.

## 4. T (*Draught*)

Jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

### **II.1.3.4. Batasan**

Batasan (*constraints*) merupakan fungsi yang berhubungan dengan variabel desain. Batasan tersebut didefinisikan sebagai *range* dari solusi yang dapat diambil dari berbagai solusi terbaik yang harus ditemukan. *Constraints* adalah batasan yang ditentukan oleh desainer dan *regulation*, batasan ditentukan berkaitan dengan proporsional geometri lambung, *performance* dan *regulation*. Adapun batasan dari proses optimisasi adalah sebagai berikut.

#### **1. Batasan Selisih Berat Kapal**

Batasan selisih berat dengan displamen berpengaruh pada daya mesin, freeboard, dan perhitungan struktur. Batasan ini akan diterima jika persentase selisih gaya angkat (displasemen) dan gaya berat (LWT+DWT) adalah  $\pm 0.5\%$ . (Watson, 1998)

#### **2. Batasan Freeboard**

Batasan untuk *freeboard* (lambung timbul) akan dipenuhi jika *freeboard* pada kapal yang sebenarnya melebihi dari perhitungan freeboard standar. Tinggi lambung timbul minimum kapal harus diperhatikan agar kapal selalu mempunyai daya apung cadangan, dimana hal ini menyangkut keselamatan dalam pelayaran. Lambung timbul (Fb) minimum telah diatur dalam International Load Line Convention 1966 (IMO, 1988).

#### **3. Batasan Stabilitas IMO**

Tinggi metasentra melintang (MG) memberikan indikator karakteristik stabilitas dari setiap kapal. Kapal dengan nilai MG tinggi akan memiliki periode oleng yang pendek dengan gerak yang tidak nyaman (*uncomfortable*) pada kecepatan tinggi. Kapal dengan nilai MG rendah akan memiliki periode oleng yang lama dan lebih nyaman. Batasan ini berpengaruh pada

stabilitas kapal yang akan berlayar. Batasan ini didasarkan pada aturan *Intact Stability Criteria* (IMO, 2002).

### **II.1.3.5. Fungsi Objektif**

Fungsi objektif merupakan tujuan utama dalam proses optimalisasi. Fungsi objektif adalah nilai yang ingin diminimumkan atau dimaksimalkan dalam optimisasi, dalam hal ini yaitu meminimumkan biaya pembangunan dari kapal (Papanikolau, 2014).

### **II.1.4. Tinjauan Teknis Desain Kapal**

Dalam proses desain suatu kapal harus dilakukan analisis teknis berupa perhitungan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Adapun perhitungan-perhitungan tersebut antara lain:

#### **II.1.4.1. Perhitungan Hambatan**

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Dengan demikian kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang diinginkan oleh *owner* (*owner requirement*). Perhitungan ini menghitung tahanan ketika kapal bergerak kedepan dengan kecepatan penuh, perhitungan ini meliputi: tahanan *viscous*, tahanan tonjolan, tahanan angin dan tahanan gelombang. Untuk menghitungnya digunakan metode Holtrop. Selanjutnya dari hasil perhitungan tahanan dikalikan efisiensi dan kecepatan kapal maka dapat diprediksi besar daya mesin induk (Mennen, 1982).

Dalam menentukan hambatan kapal menggunakan metode *holtrop* dengan cara perhitungan empiris dan kemudian dibandingkan dengan software *maxsurf resistance*. Pemilihan penggunaan metode ini karena persyaratan dari kapal memenuhi untuk menggunakan metode ini untuk perhitungan hambatan kapal. Untuk pemakaian *software maxsurf resistance* dilakukan dengan cara yang cukup sederhana, yakni dengan membuka file desain kapal kita dalam *software maxsurf resistance*, setelah itu pilih metode yang akan digunakan untuk memproses perhitungan hambatan dan kecepatan kapal yang kita desain.

Besar tahanan gelombang dari kapal dapat diperoleh sesuai dengan rumus pada *Principles of Naval Architecture*, dapat dilihat pada rumus II-1.

$$\frac{R_w}{W} = C_1 . C_2 . C_3 . e^{m_1 F n^d} + m_2 \cos(\lambda . F n^2) \quad (\text{II-1})$$

Nilai dari koefisien-koefisien pada rumus diatas, dapat dihitung berdasarkan rumus-rumus sebagai berikut:

### 1. Perhitungan koefisien C<sub>1</sub>

$$C_1 = 2223105 \cdot C_4^{3,7861} \left(\frac{T}{B}\right)^{1,0796} (90 - i_E)^{-1,3757} \quad (\text{II-2})$$

dimana :

$$C_4 = 0.2296(B/L)^{0.333} \quad \text{Untuk } B/L \leq 0.11$$

$$C_4 = B/L \quad \text{Untuk } 0,11 \leq B/L \leq 0,25$$

$$C_4 = 0.5 - 0.0625(L/B) \quad \text{Untuk } B/L \geq 0,25$$

### 2. Perhitungan koefisien C<sub>2</sub>

C<sub>2</sub> merupakan koefisien pengaruh dari *bulbous bow*, rumus untuk C<sub>2</sub> dapat dilihat pada rumus II-3.

$$C_2 = e(-1.89)Abt \cdot Rb / B \cdot T(Rb + i) \quad (\text{II-3})$$

C<sub>2</sub> = 1 , untuk kapal tanpa *bulb bousbow*.

### 3. Perhitungan koefisien C<sub>3</sub>

C<sub>3</sub> merupakan koefisien pengaruh bentuk transom stern terhadap hambatan, rumus C<sub>3</sub> dapat dilihat pada rumus II-4.

$$C_3 = 1 - \left(0.8 \frac{A_T}{B} \cdot T \cdot C_m\right) \quad (\text{II-4})$$

A<sub>T</sub> = 0 (luas transom yang tercelup saat *zero speed*)

### 4. Perhitungan koefisien C<sub>5</sub>

C<sub>5</sub> merupakan koefisien dengan fungsi koefisien prismatic (C<sub>P</sub>).

### 5. Perhitungan koefisien C<sub>6</sub>

C<sub>6</sub> merupakan koefisien pengaruh terhadap harga L<sup>3</sup>/∇, untuk L<sup>3</sup>/∇ ≤ 512.

### 6. Perhitungan koefisien m<sub>1</sub>

$$\frac{m_1 = 0.01404 \frac{L}{T} - 1.7525 \frac{V^2}{3}}{L} - 4.7932 \frac{B}{L} - C_5 \quad (\text{II-5})$$

### 7. Perhitungan koefisien m<sub>2</sub>

$$m_2 = 0.4 C_6 e - 0.034 x F_n^{-3.29} \quad (\text{II-6})$$

### 8. Perhitungan koefisien λ

λ = koefisien pengaruh terhadap harga L/B

L/B = 109.2/18 = 6.067; untuk (L/B < 12), maka λ adalah

$$\lambda = 1.446C_p - 0.03\frac{L}{B} \quad (\text{II-7})$$

### 9. Perhitungan W

$$W = \rho \cdot g \cdot \nabla k N \quad (\text{II-8})$$

### 10. Perhitungan Koefisien Faktor Bentuk (1 + k)

Dalam buku *Principles of Naval Architecture, vol. II*, diberikan rumusan baku untuk perhitungan koefisien bentuk (1 + k) dapat dilihat pada rumus II-9.

$$1 + k = 1 + k_1 + [1 + k_2 - (1 + k_1)] \cdot S_{app}/S_{tot} \quad (\text{II-9})$$

Nilai dari koefisien-koefisien diatas dihitung berdasarkan rumus-rumus berikut:

\*) Perhitungan 1 + k<sub>1</sub>

$$1 + k_1 = 0,9 + 0,4871 \cdot c \cdot (B/L)1,0681 \cdot (T/L)0,4611 \cdot (L/L_R)0,1216 / \nabla 0,364(1 - CP) - 0,6042 \quad (\text{II-10})$$

Setelah itu, menentukan besarnya konstanta c yang menunjukkan fungsi dari bentuk buritan atau *stern* kapal. Menurut buku *Principles of Naval Architecture, vol. II*, perhitungan 1 + K<sub>1</sub> dapat dilihat pada rumus II-11.

$$c = 1 + 0,011 \cdot C_{stern} \quad (\text{II-11})$$

dimana:

$$C_{stern} = 0$$

$$C_{stern} = -25, \text{ untuk pram dengan gondola}$$

$$C_{stern} = -10, \text{ untuk potongan bentuk V}$$

$$C_{stern} = 0, \text{ untuk bentuk potongan normal}$$

$$C_{stern} = +10, \text{ untuk potongan bentuk U dengan stern Hogner}$$

Dengan perhitungan L/L<sub>R</sub> adalah sebagai berikut:

$$LR/L = 1 - C_p + 0.06C_p LCB / (4C_p - 1) \quad (\text{II-12})$$

\*) Perhitungan 1 + k<sub>2</sub>

Perhitungan koefisien ini merupakan koefisien akibat pengaruh tonjolan yang terdapat pada lambung kapal di bawah permukaan garis air. Untuk nilai dari (1 + k<sub>2</sub>), sesuai dengan data yang ada dalam buku *PNA Vol.2*, dapat dilihat pada Tabel II.1. Perhitungan 1 + K<sub>2</sub> dapat dilihat pada rumus II-13.

$$(1 + k_2)_{effective} = \sum S_i (1 + k_2)_i / \sum S_i \quad (\text{II-13})$$

Tabel II. 1 Fungsi tipe tonjolan badan kapal

Type of Appendages	Value of 1 + k <sub>2</sub>
Rudder of single screw ship	1.3 to 1.5
Spade-type rudders of twin-screw ships	2.8
Skeg-rudders off twin-screw ships	1.5 to 2.0
Shaft brackets	3
Bossings	2
Bilge keel	1.4
Stabilizer fins	2.8
Shafts	2
Sonar dome	2.7

Sumber: Lewis, 1988

### 11. Perhitungan Luas Permukaan Basah (WSA) badan kapal

$$WSA = L(2T + B)Cm0.5(0.4530 + 0.4425Cb - 0.2863Cm - 0.003467(B/T) + 0.3696Cwp) + 2.38(ABT/Cb) \quad (\text{II-14})$$

### 12. Perhitungan luas permukaan basah tonjolan pada kapal

$$S_{app} = S_{rudder} + S_{bilge\ keel} \quad (\text{II-15})$$

$$S_{rudder} = C_1.C_2.C_3.C_4 ((1.75 L.T)/100). \quad (\text{II-16})$$

$$C_1 = 1 \quad (\text{for general})$$

$$C_2 = 1 \quad (\text{for semi-spade rudder})$$

$$C_3 = 1 \quad (\text{for NACA profile and plate rudder})$$

$$C_4 = 1 \quad (\text{for rudder in the propeller jet})$$

Sehingga,  $S_{total} = WSA + S_{app}$ .

### 13. Perhitungan Tahanan Gesek (CF)

Data yang diperlukan untuk menghitung koefisien tahanan gesek meliputi kecepatan kapal ( $V$  atau  $V_s$ ), panjang garis air kapal ( $L_{wl}$ ), grafitasi ( $g$ ), dan koefisien viskositas kinematis ( $\nu$ ). Data tersebut kita masukkan dalam rumus:

$$C_F = 0.075 / (\log Rn - 2)^2 \quad (\text{II-17})$$

Dengan nilai  $Rn$ :

$$Rn = v \cdot L_{wl} / \nu \quad (\text{II-18})$$

#### 14. Perhitungan Koefisien Tahanan Udara (model-ship correlation allowance), $C_A$

$$C_A = 0,006 (L_{WL} + 100)^{-0,16} - 0,00205$$

; untuk  $T/L_{WL} > 0,04$  ( II-19)

$$C_A = 0,006 (L_{WL} + 100)^{-0,16} - 0,00205 + 0,003 (L_{WL}/7,5)^{0,5} C_{B^4} C_2 (0,04 - T/L_{WL}),$$

; untuk  $T/L_{WL} < 0,04$  ( II-20)

#### 15. Perhitungan Tahanan Total

Setelah mendapatkan nilai dari notasi seluruhnya maka kita dapat menentukan besarnya tahanan totalnya, yaitu dengan rumusan sebagai berikut:

$$R_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S_{tot} [ C_F (1 + k) + C_A ] + R_W / W \cdot W \quad ( II-21)$$

#### II.1.4.2. Perhitungan Daya Mesin

Penentuan power mesin dilakukan dengan melihat daya yang dibutuhkan (BHP), kemudian menyesuaikan daya mesin yang akan dipasang sesuai dengan katalog mesin yang tersedia. Perhitungan kebutuhan daya mesin utama agar kapal dapat beroperasi sesuai dengan perencanaan adalah sebagai berikut:

- *Effective Horse Power* (EHP)

$$EHP = R_T \times V_s \quad ( II-22)$$

- *Delivery Horse Power* (DHP)

$$DHP = EHP / \eta_D \quad ( II-23)$$

$$\eta_D = \eta_H \times \eta_O \times \eta_{RR}$$

$\eta_H$  = Efisiensi badan kapal

$\eta_O$  = Efisiensi baling-baling yang terpasang pada bagian belakang kapal

$\eta_{RR}$  = Efisiensi relatif rotatif

- *Break Horse Power* (BHP)

$$BHP = DHP + (X \% \times DHP) \quad ( II-24)$$

Dimana X merupakan faktor tambahan koreksi letak kamar mesin dan koreksi daerah pelayaran.

#### II.1.4.3. Perhitungan Lambung Timbul (*Freeboard*)

Lambung timbul (*freeboard*) merupakan salah satu jaminan keselamatan kapal selama melakukan perjalanan dalam mengangkut muatan menjadi jaminan utama kelayakan dari sistem transportasi laut yang ditawarkan pada pengguna jasa. Perhitungan ini merupakan salah



satu persyaratan keselamatan kapal. Lambung timbul mempunyai fungsi sebagai daya apung cadangan ketika kapal berlayar. Secara sederhana pengertian lambung timbul adalah jarak tepi sisi geladak terhadap air yang diukur pada tengah kapal. Perhitungan lambung timbul menggunakan peraturan *International Load Line Convention* (IMO, 1988). Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan lambung timbul awal pada tabular freeboard, selanjutnya dilakukan koreksi-koreksi: koefisien blok ( $C_b$ ), tinggi kapal ( $D$ ), bangunan atas ( $S$ ), dan koreksi *sheer*.

Besarnya *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara  $L_{pp}$  dan 96% LWL pada 85%  $H_m$ . Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada *midship* ( $B_m$ ) dan tinggi *freeboard* adalah tinggi yang diukur pada *midship* dari bagian atas *keel* sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat *stringer* (senta) bila geladak tanpa penutup kayu. Adapun langkah untuk menghitung *freeboard* berdasarkan *Load Lines 1966 and Protocol of 1988* sebagai berikut:

1) Tipe kapal

- Tipe A adalah kapal dengan persyaratan salah satu dari:

1. Kapal yang dirancang memuat muatan cair dalam *bulk*.
2. Kapal yang mempunyai integritas tinggi pada geladak terbuka dengan akses bukaan ke kompartemen yang kecil, ditutup sekat penutup baja yang kedap atau material yang *equivalent*.
3. Mempunyai permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.

Contoh: *Tanker, LNG carrier*.

- Tipe B adalah kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A.

Contoh: *Grain carrier, ore carrier, general cargo, passenger ships*

- a. *Freeboard standard*, yaitu *freeboard* yang tertera pada tabel *freeboard standard* sesuai dengan tipe kapal.

b. Koreksi

- Koreksi untuk kapal dengan panjang kurang dari 100 m
- Koreksi blok koefisien ( $C_b$ )
- Koreksi tinggi standar kapal
- Koreksi tinggi standar bangunan atas
- Minimum bow height
- Koreksi Standar Tinggi Kapal dapat dilihat pada Tabel II.2.

Tabel II. 2 Standar Koreksi Tinggi Kapal

L [m]	Standart Height [m]	
	<i>Raised Quarter Deck</i>	<i>Other Superstructure</i>
30 or less	0.9	1.8
75	1.2	1.8
125 or more	1.8	2.3

Sumber: IMO,1988.

- Koreksi Standar Bangunan Kapal

Tabel II. 3 Persentase Pengurangan Untuk Kapal Tipe B

	Line	Total Panjang Superstructure										
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Kapal dengan forecastle dan tanpa bridge	I	0	5	10	15	23.5	32	46	63	75.3	87.7	100
Kapal dengan forecastle dan bridge	II	0	6.3	12.7	19	27.5	36	46	63	75.3	87.7	100

Sumber: IMO, 1988.

#### II.1.4.4. Perhitungan Stabilitas Kapal

Stabilitas merupakan persyaratan utama untuk mengukur keselamatan kapal yang akan berlayar. Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ). Kemudian setelah harga GZ didapat, maka dilakukan pengecekan dengan *Intact Stability Code* (IMO, 2002).

Perhitungan stabilitas pada tugas akhir ini ini menggunakan rumusan yang diberikan oleh George Manning dalam bukunya *The Theory and Technique of Ship Design*. Dengan pendekatan lengan penegak stabilitas adalah sebagai berikut:  $GZ = a_1 \sin\theta + a_2 \sin^2\theta + a_3 \sin^3\theta$ , dimana  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  adalah konstanta yang merupakan fungsi ukuran utama kapal, sheer, lambung timbul, *poop* dan *forecastle*. Sedangkan  $\theta$  adalah sudut roll. Untuk perhitungannya stabilitas (Manning, 1956).

Hal-hal yang memegang peranan penting dalam stabilitas kapal antara lain :

1. Titik G (*grafity*) yaitu titik berat kapal.
2. Titik B (*bouyancy*) yaitu titik tekan ke atas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup di dalam air.

3. Titik M (*metacentre*) yaitu titik perpotongan antara vektor gaya tekan ke atas pada keadaan tetap dengan vektor gaya tekan ke atas pada sudut oleng.

Pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan "Intact Stability Code, IMO" Kriteria stabilitas untuk semua jenis kapal:

- $E_{0.30^\circ} \geq 0.055 \text{ m.rad}$   
Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^\circ$  lebih dari 0.055 meter radian.
- $e_{0\sim 40^\circ} \geq 0.09 \text{ m.rad}$   
Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $40^\circ$  lebih dari 0.09 meter radian.
- $3_{30\sim 40^\circ} \geq 0.03 \text{ m.rad}$   
Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^\circ \sim 40^\circ$  lebih dari 0.03 meter.
- $h_{30^\circ} \geq 0.2 \text{ m}$   
Lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng  $30^\circ$  atau lebih.
- $h_{30^\circ} \geq 0.2 \text{ m}$   
Lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng  $30^\circ$  atau lebih.
- $h_{\max}$  pada  $\phi_{\max} \geq 25^\circ$
- Tinggi Metasenter awal GM0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

#### II.1.4.5. Perhitungan Berat Kapal

Berat dan titik berat merupakan komponen penting dalam mendesain kapal, yang akan berpengaruh langsung pada stabilitas kapal, performance dan biaya. Perhitungan berat dan titik berat menggunakan rumus-rumus pendekatan, berat kapal terdiri dari LWT dan DWT. Setelah berat LWT dan DWT diketahui maka dilakukan perhitungan titik Berat LWT dan DWT untuk mencari harga KG dan LCG (Watson, 1998).

- Menghitung LWT

LWT digolongkan menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah berat konstruksi, berat peralatan dan perlengkapan, dan berat permesinan. Sedangkan untuk DWT dibagi terdiri atas beberapa komponen, meliputi berat bahan bakar, berat minyak pelumas, berat air tawar, berat provision, berat orang dan berat barang bawaan.

a) Perhitungan berat baja kapal

$$Wsi \text{ (Ton)} = K \times E1,36 \quad (\text{ II-25})$$

Dimana nilai E merupakan *The Lloyd Equipment numeral* (1962) yang digunakan untuk mengestimasi berat baja kapal dapat dilihat pada rumus II-26.

$$E = L (B+T) + 0,85L (D-T) + 0,85 \{(11.h1) + 0,75(12.h2)\} \quad (\text{ II-26})$$

Dimana : K = Koefisien faktor

Selanjutnya dilakukan koreksi karenaa pengurangan material untuk *scrap*. Jumlah pengurangan dapat dilihat pada grafik Watson dimana %Scrap-8.48% dapat dilihat pada rumus II-27.

$$Wsi' = Wsi - (\%Scrap. WSi) \quad (\text{ II-27})$$

Koreksi berikutnya adlah koreksi koefisien blok kapal. Maka nilai koreksinya sebesar:

$$Wst = Wsi' (1 + 0.05 (Cb' - Cb)) \quad (\text{ II-28})$$

#### b) Perhitungan berat perlengkapan kapal

Perhitungan berat perlengkapan (EO) dilakukan dengan menggunakan metode dalam buku *ship design for efficiency and economy* (Scneekluth, 1998). Perhitungan berat EO terbagi menjadi dua bagian yaitu untuk rumah geladak (Group III: *Living Quarters*) dan selain rumah geladak (Group IV: *Miscellaneous*).

$$Weo \text{ (Ton)} = [(Asp + Adh) \times Calv] + [Amd \times Ceo] \quad (\text{ II-29})$$

Dimana :  $C_{alv} = 165 \text{ kg/m}^2$

$C_{eo} = 180 \text{ kg/m}^2$

#### c) Perhitungan berat cadangan

$$Wres \text{ (Ton)} = (5-10)\% \times LWT \quad (\text{ II-30})$$

- **Menghitung DWT**

Perhitungan DWT ini dilakukan untuk satu kali perjalanan *round trip*. Komponen dari *Dead Weight* (DWT) ini terdiri dari *payload*, berat *crew*, dan *consumable* (berat bahan bakar, berat minyak lumas dan berat *provision*). Besarnya dipengaruhi oleh daya mesin dan jumlah *crew* yang ada diatas kapal.

### II.1.4.6. Perhitungan Titik Berat Kapal

Perhitungan titik berat kapal bertujuan untuk mengetahui letak titik berat kapal dari segi horizontal dan vertikal terhadap badan kapal. Perhitungan ini berkaitan dengan analisa stabilitas kapal. Untuk mengetahui titik berat kapal keseluruhan perlu dilakukan perhitungan terhadap titik berat baja kapal, permesinan, peralatan dan perlengkapan, *payload*, dan *consumable*.

- **Perhitungan Titik Berat Baja Kapal**

Titik berat baja kapal ditentukan dengan metode pendekatan berdasarkan *Harvald and Jensen Method* yang dikembangkan pada tahun 1992. Perumusannya adalah sebagai berikut:

$$KG(m) = CKG - DA \quad (II-31)$$

Dimana:  $CKG$  = Koefisien Titik Berat.

Tabel II. 4 Koefisien Titik Berat Baja Kapal

Tipe Kapal	$CKG$
Passanger Ship	0.67-0.72
Large Cargo Ship	0.58-0.64
Small Cargo Ship	0.60-0.80
Bulk Carrier	0.55-0.58
Tankers	0.52-0.54

Sumber: Schneekluth, 1998

$$CKG = 0.6 \text{ (small cargo ship)}$$

$$DA(m) = D + \frac{Va+Vdh}{LXB} \quad (II-32)$$

- **Perhitungan titik berat Permesinan**

Titik berat baja permesinan ditentukan dengan metode pendekatan sebagai berikut (Scneekluth, 1998):

$$KGm(m) = H_{DB} + 0.35(D-H_D) \quad (II-33)$$

- **Perhitungan titik berat peralatan dan perlengkapan**

Titik berat peralatann dan perlengkapapan ditentukan dengan metode pendekatan sebagai berikut (Scneekluth, 1998):

$$K_{Geo} (m) = (1.02 \sim 1.08) \times DA \quad (\text{II-34})$$

Diambil  $\quad = 1.02.$

- **Perhitungan Titik Berat Payload dan Consumable**

Titik berat *payload* dan *consumable* dapat dihitung berdasarkan letak tangki-tangki *payload* dan *consumable* yang direncanakan.

#### II.1.4.7. Perhitungan GT dan NT

Tonase kapal yang merupakan hasil dari pengukuran volume-volume ruangan-ruangan tertutup pada kapal sangatlah penting untuk diketahui karena besarnya tonase kapal erat kaitannya dengan pengoperasian kapal tersebut nantinya. Dari segi ekonomi, tonase kapal akan berpengaruh pada besarnya pengeluaran oleh pemilik kapal dan besarnya pendapatan pajak pemerintah dari pajak terhadap kapal tersebut yaitu pada saat kapal akan didocking atau pada saat tambat di pelabuhan. Adapun besarnya tonase kapal yang didesain dengan tonase kapal yang didapat setelah dilakukan pengukuran oleh ahli ukur tidak boleh terlalu jauh perbedaannya karena akan menyebabkan kerugian, baik kerugian untuk pemilik kapal atau pemerintah. Tonase pada kapal ada dua macam yaitu *Gross Tonnage* (GT) dan *Netto Tonnage* (NT).

Tonase kapal sangatlah penting untuk diketahui karena besarnya tonase kapal erat kaitannya dengan pengoperasian kapal tersebut nantinya. Pada tugas akhir ini menggunakan cara pengukuran internasional berdasarkan ketetapan yang ada dalam Konvensi Internasional tentang Pengukuran Kapal. GT kapal dapat ditentukan sesuai dengan rumus II-35 (IMO, 1989).

$$GT = K1V \quad (\text{II-35})$$

Dimana V merupakan jumlah isi semua ruang-ruang tertutup yang dinyatakan dalam meter kubik dan K1 merupakan K1 merupakan koefisien yang diperoleh dari hasil interpolasi linear, rumus K1 dapat dilihat pada rumus II-36 (IMO, 1989).

$$K1 = 0,2 + 0,002 \log 10V \quad (\text{II-36})$$

Penggunaan rumus ini menghasilkan ukuran isi kapal dalam satuan meter kubik. Jumlah isi semua ruang-ruang tertutup (V) sebagaimana tersebut di atas merupakan ruangan-ruangan yang terdapat di bawah dan di atas geladak ukur.

#### II.1.4.8. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Persoalan perencanaan kapal ditinjau dari segi ekonomis dilakukan dengan membuat bentuk badan kapal sedemikian rupa sehingga hambatan (*resistance*) kapal menjadi kecil dan

tenaga mesin yang diperlukan untuk menggerakkannya juga semakin kecil. Untuk mengetahui nilai ekonomis sebuah kapal, perhitungannya dibedakan menjadi dua bagian yaitu biaya investasi dan biaya operasional kapal. Biaya investasi dapat diartikan sebagai biaya pembangunan kapal yang terdiri dari biaya material untuk struktur bangun kapal, biaya peralatan, biaya permesinan, dan biaya pekerja, modal cost, asuransi, perawatan, pajak pemerintah, dll. Biaya investasi kapal dibagi menjadi 5 bagian yaitu (Watson, 1998):

1. Biaya pembangunan material (*structural weight cost*)
2. Biaya permesinan (*machinery cost*)
3. Biaya peralatan dan perlengkapan (*hull outfitting cost*).
4. *Non weight cost*
5. Koreksi keadaan ekonomi dan kebijakan pemerintah

### 1. Biaya Baja Kapal

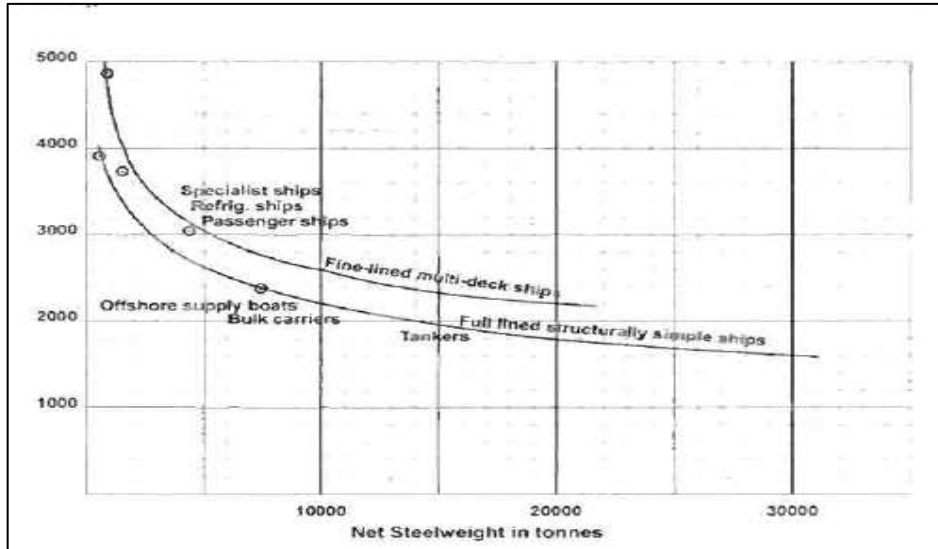
*Structural weight cost* merupakan biaya berat baja kapal. Jumlah biaya didapatkan dari berat total baja yang dibutuhkan untuk membangun sebuah kapal. Setelah diketahui berat baja yang dibutuhkan, total biaya akan didapatkan berdasarkan harga pelat baja yang dijual pada saat ini. Estimasi biaya dari berat baja kapal didapatkan dari rumus yang diberikan Watson yaitu sebagai berikut:

$$P_{st} \text{ (US \$)} = W_{st} \times C_{st} \quad (\text{II-37})$$

Dimana :  $W_{st}$  = Berat baja kapal  
 $C_{st}$  = Pendekatan biaya berat baja per Ton.

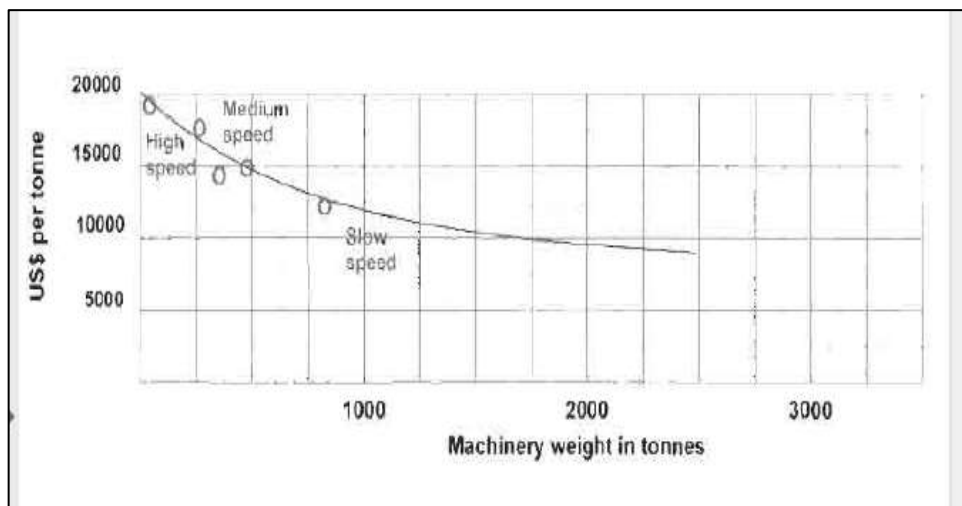
Nilai  $C_{st}$  didapat melalui pendekatan grafik yang diberikan oleh Watson dalam buku *practical ship design*. Grafik dari nilai  $C_{st}$  dapat dilihat pada Gambar II.2.

*Machinery Weight Cost* merupakan perhitungan biaya permesinan didasarkan pada kebutuhan kapal. Setelah dilakukan pemilihan, maka dicari harga dari masing-masing permesinan tersebut untuk kemudian dilakukan perhitungan sebagai biaya permesinan secara keseluruhan. Grafik estimasi berat permesinan dan harga kapal dapat dilihat pada Gambar II.3.



Sumber: Watson, 1998

Gambar II. 2 Grafik Estimasi Berat Baja-Harga Kapal

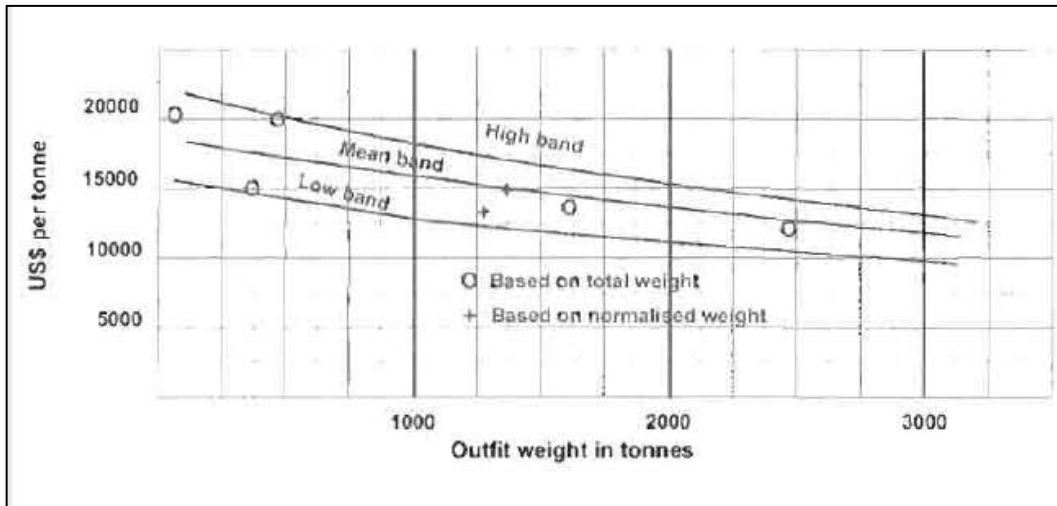


Sumber: Watson, 1998

Gambar II. 3 Grafik estimasi Berat Permesinan - Harga Kapal

*Outfitting Weight Cost* merupakan biaya perlengkapan dan peralatan didasarkan pada kebutuhan kapal. Setelah dilakukan pemilihan maka dicari harga dari masing-masing perlengkapan dan peralatan tersebut untuk kemudian dilakukan perhitungan sebagai biaya perlengkapan dan peralatan secara keseluruhan. Selain itu terdapat *non-weight cost* yang tidak berhubungan dengan berat kapal. Grafik estimasi berat *outfitting* dan harga kapal dapat dilihat pada Gambar II.4.





Sumber: Watson, 1998.

Gambar II. 4 Grafik estimasi Berat Outfitting - Harga Kapal

Biaya Non Berat (*Non Weight Cost*). Biaya ini merupakan biaya-biaya yang tidak dapat dikelompokkan dengan ketiga grup biaya sebelumnya. Contohnya :

1. Biaya untuk drawing office labour and overhead.
2. Biaya untuk biro klasifikasi dan Departemen Perhubungan.
3. Biaya consultan.
4. Biaya tank test.
5. Models cost
6. Launch expenses
7. Drydock cost
8. Pilotage
9. Trial cost.
10. Asuransi

Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya non berat (PNW) dapat dilihat pada rumus II-38.

$$PNW (US \$) = CNW \cdot (PST + PE\&O + PME) \quad (II-38)$$

Keterangan:

CNW = Biaya non berat, biasanya 7.5% - 12%.

Sehingga Total Biaya dapat diestimasi sesuai dengan rumus II-39.

$$Total Cost (US \$) = PST + PE\&O + PME + PNW \quad (II-39)$$

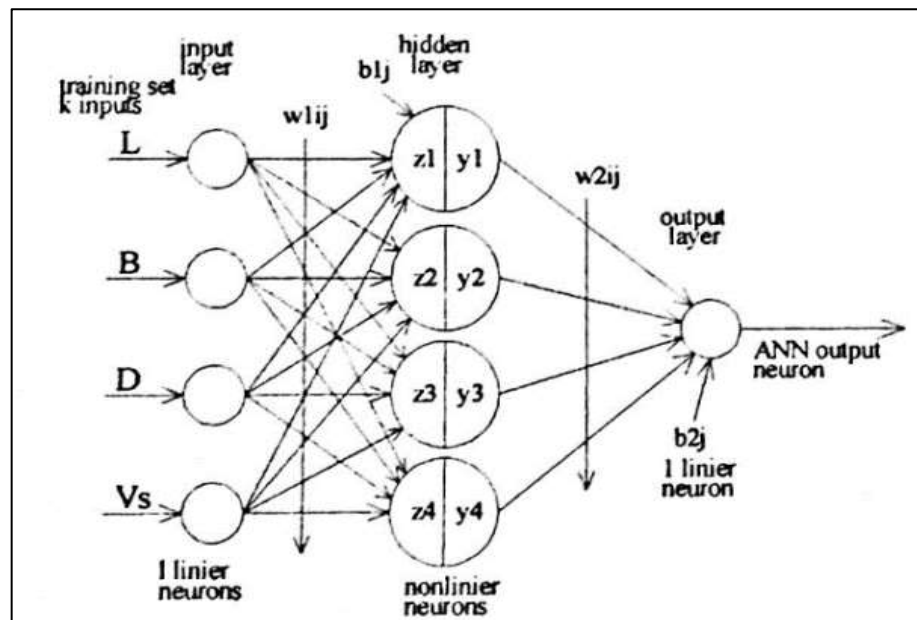
### II.1.5. Optimisasi Global dan Lokal

Optimisasi berarti menemukan solusi terbaik dari sejumlah pilihan yang ada baik itu terbatas maupun tidak. Pada umumnya, ada 2 metode yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan optimisasi yaitu *direct search approach* dan *steepness approach*. Metode yang paling banyak di aplikasikan dalam proses desain kapal adalah *steepness approach* karena dinilai bekerja secara efisien pada fungsi yang sederhana. Pada *direct search approach* solusi didapatkan dari memvariasikan nilai parameter baik secara sistematis atau tidak (*random*). Namun metode ini kurang efisien seiring dengan meningkatnya jumlah variasi variabel pada proses optimisasi (Scneekluth, 1998).

Optimisasi global mengacu pada menemukan nilai optimal dari fungsi yang diberikan di antara semua solusi yang mungkin, sedangkan optimisasi lokal menemukan nilai optimal pada kandidat solusi terdekat. Metode optimasi global telah banyak digunakan di bidang optimasi struktural, desain teknik, desain chip VLSI dan masalah database, desain nuklir dan mekanik, desain dan kontrol teknik kimia, masalah alokasi proses dll. Sebaliknya untuk metode optimasi lokal dipastikan dengan gradien sama dengan nol, tidak ada kriteria semacam itu untuk memastikan pencapaian pada optimisasi global (Ray, 1993). Untuk menyelesaikan permasalahan optimasi global dapat digunakan metode heuristik, yaitu salah satu algoritma optimasi yang menggunakan informasi yang telah diperoleh sebelumnya untuk membantu menentukan calon solusi yang akan diperiksa selanjutnya atau bagaimana individu berikutnya dihasilkan. Metode heuristik tidak selalu menghasilkan solusi terbaik tetapi jika dirancang dengan baik akan menghasilkan solusi yang mendekati optimum dalam waktu cepat (Weise, 2008).

Pemodelan optimisasi yang akan digunakan adalah gabungan dari optimisasi global dan lokal, hal ini dikarenakan jika optimisasi hanya dilakukan dengan metode non-linear lokal maka pemecahan masalah hanya terbatas pada optima lokal yang nilai yang didapatkan berpeluang cukup jauh dari optimal global dan dapat beresiko nilai yang didapatkan terjebak pada wilayah yang terendah sehingga menghasilkan nilai yang kurang optimal. Hal ini juga berlaku sebaliknya, jika metode optimisasi hanya menggunakan optimisasi global, maka nilai yang didapatkan bersifat umum/global namun hasil yang didapatkan kurang mampu mencapai nilai yang tertinggi (nilai optima), optimisasi global membutuhkan kalkulasi yang panjang agar nilai optima yang didapatkan akurat sehingga tidak dapat mencari nilai yang paling optimum (Baidowi & Hasanudin, 2017)

Pada optimisasi global menggunakan jaringan saraf tiruan (JST) atau *Artificial Neural Network* (ANN). *Neural Network* merupakan kategori ilmu *Soft Computing*. *Neural Network* sebenarnya mengadopsi dari kemampuan otak manusia yang mampu memberikan stimulasi/rangsangan, melakukan proses, dan memberikan *output*. *Output* diperoleh dari variasi stimulasi dan proses yang terjadi di dalam otak manusia. Kemampuan manusia dalam memproses informasi merupakan hasil kompleksitas proses di dalam otak. Ide mendasar dari *Artificial Neural Network* (ANN) adalah mengadopsi mekanisme berpikir sebuah sistem atau aplikasi yang menyerupai otak manusia, baik untuk pemrosesan berbagai sinyal elemen yang diterima, toleransi terhadap kesalahan/*error*, dan juga *parallel processing*. Secara sederhana, ANN adalah sebuah alat pemodelan data statistik non-linier. Skema ANN untuk menentukan ukuran utama kapal dapat dilihat pada Gambar II.5.



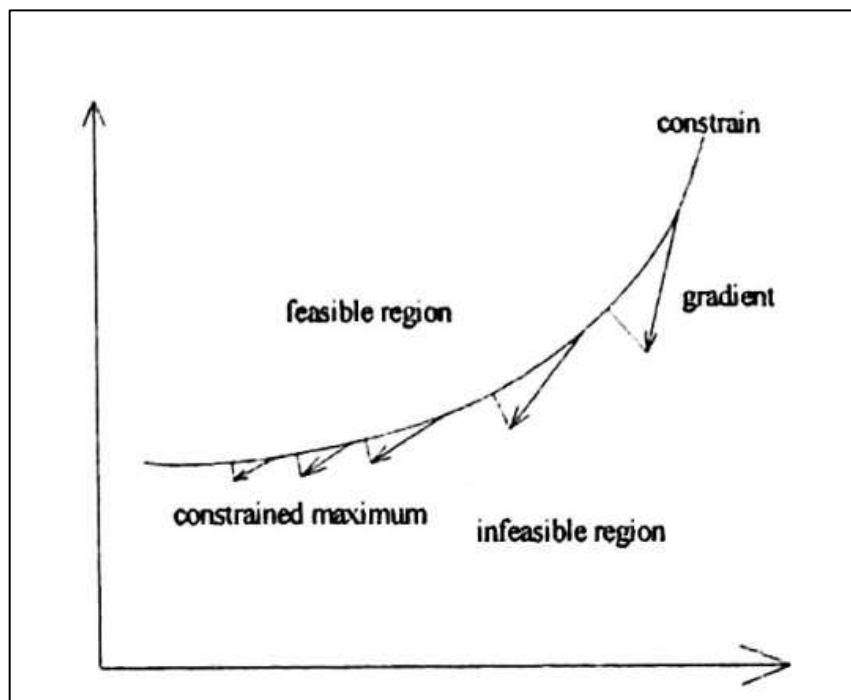
Sumber: Parsons, 2011

Gambar II. 5 Skema *Artificial Neural Network*

ANN dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara input dan output untuk menemukan pola-pola pada data. ANN telah digunakan secara luas pada berbagai macam aplikasi *engineering*, salah satunya dalam menentukan ukuran utama kapal. ANN merupakan salah satu *parametric model development*. *Parametric design* adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter misalnya ( L, B, T, Cb, LCB dll) sebagai *main dimension* yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung  $R_t$ , merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, trim dll secara detail. Variasi ukuran utama

pada *Parametric design* di dapatkan melalui ukuran utama yang sesuai dengan *constraint* yang ada (Watson D. , 1998).

Optimisasi Lokal menggunakan metode optimisasi *nonlinear constrained*. Ada dua macam metode *nonlinear constrained* yang sangat terkenal yaitu *sequential quadratic programming* dan *Generalized Reduced Gradient* (GRG). GRG mentransformasi ketidaksamaan batasan kedalam persamaan batasan melalui slack variable (Yeniay, 2005). Skema GRG dapat dilihat pada Gambar II.6.



Sumber: Young, Charlie, 2017

Gambar II. 6 Skema *Generalized Reduced Gradient*

Proses pembelajaran ANN yang diterapkan dalam Tugas Akhir ini adalah dengan menggunakan Program non linier iteratif yang di kembangkan dari *Reduced-Gradient Methods*. Metode ini mencoba mempertahankan kelayakan setiap iterasi. Metode ini memiliki fungsi tujuan (*objective function*) dan fungsi kendala (*constraint*).

## II.2. Tinjauan Pustaka

### II.2.1. Kepulauan Mentawai

Kabupaten Kepulauan Mentawai adalah salah satu kabupaten yang terletak di provinsi Sumatera Barat, Indonesia. Kabupaten ini dibentuk berdasarkan UU RI No. 49 Tahun 1999 dan dinamai menurut nama asli geografisnya. Kabupaten ini terdiri dari 4 kelompok pulau utama

yang berpenghuni, yaitu Pulau Siberut, Pulau Sipora, Pulau Pagai Utara dan Pulau Pagai Selatan yang dihuni oleh mayoritas masyarakat suku Mentawai.

Pusat pemerintahan dari kabupaten Kepulauan Mentawai berada di Tuapejat, sebelah utara dari pulau Sipora. Pada tahun 2010 secara geografis dan administratif, Kabupaten Kepulauan Mentawai terdiri atas 10 kecamatan, 43 desa dan 202 dusun. Kedalaman perairan Kepulauan Mentawai dari kedalaman 4 meter sampai 120 meter tersebar mulai dari Teluk Saibi, pelabuhan Simalepet, Teluk Katurai, Teluk Sioban Sipora dan Selat Sikakap sampai Samudera Hindia (DITJENPDT, 2016).



Sumber: DITJENPDT, 2016

Gambar II. 7 Gambaran Umum Daerah Tertinggal di Indonesia

Pemerintah pusat melalui Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN/Bappenas) memasukkan Kepulauan Mentawai ke dalam 80 kabupaten tertinggal prioritas penanganan pada 2018. Percepatan pembangunan infrastruktur di Kepulauan prioritas penanganan pada 2018. Percepatan pembangunan infrastruktur di Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat, tergolong mendesak. Kabupaten Kepulauan Mentawai termasuk dalam 122 kabupaten tertinggal tahun 2015-2019 seperti terlihat pada Gambar II.7. Sejauh ini penyelesaian pembangunan Kepulauan Mentawai masih jauh dari harapan masyarakat. Kesulitan percepatan

pembangunan dipengaruhi letak geografis dan bentangan alamnya rawan bencana serta keterbatasan infrastruktur. Tsunami yang menyerang Mentawai pada tahun 2010 lalu menghantam 4 dari 10 kecamatan. Bencana ini telah merenggut 509 korban jiwa dan menghancurkan 1.269 bangunan rumah, sekolah, Puskesmas dan rumah ibadah. Perekonomian Kepulauan Mentawai masih didominasi oleh empat sektor utama yakni pertanian sebesar 53 persen, perdagangan sebesar 20 persen, industri pengolahan 7 persen, dan pengangkutan 6 persen. Tingkat kemiskinan di Mentawai yang mencapai 15 persen menjadikannya wilayah yang memang butuh perhatian khusus dalam upaya keluar dari deretan daerah tertinggal. Percepatan pembangunan infrastruktur Kepulauan Mentawai terbagi dalam beberapa fokus, yakni pembangunan konektivitas jalan Trans-Mentawai, pengembangan Bandara Rokot, dan pengembangan pelabuhan (BAPPENAS, 2017).

### **II.2.2. *Transportasi di Kepulauan Mentawai***

Transportasi darat dan udara di kepulauan Mentawai masih terbatas. Untuk mencapai ibukota Propinsi Sumatera Barat, Kota Padang, umumnya ditempuh dengan transportasi laut. Ada beberapa jenis kapal penumpang yang melayani rute Padang-Kepulauan Mentawai ataupun sebaliknya. Salah satunya adalah MV.Mentawai Fast. Kapal ini merupakan bentuk bantuan dari pemerintah daerah untuk kemajuan transportasi di Kepulauan Mentawai. Selain MV.Mentawai Fast, Dinas Perhubungan kabupaten Kepulauan Mentawai pada awal 2016 meresmikan KM.Teluk Katurai di Pelabuhan Kapal Tuapeijat Mentawai. Kapal ini direncanakan untuk melayani dua Kecamatan Sikakap dan Pagai Selatan. Dengan bobot 92 GT, kapal yang terbuat dari baja yang bersumber anggaran dari dana DAK Kementerian PDT, bisa menampung penumpang sebanyak 100 orang penumpang (MinangSatu, 2017).

Namun, dampak positif penambahan fasilitas kapal yang beroperasi di sekitar kepulauan Mentawai tidak menjangkau masyarakat kepulauan Mentawai yang tinggal di pulau-pulau kecil pinggiran. Hal ini dikarenakan oleh berbagai faktor, keterbatasan rute kapal karena fasilitas dermaga yang sangat minim juga merupakan salah satu penyebabnya. Kapal-kapal baru yang ada cenderung beroperasi di daerah-daerah sekitar kota pusat yaitu Tuapeijat di Pulau Sipora utara atau pulau besar lainnya selain itu kapal yang beroperasi merupakan kapal penumpang sehingga muatan barang terbatas. Hal ini menyebabkan masyarakat Kepulauan Mentawai mengeluhkan pasokan kebutuhan bahan pokok yang minim dan harganya yang tinggi. Hal ini menyebabkan perlunya perencanaan pola dan pusat distribusi bahan pokok yang optimal,

sehingga diharapkan dapat melancarkan kegiatan distribusi bahan pokok di wilayah kepulauan tersebut.



Sumber: Puailiggoubat, 2017  
 Gambar II. 8 Koran Mentawai Puailiggoubat Bulan Juli

Warga di Dusun Taikako, Kecamatan Sikakap merupakan salah satu bukti bahwa wilayah kepulauan Mentawai masih termasuk dalam daerah tertinggal. Sebanyak 130 Kepala keluarga di Dusun tersebut sebagian besar berprofesi sebagai petani. Setiap hari, warga Taikako harus menempuh jarak sepanjang 4 km untuk menjual hasil bumi yang mereka tanam ke Pasar Sikakap dengan menggunakan perahu dayung, perjalanan tersebut menghabiskan waktu selama 4-5 jam. Warga Taikako tidak punya alternatif jalur lain, dikarenakan dusun mereka belum difasilitasi dengan jalan, sehingga kendaraan pun tidak bisa memasuki wilayah dusun tersebut. Selain itu, masyarakat Bukku Monga lebih memilih membiarkan hasil panen pisang dimakan burung dan membusuk di ladang sebab para petani tidak mampu menjual ke pasar Sikakap karena terkendala ongkos pengangkutan yang mahal. Petani Pisang di Dusun Bukku Monga mengakui jika menjual pisang ke Sikakap, para petani harus mengeluarkan biaya transportasi sebanyak Rp.60.000, sebab kendaraan pun tidak masuk ke daerah mereka (Puailiggoubat,

2017). Kondisi transportasi masyarakat Kabupaten Kepulauan Mentawai dapat dilihat pada Gambar II.8.

Kapal LCT menjadi armada yang tepat untuk melayani angkutan kendaraan seperti truk kecil, truk besar maupun truk trailer yang mampu mengangkut barang dengan jumlah besar. Kapal ini memiliki satu *ramp door* di bagian depan kapal untuk proses bongkar-muat kendaraan dan tidak membutuhkan pelabuhan dengan peralatan khusus, sehingga sangat cocok dengan keadaan wilayah di Kepulauan Mentawai yang fasilitas pelabuhannya sangat minim. Proses bongkar-muat kendaraan di dermaga dengan kapal LCT dapat dilihat pada Gambar II.9.



Sumber: Santhosa, 2017

Gambar II. 9 Proses Bongkar-Muat Kendaraan di Dermaga

### **II.2.3. *Trans Mentawai***

Buruknya infrastruktur di Mentawai menjadi salah satu penyebab ketertinggalan ekonomi dan keterisoliran masyarakat Mentawai. Fokus utama untuk mengeluarkan Mentawai dari daftar daerah tertinggal adalah pembangunan infrastruktur yang bisa mengoneksikan daerah-daerah terisolir. Akses jalan yang sulit dan tidak layak membuat petani membutuhkan biaya besar untuk memasarkan hasil pertaniannya.

Dari Tabel II.5 dapat dilihat jika kondisi jalan di Kepulauan Mentawai pada tahun 2016 yang mengalami rusak berat yaitu 590,14 km dari 851,55 km panjang jalan Mentawai, kondisi seperti ini tentu berdampak besar terhadap kurangnya konektivitas antar desa dan mengakibatkan beberapa wilayah di Mentawai menjadi terisolir. Mentawai Dalam Angka 2016 menyatakan, 69,30 persen jalan di Mentawai rusak berat dan 19,2 persen rusak ringan. Total



panjang jalan 851,55 dengan status Jalan Negara hanya ada sepanjang 53,39 km di Sipora Selatan dan 36,10 km di Sipora Utara, sisanya Jalan Kabupaten.

Tabel II. 5 Kondisi Jalan di Kabupaten Kepulauan Mentawai tahun 2016

Wilayah Kecamatan	Baik		Rusak Ringan		Rusak Berat		Panjang Jalan	
	Kondisi Jalan (km)		Kondisi Jalan (km)		Kondisi Jalan (km)		Kondisi Jalan (km)	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Pagai Selatan	7.5	7.5	34.2	34.2	100.1	100.1	141.8	141.8
Sikakap	9.32	9.32	13.6	13.6	50.08	50.08	73	73
Pagai Utara	-	-	15	15	112	112	127	127
Sipora Selatan	9.26	11.76	5	5	81.84	79.34	96.1	96.1
Sipora Utara	17.29	18.49	38	38	36.31	35.11	91.6	91.6
Siberut Selatan	8.96	10.36	6.8	6.8	30.44	29.04	46.2	46.2
Siberut Barat Daya	-	-	-	-	64	64	64	64
Siberut Tengah	-	-	-	-	43	43	43	43
Siberut Utara	5.51	8.6	30.5	30.5	73.99	70.9	110	110
Siberut Barat	-	-	-	-	29	29	29	29
Kepulauan Mentawai	57.84	66.03	143.1	143.1	620.76	612.57	821.7	821.7

Sumber: BPS Mentawai, 2016

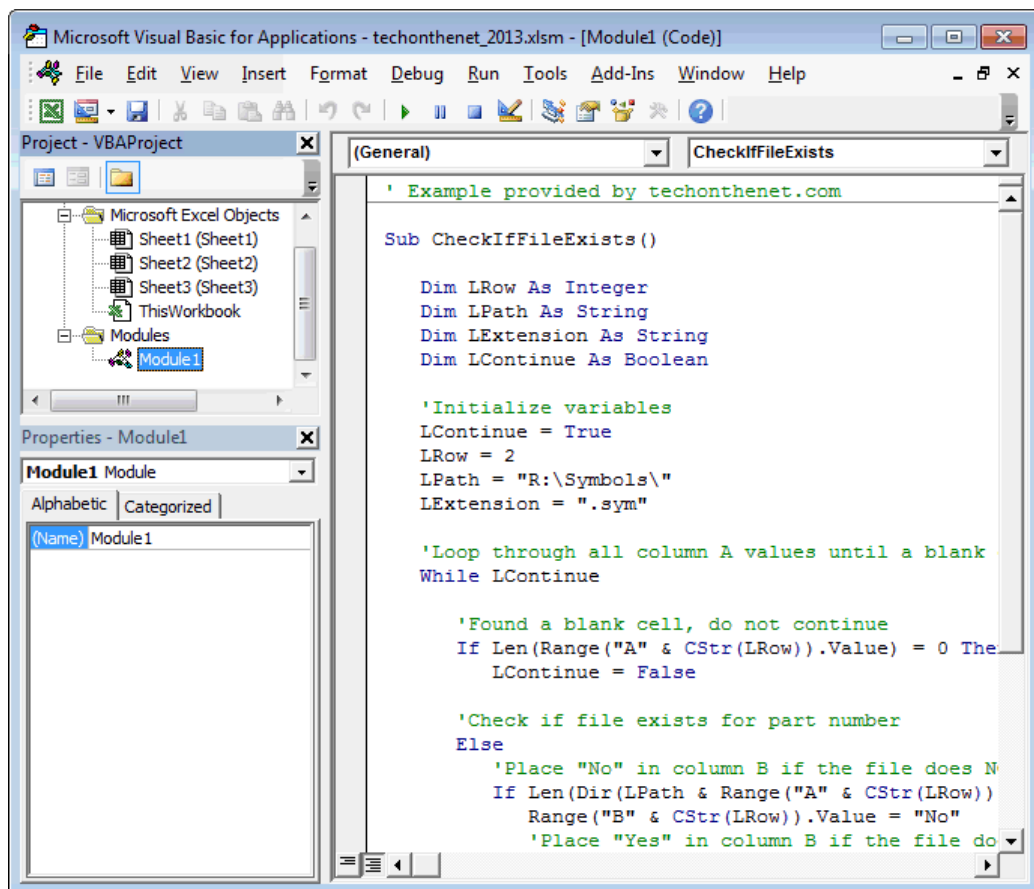
Untuk memutus keterisoliran masyarakat, Pemda Mentawai sudah mencanangkan pembangunan Trans-Mentawai sejak 2012. Berdasarkan perencanaan, jalan Trans Mentawai yang dibangun tersebut meliputi empat pulau besar Mentawai, yaitu Siberut, Sipora, Pagai Utara, dan Pagai Selatan. Total panjang Trans Mentawai yang akan dibangun di Pulau Siberut 187,2 kilometer, Pulau Sipora 77 kilometer, Pagai Utara 63 kilometer, dan Pagai Selatan 66 kilometer. Pemerintah Kabupaten Kepulauan Mentawai menargetkan pembangunan infrastruktur jalan Trans Mentawai dan pembangunan pelabuhan bakal rampung tahun 2022 mendatang. Dari 390.20 kilometer pembangunan jalan Trans Mentawai yang direncanakan, telah terbangun 142.50 kilometer. Artinya, sepanjang 250.7 kilometer belum terbangun (BAPPENAS, 2017)

### II.3. VBA pada *Microsoft Excel*

*Microsoft Excel* saat ini merupakan aplikasi *spreadsheet* terpopuler di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor yaitu kemudahan serta fleksibilitas *excel* dalam mengolah berbagai bentuk laporan *spreadsheet*, dan tentu saja kelengkapan *built in* yang belum tertandingi oleh aplikasi *spreadsheet* yang lain. Seringkali para pengguna *excel* menemukan kesulitan dalam mengatasi berbagai macam kasus yang tidak bisa diselesaikan dengan rumus yang telah disediakan *excel*. Hal ini dapat diatasi dengan pembuatan *user define function* atau

fungsi buatan sendiri dengan menggunakan bahasa *visual basic for application* (VBA). (Rizky, Soetam, 2007)

*Microsoft Visual Basic for Applications* (VBA) adalah sebuah turunan bahasa pemrograman *Visual Basic* yang dikembangkan oleh *Microsoft* dan dirilis pada tahun 1993, atau kombinasi yang terintegrasi antara lingkungan pemrograman (*Visual Basic Editor*) dengan bahasa pemrograman (*Visual Basic*) yang memudahkan *user* untuk mendesain dan membangun program *Visual Basic* dalam aplikasi utama *Microsoft Office*, yang ditujukan untuk aplikasi-aplikasi tertentu. Tampilan VBA pada *Microsoft Excel* dapat dilihat pada Gambar II.10.



Sumber: Ngarasan, 2012

Gambar II. 10 Tampilan VBA pada *Microsoft Excel*

VBA didesain untuk melakukan beberapa tugas, seperti halnya mengkustomisasi sebuah aplikasi layaknya *Microsoft Office* atau *Microsoft Visual Studio*. Kegunaan VBA adalah mengotomatisasi pekerjaan. Pekerjaan yang dimaksud adalah pekerjaan yang dilakukan secara berulang-ulang dan pekerjaan yang kompleks. VBA berbeda dengan *Microsoft Visual Basic*, *Microsoft Visual Basic* memberi banyak pemrograman dan fungsi tingkat lanjut hingga

Microsoft Visual Basic dapat dihasilkan program yang lebih kompleks untuk sistem operasi Microsoft Windows maupun Office. Sedangkan VBA hanya dapat dibangun pada aplikasi utama Microsoft Office mengendalikan fungsi aplikasi tersebut melakukan serangkaian objek terprogram. Versi VBA terbaru saat ini adalah versi 6.3 yang dirilis pada tahun 2001, yang mendukung semua program dalam Microsoft Office, salah satunya adalah *Microsoft Excel* (Wikipedia, 2017).

## **BAB III**

# **METODOLOGI**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, penjelasan dimulai dari metode pengerjaan, bahan dan peralatan, proses pengerjaan dan terakhir akan digambarkan melalui diagram alir pengerjaan.

### **I.1. Metode**

Metode yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah menggunakan penggabungan antara dua metode optimisasi, yaitu global dan lokal. Penggabungan kedua metode tersebut akan dibantu dengan pembuatan program *add ins* pada *Microsoft excel* dengan bantuan *visual basic for application (VBA)*. Penggunaan kedua metode optimisasi tersebut bertujuan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum sehingga dapat mengurangi biaya pembangunan dari kapal. Kriteria batasan dan parameter optimisasi sesuai dengan *owner requirement* yang telah dianalisis. Penentuan *owner requirement* dilakukan dengan meninjau wilayah dimana kapal akan beroperasi, dalam Tugas Akhir ini dipilih Kabupaten Kepulauan Mentawai sebagai daerah operasi kapal.

### **I.2. Bahan dan Peralatan**

Alat yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah laptop pribadi dan *PC* Laboratorium Desain Kapal FTK ITS sebagai alat untuk menulis laporan, mencari data mendesain kapal dan memprogram *add-ins*.

### **I.3. Proses Pengerjaan**

Secara umum sistematika dari pengerjaan tugas akhir ini terdiri dari beberapa tahapan, antara lain:

#### **1. Pengumpulan Literatur dan Data.**

Pada tahap ini penulis melakukan studi pustaka dengan melakukan penelaahan sumber pustaka yang relevan untuk mengumpulkan literatur maupun informasi yang diperlukan dalam

penelitian. Studi pustaka ini diawali dengan mengumpulkan sumber pustaka berupa buku-buku yang membahas tentang teori optimisasi global dan lokal. Selain itu, referensi dalam penelitian ini diperoleh dari skripsi-skripsi sebelumnya dan materi dari situs-situs internet yang membahas tentang teori optimisasi global dan lokal. Untuk tinjauan wilayah, pengumpulan literatur diambil dari surat kabar, majalah dan data-data dari *website* pemerintah dan Badan Pusat Statistika Kabupaten Mentawai. Data-data tersebut akan digunakan untuk mengetahui kebutuhan *supply* dan *demand* kapal. Data -data tersebut juga berfungsi sebagai input dan batasan dalam proses optimisasi (*owner requirement*).

## 2. Pembuatan Program *add ins*

Program atau aplikasi dibuat dengan menggunakan *Visual Basic Application* (VBA) yang tersedia di *Microsoft Excel*. Pembuatan program ini terdiri atas dua tahap utama, yaitu penyusunan *userform* dan melakukan *coding* program. Cara kerja program hampir serupa dengan *add-ins solver* yang tersedia di *excel*, namun pada program ini *range* dari variabel minimum dan maksimum dapat ditentukan sendiri. Sehingga pengguna dapat mendapatkan kombinasi variabel sesuai dengan kebutuhan. Pada program ini, optimisasi global menggunakan metode *artificial neural network* (ANN) sebagai *page utama* dan optimisasi lokal menggunakan metode *generalized reduced gradient* (GRG) dengan bantuan *add ins solver*.

## 3. Pemodelan Optimisasi

Pembuatan pemodelan optimasi yang meliputi: *variable*, *parameter*, *constant*, *calculation processes*, *constrains* dan *objective function*. Variabel optimasi adalah menentukan ukuran utama kapal dengan fungsi objektifnya adaah meminimumkan biaya pembangunan kapal. Parameter dan *constraints* dari optimisasi didapatkan dari *owner requirements* yang telah dianalisis sebelumnya, regulasi dan peraturan statutory.

## 4. Analisis teknis dan optimasi

Dari kombinasi variabel atau ukuran utama yang didapatkan dari program selanjutnya adalah melakukan penyaringan atau filter untuk mengetahui kombinasi ukuran utama yang memenuhi batasan. Jika hasilnya tidak memenuhi, maka kombinasi ukuran utama tersebut akan di eliminasi. Setelah hasil penyaringan kombinasi ukuran utama dilakukan, maka kombinasi ukuran utama yang baru dipilih berdasarkan nilai fungsi objektif yang terkecil.

## 5. Desain dan Perancangan

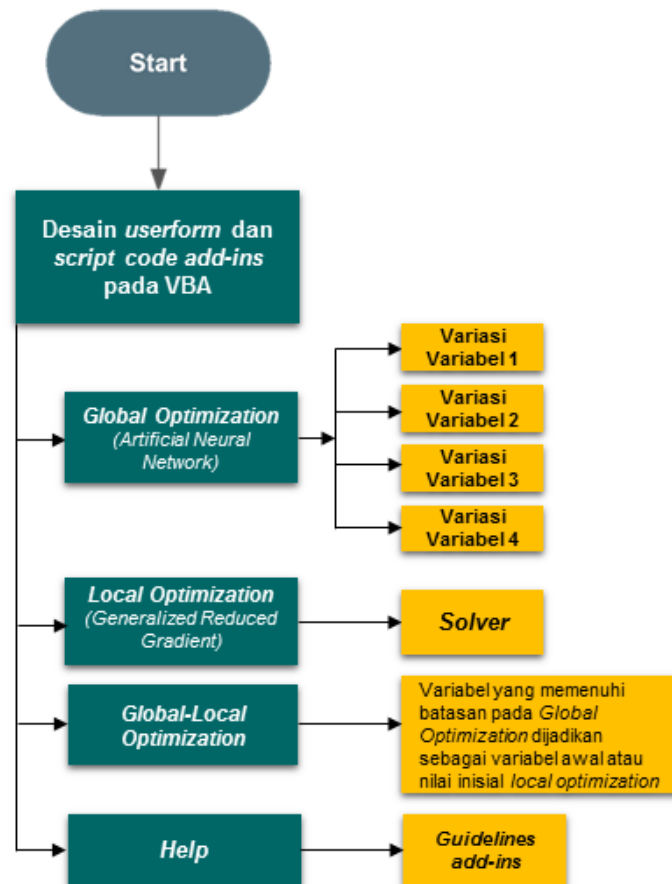
Dalam tahap ini dilakukan desain dan perancangan dari kapal yang meliputi rencana garis, yaitu desain bentuk badan kapal meliputi *body plan*, *sheer plan* dan *half-breadth plan*, serta sistem propulsi kapal LCT. Setelah itu dilakukan desain perencanaan umum (*general arrangement*) dan pemodelan 3D.

### 1.4. Lokasi Pengerjaan

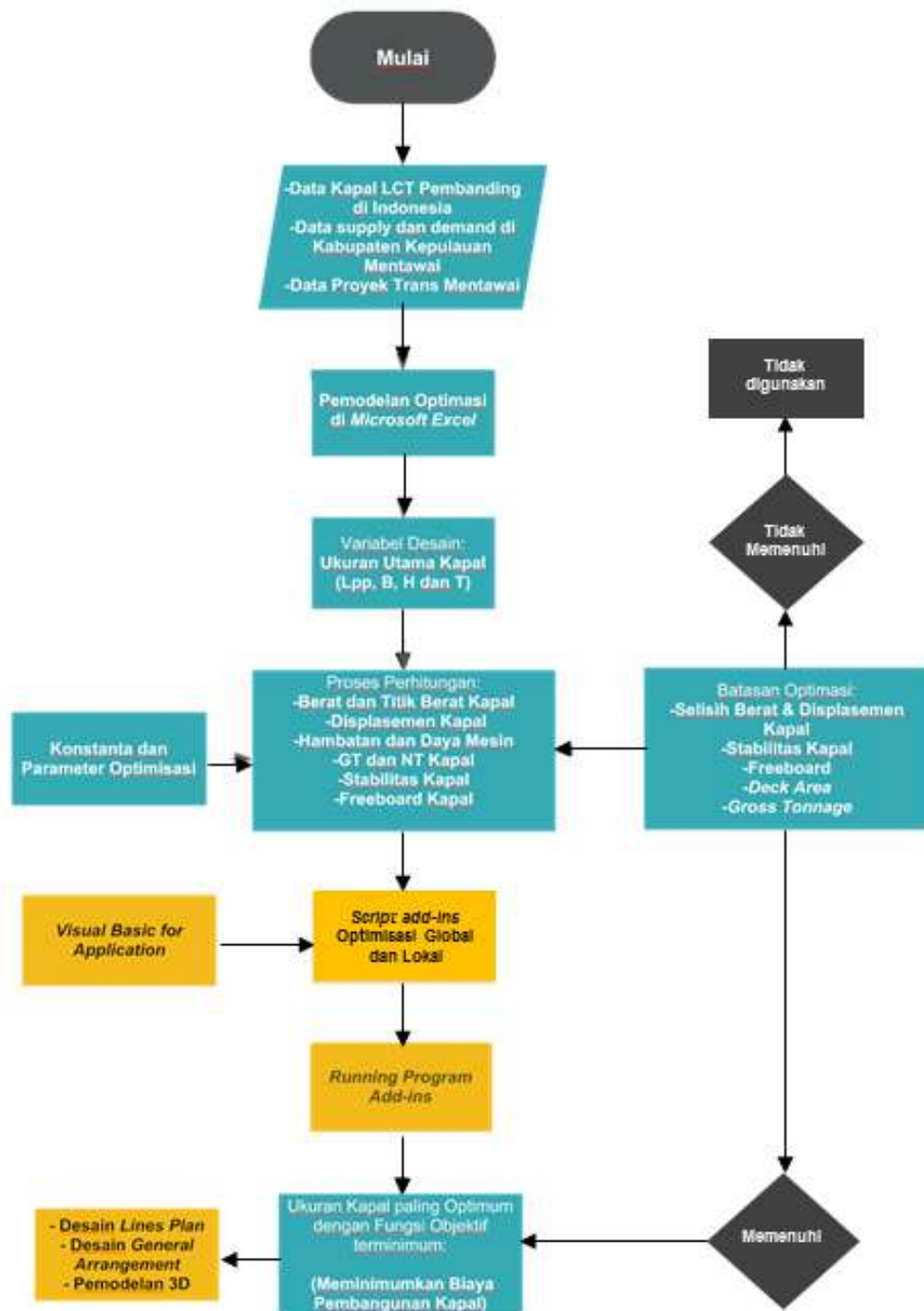
Lokasi pengerjaan Tugas Akhir mengambil tempat di Laboratorium Desain Kapal FTK ITS.

### 1.5. Bagan Alir

Untuk mendapatkan hasil perancangan *multipurpose* LCT yang optimal maka dibuatlah *flow chart* metodologi penelitian. *Flowchart* dibagi menjadi 2 yaitu *flowchart* pembuatan program dan *flowchart* pengerjaan tugas akhir dapat dilihat pada Gambar III.1 dan III.2.



Gambar III. 1 Bagan Alir Program *Global-Local Optimization*



Gambar III. 2 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir

## **BAB IV**

### **ANALISIS *OWNER REQUIREMENT***

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penentuan *payload* kapal, penentuan rute pelayaran dan frekuensi pelayaran. Penentuan *payload* dibagi menjadi dua jenis, yaitu muatan alat berat dan muatan barang. Penentuan *payload* alat berat berdasarkan proyek utama pemerintah yang sedang dijalankan di Kepulauan Mentawai yaitu pembangunan Trans Mentawai, dari hasil analisis didapatkan estimasi jumlah muatan alat berat yaitu 8 unit dengan berat total 162 ton. Sedangkan penentuan *payload* untuk muatan barang dibagi menjadi 2 yaitu *supply* dan *demand* barang kebutuhan pokok di Kabupaten Kepulauan Mentawai, dari hasil analisis didapatkan estimasi jumlah permintaan barang (*demand*) adalah 114.6 ton dan estimasi jumlah *supply* barang adalah 153 ton. Berat *payload* untuk *multipurpose LCT* diambil dari nilai yang terbesar dari hasil analisa *payload* yaitu 162 ton. Rute pelayaran yang diambil yaitu rute yang tercepat yang ditempuh kapal adalah Teluk Bayur (Pelabuhan Asal-Sikakap-Sioban-Tuaipejat-Maileppet-Pokai-Teluk Bayur (Pelabuhan Asal) dengan total jarak sebesar 348.95 *nautical miles*. Estimasi lama pelayaran yaitu 1 hari 4 jam 50 menit atau sekitar 29 jam. Penjelasan yang lebih detail dari hasil analisis ada pada uraian bab IV ini.

#### **1.6. Penentuan Payload**

Sejak terjadinya kecelakaan pada KMP Rafelia 2 di selat Bali, Kementerian Perhubungan melalui Direktorat Jenderal Perhubungan Darat resmi membuat peraturan SK.885 / AP.005 /DRJD / 2015. Penggunaan LCT sebagai kapal penyeberangan penumpang dinilai melanggar aspek keselamatan. Sehingga sejak awal Oktober 2016 kapal LCT dilarang beroperasi sebagai angkutan penyeberangan (KEMENHUB, 2015). Oleh karena itu, *payload* dari LCT yang akan di desain yaitu berupa alat berat dan muatan barang. Muatan Alat Berat

Untuk pengangkutan alat berat, estimasi jumlah dan tipe alat berat berdasarkan proyek utama yang sedang dijalankan di kepulauan Mentawai yaitu pembangunan Trans Mentawai. Trans Mentawai berupa betonisasi yang dimulai sejak 2012 dibiayai APBN. Progresnya hingga Juli 2017 telah mencapai sekitar 45 persen. Total panjang jalan yang akan dibangun 470 km



meliputi jalan di Pulau Siberut 170 kilometer, Pulau Sipora 105 kilometer, Pagai Utara 110 kilometer, dan Pagai Selatan 85 kilometer dengan lebar jalan 26 m (Mentawai, 2017). Estimasi pembiayaan pembangunan jalan yang belum terbangun tersebut masing-masing Rp 986,7 miliar untuk peningkatan, Rp1,8 triliun untuk pembangunan baru, sehingga total pembiayaan yang dibutuhkan Rp 2,8 triliun.

Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek. Alat berat memegang peranan penting karena dapat mempermudah dan membantu pekerja dalam menyelesaikan proyek terutama untuk proyek dengan skala besar. Alat berat yang akan digunakan pada suatu proyek harus diperhatikan karena berpengaruh terhadap waktu dan biaya pelaksanaan proyek. Estimasi jenis dan jumlah unit alat berat mengacu pada perhitungan penelitian “Optimasi Biaya Penggunaan Alat Berat pada Proyek Pembangunan Underpass Mayjen Sungkono Surabaya” (Notoprasetio, 2017). Pemilihan alat berat dilakukan dengan menghitung masing-masing biaya dan jumlah alat berat pada pekerjaan galian, timbunan dan pemadatan tanah pada proyek pembangunan underpass mayjen sungkono Surabaya, dan dipilih berdasarkan batasan-batasan yang ada yaitu batasan biaya, batasan waktu, batasan jumlah alat berat, dan batasan produksi alat berat. Batasan ini akan digunakan sebagai kendala dalam penganalisaan. Analisa yang digunakan untuk menentukan jumlah masing-masing alat berat adalah dengan menggunakan program linier metode simpleks. Untuk keadaan tanah dan jenis atau tipe alat berat mengikuti perhitungan yang ada dalam penelitian. Sehingga untuk estimasi jenis dan jumlah unit alat berat hanya mengganti ukuran jalan, waktu proyek dan biaya. Secara garis besar lingkup pekerjaan proyek meliputi pekerjaan galian tanah dan pekerjaan timbunan tanah. Tahapan pekerjaan tanah dapat dilihat pada Tabel IV.1.


Tabel IV. 1 Tahapan Pekerjaan Tanah

<b>Tahap Pekerjaan</b>	<b>Bagian Pekerjaan</b>	<b>Peralatan yang Digunakan</b>
Galian Tanah	1. Penggalian tanah asli	1. <i>Excavator</i>
Timbunan Tanah	2. Penghamparan tanah	2. <i>Bulldozer</i>
	3. Perataan tanah	3. <i>Motor grader</i>
	4. Pemadatan tanah	4. <i>Vibro Roller</i>

Sumber: Notoprasetio, 2017

a. *Excavator*

Alat ini dapat berfungsi sebagai alat gali serbaguna (*multipurpose*) berjalan memakai roda putaran rantai/*Track crawler*. dapat juga difungsikan untuk menumpuk *stock pile*, mengangkat tanah, bahan material keatas dump truck untuk dibawa ke lokasi pekerjaan. Spesifikasi *Excavator* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar IV.1.


Tipe	: <b>Komatsu PC 200-8</b>	
Kapasitas Bucket	: <b>0.93 m3</b>	
Panjang alat	: <b>7.61 m</b>	
Horse power	: <b>138</b>	
Berat alat	: <b>24 ton</b>	
Tinggi alat	: <b>3.04 m.</b>	
Lebar alat	: <b>3 m</b>	

Sumber: Komatsu, 2017

Gambar IV. 1 *Excavator*

b. *Bulldozer*

Pada proyek konstruksi terdapat bermacam – macam alat pengolah lahan seperti dozer, ripper, motor grader, dan scraper. Fungsi alat pengolah lahan adalah antara lain: (1) mengupas lapisan permukaan, (2) membuka jalan baru, dan (3) menyebarkan material. Dozer merupakan traktor yang dipasang pisau (blade) dibagian depannya. Pisau berfungsi untuk mendorong, atau memotong material yang ada didepannya. Spesifikasi *Bulldozer* dapat dilihat pada Gambar IV.2.

Tipe	: <b>CAT D6R2</b>	
Horse power	: <b>0.93 m3</b>	
Kapasitas Blade	: <b>3.69 m3</b>	
Kecepatan maju	: <b>25 km/jam</b>	
Kecepatan mundur	: <b>37 km/jam</b>	
Berat alat	: <b>20 ton</b>	
Panjang alat	: <b>4.6 m</b>	
Tinggi alat	: <b>2.32 m</b>	


Sumber: Komatsu, 2017

Gambar IV. 2 *Bulldozer*

d. *Vibrating Roller*

Jenis lain dari tandem roller adalah vibrating roller (penggilas getar). Vibrating roller mempunyai efisiensi pemadatan yang sangat baik. Alat ini memungkinkan digunakan secara luas dalam tiap jenis pekerjaan pemadatan. Efek yang diakibatkan oleh vibration roller adalah gaya dinamis terhadap tanah. Butir – butir tanah cenderung mengisi bagian – bagian kosong yang terdapat di antara butir – butirnya. Sehingga akibat getaran ini tanah menjadi padat

dengan susunan yang lebih kompak (Tenrisukki, 2003). Spesifikasi *Bulldozer* dapat dilihat pada Gambar IV.3.

Type	: <b>GD535-5</b>	
Berat alat	: <b>13 ton</b>	
Kecepatan	: <b>13.82 ton</b>	
Panjang alat	: <b>4.94 m</b>	
Lebar alat	: <b>2 m</b>	
Tinggi alat	: <b>2.42 m</b>	

Sumber: Komatsu, 2017

Gambar IV. 3 *Vibrating Roller*

Jenis alat dan jumlah unit alat berat diatas berupa estimasi berdasarkan perhitungan produktivitas alat berat untuk proyek jalan raya yang sudah pernah dilakukan dengan penyesuaian data untuk pembangunan Trans Mentawai. Dalam menentukan jumlah unit alat berat yang dibutuhkan dilakukan perhitungan optimisasi seperti biasa. Tahap pertama yaitu membuat pemodelan matematis. Untuk variabel yaitu nilai yang ingin dicari adalah jumlah unit alat berat. Selanjutnya ada menentukan fungsi objektif atau fungsi tujuan. FO dari analisa ini adalah meminimumkan biaya yang dikeluarkan untuk menyewa dan pengeluaran biaya operasional. Biaya yang dihitung berikut ini merupakan koefisien dari variabel yang ada dan merupakan biaya yang dikeluarkan untuk menyewa dan mengoperasikan alat berat. Selanjutnya adalah penentuan batasan atau nilai constraint untuk optimisasi, batasan-batasan yang ada yaitu pembatas biaya, pembatas waktu, jumlah alat berat dan pembatas produksi alat. Proses optimisasi dilakukan perhitungan di *microsoft excel* dengan menggunakan *solver*. Hasil estimasi jumlah unit alat berat dapat dilihat pada Tabel IV.2.

Tabel IV. 2 Hasil estimasi jumlah unit alat berat

Estimasi Muatan Alat Berat				
Nama Alat Berat/Type	Jumlah (unit)	Dimensi		Berat (ton)
		P (m)	L (m)	
Excavator Komatsu PC 200-8	2	7.61	3.00	48.0
Bulldozer Komatsu D65-PX	4	4.6	2.32	88.0
Vibration Roller V 525-D	2	4.94	2.30	26.0
Total (unit)	8			162

Berdasarkan tabel IV.2, estimasi jumlah alat berat yang dibutuhkan adalah 12 unit yaitu terdiri dari *Excavator* 2 unit, *Bulldozer* 4 unit dan *Vibration Roller* 1 unit. Estimasi berat payload untuk muatan alat berat yaitu 162 ton.

### **I.6.1. Muatan Barang**

Total muatan barang yang akan diangkut oleh kapal dapat dihitung dengan menentukan besaran *supply* dan *demand* terhadap kebutuhan pokok di Mentawai. Permintaan (*Demand*) merupakan faktor yang sangat berpengaruh dalam menganalisis pergerakan barang yang terjadi. Dengan mengetahui jumlah permintaan yang ada di masing-masing kecamatan, maka dapat ditaksir jumlah calon muatan yang akan diangkut. Permintaan dihitung dari tingkat konsumsi akan beras, sebagai makanan pokok masyarakat Mentawai disamping sagu.

#### **IV.1.2.1. Analisis Permintaan Barang**

Berdasarkan kondisi eksisting tahun 2012, jumlah penduduk miskin di Kabupaten kepulauan Mentawai berjumlah 15.058 jiwa atau 19,76% dari total 76.173 jiwa. Kondisi ini meningkat dari tahun sebelumnya yaitu sebesar 19,24% pada tahun 2009. Dengan demikian hampir sepertiga penduduk Mentawai hidup miskin yaitu mereka yang tidak mampu memiliki pendapatan diatas Rp.186.381 perkapita perbulan (BAPPEDA, 2016).

Keadaan ekonomi masyarakat kepulauan Mentawai tersebut juga diperberat dengan mahalnya harga kebutuhan pokok di kepulauan Mentawai, salah satunya adalah harga beras yang merupakan salah satu makanan pokok masyarakat Mentawai selain sagu. Ketergantungan masyarakat terhadap beras di kepulauan Mentawai masih sangat tinggi, sedangkan kemampuan pemenuhan kebutuhan beras masih rendah. Sehingga kepulauan Mentawai masih sangat tergantung dengan pasokan dari daerah sekitarnya yaitu ibukota provinsi, kota Padang. Data Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Kepulauan Mentawai hingga 2016, target cetak sawah mencapai 1,029 hektar, namun kebutuhan pemenuhan beras di Mentawai masih 50 persen dari kebutuhan per tahunnya. Target swasembada beras yang diprogramkan Pemerintah Kabupaten Kepulauan Mentawai hingga 2016 tidak tercapai sebab hasil produksi beras dari program rehabilitasi dan cetak sawah hanya memenuhi 50 persen dari kebutuhan masyarakat. (Puailiggoubat, 2017). Menurut Sekretaris Dispangpan Mentawai, Mauliate Simatupang, dari luasan sawah yang berhasil dibuka hingga 2016, hasil panen yang didapat sekira 3.267 ton per tahun. Tingkat konsumsi beras di Mentawai rata-rata 9 kilogram per orang selama sebulan. Jika dikali dengan jumlah penduduk Mentawai pada tahun 2016 sekira 85 ribu jiwa, Mentawai harus mendatangkan beras dari tempat lain hampir dua kali lipat produksi setahun (Puailiggoubat, 2017).

Salah satu penyebab harga beras di Mentawai sangat tinggi adalah susahnya pendistribusian beras untuk seluruh wilayah di kepulauan Mentawai. Wilayah Mentawai yang berupa kepulauan dan letak desa dan dusun yang cukup berjauhan menyebabkan ongkos jemput beras raskin lebih mahal dibanding harga beras. Warga Kecamatan Pagai Selatan, Kabupaten Kepulauan Mentawai keberatan menjemput beras miskin (raskin) di gudang tumpuk Kecamatan Sikakap karena ongkos yang mereka keluarkan sangat besar. Warga Dusun Mapoupou, Desa Makalo, Pagai Selatan mengatakan, untuk menjemput raskin jatah warga yang berjumlah 132 kepala keluarga di Sikakap mereka menggunakan *speed boat*. Upah angkut Sikakap-Mapoupou Rp900 per kilogram per kepala keluarga dengan masing-masing mendapat 60 kg raskin yang dikemas dalam karung yang berisi 15 kg (MentawaiKita, 2016).

Tabel IV. 3 Jumlah penduduk Mentawai per kecamatan, jumlah produksi beras/tahun, jumlah konsumsi beras/tahun dan total kekurangan kebutuhan beras di Mentawai tahun 2016

Kecamatan	Jumlah Penduduk	Produksi/Tahun (Ton)	Konsumsi/Tahun (Ton)	Total Kekurangan (Ton)
1 Pagai Selatan	9.489	166,0	854,0	-688,0
2 Sikakap	9.947	407,0	895,2	-488,2
3 Pagai Utara	5.684	116,0	511,6	-395,6
4 Sipora Selatan	9.025	648,0	812,3	-164,3
5 Sipora Utara	12.056	372,0	1.085,0	-713,0
6 Siberut Selatan	9.689	254,0	872,0	-618,0
7 Siberut Barat D	6.636	105,0	597,2	-492,2
8 Siberut Tengah	6.696	394,0	602,6	-208,6
9 Siberut Utara	8.871	100,0	798,4	-698,4
10 Siberut Barat	7.202	316,0	648,2	-332,2
<b>2016</b>	<b>85.295,0</b>	<b>2.878,0</b>	<b>7.676,55</b>	<b>-4.799</b>

Sumber: Dinaspangan, 2017

Jumlah penduduk Mentawai per kecamatan, jumlah produksi beras/tahun, jumlah konsumsi beras/tahun dan total kekurangan kebutuhan beras di Mentawai dapat dilihat pada Tabel IV.3. Dari Tabel IV.3 dapat dilihat jika kebutuhan konsumsi beras masyarakat Kabupaten Kepulauan Mentawai tidak terpenuhi oleh hasil produksi daerah tersebut, dapat dilihat jika Kabupaten Kepulauan Mentawai kekurangan sekitar 4.799 ton beras pada tahun 2016. Sehingga dengan menggunakan data sekunder dari BPS Kabupaten Mentawai tahun 2012-2016, maka

dapat diramalkan jumlah produksi beras/tahun, jumlah konsumsi beras/tahun dan total kekurangan kebutuhan beras di Mentawai hingga tahun 2025. Peramalan menggunakan metode *forecasting*. Dari tabel IV.4 dapat dilihat rata-rata dari total estimasi kekurangan kebutuhan beras di Kabupaten Kepulauan Mentawai adalah 4.491 ton/tahun atau 12.5 ton/hari.

Tabel IV. 4 Estimasi Total Kekurangan Beras di Kabupaten Kepulauan Mentawai

Kecamatan	Jumlah	Produksi/Tahun	Konsumsi/Tahun	Total Kekurangan
	Penduduk	(Ton)	(Ton)	(Ton)
2012	78.215	945,0	7.039,4	-6.094,4
2013	79.976	1.843,0	7.197,8	-5.354,8
2014	81.840	1.634,0	7.365,6	-5.731,6
2015	83.603	2.878,0	7.524,3	-4.646,3
2016	85.295	2.878,0	7.676,6	-4.798,6
2017	87.122	3.505,9	7.841,0	-4.335,1
2018	88.901	3.996,0	8.001,1	-4.005,1
2019	90.679	4.486,1	8.161,1	-3.675,0
2020	92.458	4.976,2	8.321,2	-3.345,0
2021	94.237	5.466,3	8.481,3	-3.015,0
2022	96.015	5.956,4	8.641,4	-2.685,0
2023	97.794	6.446,5	8.801,5	-2.355,0
2024	99.573	6.936,6	8.961,6	-2.025,0
2025	101.352	7.426,7	9.121,6	-1.694,9
<b>Rata-Rata</b>			<b>8.081,10</b>	<b>-4.491</b>

Sumber: Dinaspangan, 2017

Pengangkutan beras dengan LCT sendiri menggunakan truk engkel pengangkut beras pada umumnya. Hal ini dikarenakan dari 5 pelabuhan utama yang ada di kabupaten Mentawai hanya pelabuhan Sikakap yang mempunyai fasilitas bongkar muat. Selain itu dengan menggunakan truk sebagai sarana distribusi beras dapat memudahkan dan mempercepat proses bongkar muat, sehingga proses distribusi beras dapat dilakukan keseluruhan pelosok pulau mengingat tiap desa dan dusun di Mentawai letaknya cukup berjauhan.

Jenis truk yang digunakan untuk mengangkut beras adalah truk *Colt Diesel Double* (CDD) Bak Long. Dari Gambar IV.4 dapat dilihat jika GVW atau jumlah berat yang diperbolehkan untuk dimuat oleh truk adalah maksimal 8 ton. GVW adalah berat total kendaraan bermotor berikut muatannya yang diperbolehkan menurut rancangan dan peraturan Dinas Perhubungan.

Colt Diesel Double (CDD) Bak	
Ukuran Karoseri	Berat
Panjang : 560 cm	Berat Kosong : 2,3 Ton
Lebar : 200 cm	Berat Maksimal : 8 Ton
Tinggi : 220 cm	
Dimensi : 26 CBM	
Mesin	
Model : 4D34-2AT7	
Kapasitas Silinder : 3.908 CC	
Ukuran Roda: 7.50-16-14PR	
Kecepatan Maksimum (Km/Jam) : 112	
Tenaga Maksimum (PS/rpm) : 136/2.900	



Sumber: Sentosa, 2015

Gambar IV. 4 Spesifikasi Truk

Frekuensi pelayaran yang direncanakan yaitu untuk setiap satu minggu. Sedangkan kekurangan kebutuhan beras perhari untuk Kabupaten Kepulauan Mentawai adalah 12.5 ton, maka jumlah muatan truk dalam satu trip adalah 11 truk. Sehingga *payload* untuk muatan barang (*demand*) dapat ditentukan, estimasi *payload* dapat dilihat pada tabel IV.5. yaitu sebesar 114.6 ton.

Tabel IV. 5 Payload Muatan Barang (*Demand*)

Kebutuhan konsumsi beras per tahun	4491 ton
Kebutuhan konsumsi beras per hari	12,5 ton
Kapasitas berat muatan per truk	8 ton
Jumlah truk untuk satu pelayaran (tiap 7 hari)	12 truk
<b>Berat truk (2.3 X 12 truk)</b>	
	27.6 ton
<b>Berat muatan beras (8 X 12)</b>	
	87 ton
<b>Payload Muatan Barang</b>	
	114.6 ton

#### IV.1.2.2. Analisis *supply* Barang

Dari struktur ekonomi kepulauan Mentawai, sektor pertanian masih menjadi tulang punggung perkenomian. Kehidupan masyarakat sebagian masih bertumpu pada sub sektor pertanian, perkebunan dan perikanan. Salah satu strategi yang dapat digunakan dalam pengembangan ekonomi daerah melalui sektor pertanian pada era otonomi daerah saat ini adalah melalui pengembangan komoditas unggulan daerah. Pengembangan wilayah berbasis komoditas unggulan diharapkan dapat memacu pertumbuhan suatu wilayah yang pada akhirnya dapat meningkatkan pendapatan masyarakat. Pemanfaatan potensi daerah unggulan dan potensial

secara optimal dan terpadu merupakan syarat yang perlu diperhatikan agar kesejahteraan dan kemakmuran masyarakat dapat dicapai (Mubyarto, 2000).

Komoditi unggulan Kabupaten Kepulauan Mentawai yaitu merupakan sektor Pertanian, Perkebunan, Peternakan dan jasa. Sektor pertanian masih tercatat sebagai penyumbang terbesar (49.60%) dalam pembentukan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Mentawai 2016. Untuk sektor pertanian komoditi unggulannya adalah Jagung, Ubi kayu, ubi jalar dan kedelai. Sub sektor perkebunan komoditi yang diunggulkan berupa kayu manis, kemiri, pala, pinang, Kakao, karet, lada, Nilam, Kelapa dan cengkeh. Dari komoditi unggulan perkebunan dan pertanian Direktorat Pengembangan Potensi Daerah menganalisis bahwa tanaman Kelapa, Ubi Kayu, Ubi Jalar dan Kakao merupakan Komoditas Unggulan Daerah Untuk Kabupaten Kepulauan Mentawai (BKPM, 2016). Data jumlah produksi dan penjualan komoditi unggulan perkebunan Mentawai tahun 2016 dapat dilihat pada tabel IV.6.

Tabel IV. 6 Jumlah produksi dan penjualan komoditi unggulan perkebunan Mentawai

Jenis Komoditi Unggulan		Produksi (ton)	Penjualan per tahun (ton)
1	Ubi Kayu	7.829	3.915
2	Ubi Jalar	2.378	860
3	Pisang	3.883	1.904
4	Kelapa	6.877	3.439
5	Cacao	1.529	576
Kepulauan Mentawai		<b>2016</b>	10.693
		<b>2015</b>	11.448
		<b>2014</b>	12.258
		<b>2013</b>	10.281
		<b>2012</b>	10.281

Sumber: BPS Mentawai, 2017

Dengan menggunakan data sekunder dari BPS Kabupaten Mentawai tahun 2012-2016 pada Tabel IV.6, maka dapat ditentukan estimasi jumlah penjualan komoditi unggulan perkebunan Mentawai hingga tahun 2025. Peramalan menggunakan metode *forecasting*. Dari tabel IV.7 dapat dilihat rata-rata dari jumlah produksi dan penjualan komoditi unggulan perkebunan Mentawai adalah 4.491 ton/tahun atau 12.5 ton/hari.



Tabel IV. 7 Estimasi jumlah penjualan komoditi unggulan perkebunan Mentawai

Kecamatan	Penjualan per tahun (ton)
2012	10.281
2013	9.281
2014	11.258
2015	11.448
2016	10.193
2017	10.090
2018	10.289
2019	10.488
2020	10.687
2021	10.886
2022	11.085
2023	11.284
2024	11.483
2025	11.682
<b>Rata-Rata</b>	<b>10.685</b>

Frekuensi pelayaran yang direncanakan yaitu untuk setiap 4 hari, sehingga jumlah truk dalam satu trip adalah 15 truk. Sehingga *payload* untuk muatan barang dapat ditentukan, estimasi *payload* dapat dilihat pada tabel IV.8. yaitu sebesar 153 ton.

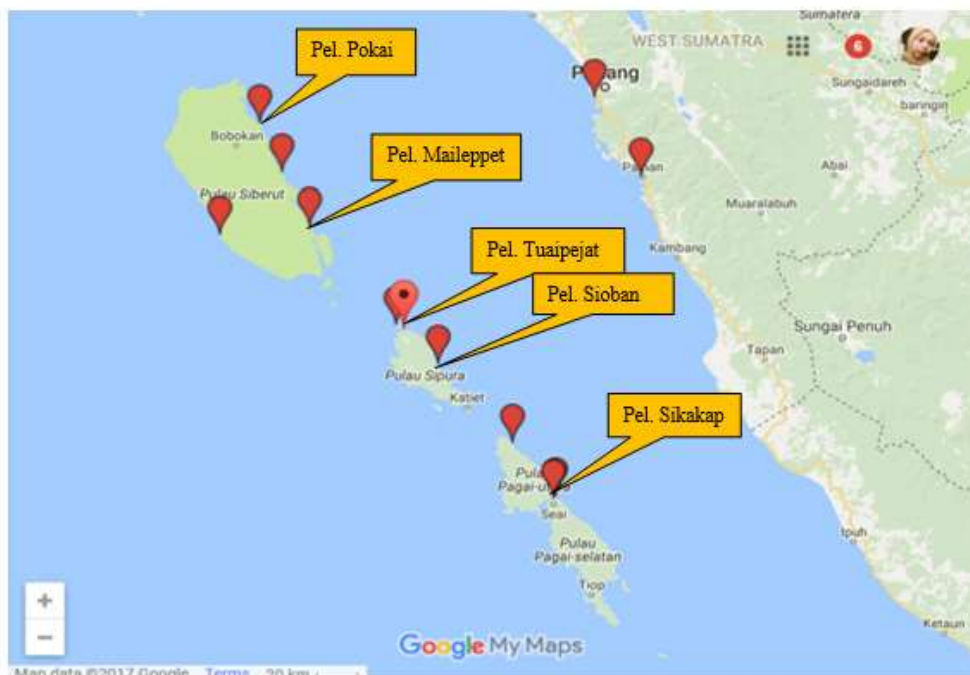
Tabel IV. 8 Payload Muatan Barang (*Supply*)

Estimasi potensi komoditi	10685	ton
Kebutuhan konsumsi beras per hari	30	ton
Kapasitas berat muatan per truk	8	ton
Jumlah truk untuk satu pelayaran (tiap 4 hari)	15	truk
Berat truk (2.3 X 15 truk)	34	ton
Berat muatan beras (8 X 15)	119	ton
<b>Payload Muatan Barang (Supply)</b>	<b>153</b>	<b>ton</b>

Dari tiga estimasi perencanaan berat muatan untuk kapal, dapat dilihat untuk muatan alat berat adalah 162 ton, muatan barang (*demand*) adalah 112 ton dan muatan barang (*supply*) adalah 153 ton. Sehingga Payload LCT dapat ditentukan dengan mengambil nilai maksimum dari tiga estimasi yaitu 162 ton.

### 1.7. Rute Pelayaran

Kepulauan Mentawai telah memiliki beberapa fasilitas perhubungan untuk transportasi laut sebanyak 24 unit. Namun, pelabuhan yang layak dan besar hanya terdapat di lima lokasi, yaitu di Tuapejat (Kecamatan Sipora Utara), Sioban (Kecamatan Siberut Selatan), Maileppet (Kecamatan Sipora Selatan), Pokai (Kecamatan Siberut Utara) dan Sikakap, Kecamatan Sikakap (Mentawai, 2017). Operasi kapal untuk memenuhi kebutuhan *demand* di setiap pulau tersebut, sehingga diperlukan perencanaan rute pelayaran kapal yang dalam hal ini *cost minimum* menjadi fungsi objektif. Karena *cost* belum diketahui sebelum kapal berlayar, maka rute dengan jarak terpendek harus ditentukan terlebih dahulu untuk memperoleh *cost* seminimal mungkin.



Sumber: *Maps*, 2017

Gambar IV. 5 Pelabuhan Utama di Kepulauan Mentawai

Jarak tempuh pelayaran merupakan salah satu faktor penting sebagai pembentuk total biaya transportasi laut. Antar pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan. Perencanaan rute diperlukan

untuk menentukan rute terpendek yang akan ditempuh oleh kapal pengangkut bahan pokok sehingga waktu transportasi dapat diminimalkan. Pelabuhan-pelabuhan utama di Mentawai dapat dilihat pada Gambar IV.5.

Terdapat banyak kemungkinan alternatif rute dari banyak titik yang tersedia. Namun tidak semua menghasilkan solusi terbaik. *Travelling Salesman Problem* (TSP) dengan metode *Nearest Neighbor* adalah metode yang dapat digunakan untuk menentukan lintasan terpendek dengan mengunjungi setiap titik yang ada. Setelah berangkat dari titik asal ke suatu titik tujuan, rute selanjutnya akan ditentukan berdasarkan jarak yang paling minimum. Untuk mendapatkan rute tercepat, digunakan teori *Travelling Salesman Problem* (TSP) karena konsep TSP sama dengan syarat perencanaan rute transportasi pada tugas akhir ini, yaitu:

1. Kapal harus kembali ke pelabuhan yang sama dari mana kapal berangkat (*origin*). Di pelabuhan asal ini kapal akan mengisi bahan bakar, pelumas, kebutuhan ABK dan kapal lainnya.
2. Setiap titik yang disuplai oleh kapal pengangkut bahan pokok hanya dikunjungi satu kali dalam satu periode pengiriman. Data yang diperlukan untuk menentukan rute adalah data waktu tempuh dari dan ke masing-masing titik.

Data yang diperlukan untuk menentukan rute adalah data jarak tempuh dari dan ke masing-masing titik. Matriks jarak antar pelabuhan dari titik-titik tersebut dapat dilihat dalam tabel IV.9.

Tabel IV. 9 Matriks Jarak antar Pelabuhan

Waktu	X	A	B	C	D	E	Keterangan	
1	2	3	4	5	6	7	X	Teluk Bayur (Origin)
X	0.00	11.17	8.48	8.17	8.22	8.55	A	Sikakap
A	111.66	0.00	56.17	73.04	116.89	140.80	B	Sioban
B	84.79	56.17	0.00	19.59	56.35	81.02	C	Tuapeijat
C	81.69	73.04	19.59	0.00	40.90	70.99	D	Malleppet
D	82.16	116.89	56.35	40.90	0.00	35.15	E	Pokai
E	85.48	140.80	81.02	70.99	35.15	0.00		

Perhitungan TSP ini menggunakan Solver pada Spreadsheet. Dari perhitungan optimasi yang dilakukan didapatkan rute tercepat yang ditempuh kapal adalah Teluk Bayur (Pelabuhan Asal)→Sikakap→Sioban→Tuapeijat→Maileppet→Pokai→ Teluk Bayur (Pelabuhan Asal) dengan total jarak sebesar 348,95 *nautical miles*, dengan estimasi lama pelayaran yaitu 1 hari 4 jam 50 menit atau sekitar 29 jam. Rute optimum pelayaran dapat dilihat pada Tabel IV.10 dan Gambar IV.7.

Tabel IV. 10 Rute Optimum Pelayaran

<b>Teluk Bayur (Origin)</b>	-	<b>Pokai</b>	85,48	nm
<b>Pokai</b>	-	<b>Malleppet</b>	35,15	nm
<b>Malleppet</b>	-	<b>Tuapeijat</b>	40,9	nm
<b>Tuapeijat</b>	-	<b>Sioban</b>	19,59	nm
<b>Sioban</b>	-	<b>Sikakap</b>	56,17	nm
<b>Sikakap</b>	-	<b>Teluk Bayur (Origin)</b>	111,66	nm
<b>Jarak Tempuh</b>			<b>348,95</b>	<b>nm</b>



Sumber: *Maps*, 2017

Gambar IV. 6 Rute Optimum Pelayaran

### 1.8. Frekuensi Pelayaran

Dalam tugas akhir ini kendala lain yang harus ditambahkan adalah kendala waktu karena kapal harus mendistribusikan ke beberapa titik dan pada saat tertentu kapal harus kembali lagi ke titik pertama mensuplai bahan pokok. Batasan waktu ini berupa frekuensi kapal melakukan distribusi, kapal LCT pada tugas akhir ini beroperasi dengan frekuensi 4 hari sekali. Hal tersebut mengindikasikan bahwa waktu pelayaran kapal harus kurang dari frekuensi suplai yang telah ditentukan.

Waktu pelayaran sendiri telah diketahui pada sub bab IV.2 yaitu 1 hari 4 jam 50 menit atau sekitar 29 jam untuk *sailing time*. Sedangkan untuk *port time* dihitung dengan estimasi

bongkar muat kendaraan oleh PT. ASDP yaitu 60 menit, dengan rincian 15 menit untuk olah gerak masuk dermaga, 30 menit untuk bongkar muat dermaga (*ramp door* diangkat atau diturunkan setelah berakhirnya waktu bongkar muat) dan 15 menit untuk perngurusan SPB (Surat Persetujuan Berlayar) dan keluar dermaga (Hermawan, Agus Zuldi, 2013). Sehingga dari 5 pelabuhan yang disinggahi maka estimasi waktu bongkar muat dalam satu kali perjalanan yaitu  $60 \text{ menit} \times 5 = 300 \text{ menit}$  atau 5 jam. Maka waktu pelayaran dalam satu *round trip* adalah 1 hari 9 jam 50 menit.

## **BAB V**

### **PEMBUATAN PROGRAM**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah pembuatan program *add-ins* dimulai dari tahap mengaktifkan *macro* pada *Microsoft excel*, lalu pengenalan terhadap *visual basic for application*, tahap penentuan *layout userform*, penulisan *coding* dan terakhir *running* program. Program dibagi menjadi 3 *form* yaitu: *Global Optimization*, *Local Optimization* dan *GOLOC Optimization*. Pada *form Global Optimization* terdapat 4 *combo box*, 4 *command button*, 12 *ref edit*, 30 *text box* dan 4 *multipage* untuk masing-masing variabel. Pada program direncanakan 4 variasi variabel. Program ini masih menggunakan satu jenis *local optimization* yaitu dengan *generalized reduce gradient* atau GRG dari *Solver*. Frekuensi waktu *running* program bervariasi sesuai dengan jumlah variasi variabel dan banyaknya nilai *train* yang ingin digunakan. Penjelasan yang lebih detail dari hasil analisis ada pada uraian bab V ini.

#### **1.9. Macro pada Visual Basic for Application**

*Excel* adalah salah satu produk keluarga *Microsoft Office* yang mana memiliki *Macro* untuk proses otomatisasi. *Macro* adalah sebuah *script* pada sebuah aplikasi untuk melakukan pekerjaan yang sama secara berulang-ulang, dengan menggunakan aplikasi tersebut, pekerjaan yang banyak cukup digunakan sekali saja. Sedangkan VBA atau *Visual Basic for Application*, didesain untuk berjalan diatas aplikasi tersebut. Pada tugas akhir ini menggunakan VBA pada *Microsoft excel 2016*.

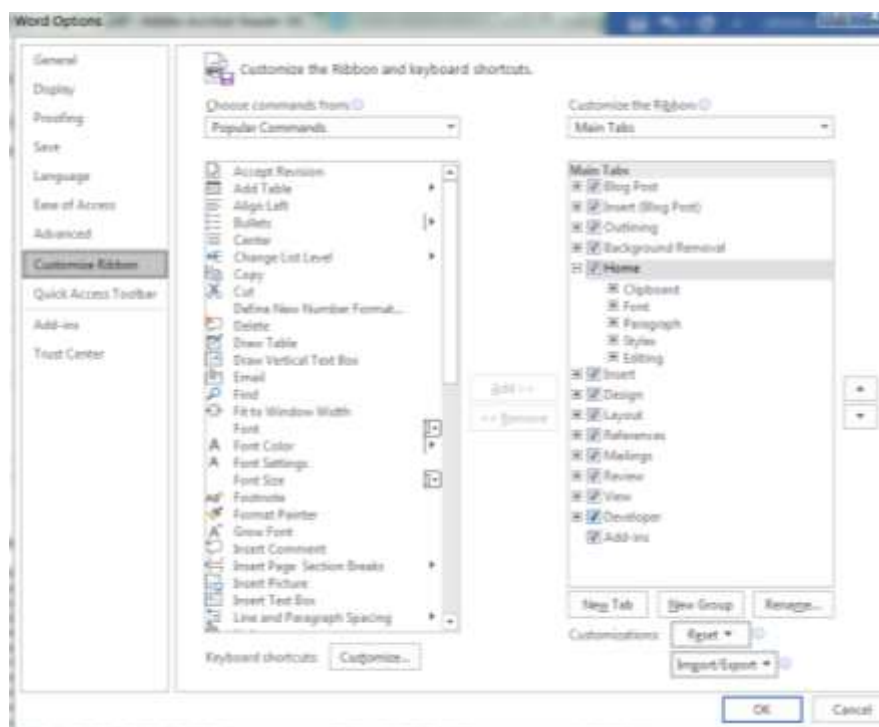
Membuat program untuk aplikasi perhitungan sebenarnya sama dengan membuat suatu prosedur *macro* untuk otomasi langkah-langkah pekerjaan di dalam *worksheets*. Namun disini VBA lebih banyak mengerjakan prosedur matematikanya dan hanya sedikit berhubungan dengan objek. Oleh karena itu, nilai objek menjadi strategis. Adapun tahapan-tahapan operasi dalam VBA adalah:

- Membaca input data dari *worksheets*
- Mengeksekusi input data dalam VBA
- Mencetak hasil ke *worksheets*.

Sebagai aplikasi pengolah angka, *Microsoft Excel* dilengkapi dengan berbagai fitur pendukung yang dapat memudahkan proses entri data, salah satu di antaranya penggunaan form

pada *VBA (Visual Basic for Application)* yang disebut dengan *UserForm*. Mengingat penggunaan Microsoft Excel yang beraneka ragam kemampuannya dalam mengelola Excel, penggunaan *Userform* ini pastinya akan sangat membantu. Adapun untuk dapat menggunakan fitur ini, terlebih dahulu kita harus mengaktifkan *tab Developer*. *Developer Tab* adalah tampilan menu *Ribbon* di *Microsoft Office* yang berisi menu-menu digunakan untuk melakukan aktivitas pembuatan program menggunakan *macro* maupun *VBA (Visual Basic for Application)*. Untuk mengaktifkan *macro* di Excel 2016 caranya sebagai berikut:

1. Klik Tab **File** pada *Microsoft excel 2016*.
2. Pilih **Options**.
3. Pilih **Customize Ribbon > Main Tabs**.
4. Centang **Show Developer Tab**, seperti pada Gambar V.1.



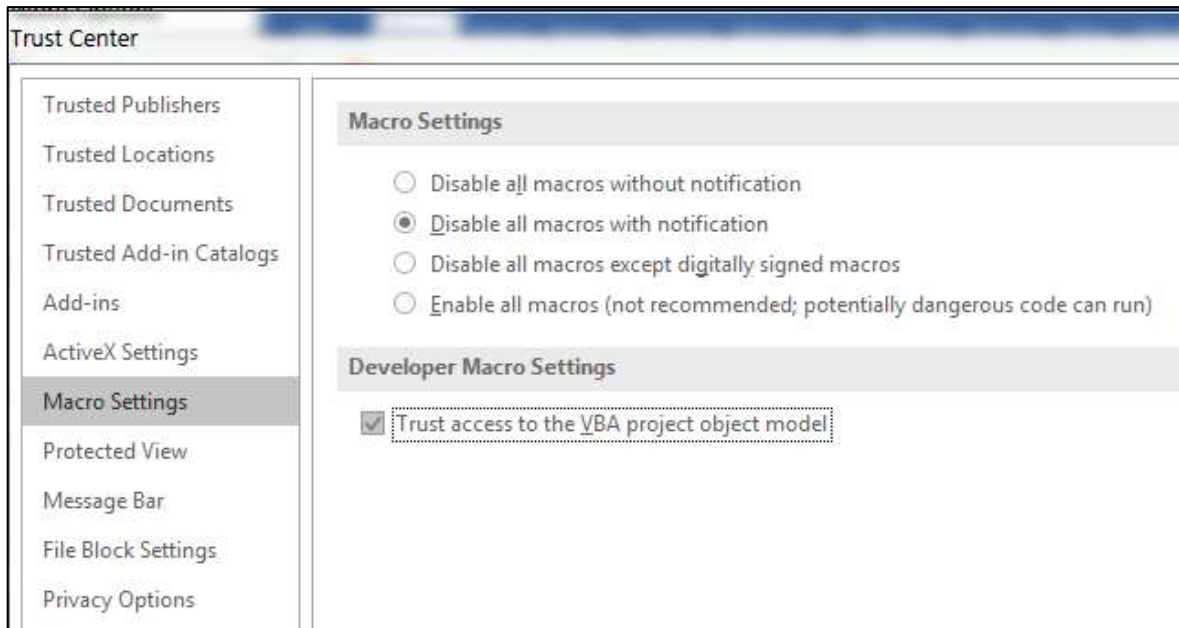
Gambar V. 1 Pengaturan *main tab* untuk menampilkan *Developer Tab*

5. Klik **OK**.

Ketika *Developer tab* sudah ada di jendela *Ms. Excel*, biasanya *macro* tidak dapat dijalankan karena masih dilindungi oleh sistem. Agar *macro* dapat digunakan maka perlu dilakukan cara-cara sebagai berikut:

1. Klik Tab **File** pada *Microsoft excel 2016*.
2. Pilih **Options**.
3. Pilih **Trust Center**.

4. Klik *Trust Center Setting*.
2. Pilih *ActiveX Setting*.
3. Klik *Prompt me before enabling all controls with minimal restrictions*.
4. Selanjutnya pilih *Macro Settings* yang berada tepat di bawah *ActiveX Setting*.
5. Centang *Trust access to the VBA project object model*, seperti pada Gambar V.2.



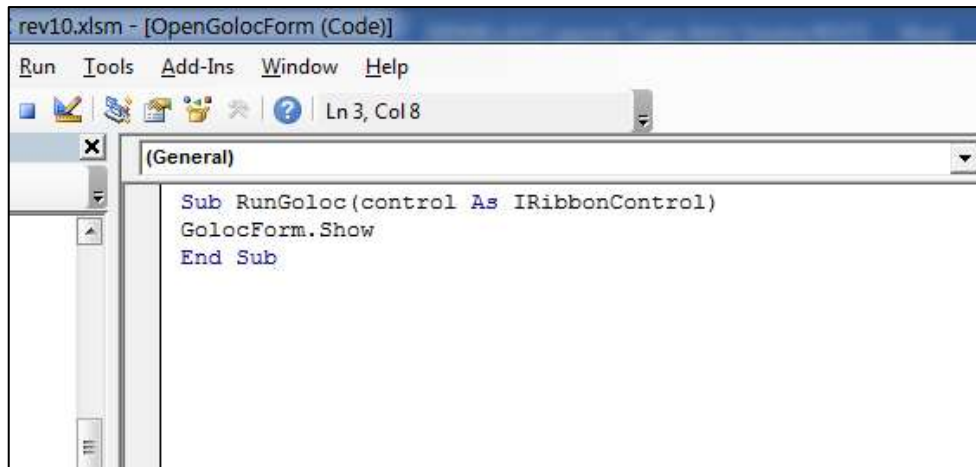
Gambar V. 2 Centang *Trust Access* agar *macro* dapat dijalankan

Ketika membuka excel perhatikan jika ada pesan peringatan. Jika ada maka pilih *options* di pesan peringatan. Pilih *Enable this content* dan klik OK. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah pada saat *macro* akan di-save. Agar *macro* dapat tersimpan di excel, maka klik save as pilih sebagai *Excel Macro-Enabled Workbook*. (Ngarasan & Ardo, 2012). Berikut fungsi beberapa *object* yang berada di *form control* maupun yang terdapat di *toolbox Microsoft Visual Basic for Application*.

### I.9.1. Code Window

Digunakan untuk menulis kode program yang menentukan tingkah laku dari form dan objek-objek yang ada pada aplikasi bersangkutan. Kode program adalah serangkaian tulisan perintah yang akan dilaksanakan jika suatu objek dijalankan. Kode program ini akan mengontrol dan menentukan jalannya suatu objek. Gambar *Code Window* dapat dilihat pada Gambar V.3.

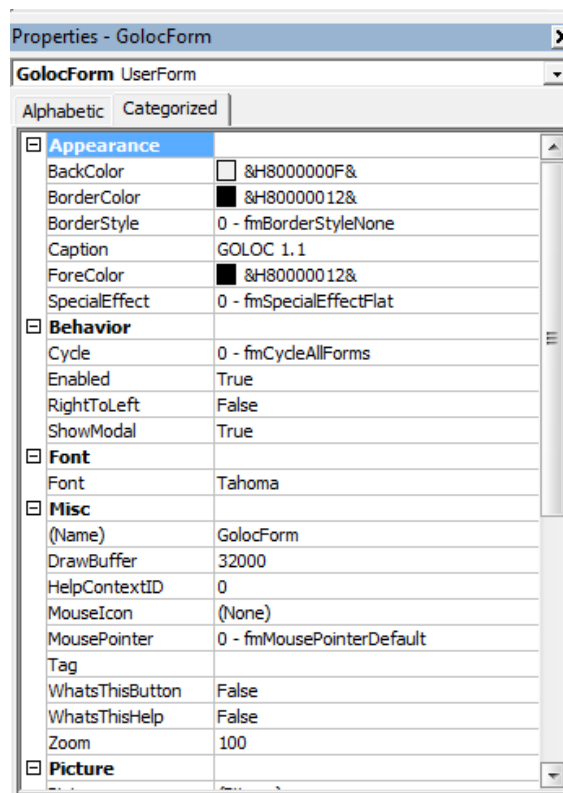




Gambar V. 3 Code Window

### I.9.2. Properties Window

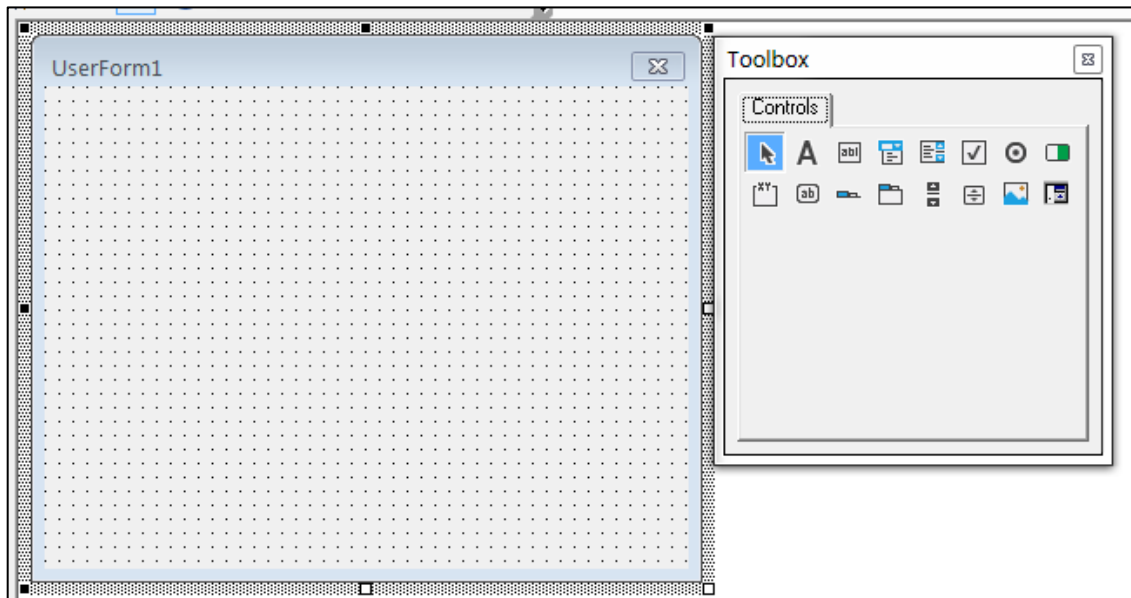
Properties digunakan untuk menentukan setting suatu objek. Suatu objek biasanya mempunyai beberapa properti yang dapat diatur langsung dari jendela Properties atau lewat kode program. Gambar *Properties Window* dapat dilihat pada Gambar V.4.



Gambar V. 4 Properties Window

### I.9.3. Form Designer

Form digunakan ketika akan meletakkan objek-objek apa saja yang akan digunakan dalam program, objek-objek yang terdapat dalam *toolbox*, diletakkan dan didesain dalam bagian form. Form sebenarnya adalah suatu objek yang dipakai sebagai tempat bekerja program aplikasi. Umumnya dalam suatu form terdapat garis titik-titik yang disebut dengan *Grid*. Untuk memunculkan form di VBA, klik tab *Insert*, kemudian pilih *Userform*. Maka akan muncul *form* kosong seperti yang ditunjukkan pada Gambar V.5. Desain *userform* dapat dibuat dengan bantuan *toolbox* yang tersedia.



Gambar V. 5 *Userform* VBA

Langkah-langkah membuat *macro* program sama seperti membuat fungsi pemakai, namun dengan lebih dahulu menuliskan namanya. Langkah-langkahnya dengan memilih View Macros, kemudian tuliskan nama program misalnya GOLOC 1.1. Setelah itu diikuti oleh penulisan perintah-perintah di dalam prosedur Sub, sama seperti membuat perintah sebuah fungsi.

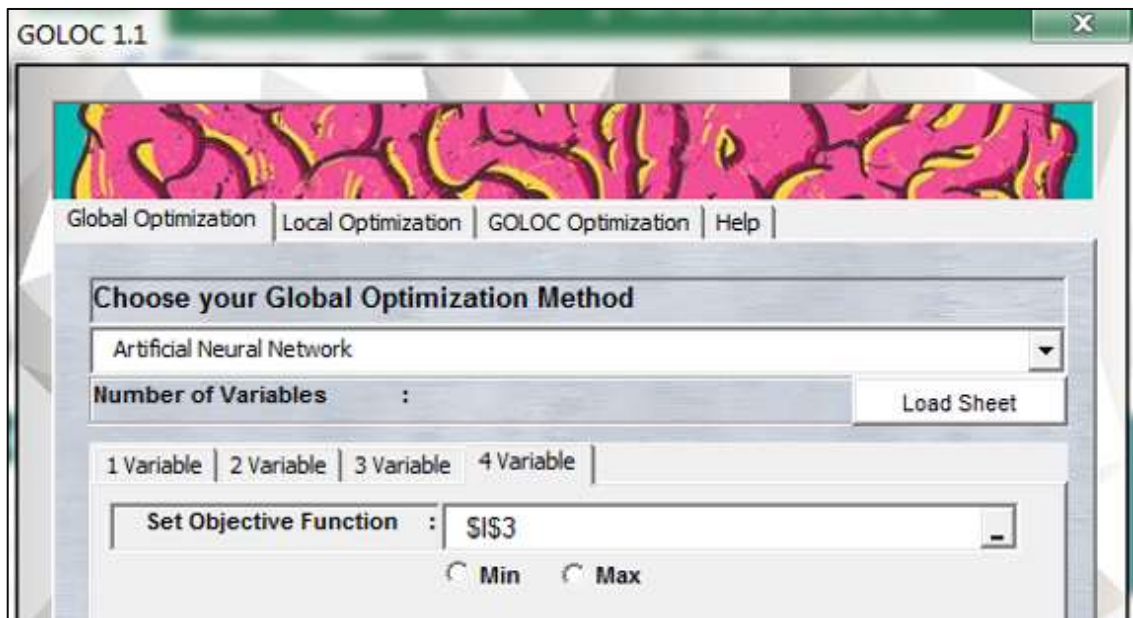
### I.10. Pemodelan Interface (*Userform*)

Komponen utama dalam pembuatan sebuah program adalah *userform*. Beberapa komponen akan ditempatkan dalam sebuah *form* dan semua itu akan membentuk sebuah *interface* dari sebuah program. Permodelan *userform* menggunakan bantuan *toolbox* yang telah disediakan oleh VBA. Dengan bantuan *toolbox*, pengguna dapat mendesain model dan penempatan *layout userform* sesuai dengan keinginan. Pengguna dapat memodelkan *command button*, *text box* maupun *option button* pada program yang direncanakan. Setiap objek yang disusun pada *userform* dapat di edit warna, ukuran *font*, warna dan lain lain dengan menggunakan *properties window*. Pada program ini dibagi menjadi 3 *form* yaitu: *Global*

*Optimization, Local Optimization* dan *GOLOC Optimization*. Hasil akhir dari desain *userform* dapat dilihat pada Lampiran B.

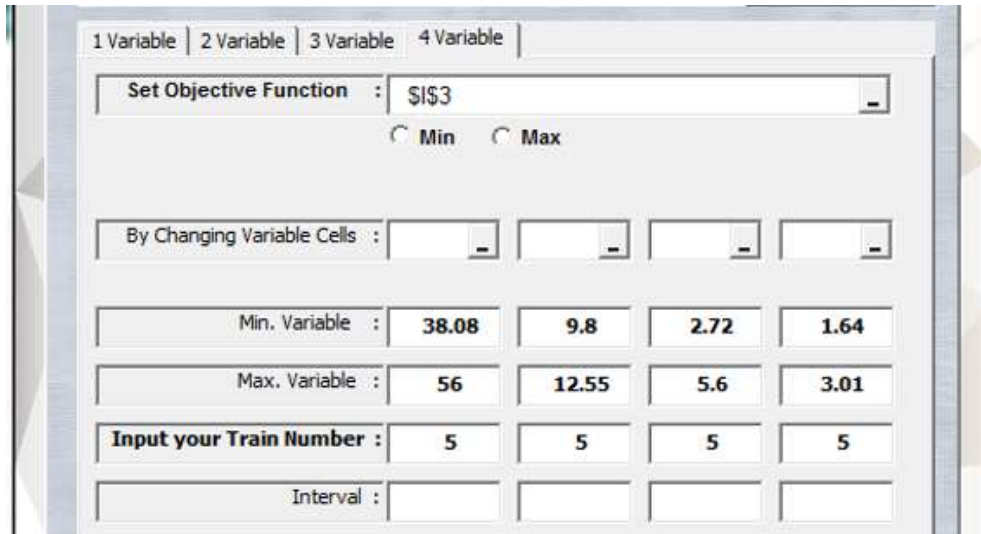
### **I.10.1. Global Optimization**

Pada *form Global Optimization* terdapat 1 *combo box*, 4 *command button*, 12 *ref edit*, 30 *text box* dan 4 *multipage* untuk masing-masing variabel. Pada program direncanakan 4 variasi variabel. Pada *combo box* digunakan untuk memilih jenis optimisasi global, untuk sementara hanya menggunakan *artificial neural network*. Lalu untuk *ref edit* pertama yaitu untuk memasukkan nilai fungsi objektif dari *worksheet*. *Option button* digunakan untuk memilih hasil akhir fungsi objektif yang diinginkan baik nilai maksimal maupun minimal. Desain *userform* untuk *global optimization* dapat dilihat pada Gambar V.6.



Gambar V. 6 Desain *Userform* untuk *Global Optimization*

Pada *multipage* terdapat 4 variasi variabel, dengan jumlah *ref edit* dan *text box* yang berbeda untuk masing-masing variasi variabel. *Worksheet* akan berganti tiap *multipage* berubah sesuai dengan variasi variabel masing-masing. Misalnya saat *page 3 variable* dipilih maka *worksheet* otomatis akan berganti ke halaman optimasi variabel 3. *Refedit* disini berfungsi untuk memilih variabel yang akan di optimasi. Desain *userform* pada *multipage* variasi 4 variabel dapat dilihat pada Gambar V.7.



Gambar V. 7 Userform pada *mutipage* variasi 4 variabel

Pada masing-masing *mutipage* variasi variabel terdapat beberapa *textbox* yang dapat diisi dengan angka sesuai dengan batasan variabel dan jumlah angka *train* yang diinginkan *user*.

- *TextBox Min. Variable* dan *Max. Variable*: objek ini berfungsi untuk memasukkan batasan nilai minimum dan maksimum tiap variabel, sehingga pada akhir optimasi program dapat memberikan nilai yang “memenuhi” atau “tidak memenuhi”. Nilai variabel yang tidak termasuk dalam batasan (*range*) akan dinilai “tidak memenuhi”. Contoh hasil *looping* variabel dapat dilihat pada Gambar V.8.

Optimasi Global - ANN				
1	Variable 1	Variable 2	Objective Function	Memenuhi
2	2	20	24	Memenuhi
3	2	40	44	Memenuhi
4	2	60	64	Memenuhi
5	2	80	84	Memenuhi
6	2	100	104	Memenuhi
7	4	20	28	Memenuhi
8	4	40	48	Memenuhi
9	4	60	68	Memenuhi
10	4	80	88	Memenuhi
11	4	100	108	Memenuhi
12	6	20	32	Memenuhi
13	6	40	52	Memenuhi
14	6	60	72	Memenuhi
15	6	80	92	Memenuhi
16	6	100	112	Memenuhi
17	8	20	36	Memenuhi
18	8	40	56	Memenuhi
19	8	60	76	Memenuhi
20	8	80	96	Memenuhi
21	8	100	116	Memenuhi
22	10	20	40	Memenuhi
23	10	40	60	Memenuhi
24	10	60	80	Memenuhi
25	10	80	100	Memenuhi
26	10	100	120	Memenuhi
27				
28				
29				
30				
31				
32				

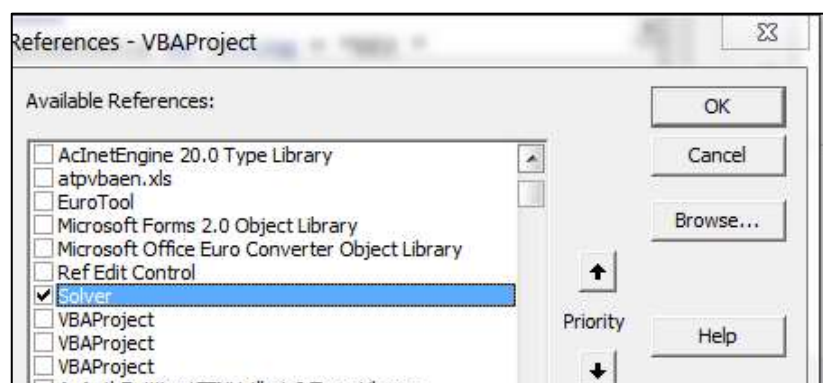
Max	104
Min	24
Select Data Type	Memenuhi
Number of Required Data	25

Gambar V. 8 Program akan menyalin hasil *looping* variabel

- *Textbox Input your Train Number*: objek ini berfungsi untuk memasukkan jumlah nilai *train* yang ingin digunakan. Jumlah nilai *train* dibatasi sampai angka 10 dikarenakan terbatasnya *cell* di *excel* dan kemampuan masing-masing *PC*. Nilai *train* yang disarankan yaitu dari angka 5-10. Jumlah nilai *train* ini menentukan jumlah variasi variabel yang ada. Misalnya untuk 2 variabel, jika nilai *train* yang dimasukkan masing-masing 5 maka akan terdapat minimal 25 variasi variabel yang memenuhi.
- *Textbox Interval*: objek ini menampilkan nilai *interval* dari *looping* variabel. Misalnya, jika nilai minimum variabel adalah 0 dan nilai maksimum adalah 10 dengan nilai *train* 5, maka program akan menghitung nilai *interval* sebesar 2. Sehingga hasil *looping* adalah 0, 2, 4, 6, 8, 10.

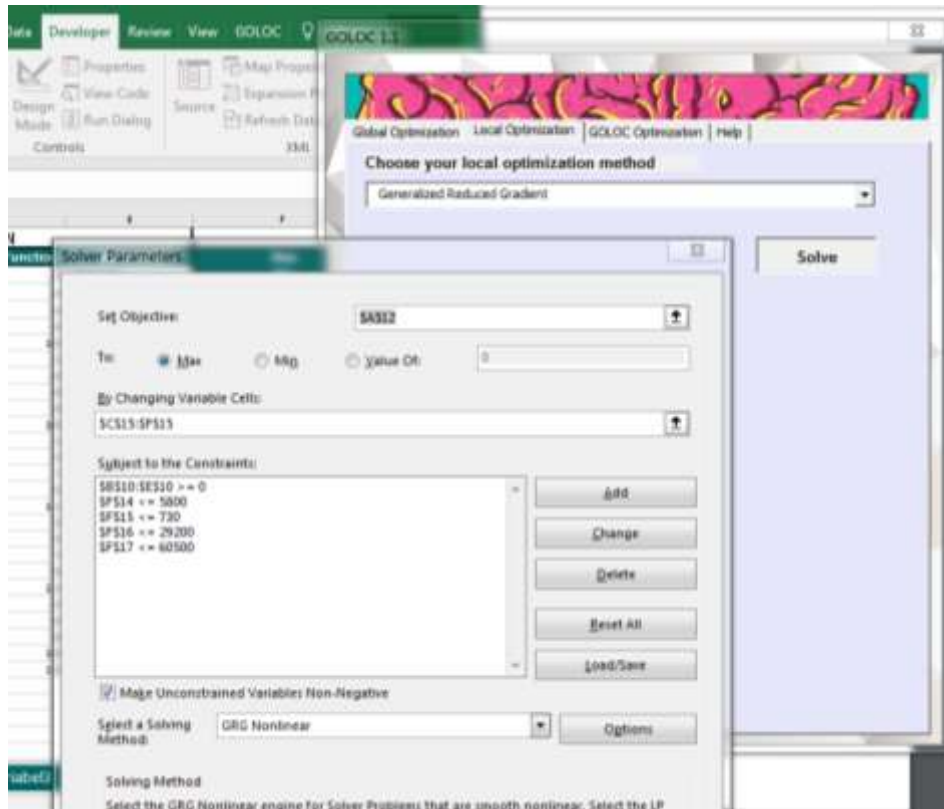
### I.10.2. Local Optimization

Pada *mutipage* kedua merupakan optimasi untuk *local optimization*. Pada pengembangan program ini masih menggunakan satu jenis *local optimization* yaitu dengan *generalized reduce gradient* atau GRG. Pengaplikasian GRG ini sudah tersedia pada *Solver* yang merupakan aplikasi yang sudah tersedia pada *Microsoft Excel*. Program dapat disambungkan langsung dengan *Solver* dengan menggunakan *References*. Penggunaan *references* ini yang sangat penting dalam pembuatan program ini. Hal ini sangat penting karena pada dasarnya VBA ini dapat terhubung dengan *software* lain seperti *Solver*, *AutoCAD*, *maxsurf* dan lain lain. Dalam menghubungkan *Solver* dengan program yang dibuat, harus dipastikan jika *Library Solver* dari *project* program yang dibuat sudah tercentang sehingga program dapat terhubung dan proses *coding* berhasil. Contoh pencentangan *references* pada VBA *project* dapat dilihat pada Gambar V.9.



Gambar V. 9 *Solver* harus dicentang agar dapat terhubung dengan program dan proses *coding* berhasil

Program Solver dapat diakses dari program yang dibuat melalui *command button Solve*, maka program akan tampil secara otomatis dan optimisasi lokal (GRG) dapat dilakukan. Optimisasi lokal dengan *Solver* dapat dilakukan secara langsung atau dilakukan setelah optimisasi global untuk menentukan nilai yang lebih optimal. Contoh irunning *local optimization* dengan *solver* dapat dilihat pada Gambar V.10.



Gambar V. 10 Tombol *Solve* menghubungkan program dengan *solver*

### 1.11. *Penulisan Code Program*

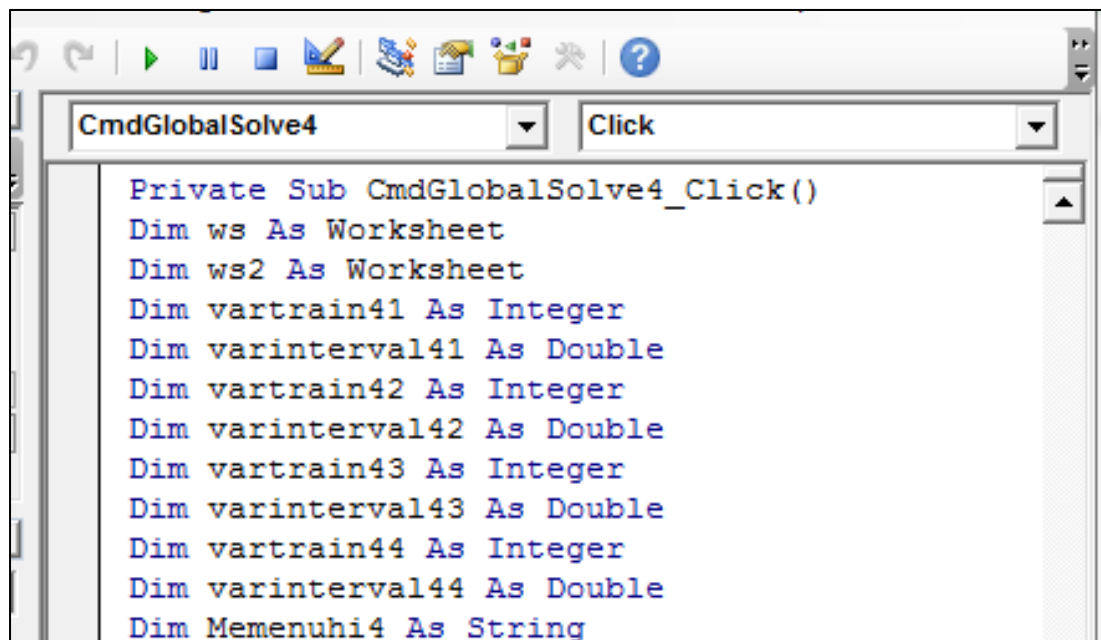
Setelah membuat *form* yang direncanakan adalah penulisan *code* dimana sebuah perangkat lunak akan menjalankan perintah sesuai dengan *code* yang ditulis. Penulisan *code* ini berfungsi agar tiap objek yang terdapat pada *userform* dapat berfungsi dan dapat dijalankan. Pemrograman *code* menggunakan bahasa *visual basic*. Penulisan *code* dibagi sesuai dengan objek masing-masing. Misalnya pada tombol *command button* penulisan *code* di fokuskan pada *action* yang terjadi jika tombol di pilih (*click*), lalu pada *option button* penulisan *code* di fokuskan pada *action* apa yang akan terjadi jika *option button* dipilih atau tidak (*true* atau *false*).

Dalam penulisan *code*, ada beberapa hal yang harus diperhatikan agar hasil *coding* dapat berjalan. Penulisan *code* harus sistematis dan memperhatikan ketentuan dari VBA. Salah satu hal yang harus diperhatikan adalah saat penulisan *statement*. *Statement* di VBA adalah

rangkaian kata-kata yang bisa dipahami oleh VBA agar VBA melakukan sesuatu sesuai keinginan kita. Agar bisa dipahami oleh VBA, kata-kata itu harus mengikuti aturan. *Statement* di di VBA dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu (Riyanto, 2012):

### 1. *Decralation Statement*

Sesuai namanya *statement* ini digunakan untuk mendeklarasikan *procedure*, *variable*, *array* dan *constant*. Arti dari mendeklarasikan disini adalah memberi info pada VBA bahwa *code* yang dibuat merupakan *procedure*, *variable*, *array* atau *constant*. Artinya, VBA tidak boleh mengijinkan, jika ada yang menggunakan nama yang sama. Di dalam deklarasi inilah kita menentukan jenis dan *scope* item yang kita deklarasikan.



```
Private Sub CmdGlobalSolve4_Click()  
Dim ws As Worksheet  
Dim ws2 As Worksheet  
Dim vartrain41 As Integer  
Dim varinterval41 As Double  
Dim vartrain42 As Integer  
Dim varinterval42 As Double  
Dim vartrain43 As Integer  
Dim varinterval43 As Double  
Dim vartrain44 As Integer  
Dim varinterval44 As Double  
Dim Memenuhi4 As String
```

Gambar V. 11 Contoh deklarasi *statement*

Pada gambar V.11 terdapat beberapa deklarasi yang dibuat. Pertama adalah deklarasi prosedur menggunakan *Private Sub* dan *End Sub*, lalu terdapat beberapa deklarasi variabel salah satunya *Dim ws As Worksheet*, deklarasi ini menunjukkan kepada VBA jika kode ws dibaca sebagai *worksheet*. Penggunaan *statement* juga dapat mempermudah untuk penulisan *code*, terutama jika jumlah *code* sangat banyak dan rumit. Penulisan *statement* akan mempermudah untuk mengidentifikasi arti dari *code* yang ada.

### 2. *Assignment Statement*

*Statement* ini, digunakan untuk menugaskan sebuah nilai ataupun *expressions* pada *variable* dan *constant*. *Variable* dan *constant* yang telah dideklarasikan harus diberi “tugas” (diisi).

*Statement* untuk mengisi/menugaskannya disebut *Assignment Statement*. Misalnya setelah mendeklarasikan *ws* sebagai *worksheet* selanjutnya adalah memberi tugas atau identitas dari *ws*. Misalnya `set ws = ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel4")`, artinya *ws* disini merupakan *worksheet* yang terdapat pada *workbook* tersebut dan pada *sheet* dengan nama "OptimasiVariabel4".

### 3. Executable Statement

*Statement* ini digunakan agar VBA melakukan suatu aksi. *Statement* golongan ini, dapat mengeksekusi sebuah *method* atau *function* dan juga melakukan *loop* (pengulangan) dan *branch* (percabangan) misalnya menggunakan fungsi *If*. Jika *statement-statement* sebelumnya bersifat pasif, hanya untuk persiapan, maka di *statement* inilah hasil-hasil persiapan sebelumnya di eksekusi. *Statement* ini sangat banyak dan bervariasi. Mulai dari *Loop* menggunakan berbagai macam jenis, misalnya *For .. Next*, *While* dan lain-lain. Pada *statement* inilah sebuah *method* dan *function* di eksekusi.

```

UserForm
issolve

ws.Select

'Looping tiga variabel
For N = 0 To vartrain31
  For H = 0 To vartrain32
    For c = 0 To vartrain33
      HND = vartrain31 * vartrain32 * (H + 1) + vartrain32 * (H + 1) + (c + 1) - vartrain32 * vartrain32 - vartrain33 'Perhitungan jum
      ws.Cells(H + HND, 1) = HND - 1
      ws.Cells(H + HND, 2) = (varinterval31) * H + HND1
      ws.Cells(H + HND, 3) = (varinterval32) * H + HND2
      ws.Cells(H + HND, 4) = (varinterval33) * c + HND3
      ws.Cells(H, 1) = ws.Cells(H + HND, 2)
      ws.Cells(H, 3) = ws.Cells(H + HND, 4)
      ws.Cells(H, 4) = ws.Cells(H + HND, 4)
      Workbooks("OptimasiVariabel1").Range("E3").Copy
      Workbooks("OptimasiVariabel1").Range("K" & H + HND).PasteSpecial Paste:=xlPasteFormulas

      If ws.Cells(H + HND, 2).Value <= HND1 And ws.Cells(H + HND, 3).Value <= HND2 And ws.Cells(H + HND, 4).Value <= HND3 Then
        ws.Cells(H + HND, 6) = "Hesenn1"
      Else
        ws.Cells(H + HND, 6) = "Tidak Hesenn1"
      End If

      If ws.Cells(H + HND, 6) = Hesenn13 Then
        ws.Range(ws.Cells(H + HND, 1), ws.Cells(H + HND, 4)).Copy
        ws2.Select
        Range("A2000").End(xlUp).Offset(1, 0).PasteSpecial xlPasteFormulasAndNumberFormats
        ws.Select
      End If

      Next c
    Next H
  Next N

ws2.Activate

```

Gambar V. 12 Contoh penulisan code untuk *looping* variasi 3 variabel dengan fungsi *If*

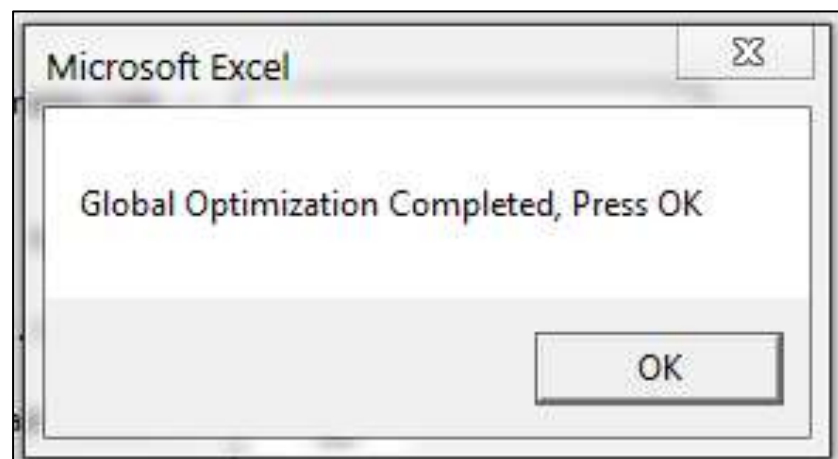
Pada program ini, penulisan *code* berfokus pada *command button Solve* yang merupakan tombol yang menjalankan *looping* proses optimasi. Dengan memilih atau menekan tombol *Solve* maka proses *looping* akan berlangsung. Waktu atau lamanya proses *looping* sesuai dengan banyaknya variasi variabel yang dilakukan sesuai dengan *train* yang diisi. Semakin besar angka *train* yang diberikan maka semakin banyak variasi variabel yang ada, sehingga proses *looping* dapat di proses cukup lama. Gambar V.12 merupakan contoh penulisan *code*



untuk variasi 3 variabel. *Looping* dilakukan sesuai dengan perintah Dim yang sudah ditentukan pada awal penulisan *code*. Proses *looping* dilakukan sesuai dengan *sheet* variasi variabel yang telah ditentukan. Fungsi If disini diberikan agar program dapat menentukan batasan dari proses *looping*.

### 1.12. Running Program

Setelah *userform* dan penulisan *code* selesai, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *running* program. Frekuensi waktu *running* program bervariasi sesuai dengan jumlah variasi variabel dan banyaknya nilai *train* yang ingin digunakan. Untuk variasi variabel 1 dengan estimasi jumlah *train* 5-100 hanya membutuhkan waktu 5 detik hingga 15 detik. Pada variasi variabel 2 dengan estimasi jumlah *train* 5-50 membutuhkan waktu *running* sekitar 15 detik hingga 5 menit. Pada variasi variabel 3 dengan estimasi jumlah *train* 5-10 membutuhkan waktu *running* sekitar 3 menit hingga 10 menit. Sedangkan untuk variasi variabel 4 membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu 10 hingga 20 menit. Lama waktu *running* juga bergantung pada rumus untuk fungsi objektif, semakin rumit rumus yang digunakan maka waktu *running* pun semakin lama. Jika proses *running* sudah selesai maka akan keluar *message box* seperti pada Gambar VI.13, pilih OK maka *sheet* akan otomatis berganti pada *sheet* global untuk nilai variabel yang memenuhi.



Gambar V. 13 Message Box akan tampil jika proses optimasi sudah selesai

Program lalu dapat digunakan pada pemodelan optimasi *multipurpose* LCT yang telah dibuat. Pada optimasi *multipurpose* menggunakan empat variasi variabel yang menggambarkan empat ukuran utama kapal sebagai *design variable* yaitu Lpp, B, H dan T kapal. Dimana variabel 1 mewakili Lpp, variabel 2 mewakili B, variabel 3 mewakili H dan variabel 4 mewakili T kapal dan masing-masing variabel diberi nilai *train* 10. Sehingga setiap angka dari variabel 1

mewakili 10 angka dari variabel 2, dan tiap angka dari variabel 2 mewakili 10 angka dari variabel 3 dan berlaku seterusnya. Sehingga nantinya akan menghasilkan 10000 variasi ukuran utama variabel atau ukuran utama kapal.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB VI**

### **ANALISIS TEKNIS DAN OPTIMASI**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisis teknis dan pemodelan optimisasi kapal *multipurpose* LCT menggunakan *microsoft excel* dengan total jumlah *worksheet* adalah 13. Penentuan batasan rasio ukuran utama kapal LCT menggunakan 20 kapal pembanding dan berdasarkan ukuran muatan alat berat dan truk yang direncanakan. Dari 10000 variasi ukuran utama, terdapat 7 variasi ukuran utama yang memenuhi seluruh batasan optimisasi. Dari 7 nilai variabel yang memenuhi batasan optimisasi global dapat dijadikan sebagai nilai inisial untuk optimisasi lokal dengan *Solver*. Perbandingan antara nilai minimum optimisasi global dengan optimisasi global dan lokal adalah 5.14%. Sedangkan perbandingan untuk nilai maksimum optimisasi global dengan optimisasi global dan lokal adalah 2.42%. Dari hasil gabungan 2 metode optimisasi global dan lokal, didapatkan ukuran utama *multipurpose* LCT yang optimum dengan rincian panjang kapal ( $L_{pp}$ ) = 41.16 m, lebar kapal ( $B$ ) = 9.8 m, tinggi kapal ( $H$ ) = 3.05 m dan sarat kapal ( $T$ ) = 1.72 m. Dari ukuran utama tersebut, maka didapatkan desain *lines plan*, *general arrangement* dan model 3D dari *multipurpose* LCT. Penjelasan yang lebih detail dari hasil analisis ada pada uraian bab VI ini.

#### **I.13. Analisis Teknis**

##### **I.13.1. Variabel Desain**

Sistem variabel merupakan fungsi yang dapat divariasikan untuk mendapatkan ukuran yang optimum. Dalam hal ini variabel desain yang menjadi bahan pertimbangan dan digunakan sebagai variabel bebas dalam optimalisasi perancangan kapal. Variabel ini merupakan ukuran utama kapal yang menjadi variabel keputusan yaitu panjang kapal ( $L_{pp}$ ), lebar kapal ( $B$ ), tinggi kapal ( $H$ ) dan sarat kapal ( $T$ ). Ukuran utama inisial di data kapal didapatkan dari kapal pembanding. Data kapal pembanding digunakan untuk memberikan gambaran mengenai ukuran utama dari kapal eksisting sesuai dengan jenis dan bobot matinya (DWT). Data kapal pembanding didapat dari [www.maritime-connector.com](http://www.maritime-connector.com) dengan memasukkan jenis kapal, kelas kapal, dan kisaran DWT. Estimasi nilai DWT didapat dari perhitungan kurang lebih 10% dari payload.

### I.13.2. Batasan (Constraints)

Batasan (*constraints*) merupakan fungsi yang berhubungan dengan variabel desain. Batasan tersebut didefinisikan sebagai *range* dari solusi yang dapat diambil dari berbagai solusi terbaik yang harus ditemukan. *Constraints* adalah batasan yang ditentukan oleh desainer dan *regulation*, batasan ditentukan berkaitan dengan proporsional geometri lambung, performance dan *regulation*. Adapun batasan dari proses optimisasi adalah sebagai berikut.

#### VI.1.2.1. Batasan Ukuran Utama

Batasan ini digunakan agar bentuk lambung kapal tidak keluar dari bentuk *Landing Craft*. Rasio dibuat dengan cara menggumpulkan 20 data ukuran utama kapal LCT dari register BKI dan NK, kemudian dibuat rasio ukuran utama yaitu: B/T, L/B: L/H, H/T. Daftar kapal pembanding dan hasil regresi dapat dilihat pada Lampiran A.

- **Panjang Kapal (Lpp)**

Batasan ini dipertimbangkan sebagai fungsi panjang alat berat yang diangkut LCT. Berdasarkan tabel IV.2, estimasi jumlah alat berat yang dibutuhkan adalah 8 unit yaitu terdiri dari *Excavator* 2 unit, *Bulldozer* 4 unit dan *Vibration Roller* 2 unit. Alat berat disusun berbaris dengan mengikuti peraturan Kementerian Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 115 Tahun 2016 tentang Tata Cara Pengangkutan Kendaraan diatas kapal Bab V Pasal 20, yaitu jarak anatar sisi kendaraan minimal 60 cm (KEMENHUB, 2016). Batasan dipertimbangkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L_{pp_{\text{minimum}}} &= L_{\text{excavator}} + 2.L_{\text{Bulldozer}} + L_{\text{Motor Grader}} + 3.L_{\text{Jarak antar alat berat}} \\ &\quad + L_{\text{Jarak alat berat ke forecastle deck}} + L_{\text{Jarak alat berat ke poopdeck}} + L_{\text{Jarak ruang mesin}} \\ &\quad \text{dari AP} + L_{\text{Jarak forecastle ke FP}} \\ &= (7.6) + (2 \times 4.6) + (4.94) + (2 \times 0.6) + 0.6 + 0.6 + \\ &\quad (20\% \times L_{pp_{\text{minimum}}}) + (15\% \times L_{pp_{\text{minimum}}}) \\ (100\% - 20\% - 15\%) L_{pp_{\text{min}}} &= 24.75 \\ L_{pp_{\text{minimum}}} &= 26.15 \times (100/65) \\ &= 38 \text{ m.} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk Lpp maksimum dari kapal *landing craft* yang sesuai dengan perairan di Indoneia adalah 56 m (Bruns, Rolf, 1991). Nilai LWL atau *Length of Waterline* diestimasi menggunakan metode NSP (*Nederlandsch Scheepbouwkundig Proefstation*). Nilai LWL dapat estimasi jika nilai LPP diketahui seperti pada rumus VI-1 (Troost, 1933).

$$LWL = Lpp + \dots \%Lpp \quad (0-1)$$

Dimana estimasi jumlah persen didapat dari buku *Applied Naval Architecture* yaitu 4%. Sehingga nilai LWL diestimasi sebesar 104% (Smith, 1967).

- **Lebar Kapal (B)**

Batasan ini dipertimbangkan sebagai fungsi lebar alat berat yang diangkut LCT. Berdasarkan tabel IV.2, estimasi jumlah alat berat yang dibutuhkan adalah 8 unit yaitu terdiri dari *Excavator* 2 unit, *Bulldozer* 4 unit dan *Vibration Roller* 2 unit.. berbaris dengan mengikuti peraturan Kementerian Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 115 Tahun 2016 tentang Tata Cara Pengangkutan Kendaraan diatas kapal Bab V Pasal 20, yaitu jarak antar sisi kendaraan minimal 60 cm (KEMENHUB, 2016). Lebar alat berat diambil yang terbesar yaitu *Excavator*. Batasan dipertimbangkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} B_{\text{minimum}} &= 2 \cdot B_{\text{excavator}} + B_{\text{Jarak antar alat berat}} + 2 \cdot B_{\text{Jarak main line ke lubang ruang muat}} \\ &\quad + 2 \cdot B_{\text{Lebar ruang muat}} \\ &= (2 \times 3) + (0.6) + 2 \times 0.6 + 2 \times 1 \\ &= 9.8 \text{ m.} \end{aligned}$$

Sedangkan maksimal rasio  $Lpp/B$  kapal LCT adalah 4.2 m, sedangkan untuk  $Lpp_{\text{maksimal}}$  adalah 56 m maka  $B_{\text{maksimum}} = 56/4.58 = 12.55 \text{ m}$ .

- **Tinggi Kapal (H)**

Berdasarkan rule BKI, untuk daerah pelayaran samudra rasio untuk  $Lpp/H=14$  (BKI, 2014). Sehingga nilai  $H_{\text{minimum}}$  dapat dicari dengan:

$$\begin{aligned} H_{\text{minimum}} &= LPP_{\text{minimum}}/14 \\ &= 38.38/14 \\ &= 2.7 \text{ m} \end{aligned}$$

Rasio maksimal  $Lpp/H = 10$ , sehingga,

$$\begin{aligned} H_{\text{maksimum}} &= Lpp_{\text{maks}}/10 \\ H_{\text{maksimum}} &= 56/10 \\ &= 5.6 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Sarat Kapal (T)**

Rasio minimum B/T kapal LCT adalah 5.99 m, sedangkan untuk Bminimum adalah 9.80 m maka Tminimum adalah  $=9.8/5.99 = 1.6$  m, dan Tmaksimum adalah  $12.55/5.99=3$  m.

#### **VI.1.2.2. Batasan Selisih Berat Kapal**

Batasan selisih berat dengan displamen berpengaruh pada daya mesin, freeboard, dan perhitungan struktur. Batasan ini akan diterima jika persentase selisih gaya angkat (displasemen) dan gaya berat (LWT+DWT) adalah  $\pm 5\%$  (Watson, 1998).

#### **VI.1.2.3. Batasan Freeboard**

Batasan untuk *freeboard* (lambung timbul) akan dipenuhi jika *freeboard* pada kapal yang sebenarnya melebihi dari perhitungan freeboard standar. Tinggi lambung timbul minimum kapal harus diperhatikan agar kapal selalu mempunyai daya apung cadangan, dimana hal ini menyangkut keselamatan dalam pelayaran. Lambung timbul (Fb) minimum telah diatur dalam International Load Line Convention 1966 (IMO, 1988). Perhitungan batasan *freeboard* menggunakan estimasi ukuran utama dari kapal pembanding, sehingga didapatkan *freeboard* minimum berdasarkan ILLC adalah 0.311 m, dan nilai maksimum *freeboard* diambil lima kali dari minimum yaitu 1.56 m.

#### **VI.1.2.4. Batasan Stabilitas IMO**

Tinggi metasentra melintang (MG) memberikan indikator karakteristik stabilitas dari setiap kapal. Kapal dengan nilai MG tinggi akan memiliki periode oleng yang pendek dengan gerak yang tidak nyaman (*uncomfortable*) pada kecepatan tinggi. Kapal dengan nilai MG rendah akan memiliki periode oleng yang lama dan lebih nyaman. Batasan ini berpengaruh pada stabilitas kapal yang akan berlayar. Batasan ini didasarkan pada aturan *Intact Stability Criteria* (IMO, 2002).

#### **VI.1.2.5. Batasan Luas Deck Area**

Batasan diambil dari total luasan maksimal kendaraan atau alat berat yang menjadi muatan diatas geladak dikalikan dengan *correction factor* 1.2 dan 2.5. Luasan 8 unit alat berat diatas kapal adalah  $111 \text{ m}^2$  sehingga luas minimal *deck area* adalah  $133.23 \text{ m}^2$  dan luas maksimal *deck area* adalah  $333.07 \text{ m}^2$ .

#### **VI.1.2.6. Batasan Gross Tonnage**

Batasan GT didapatn dari estimasi jumlah GT dari perhitungan dengan memperhatikan batasan volume ruang tertutup di kapal. Perhitungan menggunakan estimasi ukuran kapal inisial. Batasan minimum GT kapal adalah 200 GT dan batasan maksimum adalah 300 GT.

### **I.13.3. Perhitungan Hambatan dan Daya Mesin**

Perhitungan ini menghitung tahanan ketika kapal bergerak kedepan dengan kecepatan penuh, perhitungan ini meliputi: tahanan *viscous*, tahanan tonjolan, tahanan angin dan tahanan gelombang. Untuk menghitungnya digunakan metode Holtrop. Selanjutnya dari hasil perhitungan tahanan dikalikan efisiensi dan kecepatan kapal maka dapat diprediksi besar daya mesin induk (Mennen, 1982).

### **I.13.4. Perhitungan Berat Kapal**

Perhitungan berat kapal merupakan komponen penting dalam mendesain kapal, yang akan berpengaruh langsung pada stabilitas kapal, *performance* dan biaya. Perhitungan berat kapal dilakukan berdasarkan formula yang diberikan David G.M Watson dalam bukunya *Practical Ship Design*. Perhitungan dibagi menjadi dua bagian yaitu untuk LWT dan DWT (Watson, 1998).

#### **V.3.5.1 Menghitung LWT**

LWT digolongkan menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah berat konstruksi, berat peralatan dan perlengkapan, dan berat permesinan. Sedangkan untuk DWT dibagi terdiri atas beberapa komponen, meliputi berat bahan bakar, berat minyak pelumas, berat air tawar, berat provision, berat orang dan berat barang bawaan.

#### **V.3.5.2 Menghitung DWT**

Perhitungan DWT ini dilakukan untuk satu kali perjalanan *round trip*. Komponen dari *Dead Weight* (DWT) ini terdiri dari *payload*, berat *crew*, dan *consumable* (berat bahan bakar, berat minyak lumas dan berat *provision*).

### **I.13.5. Perhitungan Lambung Timbul (Freeboard)**

Perhitungan ini merupakan salah satu persyaratan keselamatan kapal. Lambung timbul mempunyai fungsi sebagai daya apung cadangan ketika kapal berlayar. Perhitungan lambung timbul menggunakan peraturan ILLC 1966 (IMO, 1988). Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan lambung timbul awal pada tabular freeboard, selanjutnya dilakukan koreksi-koreksi: koefisien blok ( $C_b$ ), tinggi kapal ( $D$ ), bangunan atas ( $S$ ), dan koreksi sheer.

### **I.13.6. Perhitungan Stabilitas Kapal**

Stabilitas merupakan persyaratan utama untuk mengukur keselamatan kapal yang akan berlayar. Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula



setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ). Kemudian setelah harga GZ didapat, maka dilakukan pengecekan dengan *Intact Stability Code* (IMO, 2002).

#### **I.13.7. Perhitungan GT dan NT**

Tonase pada kapal ada dua macam yaitu Gross Tonnage (GT) dan Netto Tonnage (NT). Tonase kapal sangatlah penting untuk diketahui karena besarnya tonase kapal erat kaitannya dengan pengoperasian kapal tersebut nantinya. Pada tugas akhir ini menggunakan cara pengukuran internasional berdasarkan ketentuan yang ada dalam Konvensi Internasional tentang Pengukuran Kapal (ICTM, 1969).

#### **I.13.8. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal**

Biaya investasi dapat diartikan sebagai biaya pembangunan kapal yang terdiri dari biaya material untuk struktur bangun kapal, biaya peralatan, biaya permesinan, dan biaya pekerja, modal cost, asuransi, perawatan, pajak pemerintah, dll. Biaya investasi kapal dibagi menjadi 5 bagian yaitu (Watson D. , 1998) :

1. Biaya pembangunan material (*structural weight cost*)
2. Biaya permesinan (*machinery cost*)
3. Biaya peralatan dan perlengkapan (*hull outfitting cost*)
4. *Non weight cost*
5. Koreksi keadaan ekonomi dan kebijakan pemerintah.

Perhitungan estimasi biaya tersebut dihitung berdasarkan biaya pada tahun 1993 dan termasuk didalamnya biaya untuk material, tenaga kerja dan *overhead*. Tentunya grafik biaya ini patut dipertanyakan validitasnya terhadap harga baja saat ini sehingga perlu dilakukan analisis sensitivitas apabila terjadi perubahan harga. Perhitungan didapatkan dari hasil regresi grafik estimasi biaya dalam buku *Practical Ship Design*, hasil regresi tiap grafik dapat dilihat pada Tabel VI.1

Tabel VI. 1 Hasil regresi grafik estimasi biaya pembangun kapal

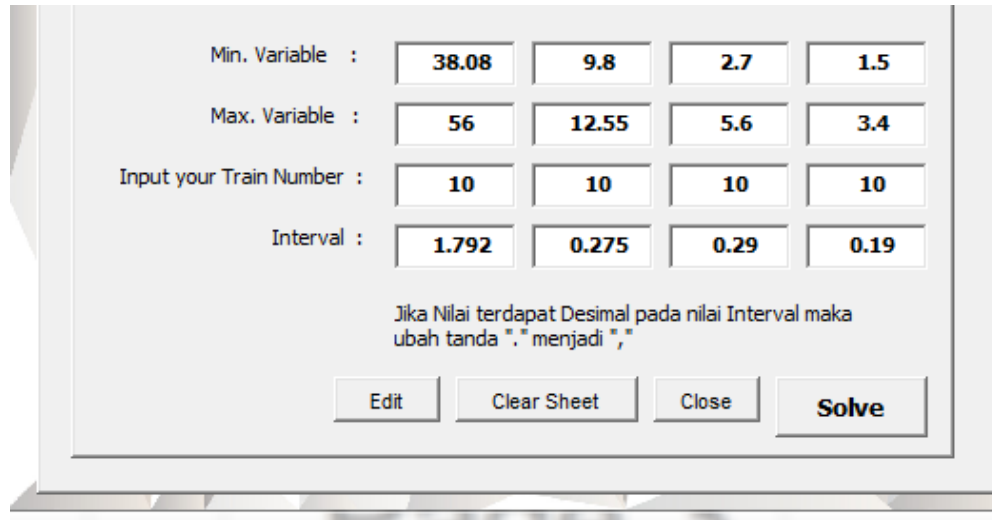
Regresi Estimasi Harga baja kapal (Watson, 1998)	
<b>Y = a X4 + b X3+ c X2 + d X + e</b>	
a:	0
b:	-0.000000001
c:	0.000029
d:	-0.380
e:	3972.11
Regresi Estimasi Harga E&O kapal (Watson, 1998)	
<b>Y = a X4 + b X3+ c X2 + d X + e</b>	
a:	0
b:	-0.0000001
c:	0.00048
d:	-3.157
e:	18440.7
Regresi Estimasi Harga Permesinan kapal (Watson, 1998)	
<b>Y = a X4 + b X3+ c X2 + d X + e</b>	
a:	-1E-10
b:	-2.814E-07
c:	0.004195972
d:	-11.60435515
e:	20016.9

#### I.14. Analisis Optimasi

Setelah pembuatan program selesai, maka proses *running* dapat dilakukan. Penjelasan penggunaan program dapat dilihat pada Bab V.2. Program berfungsi untuk melakukan optimisasi global dan lokal di *Microsoft Excel*.

##### I.14.1. Analisis Optimasi Global

Optimisasi global menggunakan metode *artificial neural network* (ANN) sedangkan optimisasi lokal menggunakan metode *generalized reduced gradient* (GRG) dengan bantuan *Solver* yang sudah tersambung dengan *Microsoft Excel*. Pada optimisasi global, program *add ins* mampu melakukan optimisasi sampai dengan 4 variasi variabel. Pada variasi 4 variabel nilai *train* dibatasi yaitu 5 hingga 10. Pada optimisasi *multipurpose* LCT digunakan nilai *train* maksimal untuk 4 variasi ukuran utama yaitu 10, sehingga dari hasil optimisasi dapat dihasilkan 10000 variasi ukuran utama.



Gambar VI. 1 Input batasan nilai variabel pada program

Setelah *running* program selesai, maka nilai variabel yang memenuhi batasan minimum dan maksimum akan secara otomatis disalin ke *sheet* selanjutnya. Dari 10000 variasi ukuran utama, terdapat 7 variasi ukuran utama yang memenuhi seluruh batasan optimasi. 7 variasi ukuran utama tersebut dapat dilihat pada Tabel V.2. Dari 10000 variasi ukuran utama, terdapat 7 variasi ukuran utama yang memenuhi seluruh batasan optimasi. Variasi variabel ukuran utama pada train ke-1012 merupakan nilai variabel yang paling optimum dengan nilai fungsi objektif terminimum, yaitu Rp.19.597.862.902.62. Selisih antara nilai fungsi objektif maksimum dan minimum pada optimasi global ini adalah sebesar Rp. 2.860.365.109.97 atau sekitar 7%.

Tabel VI. 2 10 Variasi ukuran utama yang memenuhi batasan optimasi global

Optimasi Global - ANN					
Train	Variabel 1 (Lpp)	Variable 2 (B)	Variable 3 (H)	Variabel 4 (T)	Objective function
1012	39.8	9.8	3.584	1.776	IDR 19 597 862 902.62
1033	39.8	9.8	3.584	1.912	IDR 19 998 763 607.15
2043	41.6	9.8	3.872	1.912	IDR 20 331 524 653.27
2232	41.6	10.35	3.584	1.776	IDR 20 421 213 656.24
2253	41.6	10.35	4.16	1.912	IDR 22 040 538 756.11
3242	43.4	10.35	3.872	1.776	IDR 21 659 493 017.66
3342	43.4	10.625	3.872	1.776	IDR 22 458 228 012.60

#### I.14.2. Analisis Optimasi Lokal

Selanjutnya, dari 7 nilai variabel yang memenuhi batasan dapat dijadikan sebagai nilai inisial untuk optimisasi lokal dengan *Solver*. Dari hasil optimisasi lokal, 5 nilai ukuran utama yang memenuhi batasan optimisasi. Nilai fungsi objektif terminimum adalah sebesar Rp. 18.022 200.135,91. Selisih antara nilai fungsi objektif maksimum dan minimum pada optimasi global+lokal ini adalah sebesar Rp.3.940.496.487.97 atau sekitar 10%.

Tabel VI. 3 Variasi ukuran utama yang memenuhi batasan optimasi global+lokal

Optimasi Global (ANN) - Lokal (GRG)					
Train	Variabel 1 (Lpp)	Variable 2 (B)	Variable 3 (H)	Variabel 4 (T)	Objective function
1	39.20	9.80	3.78	2.00	IDR 19 598 662 949.30
2	41.59	10.29	4.16	1.94	IDR 21 962 696 623.88
<b>3</b>	<b>41.16</b>	<b>9.8</b>	<b>3.05</b>	<b>1.72</b>	<b>IDR 18 022 200 135.91</b>
4	39.20	9.80	3.92	2.04	IDR 19 972 048 230.03
5	39.20	9.80	3.92	2.04	IDR 19 972 048 210.23

Dari hasil optimasi pada Tabel VI.2 dan Tabel VI.3 dapat disimpulkan jika hasil optimasi gabungan metode global dan lokal menghasilkan fungsi objektif yang lebih optimum. Perbandingan antara nilai minimum optimasi global dengan optimasi global dan lokal adalah 5.14%. Sedangkan perbandingan untuk nilai maksimum optimasi global dengan optimasi global dan lokal adalah 2.42%. Hasil optimisasi dapat dilihat pada Tabel VI.5.

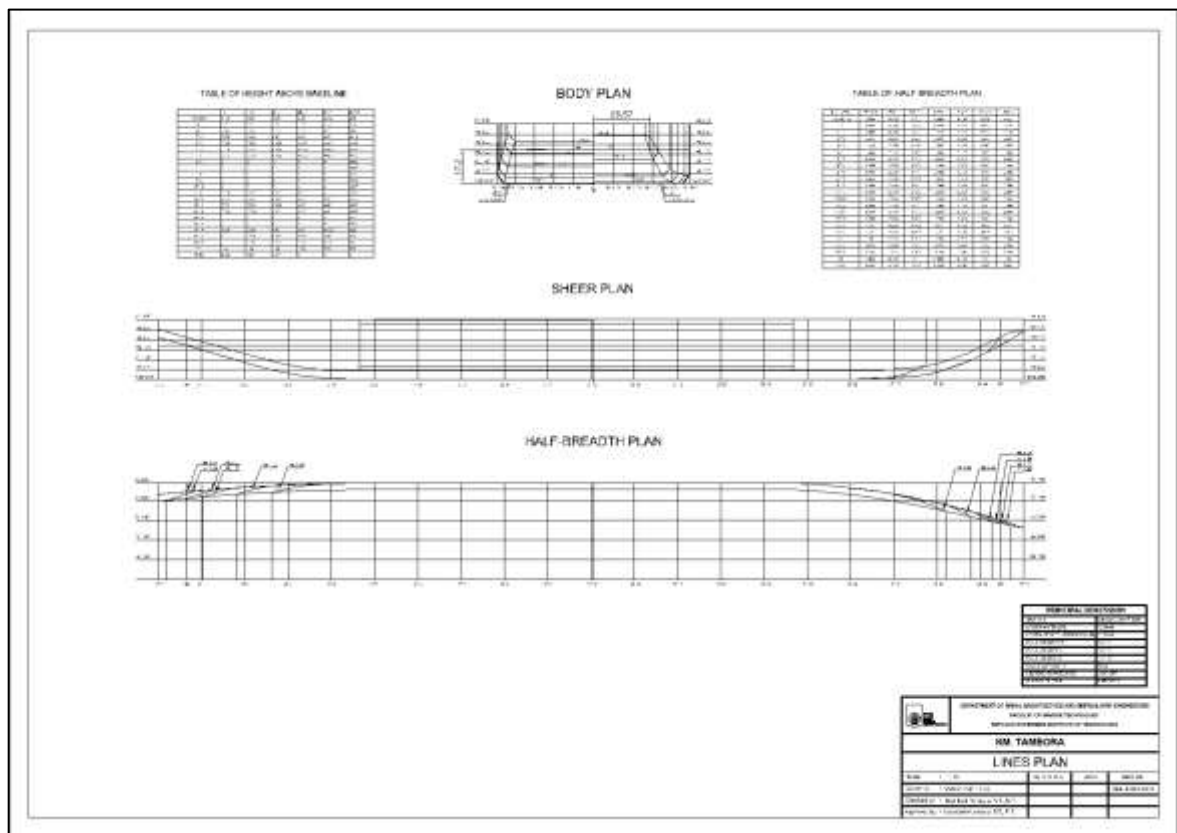
Tabel VI. 4 Hasil akhir optimasi global+lokal

Optimasi Global (ANN) + Lokal (GRG)			
Variables			
	Variabel Min	Variabel Optimum	Variabel Max
Lpp [m] :	38.08	41.16	56.00
B [m] :	9.80	9.80	12.55
H [m] :	2.7	3.05	5.6
T [m] :	1.5	1.72	3.4
Constraints			
	Min		Max
Margin (Disp - Weight) [ton]:	-0.50%	0.37%	0.50%
Deck Area [m2]:	133.23	262.19	333.07
Gross Tonnage :	200.0	229.67	300.0
Freeboard (cm) :	0.3	1.33	1.6
Initial Gmo [m]:	0.23	3.62	-
Area 0° to 30° [m.deg]:	0.30	0.48	-
Area 0° to 40° [m.deg]:	0.1	0.80	-
Area 30° to 40° [m.deg]:	0.1	0.32	-
Rolling Period [Sec]:	5.00	6.71	12.00
Maks. GZ at 30 or greater :	25.00	50	-
Lpp/B [m]:	4	4.20	5.2
Lpp/H [m]:	10	13.50	20
B/T [m]:	3.7	5.70	6
H/T [m]:	1.3	1.77	2.22

### I.15. Pembuatan Rencana Garis (*Lines Plan*)

Setelah semua perhitungan selesai, langkah selanjutnya adalah pembuatan Rencana Garis atau *Lines Plan*. *Lines Plan* ini merupakan gambar pandangan atau gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (*body plan*), secara memanjang (*sheer plan*), dan vertikal memanjang (*half-breadth plan*). Dalam proses pembuatan rencana garis Tugas Akhir ini dengan menggunakan software *Maxsurf Modeler* dan menggunakan bantuan sample design yang sudah tersedia. Sample design tersebut diatur sedemikian rupa sehingga memiliki karakteristik yang sama dengan yang direncanakan.

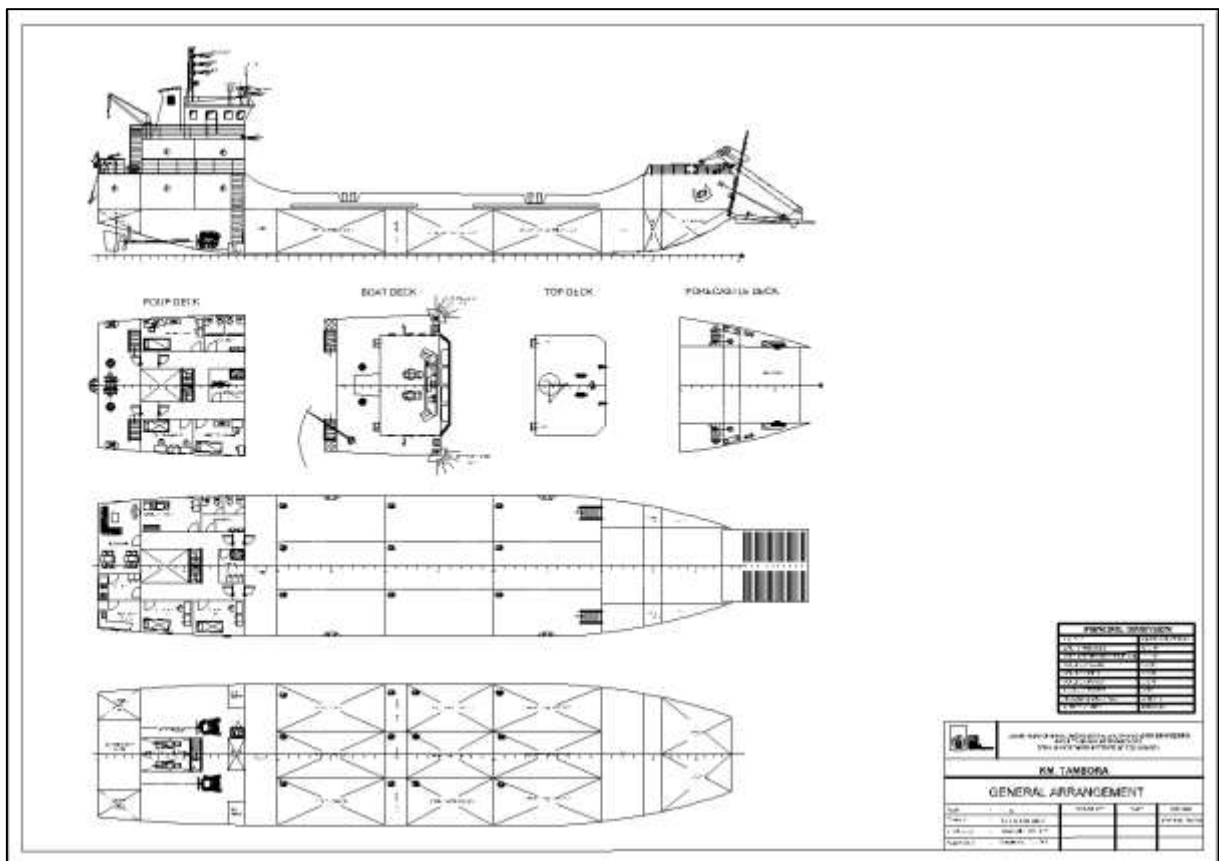
Kapal ini dibuat dari 20 station dimana section 0 berada pada *after perpendicular* (AP) dan station 20 berada pada *fore perpendicular* (FP). Untuk *waterlines* dibuat dengan jumlah 6 dengan jarak antar WL sebesar 0.50 m. untuk *buttock lines* dibuat sebanyak 5 garis sampai lebar terbesar kapal. dari WL, BL, dan *sections* tersebut didapatkan *body plan* yang merupakan proyeksi dengan bidang *vertical* melintang, *sheer plan* yang merupakan proyeksi dengan bidang *vertical* memanjang, *half breadth plan* yang merupakan potongan proyeksi dengan bidang *horizontal*. Gambar VI.2 merupakan rencana garis dari kapal.



Gambar VI. 2 *Lines Plan Multipurpose LCT* hasil optimasi

### I.16. Pembuatan Rencana Umum (*General Arrangement*)

*General arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal. Rencana umum dibuat menyesuaikan dengan rencana garis yang telah dibuat, kapasitas yang dibutuhkan, serta rencana geladak, dimana luasan dan volumenya telah disesuaikan dengan ketentuan yang berlaku. Pembuatan rencana umum juga mengacu pada *General arrangement* dari kapal LCT yang sudah pernah dibangun yaitu dari *website* Raston Shipbuilding (Ratson, 2017). Pembuatan rencana umum berfungsi sebagai dasar untuk membuat detail drawing. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan bantuan *software* AutoCAD 2016. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan *General Arrangement* kapal ini adalah penataan geladak utama yang baik agar memberikan ruang optimal untuk *crew* dan muatan. Kemudian hal yang harus dipertimbangkan juga adalah desain kapal secara keseluruhan. Hal ini berfungsi sebagai kenyamanan *crew* kapal, akses jalan dan juga keamanan. VI.3 adalah gambar rencana umum *multipurpose* LCT.



Gambar VI. 3 *General Arrangement Multipurpose* LCT

### I.17. Pembuatan 3D Model

Setelah dilakukan pembuatan rencana umum, selanjutnya dilakukan pembuatan 3D Model dengan bantuan *software* *Rhinoceros 5*. Pada tahap awal pemodelan 3D, pembuatan

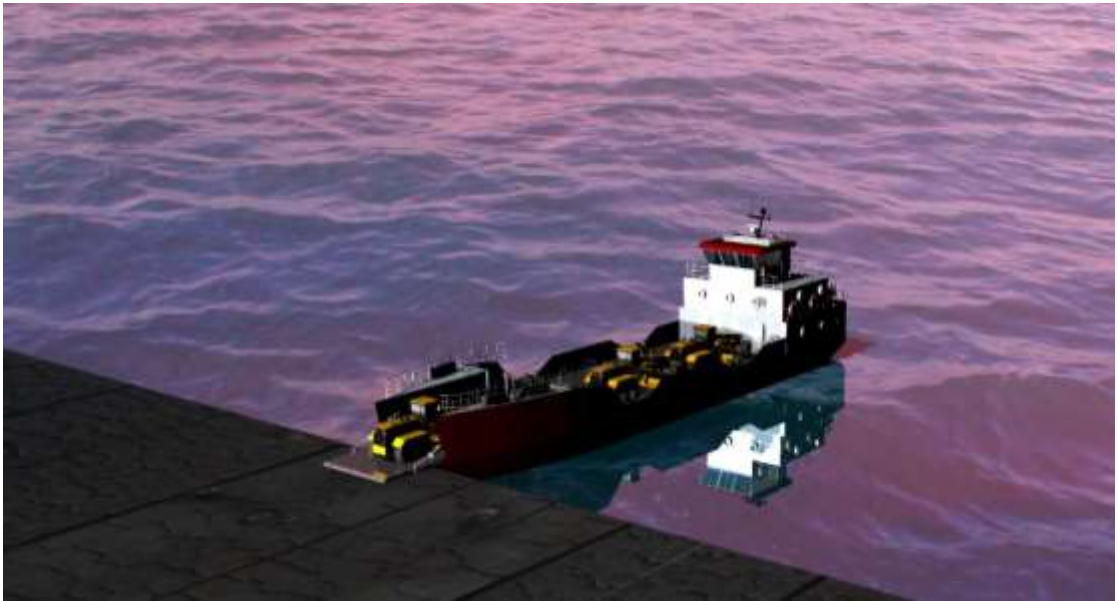
lambung kapal menggunakan bantuan *software Maxsurf Modeler*. Kemudian kapal disesuaikan dengan ukuran utama serta karakteristik *displacement* dan *koefisiennya* sesuai dengan hasil analisis teknis yang telah dilakukan. Setelah itu, hasil pemodelan lambung kapal di *Maxsurf Modeler* diexport ke *software Rhinoceros 5*, untuk memudahkan pemodelan bangunan atas dan detail pada bagian *main deck* dan *navigation deck*. Langkah pertama yaitu dari *maxsurf* di *convert* dalam bentuk file *.3dm* dan kemudian pemodelan lambung kapal dapat diimport ke aplikasi *Rhino 5*. Hasil pemodelan LCT dapat dilihat pada Gambar VI.4, Gambar VI.5 dan Gambar VI.6.



Gambar VI. 4 Pemodelan LCT tampak perpektif dari arah geladak



Gambar VI. 5 Pemodelan LCT tampak perpektif dari arah samping



Gambar VI. 6 Pemodelan 3D LCT secara keseluruhan



Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 1.18. Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis *owner requirement* untuk *multipurpose* LCT di kabupaten kepulauan Mentawai berupa *payload*, rute dan frekuensi pelayaran. *Payload* yang direncanakan yaitu muatan barang dan alat berat. Analisis muatan barang dibagi menjadi 2 yaitu *supply* dan *demand* barang. Berat *payload* untuk *multipurpose* LCT diambil dari nilai yang terbesar dari hasil analisa *payload* yaitu 162 ton. Rute pelayaran yang diambil yaitu rute yang tercepat yang ditempuh kapal adalah Teluk Bayur (Pelabuhan Asal-Sikakap-Sioban-Tuaipejat-Maileppet-Pokai-Teluk Bayur (Pelabuhan Asal) dengan total jarak sebesar 348,95 *nautical miles*. Estimasi lama pelayaran yaitu 1 hari 4 jam 50 menit atau sekitar 29 jam.
2. Program *add-ins* yang dibuat berfungsi untuk melakukan optimisasi global dan lokal di *Microsoft Excel*. Optimisasi global menggunakan metode *artificial neural network* (ANN) sedangkan optimisasi lokal menggunakan metode *generalized reduced gradient* (GRG) dengan bantuan *Solver* yang sudah tersambung dengan *Microsoft Excel*. Pada optimisasi global, program *add ins* mampu melakukan optimisasi sampai dengan 4 variasi variabel. Pada variasi 1 variabel dapat menggunakan nilai *train* dari 5 hingga 1000, variasi 2 variabel dapat menggunakan nilai *train* dari 5 hingga 100, variasi 3 variabel dapat menggunakan nilai *train* dari 5 hingga 20 dan pada variasi 4 variabel nilai *train* dibatasi yaitu 5 hingga 10.
3. Pemodelan optimisasi kapal *multipurpose* LCT menggunakan *microsoft excel* dengan total jumlah *worksheet* adalah 13. Dari program, setelah optimisasi global selesai maka variabel yang memenuhi batasan minimum dan maksimum akan secara otomatis disalin ke *sheet* selanjutnya. Variabel yang memenuhi batasan dapat dijadikan sebagai nilai inisial untuk optimisasi lokal dengan *Solver*. Dari 10000 variasi ukuran utama, terdapat 7 variasi ukuran utama yang memenuhi seluruh batasan optimasi. Variasi variabel ukuran utama pada *train* ke-1012 merupakan nilai variabel yang paling optimum dengan nilai fungsi objektif

terminimum. Fungsi objektif atau biaya pembangunan kapal setelah dilakukan optimisasi lokal adalah Rp. 18.022 200.135,91. Selisih antara nilai fungsi objektif maksimum dan minimum pada gabungan optimasi global dan lokal adalah IDR 3 940 496 487.97 atau sekitar 10%. Perbandingan antara fungsi objektif terminimum optimasi global dengan optimasi global dan lokal yang memenuhi seluruh batasan optimisasi adalah 4.19%. Sedangkan antara fungsi objektif termaksimum optimasi global dengan optimasi global dan lokal yang memenuhi seluruh batasan optimisasi adalah 1.12%.

4. Ukuran utama optimum yang memenuhi seluruh batasan dengan nilai fungsi objektif terminimum adalah sebagai berikut:

Lpp	= 41.16	m
B	= 9.80	m
H	= 3.05	m
T	= 1.72	m.

Dari ukuran utama optimum tersebut dibuat desain rencana garis (*lines plan*), rencana umum (*general arrangement*) dan pemodelan 3D kapal *multipurpose* LCT. Hasil desain dapat dilihat pada Lampiran C.

### **1.19. Saran**

Dibawah ini akan diberikan beberapa saran menegani hasil analisa Tugas Akhir agar kedepannya menjadi lebih baik lagi, adalah sebagai berikut :

1. Perlu dibuat perhitungan pemodelan optimasi dan biaya pembangunan yang lebih detail agar hasil optimasi lebih akurat.
2. Perlu dilakukan *upgrade* untuk program *add ins* yang telah dibuat berupa penambahan metode optimisasi dan jumlah variasi variabel sehingga optimisasi yang dilakukan lebih beragam dan dapat membandingkan metode yang lebih optimal.
3. Perlu dilakukan analisis sistem konstruksi dan perhitungan kekuatan dari *multipurpose* LCT ini.
4. Perlu dilakukan analisis yang lebih detail terhadap estimasi berat *payload multipurpose* LCT.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baidowi, A., & Hasanudin. (2017). Ship Principal Dimension Optimization Using GOLOC Method. *The 2nd International Joint Conference on Advanced Engineering and Technology (IJCAET 2017)*. Bali, Indonesia: ITS.
- BAPPEDA. (2016). *Peraturan Daerah Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah*. Mentawai: Pemerintah Daerah Kabupaten Mentawai.
- BAPPENAS. (2017). *Pembangunan Infrastruktur Mentawai Mendesak*. Diambil kembali dari <http://nasional.republika.co.id/berita/nasional/daerah/17/08/22/ov38xb428-pembangunan-infrastruktur-mentawai-mendesak>
- BKI. (2014). Main Dimension. Dalam B. K. Indonesia, *Volume II: Rules for Hull*. Jakarta.
- Bruns, Rolf. (1991). Consideration About the Design Of A Flexible Cargo/Passenger Ship for Indonesian Interisland Sea Transport. *International Conference On Inter-Island Sea Transport and Offshore Technology*. Ujung Pandang.
- Charlie, Y. (2017). *Excel Solver*. Diambil kembali dari <http://www.engineerexcel.com/excel-solver-solving-method-choose/>
- Dinaspangan. (2017). *Dinas Ketahanan Pangan Kabupaten Kepulauan Mentawai*. Diambil kembali dari <http://dinaspangan.sumbarprov.go.id/details/news/495>
- Dirkzwager, J. (1970). *Grondlegger van de moderne scheepsbouw in Nederland*. Jeiden.
- DISHUB. (2017). *MinangSatu*. Diambil kembali dari Dishub Mentawai Tambah Rute Kapal Padang - Sioban: <http://minangsatu.com/Dishub-Mentawai>
- DITJENPDT. (2016). *Profil & Potensi Daerah Tertinggal: Kabupaten Kepulauan Mentawai*. Diambil kembali dari Direktorat Jenderal Pembangunan Daerah Tertinggal: <http://ditjenpdt.kemendesa.go.id/potensi/district/70-kabupaten-kepulauan-mentawai>
- Gaspar, & Rhodes. (2012). *Handling Complexity Aspects in Conceptual Ship Design*. Glasgow, UK.
- Hasanudin. (2015). *Desain Kapal LCT TNI-AL Menggunakan Metode Optimisasi*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan FTK-ITS.
- Hermawan, Agus Zuldi. (2013). *Analisis Waktu Bongkar Muat Kendaraan di Pelabuhan Merak*. Universitas Indonesia.
- Hornik, K., Stinchcombe, M., & White, H. (1989). Neural Network Volume 2 Issue 5. Dalam *Multilayer feedforward networks are universal approximators*.
- ICTM. (1969). *International Convention on Tonnage Measurement of Ship*.
- IMO. (1988). *International Conference of Load Lines*. (hal. Consolidated edition). London: IMO Publishing.
- IMO. (1989). *International Conference on Tonase Measurement of Ship 1969*. London, UK: IMO.
- IMO. (2002). *Intact Stability Code*. London.
- KEMENHUB. (2015). *KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN DARAT NOMOR: SK.885/AP.005/DRJD/2015*.

- KEMENHUB. (2016). Tata Cara Pengangkutan Kendaraan diatas Kapal. *Peraturan Pemerintah 115*. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. Diambil kembali dari Peraturan Pemerintah 115.
- Komatsu. (2017). *KOMATSU PRODUCTS*. Diambil kembali dari <https://home.komatsu/en/>
- Lamb, Thomas. (2003). Chapter V: The Ship Design Process. Dalam P. A. Gale, *Ship Design and Construction* (hal. 5.1-5.40). New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Lewis, Edward V. (1988). *Principles of Naval Architecture Volume II:*. Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Manning, G. (1956). *The Theory and Technique of Ship Design*. London: The Technology Press of MIT.
- Maps, g. (2017). *Pelabuhan Mentawai*. Diambil kembali dari <https://www.google.co.id/maps/search/pelabuhan+mentawai/>
- Mennen, J. H. (1982). An Approximation Power Prediction Method. *International Shipbuilding Progress Volume 25*.
- Mentawai, B. P. (2017). *BPS Mentawai*. Diambil kembali dari Mentawai Dalam Angka 2017: <https://mentawaikab.bps.go.id/>
- MentawaiKita. (2016, Maret 15). *Mentawai Kita: Untuk Kebangkitan Masyarakat Mentawai*. Diambil kembali dari [www.mentawaikita.com](http://www.mentawaikita.com): <http://www.mentawaikita.com/berita/93/di-mentawai-ongkos-jemput-raskin-lebih-mahal-dibanding-harga-beras.html>
- Multilayer feedforward networks are universal approximators. (t.thn.).
- Ngarasan, R., & Ardo. (2012). *Kitab VBA level satu*. Jakarta: Bumarkin.
- Notoprasetyo, D. D. (2017). *Optimasi Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Underpass Mayjen Sungkono Surabaya*. Surabaya: Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Papanikolau, A. (2014). *Ship Design: Methodologies of Preliminary Design*. Springer.
- Parson, M. (2001). Chapter 11: Parametric Design. Dalam T. Lamb, *Ship Design and Construction Vol. 1 and 2*. Michigan: Department of Naval Architecture and Marine Engineering University of Michigan.
- Puailiggoubat. (2017). Puailiggoubat Edisi 370.
- Puailiggoubat. (2017). Puailiggoubat Edisi 362. *Swasembada Beras di Mentawai Belum Tercapai*, 3-4.
- Ratson. (2017). *Ratson Shipbuilding*. Diambil kembali dari New Landing Craft Tank for Sale: <http://www.ratson.com/>
- Ray, T. (1993). *A Global Optimization Model for Ship Design*. India: Department of Naval Architecture Indian Institute of Technology.
- Riyanto, N. (2012). *Belajar VBA Excel*. Diambil kembali dari Academia: <https://www.academia.edu/>
- Rizky, Soetam. (2007). *Optimalisasi Excel*. Sidoarjo: Thousand Star Press.
- RoyalNavy. (2016). *Royal Marines*. Diambil kembali dari Landing Craft: <https://www.royalnavy.mod.uk/the-equipment/commando/landing-craft>
- Santhosa, J. (2015). *Tribun Bali*. Diambil kembali dari Operasi Kapal LCT Akan Dihentikan, Keamanan di Gilimanuk Dipertebal: <http://bali.tribunnews.com/2015/08/09/operasi-kapal-lct-akan-dihentikan-keamanan-di-gilimanuk-dipertebal>

- Scneekluth. (1998). *Ship design for efficiency and economy-2nd edition*. London: British Library Cataloguing in Publication Data.
- Sentosa, M. (2015). *Pusat Jual Beli Kapal dan Tongkang/Barge*. Diambil kembali dari <http://www.armadalaut.com/2015/09/>
- Smith, R. M. (1967). *Applied Naval Architecture*. New Jersey: Longmans.
- Taggart, R. (1980). *Ship Design and Construction*. New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Troost, L. (1933). *Het Nederlandsche Scheepsbouw Proefstation te Wageningen*. De ingenieur.
- Watson. (1998). Chapter 4: Weight Based Designs. Dalam *Practical Ship Design* (hal. 81-131). London: Elsevier Science Ltd.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design* (Vol. 1). (R. Bhattacharyya, Penyunt.) Oxford: Elsevier.
- Weise, T. (2008). *Global Optimization Algorithms – Theory and Application*. China: Associate Professor of Computer Science, University of Science and Technology of China (USTC).
- Wikipedia. (2017, Mei 09). Diambil kembali dari Landing Craft Tank: <https://id.wikipedia.org/wiki/LCT>
- Wikipedia. (2017, September 24). Diambil kembali dari Visual Basic for Applications: [https://id.wikipedia.org/wiki/Visual\\_Basic\\_for\\_Applications](https://id.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic_for_Applications)
- Wikipedia. (2017). Diambil kembali dari Optimisasi: [www.id.wikipedia.org/wiki/optimasi](http://www.id.wikipedia.org/wiki/optimasi)
- Yeniay, O. (2005). *A comparative study on optimization methods for the constrained nonlinear programming problems*. Turkey: Department of Statistics, Faculty of Science, Hacettepe University.
- Younis, G. (2011). Techno-Economical Optimization for River Nile Container Ships. *Journal Brodo Gadja*, 383-395.

Halaman ini sengaja di kosongkan

**LAMPIRAN A**  
**PEMODELAN OPTIMASI DAN PERHITUNGAN TEKNIS**



## Hasil Optimasi Program: 10000 Kombinasi Ukuran Utama dari variasi 4 variabel

	Variables				Objective Function	Constraints																Variables			
	Lpp	B	H	T		Margin	Deck Area	GT	Freeboard	Initial Gmo	0° to 30°	0° to 40°	30° to 40°	Roll. Period	Maks GZ	Lpp/B	Lpp/H	B/T	H/T	Value	Value2	Min	Max		
	56.00	12.55	5.60	3.00	IDR 38 130 358 187.63	42%	356.72	612.248	2.6	3.21	0.59	1.00	0.41	10.35	55.00	4.46	10.00	4.18	1.87	Tidak Memenuhi		Lpp [m] :	38.08	56.00	
																						B [m] :	9.80	12.55	
																							H [m] :	2.72	5.60
																							T [m] :	1.51	3.39
Train	1	2	3	4	Objective function	Margin	Deck Area	GT	Freeboard	Initial Gmo	0° to 30°	0° to 40°	30° to 40°	Roll. Period	Maks GZ	Lpp/B	Lpp/H	B/T	H/T	Value	Value2	Min	Max		
1	38	9.8	2.72	1.64	IDR 16 531 435 525.19	-9%	242.06	208.30	1.080	3.798	0.474	0.792	0.318	6.448	50.000	3.878	13.971	5.976	1.659	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	placement - Weight [ton] :	-1.00%	1.00%	
2	38	9.8	2.72	1.776	IDR 16 691 557 694.33	-1%	242.06	217.96	0.944	3.481	0.458	0.763	0.306	6.526	50.000	3.878	13.971	5.518	1.532	Tidak Memenuhi	Memenuhi	Deck Area [m2] :	130.00	330.00	
3	38	9.8	2.72	1.912	IDR 16 853 534 279.00	6%	242.06	227.64	0.808	3.209	0.444	0.740	0.296	6.601	50.000	3.878	13.971	5.126	1.423	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	Gross Tonnage :	200.00	300.00	
4	38	9.8	2.72	2.048	IDR 17 017 347 320.34	12%	242.06	237.33	0.672	2.974	0.433	0.721	0.287	6.672	45.000	3.878	13.971	4.785	1.328	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	Freeboard [cm] :	0.67	3.36	
5	38	9.8	2.72	2.184	IDR 17 183 033 292.30	17%	242.06	247.03	0.536	2.767	0.424	0.705	0.281	6.740	45.000	3.878	13.971	4.487	1.245	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	Initial Gmo [m] :	0.23	0.00	
6	38	9.8	2.72	2.32	IDR 17 350 660 485.51	22%	242.06	256.74	0.400	2.585	0.416	0.691	0.275	6.804	45.000	3.878	13.971	4.224	1.172	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	rea 0° to 30° [m.deg] :	0.30	0.00	
7	38	9.8	2.72	2.456	IDR 17 520 315 641.25	26%	242.06	266.47	0.264	2.423	0.410	0.680	0.270	6.864	45.000	3.878	13.971	3.990	1.107	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	rea 0° to 40° [m.deg] :	0.09	0.00	
8	38	9.8	2.72	2.592	IDR 17 692 095 877.41	29%	242.06	276.20	0.128	2.278	0.405	0.671	0.266	6.920	45.000	3.878	13.971	3.781	1.049	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	sa 30° to 40° [m.deg] :	0.14	0.00	
9	38	9.8	2.72	2.728	IDR 17 866 103 730.35	33%	242.06	285.95	-0.008	2.148	0.401	0.663	0.262	6.972	45.000	3.878	13.971	3.592	0.997	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	Rolling Period [Sec] :	5.00	12.00	
10	38	9.8	2.72	2.864	IDR 18 042 444 076.85	36%	242.06	295.71	-0.144	2.029	0.397	0.657	0.260	7.019	45.000	3.878	13.971	3.422	0.950	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	GZ at 30 or greater :	25.00	0.00	
11	38	9.8	3.008	1.64	IDR 17 177 561 364.33	-13%	242.06	208.30	1.368	3.754	0.478	0.801	0.323	6.714	50.000	3.878	12.633	5.976	1.834	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	Lpp/B [m] :	4.00	5.20	
12	38	9.8	3.008	1.776	IDR 17 337 857 505.62	-5%	242.06	217.96	1.232	3.438	0.461	0.771	0.310	6.796	50.000	3.878	12.633	5.518	1.694	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	Lpp/H [m] :	10.00	20.00	
13	38	9.8	3.008	1.912	IDR 17 499 965 818.49	2%	242.06	227.64	1.096	3.166	0.447	0.747	0.300	6.874	50.000	3.878	12.633	5.126	1.573	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	B/T [m] :	3.70	6.00	
14	38	9.8	3.008	2.048	IDR 17 663 881 166.42	9%	242.06	237.33	0.960	2.931	0.435	0.726	0.291	6.948	50.000	3.878	12.633	4.785	1.469	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	H/T [m] :	1.30	2.22	
15	38	9.8	3.008	2.184	IDR 17 829 648 322.08	14%	242.06	247.03	0.824	2.724	0.425	0.709	0.284	7.018	50.000	3.878	12.633	4.487	1.377	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
16	38	9.8	3.008	2.32	IDR 17 997 341 134.52	19%	242.06	256.74	0.688	2.542	0.417	0.694	0.277	7.084	50.000	3.878	12.633	4.224	1.297	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
17	38	9.8	3.008	2.456	IDR 18 167 050 180.02	23%	242.06	266.47	0.552	2.380	0.410	0.682	0.272	7.145	45.000	3.878	12.633	3.990	1.225	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
18	38	9.8	3.008	2.592	IDR 18 338 875 291.57	27%	242.06	276.20	0.416	2.235	0.404	0.672	0.267	7.202	45.000	3.878	12.633	3.781	1.160	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
19	38	9.8	3.008	2.728	IDR 18 512 920 971.85	30%	242.06	285.95	0.280	2.105	0.400	0.663	0.264	7.254	45.000	3.878	12.633	3.592	1.103	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
20	38	9.8	3.008	2.864	IDR 18 689 293 550.49	33%	242.06	295.71	0.144	1.987	0.396	0.656	0.260	7.302	45.000	3.878	12.633	3.422	1.050	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
21	38	9.8	3.296	1.64	IDR 17 820 938 274.92	-17%	242.06	208.30	1.656	3.710	0.479	0.806	0.327	7.058	55.000	3.878	11.529	5.976	2.010	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
22	38	9.8	3.296	1.776	IDR 17 981 407 399.85	-8%	242.06	217.96	1.520	3.394	0.461	0.775	0.314	7.143	50.000	3.878	11.529	5.518	1.856	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
23	38	9.8	3.296	1.912	IDR 18 143 646 831.10	-1%	242.06	227.64	1.384	3.122	0.447	0.749	0.303	7.225	50.000	3.878	11.529	5.126	1.724	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
24	38	9.8	3.296	2.048	IDR 18 307 664 093.95	5%	242.06	237.33	1.248	2.887	0.434	0.728	0.293	7.302	50.000	3.878	11.529	4.785	1.609	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
25	38	9.8	3.296	2.184	IDR 18 473 512 172.95	11%	242.06	247.03	1.112	2.681	0.424	0.710	0.285	7.375	50.000	3.878	11.529	4.487	1.509	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
26	38	9.8	3.296	2.32	IDR 18 641 270 426.35	16%	242.06	256.74	0.976	2.499	0.416	0.694	0.279	7.442	50.000	3.878	11.529	4.224	1.421	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
27	38	9.8	3.296	2.456	IDR 18 811 033 236.34	20%	242.06	266.47	0.840	2.337	0.408	0.681	0.273	7.505	50.000	3.878	11.529	3.990	1.342	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
28	38	9.8	3.296	2.592	IDR 18 982 903 133.23	24%	242.06	276.20	0.704	2.192	0.402	0.670	0.268	7.562	50.000	3.878	11.529	3.781	1.272	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
29	38	9.8	3.296	2.728	IDR 19 156 986 574.81	28%	242.06	285.95	0.568	2.062	0.397	0.661	0.264	7.614	50.000	3.878	11.529	3.592	1.208	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
30	38	9.8	3.296	2.864	IDR 19 333 391 336.27	31%	242.06	295.71	0.432	1.944	0.393	0.653	0.260	7.661	45.000	3.878	11.529	3.422	1.151	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
31	38	9.8	3.584	1.64	IDR 18 461 576 999.98	-21%	242.06	208.30	1.944	3.666	0.477	0.807	0.330	7.514	55.000	3.878	10.603	5.976	2.185	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
32	38	9.8	3.584	1.776	IDR 18 622 218 125.42	-12%	242.06	217.96	1.808	3.349	0.459	0.775	0.316	7.605	55.000	3.878	10.603	5.518	2.018	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
33	38	9.8	3.584	1.912	IDR 18 784 588 067.86	-5%	242.06	227.64	1.672	3.078	0.444	0.748	0.304	7.691	55.000	3.878	10.603	5.126	1.874	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
34	38	9.8	3.584	2.048	IDR 18 948 706 855.37	2%	242.06	237.33	1.536	2.843	0.432	0.726	0.294	7.772	55.000	3.878	10.603	4.785	1.750	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
35	38	9.8	3.584	2.184	IDR 19 114 635 598.13	8%	242.06	247.03	1.400	2.637	0.421	0.707	0.286	7.847	50.000	3.878	10.603	4.487	1.641	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
36	38	9.8	3.584	2.32	IDR 19 282 459 114.65	13%	242.06	256.74	1.264	2.455	0.412	0.691	0.279	7.916	50.000	3.878	10.603	4.224	1.545	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
37	38	9.8	3.584	2.456	IDR 19 452 275 564.12	17%	242.06	266.47	1.128	2.293	0.404	0.677	0.273	7.979	50.000	3.878	10.603	3.990	1.459	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
38	38	9.8	3.584	2.592	IDR 19 624 190 156.46	21%	242.06	276.20	0.992	2.148	0.398	0.666	0.268	8.036	50.000	3.878	10.603	3.781	1.383	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
39	38	9.8	3.584	2.728	IDR 19 798 311 293.39	25%	242.06	285.95	0.856	2.018	0.393	0.656	0.263	8.086	50.000	3.878	10.603	3.592	1.314	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
40	38	9.8	3.584	2.864	IDR 19 974 748 188.42	28%	242.06	295.71	0.720	1.900	0.388	0.647	0.259	8.131	50.000	3.878	10.603	3.422	1.251	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi				
41	38	9.8	3.872	1.64	IDR 19 099 488 256.90	-25%	242.06	208.30	2.232	3.620	0.473	0.803	0.331	8.147	60.000	3.878	9.814								

11050	56	12.55	3.872	2.864	IDR	31 279 684 267.09	52%	356.72	589.65	1.008	3.675756185	0.63176757	1.05157589	0.41980832	7.416555673	50	4.462151	14.46281	4.381983	1.351955	Memenuf	Tidak Memenuhi
11051	56	12.55	4.16	1.64	IDR	30 783 478 887.41	14%	356.72	387.62	2.52	6.704786155	0.831365986	1.39925035	0.56788436	7.072416904	55	4.462151	13.46154	7.652439	2.536585	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11052	56	12.55	4.16	1.776	IDR	30 958 793 468.90	20%	356.72	409.93	2.384	6.15408903	0.793736899	1.33444147	0.54070458	7.144284727	50	4.462151	13.46154	7.066441	2.342342	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11053	56	12.55	4.16	1.912	IDR	31 136 946 888.55	26%	356.72	432.28	2.248	5.681716001	0.761886759	1.27952001	0.51763326	7.21618306	50	4.462151	13.46154	6.563808	2.175732	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11054	56	12.55	4.16	2.048	IDR	31 316 892 515.91	30%	356.72	454.67	2.112	5.272064035	0.734642584	1.2324804	0.49783782	7.287245869	50	4.462151	13.46154	6.12793	2.03125	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11055	56	12.55	4.16	2.184	IDR	31 498 015 518.82	35%	356.72	477.09	1.976	4.913416764	0.711123592	1.19181666	0.48069307	7.356836449	50	4.462151	13.46154	5.746337	1.904762	Memenuf	Tidak Memenuhi
11056	56	12.55	4.16	2.32	IDR	31 679 958 868.54	38%	356.72	499.54	1.84	4.596805213	0.690655536	1.15637597	0.46572043	7.424483299	50	4.462151	13.46154	5.409483	1.793103	Memenuf	Tidak Memenuhi
11057	56	12.55	4.16	2.456	IDR	31 862 524 290.02	42%	356.72	522.03	1.704	4.31524708	0.672713521	1.12526085	0.45254733	7.48983674	50	4.462151	13.46154	5.109935	1.693811	Memenuf	Tidak Memenuhi
11058	56	12.55	4.16	2.592	IDR	32 045 613 679.85	45%	356.72	544.54	1.568	4.063225513	0.65688282	1.09776221	0.44087939	7.552638829	50	4.462151	13.46154	4.841821	1.604938	Memenuf	Tidak Memenuhi
11059	56	12.55	4.16	2.728	IDR	32 229 193 328.14	47%	356.72	567.08	1.432	3.836323809	0.642831405	1.07331234	0.43048094	7.612702005	50	4.462151	13.46154	4.60044	1.524927	Memenuf	Tidak Memenuhi
11060	56	12.55	4.16	2.864	IDR	32 413 271 467.48	50%	356.72	589.65	1.296	3.630964199	0.630290317	1.05145138	0.42116106	7.669893612	50	4.462151	13.46154	4.381983	1.452514	Memenuf	Tidak Memenuhi
11061	56	12.55	4.448	1.64	IDR	31 907 131 015.28	10%	356.72	387.62	2.808	6.658814183	0.833811019	1.40783936	0.57402834	7.355687582	55	4.462151	12.58993	7.652439	2.712195	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11062	56	12.55	4.448	1.776	IDR	32 082 670 035.86	17%	356.72	409.93	2.672	6.108197806	0.795333431	1.34126175	0.54592832	7.431291518	55	4.462151	12.58993	7.066441	2.504505	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11063	56	12.55	4.448	1.912	IDR	32 260 981 359.08	23%	356.72	432.28	2.536	5.635903925	0.762729212	1.28477994	0.52205073	7.506719836	55	4.462151	12.58993	6.563808	2.32636	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11064	56	12.55	4.448	2.048	IDR	32 441 041 982.24	28%	356.72	454.67	2.4	5.226329553	0.734807841	1.23634895	0.50154111	7.581061578	55	4.462151	12.58993	6.12793	2.171875	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11065	56	12.55	4.448	2.184	IDR	32 622 251 192.84	32%	356.72	477.09	2.264	4.867758389	0.710675368	1.19443321	0.48375784	7.652637014	50	4.462151	12.58993	5.746337	1.73667	Memenuf	Tidak Memenuhi
11066	56	12.55	4.448	2.32	IDR	32 804 260 776.21	36%	356.72	499.54	2.128	4.551221527	0.689647471	1.15785725	0.46820978	7.723980718	50	4.462151	12.58993	5.409483	1.917241	Memenuf	Tidak Memenuhi
11067	56	12.55	4.448	2.456	IDR	32 986 878 168.36	39%	356.72	522.03	1.992	4.269736738	0.671191413	1.12570597	0.45451456	7.791696262	50	4.462151	12.58993	5.109935	1.811075	Memenuf	Tidak Memenuhi
11068	56	12.55	4.448	2.592	IDR	33 170 009 087.39	42%	356.72	544.54	1.856	4.017787238	0.65488627	1.09725634	0.44237007	7.856524759	50	4.462151	12.58993	4.841821	1.716049	Memenuf	Tidak Memenuhi
11069	56	12.55	4.448	2.728	IDR	33 353 622 453.19	45%	356.72	567.08	1.72	3.790956394	0.640395058	1.07192952	0.43153446	7.918272485	50	4.462151	12.58993	4.60044	1.630499	Memenuf	Tidak Memenuhi
11070	56	12.55	4.448	2.864	IDR	33 537 728 353.12	48%	356.72	589.65	1.584	3.585666498	0.627444803	1.04925661	0.42181181	7.976804626	50	4.462151	12.58993	4.381983	1.553703	Memenuf	Tidak Memenuhi
11071	56	12.55	4.736	1.64	IDR	33 021 724 908.71	7%	356.72	387.62	3.096	6.612446555	0.833589901	1.41236126	0.57877135	7.706515781	55	4.462151	11.82432	7.652439	2.887805	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11072	56	12.55	4.736	1.776	IDR	33 197 487 188.69	13%	356.72	409.93	2.96	6.061905448	0.794471986	1.3443326	0.54986061	7.786697183	55	4.462151	11.82432	7.066441	2.666667	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11073	56	12.55	4.736	1.912	IDR	33 375 955 741.06	19%	356.72	432.28	2.824	5.589685353	0.761296845	1.28657052	0.52527368	7.866405933	55	4.462151	11.82432	6.563808	2.476987	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11074	56	12.55	4.736	2.048	IDR	33 556 130 955.00	25%	356.72	454.67	2.688	5.180183334	0.732861359	1.23699805	0.50413669	7.944674814	55	4.462151	11.82432	6.12793	2.3125	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11075	56	12.55	4.736	2.184	IDR	33 737 426 119.71	29%	356.72	477.09	2.552	4.821683151	0.708262122	1.1940556	0.48579348	8.020793042	55	4.462151	11.82432	5.746337	2.168498	Memenuf	Tidak Memenuhi
11076	56	12.55	4.736	2.32	IDR	33 919 501 772.17	33%	356.72	499.54	2.416	4.505215969	0.686807574	1.15654931	0.46974174	8.094235909	55	4.462151	11.82432	5.409483	2.041379	Memenuf	Tidak Memenuhi
11077	56	12.55	4.736	2.456	IDR	34 102 171 024.86	37%	356.72	522.03	2.28	4.223799625	0.667959348	1.12354979	0.45559044	8.16461708	55	4.462151	11.82432	5.109935	1.928339	Memenuf	Tidak Memenuhi
11078	56	12.55	4.736	2.592	IDR	34 285 343 397.37	40%	356.72	544.54	2.144	3.971917401	0.651292073	1.09432269	0.44303062	8.231655415	50	4.462151	11.82432	4.841821	1.82716	Memenuf	Tidak Memenuhi
11079	56	12.55	4.736	2.728	IDR	34 468 990 427.35	43%	356.72	567.08	2.008	3.745152725	0.636465204	1.06828013	0.43181493	8.295151303	50	4.462151	11.82432	4.60044	1.73607	Memenuf	Tidak Memenuhi
11080	56	12.55	4.736	2.864	IDR	34 653 124 049.52	45%	356.72	589.65	1.872	3.539927949	0.623202884	1.0449459	0.42174301	8.354969397	50	4.462151	11.82432	4.381983	1.653631	Memenuf	Tidak Memenuhi
11081	56	12.55	5.024	1.64	IDR	34 127 329 354.55	3%	356.72	387.62	3.384	6.565734642	0.830720091	1.41284554	0.58212545	8.151549738	60	4.462151	11.1465	7.652439	3.063415	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11082	56	12.55	5.024	1.776	IDR	34 303 313 720.95	10%	356.72	409.93	3.248	6.015263847	0.791168339	1.34368074	0.5525124	8.237492577	60	4.462151	11.1465	7.066441	2.828829	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11083	56	12.55	5.024	1.912	IDR	34 481 938 831.13	16%	356.72	432.28	3.112	5.543112681	0.757602963	1.2849144	0.52731144	8.322516417	60	4.462151	11.1465	6.563808	2.627615	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11084	56	12.55	5.024	2.048	IDR	34 662 228 232.35	22%	356.72	454.67	2.976	5.133678262	0.728813323	1.2344452	0.50563187	8.405581659	55	4.462151	11.1465	6.12793	2.453125	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11085	56	12.55	5.024	2.184	IDR	34 843 609 098.35	26%	356.72	477.09	2.84	4.775244412	0.703890364	1.19069526	0.4868049	8.485925309	55	4.462151	11.1465	5.746337	2.300366	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11086	56	12.55	5.024	2.32	IDR	35 025 750 655.76	31%	356.72	499.54	2.704	4.458842363	0.682138211	1.15245675	0.47031854	8.56298628	55	4.462151	11.1465	5.409483	2.165517	Memenuf	Tidak Memenuhi
11087	56	12.55	5.024	2.456	IDR	35 208 471 659.10	34%	356.72	522.03	2.568	4.177490013	0.663015134	1.11878936	0.45577423	8.636354648	55	4.462151	11.1465	5.109935	2.045603	Memenuf	Tidak Memenuhi
11088	56	12.55	5.024	2.592	IDR	35 391 685 409.49	38%	356.72	544.54	2.432	3.925670708	0.646093108	1.08895018	0.44285707	8.705736246	55	4.462151	11.1465	4.841821	1.938272	Memenuf	Tidak Memenuhi
11089	56	12.55	5.024	2.728	IDR	35 575 366 050.41	41%	356.72	567.08	2.296	3.698967933	0.631029467	1.06234443	0.43131496	8.770927297	55	4.462151	11.1465	4.60044	1.841642	Memenuf	Tidak Memenuhi
11090	56	12.55	5.024	2.864	IDR	35 759 527 356.53	43%	356.72	589.65	2.16	3.493804095	0.617546634	1.03849031	0.42094367	8.831795785	50	4.462151	11.1465	4.381983	1.75419	Memenuf	Tidak Memenuhi
11091	56	12.55	5.312	1.64	IDR	35 224 012 814.08	-1%	356.72	387.62	3.672	6.518698832	0.825214043	1.40931304	0.584099	8.735315515	65	4.462151	10.54217	7.652439	3.239024	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11092	56	12.55	5.312	1.776	IDR	35 400 218 100.60	7%	356.72	409.93	3.536	5.968293882	0.785433535	1.33932468	0.55389115	8.828779525	60	4.462151	10.54217	7.066441	2.990991	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11093	56	12.55	5.312	1.912	IDR	35 578 999 100.31	13%	356.72	432.28	3.4	5.496207269	0.751656641	1.27982684	0.5281702	8.920613866	60	4.462151	10.54217	6.563808	2.775243	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11094	56	12.55	5.312	2.048	IDR	35 759 402 286.80	19%	356.72	454.67	3.264	5.086836166	0.722670378	1.22870165	0.50603127	9.009682285	60	4.462151	10.54217	6.12793	2.59375	Tidak Mer	Tidak Memenuhi
11095	56	12.55	5.312	2.184	IDR	35 940 868 602.05	24%	356.72	477.09	3.128	4.728464458	0.697563933	1.18435881	0.48679488	9.095153396	60	4.462151	10.54217	5.746337	2.432234	Tidak Mer	



## Hasil Optimasi Global dan Optimasi Global+Lokal

### REKAP OPTIMASI

Optimasi Global - ANN						Optimasi Global (ANN) - Lokal (GRG)					
Train	Variabel 1 (Lpp)	Variable 2 (B)	Variable 3 (H)	Variabel 4 (T)	Objective function	Train	Variabel 1 (Lpp)	Variable 2 (B)	Variable 3 (H)	Variabel 4 (T)	Objective function
1012	39.8	9.8	3.584	1.776	IDR 19 597 862 902.62	1	39.20	9.80	3.78	2.00	IDR 19 598 662 949.30
1033	39.8	9.8	3.584	1.912	IDR 19 998 763 607.15	2	41.59	10.29	4.16	1.94	IDR 21 962 696 623.88
2043	41.6	9.8	3.872	1.912	IDR 20 331 524 653.27	3	41.16	9.8	3.05	1.72	IDR 18 022 200 135.91
2232	41.6	10.35	3.584	1.776	IDR 20 421 213 656.24	4	39.20	9.80	3.92	2.04	IDR 19 972 048 230.03
2253	41.6	10.35	4.16	1.912	IDR 22 040 538 756.11	5	39.20	9.80	3.92	2.04	IDR 19 972 048 210.23
3242	43.4	10.35	3.872	1.776	IDR 21 659 493 017.66						
3342	43.4	10.625	3.872	1.776	IDR 22 458 228 012.60						
<b>Optimasi Global - ANN</b>						<b>OOptimasi Global (ANN) + Lokal (GRG)</b>					
<b>Variables</b>						<b>Variables</b>					
	<b>Min</b>			<b>Max</b>			<b>Min</b>			<b>Max</b>	
Lpp [m]:	38.08		39.80	56.00		Lpp [m]:	38.08		41.16	56.00	
B [m]:	9.80		9.80	12.55		B [m]:	9.80		9.80	12.55	
H [m]:	2.7		3.58	5.6		H [m]:	2.7		3.05	5.6	
T [m]:	1.5		1.78	3.4		T [m]:	1.5		1.72	3.4	
<b>Constraints</b>						<b>Constraints</b>					
	<b>Min</b>			<b>Max</b>			<b>Min</b>			<b>Max</b>	
Displacement - Weight [ton]:	-0.50%		0.45%	0.50%		Margin (Displacement - Weight) [ton]:	-0.50%		0.37%	0.50%	
Deck Area [m2]:	133.23		253.53	333.07		Deck Area [m2]:	133.23		262.19	333.07	
Gross Tonage :	200.0		227.11	300.0		Gross Tonage :	200.0		229.67	300.0	
Freeboard (cm) :	0.3		1.232	1.6		Freeboard (cm) :	0.3		1.33	1.6	
Initial Gmo [m]:	0.23		3.48	-		Initial Gmo [m]:	0.23		3.62	-	
Area 0° to 30° [m.deg]:	0.30		0.47	-		Area 0° to 30° [m.deg]:	0.30		0.48	-	
Area 0° to 40° [m.deg]:	0.1		0.78	-		Area 0° to 40° [m.deg]:	0.1		0.80	-	
Area 30° to 40° [m.deg]:	0.1		0.31	-		Area 30° to 40° [m.deg]:	0.1		0.32	-	
Rolling Period [Sec]:	5.00		6.74	12.00		Rolling Period [Sec]:	5.00		6.71	12.00	
Maks. GZ at 30 or greater :	25.00		50	-		Maks. GZ at 30 or greater :	25.00		50	-	
Lpp/B [m]:	4		4.06	5.2		Lpp/B [m]:	4		4.20	5.2	
Lpp/H [m]:	10		13.23	20		Lpp/H [m]:	10		13.50	20	
B/T [m]:	3.7		5.52	6		B/T [m]:	3.7		5.70	6	
H/T [m]:	1.3		1.69	2.22		H/T [m]:	1.3		1.77	2.22	
<b>Optimasi Global</b>						<b>Optimasi Global +Lokal</b>					
OF terminimum:	IDR		19 597 862 902.62			OF terminimum:	IDR		18 022 200 135.91		
OF termaksimum:	IDR		22 458 228 012.60			OF termaksimum:	IDR		21 962 696 623.88		
Selisih:	IDR		2 860 365 109.97			Selisih:	IDR		3 940 496 487.97		
			7%						10%		
Selisih Nilai OF terminimum:			IDR 1 575 662 766.72						4.19%		
Selisih Nilai OF termaksimum:			IDR 495 531 388.72						1.12%		



## KAPAL PEMBANDING

### Estimasi Payload

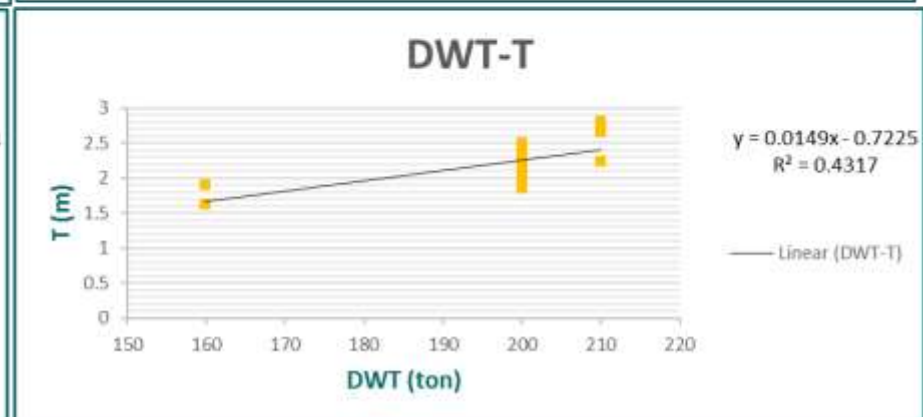
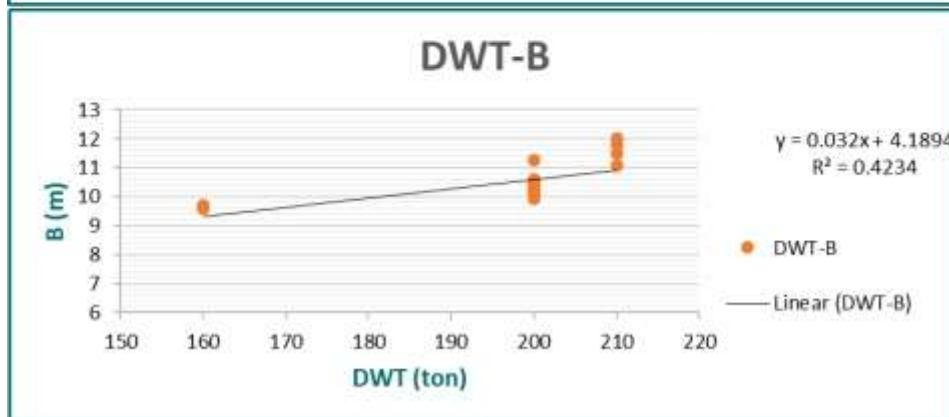
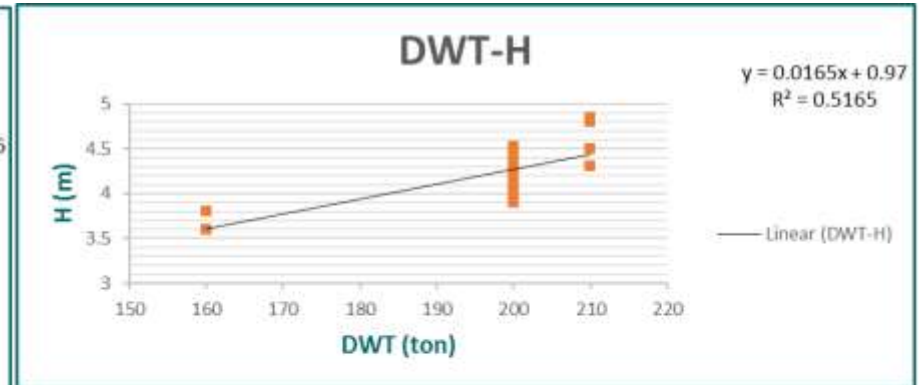
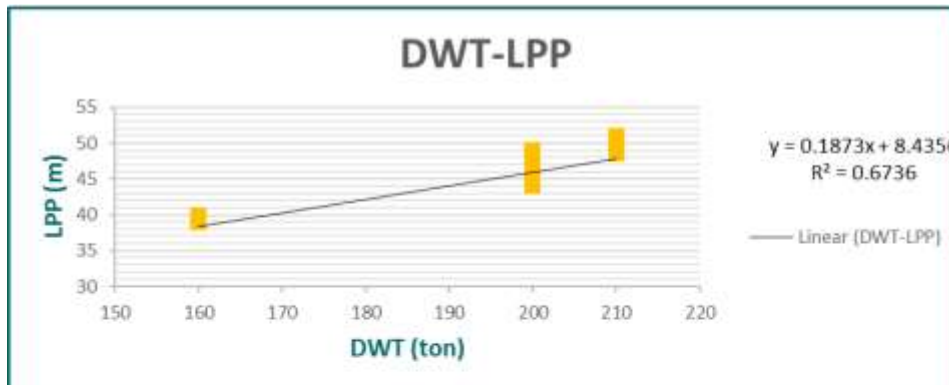
	Type Kapal :	Landing Craft	Margin DWT :	35.64	ton								
	Payload :	162	ton	Max :	213.84	ton							
	DWT :	178.2	ton	Min :	142.56	ton							

NO	SHIP NAME	DWT	YEAR BUILT	CLASS	VS (Knot)	LPP (m)	BREADTH (m)	DEPTH (m)	DRAFT (m)	LPP/B	LPP/H	B/T	H/T
1	BALIKPAPAN CLASS	210	2011	NK	10	48.5	11.5	4.3	2.23	4.22	11.28	5.16	1.93
2	SINAR HARAPAN MAKM	200	2006	BKI	8	44	10.15	4.4	2.3	4.33	10.00	4.41	1.91
3	NA-LCT154	160	2006	BKI	12	39.8	9.7	3.6	1.62	4.10	11.06	5.99	2.22
4	CERIEF	200	2009	BKI	12	49	11.25	3.92	1.95	4.36	12.50	5.77	2.01
5	MARTABAN-3	210	2008	BKI	10	51	12	4.85	2.8	4.25	10.52	4.29	1.73
6	PERINTIS	200	2013	BKI	11	47	10.55	4.3	2.32	4.45	10.93	4.55	1.85
7	SAMARINDA	200	2015	BKI	8	45	10.3	3.9	1.85	4.37	11.54	5.57	2.11
8	LAKSAMANA PERWIRA	200	2005	BKI	6	45.23	10.44	4.52	2.5	4.33	10.01	4.18	1.81
9	BANJAR	200	2012	BKI	8	46	10.31	4.32	2.25	4.46	10.65	4.58	1.92
10	ZHOUYANG	210	2012	BKI	12	48.7	11.08	4.5	2.65	4.40	10.82	4.18	1.70
11	SUNNY A	200	2009	NK	6.8	44.2	10.25	4.3	2.3	4.31	10.28	4.46	1.87
12	AMARCO 9	200	2014	BKI	6	44.05	10.2	4.2	2.18	4.32	10.49	4.68	1.93
13	ANUGERAH CIPTA	200	2006	BKI	8	44	10.01	4.2	2.15	4.40	10.48	4.66	1.95
14	AL JAHRA	210	2009	BKI	8	50.85	11.8	4.8	2.75	4.31	10.59	4.29	1.75
15	SIGAVOU	200	2012	NK	10	46	10.6	4.02	2	4.34	11.44	5.30	2.01
16	BUTT	200	2005	NK	9	44.05	10.19	4.05	1.9	4.32	10.88	5.36	2.13
17	KARYA LESTARI	200	2014	NK	8	44	9.92	4.15	2.15	4.44	10.60	4.61	1.93
18	DAYA LESTARI	200	2008	BKI	6	46	10.4	4.5	2.46	4.42	10.22	4.23	1.83
19	WEIFANG	200	2006	BKI	10	44	10.1	4.2	2.15	4.36	10.48	4.70	1.95
20	JC ONE	160	2015	BKI	8	39	9.6	3.8	1.9	4.06	10.26	5.05	2.00

#### Rasio Ukuran Utama

	Lpp/Bmin:	4.06	[m]	Lpp/Bmax:	4.46	[m]
	Lpp/Hmin:	10.00	[m]	Lpp/Hmax:	12.50	[m]
	B/tmin:	4.18	[m]	B/Tmax:	5.99	[m]
	H/Tmin:	1.70	[m]	H/Tmax:	2.22	[m]

## REGRESI PERBANDINGAN UKURAN UTAMA KAPAL PEMBANDING







Main Sheet					
Nama Kapal :		Multipurpose Landing Craft Tank			
Objective Function					
Biaya Pembangunan (Investment) :		IDR	18 022 200 135.91		
Variables					
	Min			Max	
Length between perpendiculars [m] :	38.08	41.16		56.00	
Breadth moulded [m] :	9.80	9.80		12.55	
Depth moulded [m] :	2.7	3.05		5.6	
Draught moulded [m] :	1.5	1.72		3.4	
Constraints					
	Min			Max	
Margin (Displacement - Weight) [ton]:	-1.00%	1.44%		1.00%	
Deck Area [m2]:	130.00	262.189		330.00	
Gross Tonnage :	200.0	229.67		300.0	
Freeboard (cm) :	0.3	1.33		1.6	
Initial Gmo [m]:	0.23	3.62		0.00	
Area 0° to 30° [m.deg]:	0.30	0.48		0.00	
Area 0° to 40° [m.deg]:	0.1	0.80		0.0	
Area 30° to 40° [m.deg]:	0.1	0.32		0.0	
Rolling Period [Sec]:	5.00	6.71		12.00	
Maks. GZ at 30 or greater :	25.00	50.00		0.00	
Lpp/B [m]:	4	4.20		5.2	
Lpp/H [m]:	10	13.50		20	
B/T [m]:	3.7	5.70		6	
H/T [m]:	1.3	1.77		2.22	
Parameter					
Lama Pelayaran :	348.95 nm				
Speed :	10 knot				
Alat Berat :	8 unit				
Truk Barang :	12 unit				
Main Dimensions					
Length of Waterline [m] :	42.81	Lpp/B [m]:	4	4.20	5.2
Length between perpendiculars [m] :	41.2	Lpp/H [m]:	10	13.5	20
Breadth moulded [m] :	9.8	B/T [m]:	3.7	5.7	8
Depth moulded [m] :	3.1	H/T [m]:	1.3	1.8	2.22
Draught moulded [m] :	1.7				
Speed (Knots) :	10				
Crew dan Consumable					
					Mass (ton)
Berat Crew Kapal & Effect (8 orang)	0.17 t/person				1.00
Berat Provision	0.01 t/(person • day)				0.01
Berat Bahan Bakar (Fuel Oil)	SFR • MCR • range/speed •(1+ margin)				0.38
Berat Lube oil	SFR • MCR • range/speed •(1+ margin)				0.01
Berat Fresh Water	0.17 t/(person • day)				0.79
	<b>Total Berat</b>				<b>2.19</b>

Estimasi Building Cost				
No.	Item	Value	Unit	
1	<b>Baja Kapal (Hull + Deck)</b>			
	Berat Baja Kapal	249.73	ton	
	Cst	2 906.89		
	Pst (US \$)	725 947.42	USD	
	<b>Total Harga Baja Kapal</b>	<b>9 437 316 407.74</b>	Rp	
2	<b>Equipment dan Outfitting</b>			
	Berat E&O Kapal	49.59	ton	
	CE&O	9 844.61		
	PE&O (US \$)	488 188.77	USD	
	<b>Total Harga Baja Kapal</b>	<b>6 346 454 017.33</b>	Rp	
3	<b>Permesinan</b>			
	Berat Permesinan Kapal	5.92	ton	
	CME	17 931.44		
	PME (US \$)	106 171.52	USD	
	<b>Total Harga Baja Kapal</b>	<b>1 380 229 704.36</b>	Rp	
4	<b>Biaya Non Berat</b>			
	PNW	CNW.PST+PE&O+PME	ton	
	CNW	66 015.39	ton	
	<b>Total Harga Non Weight</b>	<b>858 200 006.47</b>	USD	
<b>TOTAL BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL</b>		<b>IDR</b>	<b>18 022 200 135.91</b>	
<b>Estimasi Payload</b>				
Payload	162	ton	Margin DWT	35.64 ton
DWT	178.2	ton	Max	213.84 ton
			Min	142.56 ton
Endurance	348.95	nm		
Jam layar	4	jam		
	0.1666667	hari		

PERHITUNGAN ESTIMASI BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL			
Practical Ship Design - Watsons, 1998			
Kurs Dollar:	IDR	13 000.00	
Regresi Estimasi Harga baja kapal (Watson, 1998)			
<b>Y = a X4 + b X3+ c X2 + d X + e</b>			
a:	0		
b:	-0.000000001		
c:	0.000029		
d:	-0.380		
e:	3972.11		
Regresi Estimasi Harga E&O kapal (Watson, 1998)			
<b>Y = a X4 + b X3+ c X2 + d X + e</b>			
a:	0		
b:	-0.0000001		
c:	0.00048		
d:	-3.157		
e:	18440.7		
Regresi Estimasi Harga Permesinan kapal (Watson, 1998)			
<b>Y = a X4 + b X3+ c X2 + d X + e</b>			
a:	-1E-10		
b:	-2.814E-07		
c:	0.004195972		
d:	-11.60435515		
e:	20016.9		
<b>Estimasi Building Cost</b>			
No.	Item	Value	Unit
1	<b>Baja Kapal (Hull + Deck)</b>		
	Berat Baja Kapal	249.73	ton
	Cst	2906.89	
	Pst (US \$)	\$ 725 947.42	USD
	<b>Total Harga Baja Kapal</b>	<b>IDR 9 437 316 407.74</b>	Rp
2	<b>Equipment dan Outfitting</b>		
	Berat E&O Kapal	49.59	ton
	CE&o	9844.614362	
	PE&O (US \$)	\$ 488 188.77	USD
	<b>E&amp;O</b>	<b>IDR 6 346 454 017.33</b>	Rp
3	<b>Permesinan</b>		
	Berat Permesinan Kapal	5.92	ton
	CME	17931.438	
	PME (US \$)	\$ 106 171.52	USD
	<b>Total Harga Baja Kapal</b>	<b>IDR 1 380 229 704.36</b>	Rp
4	<b>Biaya Non Berat</b>		
	PNW	CNW.PST+PE&O+PME	USD
	CNW	\$ 66 015.39	
	<b>Total Harga Non Weight</b>	<b>\$ 858 200 006.47</b>	USD
<b>TOTAL BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL</b>		<b>IDR</b>	<b>18 022 200 135.91</b>

## Main Dimensions

Owner Requirement			
Ship Type	=	Landing Craft	
Payload	=	162 ton	
Vs	=	10 knot	

Unit Conversion			
$\rho_{\text{air laut}}$	=	1.025	ton/m <sup>3</sup>
	=	1025	kg/m <sup>3</sup>
1 knot	=	1852	m/hour
	=	0.514444444	m/s
1 m	=	3.280839895	ft
1 ft	=	0.3048	m
1 kW	=	1.3596	HP

ukuran utama kapal			
L <sub>PP</sub>	=	41.16	m
B	=	9.8	m
H	=	3.05	m
T	=	1.72	m
Vs	=	10	knot
	=	5.144444	m/s

External Factor			
gravity	=	9.81	m/s <sup>2</sup>
suhu air laut	=	77	°F
$\theta$	=	0.000010145	ft <sup>2</sup> /s
	=	9.42501E-07	m <sup>2</sup> /s

Batasan diambil dari perbandingan ukuran utama 20 kapal LCT pembeding sebagai acuan

### Batasan Rasio Ukuran Utama Kapal LCT

L <sub>pp</sub> /B:	4.06	~	4.46	[m]	Memenuhi Batasan
L <sub>pp</sub> /H:	10.00	~	20.00	[m]	Memenuhi Batasan
B/T:	3.70	~	6.50	[m]	Memenuhi Batasan
H/T:	1.30	~	2.22	[m]	Memenuhi Batasan

### Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

Panjang Garis Air (L)			
L <sub>WL</sub>	=	104% x L <sub>PP</sub>	
	=	42.8064	m

### Perhitungan Froude Number

<b>Fn</b>	=	$v / \sqrt{(g L)}$		Fn <sup>3</sup>	=	0.015822
	=	0.251		$\sqrt{Fn}$	=	0.501043

### Koefisien Blok (Watson & Gilfillan)

<b>C<sub>B</sub></b>	=	$- 4.22 + 27.8 \sqrt{Fn} - 39.1 Fn + 46.6 Fn^3$	
	=	0.6305	(Parametric Ship Design hal. 11-12)

### Koefisien Luas Midship (Series '60)

<b>C<sub>M</sub></b>	=	$0.977 + 0.085 (C_B - 0.60)$	(Parametric Ship Design hal. 11-12)
	=	0.980	

### Koefisien Prismatic

<b>C<sub>x</sub></b>	=	C <sub>M</sub>	(Parametric Ship Design hal. 11-10)
<b>C<sub>P</sub></b>	=	C <sub>B</sub> /C <sub>x</sub>	
	=	0.644	

Koefisien Bidang Garis Air				
$C_{WP}$	=	$0.18 + 0.86 \cdot C_p$		(Parametric Ship Design hal. 11-16)
	=	0.733		
Longitudinal Center of Bouyancy				
LCB (%)	=	$-13.5 + 19.4 C_p$		(Parametric Ship Design hal. 11 - 19 )
	=	-1.014	% LCB	
<hr style="border-top: 1px dashed blue;"/>				
LCB dari M	=	$LCB \% \cdot L_{wl} / 100$		
	=	-0.434	m dari M	
LCB dari FP	=	$0.5 \cdot L_{pp} - LCB_M$		
	=	21.014	m dari FP	
Volume Displasemen				
V	=	$L_{wl} \cdot B \cdot T \cdot C_b$		
	=	454.904	m <sup>3</sup>	
Displasemen				
$\Delta$	=	$L_{wl} \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot \rho$		
	=	466.276	ton	

<b>Hambatan dan Daya Mesin</b>			
(J. Holtrop and G. G. Mennen, 1982)			
<b>Main dimensions</b>			
<b>Ukuran Utama</b>		<b>Asumsi</b>	
LPP :	41.2	m	air laut
LWL :	42.8	m	77 °F
B :	9.8	m	1 m
H :	3.1	m	3.2808399
T :	1.7	m	1 ft
			0.3048
			Ø
			1.0145E-05
			9.425E-07
			m <sup>2</sup> /s
<b>Koefisien dan Ukuran Lainnya</b>		<b>Koreksi</b>	
C <sub>B</sub> :	0.630	Fn	= 0.251
C <sub>M</sub> :	0.630	Vs	= 10 knot
C <sub>P</sub> :	0.644		= 5.14 m/s
C <sub>WP</sub> :	0.733	g	= 9.81 m/s <sup>2</sup>
		LCB	= -1.014 %
		ρ	= 1.025 ton/m <sup>3</sup>
		V	= 454.903604 m <sup>3</sup>
		Δ	= 466.276194 ton/m <sup>3</sup>
<b>Viscous Resistance</b>			
Calculate viscosity and rho of fresh water :		7.990E-07 m <sup>2</sup> /s	9.955E+02 kg/m <sup>3</sup>
Calculate viscosity and rho of sea water :		8.472E-07 m <sup>2</sup> /s	1.022E+03 kg/m <sup>3</sup>
Viscosity :		8.472E-07 m <sup>2</sup> /s	1.022E+03 kg/m <sup>3</sup>
<b>c</b>			
<b>1 + 0,011 · Cstern</b>			
cstern = -25	untuk pram dengan gondola		
cstern = -10	untuk potongan bentuk V		
cstern = 0	untuk bentuk potongan normal		
cstern = +10	untuk potongan bentuk U dengan stern Hogner		
<b>Type of Appendages</b>		<b>Value of 1 + k<sub>2</sub></b>	
Rudder of single screw ship		1.3 to 1.5	
Spade-type rudders of twin-screw ships		2.8	
Skeg-rudders off twin-screw ships		1.5 to 2.0	
Shaft brackets		3	
Bossings		2	
Bilge keel		1.4	
Stabilizer fins		2.8	
Shafts		2	
Sonar dome		2.7	
<b>1. Viscous Resistance</b>			
<b>CF<sub>0</sub></b>			
Rn	=	angka reynolds	
	=	$v \cdot Lwl / \nu$	
	=	<b>2.59939E+08</b>	
CF <sub>0</sub>	=	koefisien tahanan gesek	( PNA vol 2 hal 90 )
	=	$CF = 0,075 / (\log Rn - 2)^2$	
	=	<b>0.00182</b>	
<b>2. Resistance Appendages</b>			
1+k <sub>1</sub>	=		
C	=	<b>1 + (0.011 · Cstern)</b>	
C <sub>stern</sub>	=	0	; lihat tabel diatas
C	=	1	( PNA vol 2 hal 91 )
<b>Length of run</b>			
L <sub>R</sub> /L	=	<b>1 - C<sub>P</sub> + 0,06 · C<sub>P</sub> · LCB / (4 · C<sub>P</sub> - 1)</b>	
	=	0.332	( PNA vol 2 hal 91 )
Lr Calc.	=	14.192	m
Lr	=	<b>14.19152155</b>	m
L <sup>3</sup> /V	=	<b>172.4275824</b>	

$1+k_1$	=	$0,93 + 0,4871.c.(B/L)^{1,0681} \cdot (T/L)^{0,4611} \cdot (L/L_R)^{0,1216} (L^3/V)^{0,3649} (1-CP)^{-0,6042}$					
	=	1.102					( PNA vol 2 hal 91 )
$1+k_2$	=	lihat di tabel					
	=	1.5					( PNA vol 2 hal 92 )
<b>Wetted Surface Area (S)</b>							
$A_{BT}$	=	0					; tanpa bulb
	=	0					$m^2$ ( PNA vol 2 hal 92 )
	$C_m^{0,5}$ :	0.794013844					-0,003467*B/T: -0.019753837
	$0,4425 \cdot C_b$ :	0.278977658					$0,3696 \cdot C_{wp}$ : 0.271098353
	$-0,2862 \cdot C_m$ :	-0.180437075					$2,38 A_{BT}/C_b$ : 0
S	=	Wetted Surface Area					
	=	$0,4425 \cdot C_b - 0,2862 C_m - 0,003467 B/T + 0,3696 C_{wp} + 2,38 A_{BT}/C_b$					
S	=	361.3084868					$m^2$ ( PNA vol 2 hal 91 )
Rudder area	=	$C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot ((1.75 \cdot L_{pp} \cdot T) / 100)$					
	=	2.230					$m^2$
Bilge keel area	=	8.067					$m^2$ ( BKI Vol. II hal 14-1 )
$S_{app}$	=	Srudder + Sbilgekeel					
	=	10.297					$m^2$
$S_{total}$	=	S + $S_{app}$					
	=	371.606					$m^2$
$1 + K$	=	$1 + k_1 + [1 + k_2 - (1 + k_1)] \cdot S_{app}/S_{tot}$					
	=	1.112628751					( PNA vol 2 hal 92 )
<b>3. Wave Making Resistance</b>							
<b><math>C_1</math></b>							
B/LWL :	=	0.229					
$C_4$	=	0.140					For B/L ; $\leq$ 0.11
$C_4$	=	0.229					For B/L ; 0.11 $\leq$ 0.25
$C_4$	=	0.227					For B/L ; $\leq$ 0.25
Required	=	0.228937729					
$T_a$	=	1.7					m
$T_f$	=	1.7					m
$i_E$	=	$125.67 B/L - 162.25 C_p^2 + 234.32 C_p^3 + 0.1551 (LCB + 6.8 (T_a - T_f)/T)^3$					
	=	23.59779455					
							$C_4^3,7861$ : 0.00376553
d	=	-0.9					$(T/B)^{1,0796}$ : 0.15280897
$C_1$	=	$2223105 C_4^{3,7861} (T/B)^{1,0796} (90 - i_E)^{-1,3757}$					$(90-i_e)^{-1,3757}$ : 0.00311332
	=	3.982522887					( PNA vol 2 hal 92 )
<b><math>m_1</math></b>							
$C_5$	=	$1.7301 - 0.7067 \cdot CP$					( PNA vol 2 hal 92 )
	=	1.7301					
$V^{1/3}/L$	=	0.179665388					
$m_1$	=	$0.01404 L/T - 1.7525 V^{1/3}/L - 4.7932 B/L - C_5$					
	=	-2.792888232					
L/B	=	4.368					
$\lambda$	=	0.799597555					L/B $\leq$ 12
	=	0.570637555					L/B $\geq$ 12
	=	0.799597555					

m <sub>2</sub>							
L <sup>3</sup> /∇	=	168.2220316					
C <sub>6</sub>	=	-1.69385					; untuk LWL <sup>3</sup> /V ≤ 512
	=	-4.243688642					; untuk 512 ≤ LWL <sup>3</sup> /V ≤ 1727
	=	0					; untuk LWL <sup>3</sup> /V ≥ 1727
	=	-1.69385					
m <sub>2</sub>	=	C <sub>6</sub> · 0.4e <sup>-0.034Fn - 3.29</sup>				Fn <sup>-3,29</sup> :	94.36777885
	=	-0.027384143					0.040417013
( PNA vol 2 hal 92 )							
C <sub>2</sub>							
C <sub>2</sub>	=	1					; tanpa bulb ( PNA vol 2 hal 92 )
C <sub>3</sub>							
A <sub>T</sub>	=	0					
C <sub>3</sub>	=	1 - 0.8 A <sub>T</sub> /(BTC <sub>M</sub> )					
	=	1					( PNA vol 2 hal 93 )
Fn <sup>d</sup>	=	3.46916804		λFn <sup>2</sup>	=	12.68738758	-9.71618247
m1Fn <sup>d</sup>	=	-9.688998605		m2cos(λFn <sup>2</sup> )	=	-0.02718387	Exp: 0.000602998
RW/W	=						
	=	C <sub>1</sub> · C <sub>2</sub> · C <sub>3</sub> · e <sup>(m1Fn<sup>d</sup> + m2 cos (λ · Fn<sup>2</sup>))</sup>					
	=	2.40E-03					( PNA vol 2 hal 93 )
RW	=	10948.077					
4. Air Resistance							
C <sub>A</sub>							
T/LWL	=	0.040180908					; untuk T/LWL > 0,04
C <sub>A</sub>	=	0,006 (LWL + 100) <sup>-0,16</sup> - 0,00205					
	=	0.000821781					( PNA vol 2 hal 93 )
C <sub>v</sub>	=	0.00284963					
5. Bouyancy							
W	=	1,025 · ∇ · g					
	=	4574.169461		kN			
6. Total Resistance							
R <sub>total</sub>	=	½ · ρ · v <sup>2</sup> · S <sub>tot</sub> [ C <sub>F</sub> (1 + k) + C <sub>A</sub> ] + RW/W · W					
	=	25263.15		N			( PNA vol 2 hal 93 )
	=	25.26		KN			
Power	=	129964.8853		Watt		BHPestimate: 349.7440402	
	=	129.9648853		Kw			
R <sub>total</sub> + 15% R <sub>total</sub>	=	29.053		kN			



Perhitungan Mesin				
<b>Required Value</b>				
Rt :	25263.153	N		
V :	5.144	m/s		
Cb :	0.630			
1+k	1.113			
Cf	0.002			
Ca	0.001			
<b>Pengertian</b>				
$\eta_b$	line bearing efficiency			
$\eta_c$	electric transmission/power conversion efficiency			
$\eta_g$	reduction gear efficiency			
$\eta_{ge}$	en electric generator efficiency			
$\eta_h$	hull efficiency = $(1 - t)/(1 - w)$			
$\eta_m$	electric motor efficiency			
$\eta_o$	propeller open water efficiency			
$\eta_p$	propeller behind condition efficiency			
$\eta_r$	relative rotative efficiency			
$\eta_s$	stern tube bearing efficiency			
$\eta_t$	overall transmission efficiency			
<b>Effective Horse Power</b>				
EHP	=	$Rt \times \sqrt{1000}$		(parametric design hal 11-27)
	=	<b>129.9648853</b>	<b>KW</b>	
<b>Thrust Horse Power</b>				
THP	=	$TVA / 1000$		(parametric design hal 11-27)
T	=	$Rt / (1 - t)$		(parametric design hal 11-27)
$V_A$	=	$V (1 - w)$		(parametric design hal 11-27)
$C_v$	=	$(1 + k) C_F + C_A$		( PNA vol 2 hal 162 )
$C_v$	=	<b>0.0028</b>		
w	=	$0.3 C_b + 10 C_v C_b - 0.1$		( PNA vol 2 hal 163 )
	=	<b>0.107103115</b>		
t	=	0.1		( PNA vol 2 hal 163 )
$\eta_h$	=	$(1 - t)/(1 - w)$		(parametric design hal 11-29)
	=	<b>1.007955134</b>		
THP	=	<b>128.939</b>	<b>KW</b>	
<b>Delivery Horse Power</b>				
DHP	=	$PT / \eta_p$		(parametric design hal 11-29)
$\eta_o$	=	0.55		(propeller B-series = 0.5 - 0.6 )
$\eta_r$	=	0.98		( PNA vol 2 hal 163 )
$\eta_p$	=	$\eta_o \eta_r$		(parametric design hal 11-27)
$\eta_p$	=	0.539		
DHP	=	<b>239.2192153</b>	<b>KW</b>	
<b>Shaft Power Horse</b>				
SHP	=	$PD / (\eta_b \eta_s)$		(parametric design hal 11-29)
$\eta_b \eta_s$	=	untuk mesin aft		(parametric design hal 11-31)
	=	0.98		
SHP	=	<b>244.1012401</b>	<b>KW</b>	a
<b>Brake Power Horse</b>				
BHP	=	$PS / (\eta_T)$		(parametric design hal 11-29)
$\eta_T$	=	low speed diesel		(parametric design hal 11-33)
	=	0.98		
BHP	=	<b>249.082898</b>	<b>KW</b>	
<b>Maximum Continues Rates</b>				
MCR	=	<b>BHP + service margin 15 %</b>		(parametric design hal 11-30)
MCR	=	<b>286.445</b>	<b>KW</b>	
	=	<b>389.4510744</b>	<b>HP</b>	
<b>Engine Power Requirement</b>				
Main Engine P	=	<b>286.445 KW</b>		= <b>389.451074 HP</b>
	=			
Generator Pov	=	<b>24% Main Engine Power</b>		
	=	<b>68.747 KW</b>		= <b>93.4682579 Hp</b>

Engine Type:	CAT 3126B
max.Power:	286.4453 kW
	389 HP
n(rpm):	1800 r/min
Cylinder number:	6

Fuel Oil Consumption	313 g/kWh
Lube Oil Consumption	0.8 g/kWh

<b>Dimension</b>	
Length:	1580.7 mm
Width:	889.9 mm
Height:	917.1 mm
Weight:	1.4 ton

Generator type:	CAT C4.4
max.Power	100 kVA
	80 KWe

<b>Dimension</b>	
Length	2089 mm
Width	1120 mm
Height	1375 mm
Weight:	0.5 ton

<b>Input Data</b>	
LWL:	42.81 m
T:	1.72 m
CB:	0.630458
RT:	165555.1 kN
D:	1.118 m
	; Diameter (0.6 s.d. 0.65) - T
nrpm:	1800 rpm
nrps:	1.833333 rps
P/D:	1
	; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)
z	4 blade
	; Jumlah Blade
AE/A0	0.4
	; Expanded Area Ratio

<b>Input power</b>	
EHP:	129.9649 KW
THP:	128.9392 KW
DHP:	239.2192 KW
SHP:	244.1012 KW
BHP:	249.0829 KW
MCR:	286.4453 KW
Gen set:	68.74688 KW

**Perhitungan Berat Mesin**

<b>1 . Main Engine</b>			
We	= 2.8 ton ; dari katalog		
<b>2 . Gearbox</b>			
Wgear	= (0,34-0,4)xPb/n		
	= 0.3 ton		
<b>3. Shafting</b>			
M/I (t/m)	= 0.081 (PD/n) <sup>2/3</sup> ; untuk tensile strength 700N/mm <sup>2</sup> ( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; h		
lp	= 6 m ( asumsi panjang shaft 6 meter )		
n	= 1800 rpm ( asumsi rpm propeller )		
Pd	= 239 HP		
M/I (t/m)	= 0.021 ton/m		
Wshaft	= 0.127 ton		
<b>4 . Propeller</b>			
Wp	= D <sup>3</sup> .K ; untuk material berbahan 'manganese bronze' ( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ;		
K	= 0.18 AE/AO - (z-2)/100 hal 176 )		
	= 0.052		
D	= 1.118 ( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ;		
Wp	= 0.073 ton hal 175 )		
<b>5 . Electricity</b>			
Wagg	= 0.5 ton/genset ; dari katalog		
n Genset	= 2 ; asumsi menggunakan 1 genset utama + 1 genset cadangan		
Wagg tot	= 0.001.PB(15 + 0.014PB)		
	= 5.4 ton		
<b>6 . Other Weight</b>			
M	= (0.04-0.07)P ( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ;		
M	= 0.055 P hal 176 )		
P	= 286 kW		
M	= 20.05117 ton		
<b>Machinery Total Weight</b>			
Wm tot	= 28.772 ton		
<b>Titik Berat Permesinan</b>			
h <sub>DB</sub>	= 0.791 m	Lpp:	41.16 (parametric design hal 11-30)
D'	= tinggi kamar mesin	Lcb:	-1.01427
	= H		
	= 3.05		
KG <sub>m</sub>	= h <sub>DB</sub> + 0.35 (D' - h <sub>BD</sub> )		
	= 1.58165 m		
LCG <sub>M</sub>	= titik berat berada di ujung belakang mesin utama (parametric design hal 11-30)		
	= Lpp-(Lcb + Lshaft)		
	= 36.17427 m		

Input data			Data Pelayaran		
Lpp:	42.81	m	Jarak Pelayaran:	348.95	mil
Lwl:	41.16	m	Vk:	10	knot
B:	9.80	m	Lama Pelayaran:	4	jam
H:	3.05	m		0.17	hari
T:	1.72	m			hari
Displacemen	466.28	ton	SFR:	313	g/kW hr
volume	454.90	m <sup>3</sup>		0.000313	t/kW hr
h <sub>BD</sub>	0.79	m	MCR:	286.445	KW
crew	5.90	orang		389.4511	HP

### 1 . Fuel Oil

Fuel Oil Weight	<i>( parametric design hal 11-24 )</i>				
W <sub>FO</sub>	=	SFR • MCR • range/speed • (1+ margin)			
margin	=	5 %	margin =	(1+5-10%)WFO	
W <sub>FO</sub>	=	0.376561 ton			

### Fuel Oil Volume *( Lecture of Ship Design and Ship Theory )*

V <sub>FO</sub>	=	Wfo/ρfo + koreksi	koreksi :		
			Tambahan konstruksi:	2%	
ρfo	=	0.95 ton/m <sup>3</sup>	Ekspansi panas:	2%	
V <sub>FO</sub>	=	1.367 m <sup>3</sup>			

### 2 . Lube Oil

Lube Oil Weight	<i>( parametric design hal 11-24 )</i>				
SFR	=	0.000008			
W <sub>LO</sub>	=	0.010083 ton			

### Lube Oil Volume *( Lecture of Ship Design and Ship Theory )*

V <sub>LO</sub>	=	Wlo/ρlo + koreksi	koreksi :		
			Tambahan konstruksi:	2%	
ρlo	=	0.9 ton/m <sup>3</sup>	Ekspansi panas:	2%	
V <sub>LO</sub>	=	0.950 m <sup>3</sup>			

Input Power	
EHP:	129.965 KW
THP:	128.939 KW
DHP:	239.219 KW
SHP:	244.101 KW
BHP:	249.083 KW
MCR:	286.445 KW
MCRgen:	68.747 KW

### Jumlah crew

<b><math>C_{st} \cdot C_{dk} \cdot ((L_{pp} \cdot B \cdot H \cdot 35) / 10^5)^{(1/6)} + C_{eng} \cdot (BHP / 10^5)^{(1/3)} + \text{cadet}</math></b>	
Z <sub>c</sub>	= Jumlah crew
C <sub>dk</sub>	= koefisien deck department <b>11.5 ~ 14.5</b>
C <sub>st</sub>	= koefisien steward departement <b>1.2 ~ 1.33</b>
C <sub>eng</sub>	= koefisien engine departement
	Untuk mesin diesel Ceng <b>8.5 ~ 11</b>
cadet	= jumlah kadet
	= 2 orang
Z <sub>c</sub>	= 5.82
	= <b>6</b> orang

GT:	Displasemen*(1,25*H/T-0.0115)/2.83
	346.2586

### 4 . Crew & Effect

Crew & Effect Weight		( parametric design hal 11-25 )
W <sub>C&amp;E</sub>	= 1.17 t/person	
	= 1.003 ton	

### 5 . Provisions & Stores

Provisions & Stores Weight		( parametric design hal 11-25 )
W <sub>PR</sub>	= 0.01 t/(person • day)	
	= 0.010 ton	

3. Fresh Water		
Fresh Water Weight		
$W_{FW1}$	=	konsumsi air tawar crew (parametric design hal 11-24)
	=	0.17 t/(person · day)
	=	0.167 ton
$W_{FW2}$	=	air tawar untuk pendingin mesin
	=	$(2-5) \cdot BHP \cdot 10^{-3}$ (Lecture of Ship Design and Ship Theory)
	=	0.623 ton
$W_{FW}$ total	=	0.790 ton
Fresh Water Volume (Lecture of Ship Design and Ship Theory)		
$V_{fw}$	=	$W_{fw}/\rho_{fw} + \text{koreksi}$ koreksi :
	=	1 ton/m <sup>3</sup> Tambahan konstruksi: 2%
	=	Ekspansi panas: 2%
$V_{fw}$	=	1.83 m <sup>3</sup>

6. Auxiliary Engine Fuel Oil		
Diesel Oil Weight (Lecture of Ship Design and Ship Theory)		
$W_{do}$	=	$SFR \cdot MCR \cdot \text{range/speed} \cdot (1 + \text{margin})$
SFR	=	0.000188 t/kWh
margin	=	5% (5-10%)
MCR	=	286.445 kW
$W_{do}$	=	1.265 ton
Diesel Oil Volume (Lecture of Ship Design and Ship Theory)		
$V_{do}$	=	$W_{do}/\rho_{do} + \text{koreksi}$ koreksi :
	=	Tambahan konstruksi: 2%
	=	Ekspansi panas: 2%
$V_{do}$	=	1.529 m <sup>3</sup>
7. Berat Cadangan		
$P_r$	=	(0.5-1.5) % displacement (Lecture of Ship Design and Ship Theory)
	=	4.663 ton
<b>Berat Total Crew &amp; Consumable = 3.455 ton</b>		

TITIK BERAT CONSUMABLE		
Titik Berat Air Tawar		
Dimensi Tangki		
$t_{FW}$	H - T	
		1.330 m
$B_{FW}$	65% · B	
		6.37 m
$V_{FW}$		2 m <sup>3</sup>
$L_{FW}$		0.22 m
Titik Berat Tangki		
$KG_{FW}$	$T + 0.5 \cdot t_{FW}$	
		2.385 m
$LCG_{FW}$	$L_{WL} - L_{CB} + 0.5 \cdot L_{FW}$	
		35.66000 m
Titik Berat Diesel Oil		
Dimensi Tangki		
$t_{DO}$	$h_{DB}$	
		0.791 m
$B_{DO}$	65% · B	
		6.37 m
$V_{DO}$		2 m <sup>3</sup>
$L_{DO}$		0.303396 m
Titik Berat Tangki		
$KG_{DO}$	$0.5 \cdot t_{DO}$	
		0.3955 m
$LCG_{DO}$	$L_{WL} - L_{CB} - L_{KM} + 0.5 \cdot L_{DO}$	
		27.731 m
Titik Berat Lubricating Oil		
Dimensi Tangki		
$t_{LO}$	$h_{DB}$	
		0.791 m
$B_{LO}$	50% · B	
		4.9 m
$V_{LO}$		1 m <sup>3</sup>
$L_{LO}$		0.245126 m
Titik Berat Tangki		
$KG_{LO}$	$0.5 \cdot t_{LO}$	
		0.3955 m
$LCG_{LO}$	$L_{WL} - L_{CB} - L_{KM} + 0.5 \cdot L_{LO}$	
		35.28256 m
Titik Berat Fuel Oil		
Dimensi Tangki		
$t_{FO}$	$h_{DB}$	
		0.791 m
$B_{FO}$	65% · B	
		6.37 m
$V_{FO}$		1 m <sup>3</sup>
$L_{FO}$		0.271215 m
Titik Berat Tangki		
$KG_{FO}$	$0.5 \cdot h_{DB}$	
		0.3955 m
$LCG_{FO}$	$L_{WL} - L_{CB} - L_{KM} + 0.5 \cdot L_{CF} - 0.5 \cdot L_{FO}$	
		27.9543 m
TITIK BERAT TOTAL		
$KG_{consumable}$		1.960912 m
$LCG_{consumable}$		29.1006 m

$L_{KM}$	$5 + L(\text{Panjang Mesin Induk}) + 1$ ; Panjang kamar mesin
	7.6 m SHEET VOLUME RUANG MUAT
$L_{CB}$	$10 \cdot \text{Jarak gading}$ ; jarak gading = 0.6 m
	6 m
$L_{CH}$	$10 \cdot \text{Jarak gading}$ ; jarak gading = 0.6 m
	6 m
$L_{CF}$	$4 \cdot \text{Jarak gading}$ ; jarak gading = 0.75 m
	3 m
$L_{FO}$	$3 \cdot \text{Jarak gading}$ ; jarak gading = 0.75 m
	2.25 m

Titik Berat ( G ) adalah suatu titik tangkap dari sebuah titik pusat dari seluruh gaya berat yang menekan ke bawah

Titik Apung ( B ) adalah titik tangkap dari seluruh gaya yang bekerja vertikal keatas

Titik Metacentris ( M ) adalah titik potong antara garis lurus keatas yang melewati titik B dengan bidang centre line

GM ( Metacentris Height ) adalah jarak tegak antara titik G dengan titik M diukur pada bidang center line

Input data				Layer	Panjang (ld)	Lebar (bd)
LWL	42.81	m		I	20% Lpp	B
Lpp	41.16	m		II	15% Lpp	B - 2
B	9.80	m		III	10% Lpp	B - 4
H	3.05	m		IV	7.5% Lpp	B - 6
T	1.72	m		Wheelhouse	5% Lpp	B - 8
Cb	0.63045798					
<b>Volume Poop (VA)</b>						
Panjang poop (lpo):	20% .Lpp	=	10.00	m		
Lebar poop (bpo):	Selebar kapal	=	9.80	m		
Tinggi poop (tpo):		=	2.5	m		;asumsi
Volume poop (Vpo):	$\ell PO \cdot bPO \cdot tPO$	=	245.00	m <sup>3</sup>		
<b>Volume Boat Deck (Vdh)</b>						
Panjang bd:	15% .Lpp	=	7.00	m		
Lebar bd:		=	7.80	m		
Tinggi bd:		=	2.3	m		;asumsi
Volume bd:	$\ell PO \cdot bPO \cdot tPO$	=	125.58	m <sup>3</sup>		
<b>Berat Baja</b>						
DA:	tinggi kapal setelah dikoreksi dengan supersructure					
:	$H + (VA+VDH)/(Lpp*B)$					
:	<b>3.97</b>	m				
CSO:	<b>0.08</b>	t/m <sup>3</sup>	; for cargo ships (2 decks)			
$\Delta$ :			=	466.276	ton	
u:	$\log(\Delta/100)$		=	0.668643		
	$0.5u+0.1u^{2.45}$		=	0.371623		
			=	1.450086		
Cs:	$Cso+ 0.06 \cdot e^{-(0.5u+0.1u^{2.45})}$		=	0.163005		
WST	Lpp.B.DA.Cs		=	<b>249.733</b>	ton	
<b>Titik Berat Baja Kapal</b>						
Tipe Kapal	CKG	>>> (Harvald and Jensen Method, 1992)				
Passenger Ship	0.67-0.72					
Large Cargo Ship	0.58-0.64					
Small Cargo Ship	0.60-0.80					
Bulk Carrier	0.55-0.58					
Tankers	0.52-0.54					
KG (m):	DA.CKG		; CKG:	0.6		
	<b>2.381</b>	m				
<b>LCG dari Midship</b>			<b>LCG dari FP</b>			
LCG (%):	<b>0.15 + LCB(%)</b>		LCGFP:	<b>0.5 . Lpp - LCGm</b>		
	<b>-1.164</b>	% L	LCGFP:	<b>21.059</b>	m	
LCGm:	<b>LCB(%) . Lpp</b>					
	<b>-0.479</b>	m				

( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; hal 172 )

Ukuran Utama			
LPP	=	42.81	m
LWL	=	41.16	m
B	=	9.80	m
H	=	3.05	m
T	=	1.72	

*Cargo ships of every type*

$$W_o = K \cdot L \cdot B$$

Cargo ships	$K = 0.40-0.45 \text{ t/m}^2$
Containerships	$K = 0.34-0.38 \text{ t/m}^2$
Bulk carriers without cranes:	
with length of around 140 m	$K = 0.22-0.25 \text{ t/m}^2$
with length of around 250 m	$K = 0.17-0.18 \text{ t/m}^2$
Crude oil tankers:	
with length of around 150 m	$K \approx 0.28 \text{ t/m}^2$
with length of over 300 m	$K \approx 0.17 \text{ t/m}^2$

Weo Group III: Living Quarters			
Wo:	Luas Houses / Calv	;	Calv: 165 kg/m2
Panjang poop:	20% .Lpp	=	10.00 m
Lebar poop:	Selebar kapal	=	9.80 m
Luas poop:		=	<b>98</b> m2
Panjang bd:	15% .Lpp	=	7.00 m
Lebar bd:		=	7.80 m
Luas bd:	$\ell_{PO} \cdot b_{PO} \cdot t_{PO}$	=	<b>54.60</b> m2
Panjang fc:	15% .Lpp	=	7.00 m
lebar fc:		=	6.00 m
Luas fc:	$\ell_{PO} \cdot b_{PO} \cdot t_{PO}$	=	<b>42.00</b> m2
<b>Wo Total Group III:</b>	<b>32.109</b>	<b>ton</b>	
Weo Group IV: Miscellaneous			
C:	0.18 ton / m2 < C < 0.26 ton / m2		
:	0.18 ton/m3		0.67
<b>Wo Total Group IV:</b>	$(L \cdot B \cdot D) / 3 \cdot C$		
	<b>14.48</b>	<b>ton</b>	
W ramp door:			
W:	<b>3</b>	<b>ton</b>	
Berat Total Peralatan dan Perlengkapan			
W E&O	<b>49.59 ton</b>		
Titik Berat E & O			
Kgeo :	$(1.02 \sim 1.08) \times DA$	;	<b>3.903713 ton</b>
:	<b>3.672 m</b>	;	Diambil: <b>1.02</b>

REKAP BERAT KAPAL (LWT & DWT)				Perhitungan Berat Total dan Titik Berat Total			
<b>Berat kapal (DWT)</b>				<b>LWT (Light Weight Tonnage)</b>			
<b>No.</b>	<b>Item</b>	<b>Value</b>	<b>Unit</b>	<b>•Steel Weight</b>			
	<b>Berat Crew dan Consumable</b>			Wst	=	249.73 ton	
	Berat Crew Kapal & Effect (8 orang)	1.003	ton	KGst	=	2.381228655 m	
	Berat Provision	0.01	ton	LCGst	=	21.05921268 m	; dari AP
	Berat Bahan Bakar (Fuel Oil)	0.38	ton				
	Berat Lube oil	0.01	ton				
	Berat Fresh Water	0.79	ton				
	<b>Berat Total</b>	<b>2.19</b>	<b>ton</b>	<b>•Equipment and Outfitting Weight</b>			
	<b>Berat (truck atau alat berat)</b>			WE&O	=	49.59 ton	
	Truck (10 unit) atau Alat Berat (8 unit)	162	ton	KGE&O	=	3.672 m	
				LCGE&O	=	36.17426793 m	; dari AP
		<b>162.00</b>	<b>ton</b>	<b>•Machinery Weight</b>			
				W <sub>M</sub>	=	5.921 ton	
				KG <sub>M</sub>	=	1.582 m	
				LCGM	=	36.174 m	; dari AP
<b>Berat kapal (LWT)</b>				<b>DWT(Dead Weight Tonnage)</b>			
<b>No.</b>	<b>Item</b>	<b>Value</b>	<b>Unit</b>	<b>•Consumable Weight</b>			
1	<b>Berat Baja Kapal (Steel Weight)</b>			W <sub>cons</sub>	=	2.19 ton	
	Steel Weight (WST)	249.73	ton	KG <sub>cons</sub>	=	1.961 m	
	Steel Correction Weight		ton	LCG <sub>cons</sub>	=	27.7 m	; dari AP
	<b>Berat Total</b>	<b>249.73</b>	<b>ton</b>	<b>•Payload</b>			
2	<b>Berat Peralatan dan Perlengkapan</b>			W <sub>payload</sub>	=	162 ton	
	Berat Living Quarters	32.11	ton	KG <sub>payload</sub>	=	(H - h <sub>DB</sub> ) · 0.5 + h <sub>DB</sub>	
	Berat Miscellaneous	14.48	ton		=	1.852 m	
	Berat Ramp Door	3.00	ton	LCG <sub>payload</sub>	=	(0.5 · L <sub>RM</sub> ) + (0.5 · L <sub>CF</sub> ) + L <sub>CH</sub>	
	<b>Berat Total</b>	<b>49.59</b>	<b>ton</b>		=	14.25 m	; dari AP
3	<b>Berat Permesinan</b>						
	Berat Mesin Utama	2.80	ton				
	Propulsi	0.48	ton				
	Electrical	5.45	ton				
	<b>Berat Total</b>	<b>5.92</b>	<b>ton</b>				
<b>Berat total DWT &amp; LWT</b>				<b>KGtotal:</b>			
<b>469.43 ton</b>				<b>2.323 m</b>			
Displasemen Kapal:				476.276 ton			
DWT + LWT				469.433 ton			
Selisih:				1.44%			
Margin:				+5%			
<b>Memenuhi</b>				<b>LCGtotal:</b>			
				20.526 m dari AP			
				0.877 m dari MS			



Input Data			
LWL:	42.81 m	Berat Payload:	162
LPP:	41.16 m	Massa jenis muatan:	
B:	9.80 m	vol. Payload:	262.189
H:	3.05 m		
T:	1.72 m		
Cb:	0.63		
Volume kapal di bawah upper deck dan diantara perpendicular ( Vh )			
Vh:	Cb deck . L . B . D'	<i>( Lecture of Ship Design and Ship Theory : Herald Poehls )</i>	
D':	D + Cm + Sm		
Cm:	mean chamber		
	2/3 C		
	0.1307 m		
C	1/50 B		
	0.196 m		
Sm	mean sheer		
	Kapal tidak menggunakan sheer		
D'	3.181 m		
Cb deck	$Cb + c ( D/T - 1 ) . ( 1 - Cb )$		
c	0.3 ; untuk U shaped section		
Cb deck	0.716		
Vh	<b>918.85 m<sup>3</sup></b>		
Volume ceruk haluan (Vch)			
<b>Menghitung jarak FP ke Colission Bulkhead</b>		<i>( BKI vol 2 section 11 hal 11-1 )</i>	
Lc:	41		
min.	0.05 Lc	2.07 m	dipilih terkecil
		10.00 m	
max	0.08 Lc	3.31 m	dipilih terbesar
	0.05 Lc+ 3 m	5.07 m	
		2.07	
		3.309264 m	-
<b>Range FP ke collision bulkhead</b>			
Lch:	3 m		
Bh:	B		
	9.80 m		
<b>Vhaluan: asumsi luas limas segitiga</b>			
	1/4 Lch Bch H		
	22.4175 m <sup>3</sup>		
Volume ceruk buritan (Vcb)			
L:	6 m		
B:	4.9 m		
Vcb:	asumsi luas limas segitiga		
	<b>22.4175 m<sup>3</sup></b>		
Volume kamar mesin (Vkm)			
<i>( Lecture of Ship Design and Ship Theory : Herald Poehls )</i>			
L mesin			
	1580.7 mm		55.5
	1.5807 m		
L genset			
	2089 mm		
	2.089 m		37
Lkm	5 + Lmesin + Lgenset + 1		
	9.6697 m		
B <sub>1</sub>	9.80 m		
B <sub>2</sub>	4.9 m		
Vkm	216.7704998 m <sup>3</sup>		

**KOREKSI**

<b>Volume double bottom (Vdb)</b>	
<b>Menghitung tinggi double bottom</b> ( BKI vol 2 section 24 hal 24-2 )	
h:	B/15 m
hdb:	0.653 m
Ldb:	Lpp - Lkm - Lburitan - L haluan-2Lcoff
	21 m
vdb:	135.3312445 m <sup>3</sup>
<b>Volume cofferdam (Vcof)</b>	
( BKI vol 2 section 24 hal 24-5 )	
Lcofferdam:	> 600mm
L :	1.5 m ; diambil 2x jarak gading
Vcofferdam:	144.1 m <sup>3</sup>
<b>Volume ruang muat</b>	
<b>Vm</b>	Vkm + Vcb + Vch +Vdb + Vwt + Vcof
	541.0 m <sup>3</sup>
<b>Vr</b>	( Vh - Vm ) ( 1 + s )
	385.408 m <sup>3</sup>
<b>Titik berat Payload</b>	
<b>L<sub>RM</sub></b>	Lpp - Lkm - Lburitan - L haluan-2Lcoff
	22 m
<b>H<sub>RM</sub></b>	H - H <sub>DB</sub>
	2.40 m
<b>B<sub>RM</sub></b>	B
	9.80 m
<b>LCG<sub>PAYLOAD</sub></b>	Lch + 0.5 L <sub>RM</sub>
	14.24515 m
<b>KG<sub>PAYLOAD</sub></b>	0.5 H <sub>RM</sub> + h <sub>DB</sub>
	1.852 m

## Tonnage Measurement

H:	3.050	m																			
T:	3.050	m																			
Displasemen:	454.904	m <sup>3</sup>																			
V <sub>poop</sub> :	245.000	m <sup>3</sup>																			
V <sub>DH</sub> :	125.580	m <sup>3</sup>																			
Z <sub>c</sub>	6	orang																			
<b>NET TONNAGE</b>																					
Total volume of cargo spaces V <sub>c</sub> =			262.189	m <sup>3</sup>	No.	Type of ship														d (m)	
K <sub>2</sub>			0.253		1	For ships to which the ICLL in force applies, the draught corresponding to the Summer Load Line (other than timber load line) assigned in accordance with that Convention.														2.000	
K <sub>3</sub>			1.360																		
K <sub>2</sub> V <sub>c</sub>			110.234																		
4d / 3D			0.751																		
(4d / 3D) <sup>2</sup> prov			0.564																		
(4d / 3D) <sup>2</sup> final			0.564		2	For passenger ships, the draught corresponding to the deepest subdivision load line assigned in accordance with the IC for SOLAS in force or other international agreement where applicable.														2.000	
K <sub>3</sub> (N <sub>1</sub> + (N <sub>2</sub> /10))			54.411																		
No of passengers <= 8 berths/cabin N <sub>1</sub> =			0.000																		
No of other passengers N <sub>2</sub> =			400.000																		
N <sub>1</sub> + N <sub>2</sub> prov			400.000																		
(N <sub>1</sub> + N <sub>2</sub> ) final			400.000		3	For ships to which the ICLL does not apply but which have been assigned a load line in compliance with national requirements, the draught corresponding to the summer load line so assigned.														2.000	
N <sub>1</sub> + (N <sub>2</sub> /10)			40.000																		
0.25 GT			220.525																		
K <sub>2</sub> V <sub>c</sub> (4d / 3D) <sup>2</sup> prov			62.149		4	For ships to which no load line has been assigned but the draught of which is restricted in compliance with national requirements, the maximum permitted draught.														2.000	
K <sub>2</sub> V <sub>c</sub> (4d / 3D) <sup>2</sup> final			220.525																		
NT prov			274.936	Tons	5	For other ships, 75 per cent of the moulded depth amidships as defined in Regulation 2 (2).														3.7335	
0.30 GT			264.630	Tons																	
NT final			274.936	Tons																	
<b>GROSS TONNAGE</b>																					
Volume Geladak dibawah Geladak Cuaca:																					
V <sub>u</sub> = V . ((1.25.H/T) - 0.115)			516.3155901																		
Volume Ruang Tertutup diatas Geladak Cuaca:																					
V <sub>H</sub> = V <sub>poop</sub> + V <sub>DH</sub>			370.580																		
Total Volume Ruang Tertutup:																					
V = V <sub>u</sub> + V <sub>H</sub>			886.896																		
K1																					
K1 = 0.2 + 0.02 log V			0.259																		
GT																					
Gt = V . K1			229.668	m <sup>3</sup>																	

**LOAD LINE CALCULATION**

*International Load Line Convention 1966*

Input Data	
LWL:	42.806 m
LPP:	41.160 m
B:	9.800 m
H:	3.050 m
T:	1.720 m
L <sub>CH</sub>	0.000
V	454.904
D <sub>moulded</sub>	3.050 m
0.85 D <sub>moulded</sub>	2.593 m

Freeboard length at 0.85D	32 m
Breadth moulded	9.8 m
Depth moulded	3.05
Block coefficient	0.6305

Reg 28		
Type 'B' ships	increase	
L[m]	min fb [mm]	[mm]
24	200	0
25	208	0
26	217	0
27	225	0
28	233	0
29	242	0
30	250	0
31	258	0
32	267	0
33	275	0
34	283	0
35	292	0
36	300	0
37	308	0
38	316	0
39	325	0
40	334	0
41	344	0
42	354	0
43	364	0
44	374	0
45	385	0
46	396	0
47	408	0
48	420	0
49	432	0
50	443	0
51	455	0
52	467	0
53	478	0
54	490	0
55	503	0
56	516	0
57	530	0
58	544	0
59	559	0
60	573	0

Penentuan Panjang Kapal (Lc) :			
Sarat pada 0.85 H:	2.593 m	Lwl pada 0.85 H:	43.020 m
Lpp pada 0.85 H:	41.366 m	0.96 Lwl pada 0.85 H:	41.300 m
<b>Lc:</b>	<b>41.366 m</b>		

<b>Type 'A' ships: liquid cargoes only, e.g. tankers etc, no hatchways</b>	
<b>Type 'B' ships: other ships with normal hatchways</b>	
<b>Ship type</b>	<b>B</b>

Reg 28: Tabular Freeboard			
Round Down=	41.0	fb=	344
Round Up=	42.0	fb=	354
Tabular freeboard:	345.6 mm		

Reg 29: Koreksi Panjang Kapal < 100 m			
Koreksi: E < 35%L		E:	Panjang Efektif SS
35%L:	14.478 m	E:	10.00 m
E<35%L, tidak ada Koreksi		total E/L=	0.24

Reg 30: Koreksi Cb, Jika Cb>0.68	
Correction factor:	0.963572
<b>Tidak ada Koreksi, Cb&lt;0.68</b>	

Reg 31: Koreksi Depth, Jika D > L/15			
L/15:	2.75772	R:	86.17875
D:	3.050	Fb:	25.188
Fb Koreksi:	370.788 cm		

Reg 32: Koreksi Posisi Deckline	
Actual depth of deck line:	25.00 mm
Fb Koreksi:	345.79 mm

L	Standart Height [ m ]	
[ m ]	Raised Quarterdeck	Other Superstructure
30 or less	0.9	1.8
75	1.2	1.8
125 or more	1.8	2.3
41.366	0.796	1.46
Tinggi Superstructure:	2.50 m	<b>Memenuhi</b>
Tinggi Deck House:	2.00 m	<b>Memenuhi</b>

Length of superstructure < 1.0 L		
Total Panjang Efektif Superstructure		Panjang Efektif: 10.00 m
X.L	Persentase pengurangan	0.25 L
0	0	Sehingga persentase pengurangan (deduction) adalah:
0.1	5	<b>10</b> %
0.2	10	Fb: Fkoreksi. Deduction
0.3	15	311.21 cm
0.4	23.5	
0.5	32	
0.6	46	
0.7	63	
0.8	75.3	

Freeboard Required	0.311 m
Freeboard Design	H - T
	<b>1.330 m</b>
Freeboard	1.019
<b>Freeboard &gt; Freeboard Required, Accepted</b>	

Input Data				
LWL	41.2 m	135.0 ft		
B	9.8 m	32.2 ft		
B <sub>w</sub>	9.8 m	32.2 ft		( maximum waterline breadth )
D <sub>M</sub>	3.1 m	10.0 ft		( depth at low point of sheer curve )
T	0.6 m	2.1 ft		( mean draft at designed waterline )
S <sub>F</sub>	0.0 m	0.0 ft		
S <sub>A</sub>	0.0 m	0.0 ft		
Δ <sub>0</sub>	466.3 ton	458.9 long ton		
L <sub>d1</sub>	6.2	20.3 ft		( length of forecastle which extend to side of ship )
d <sub>1</sub>	2.5	8.2 ft		( height of forecastle which extend to side of ship )
L <sub>d2</sub>	10.0 m	32.8 ft		( length of poop which extend to side of ship )
d <sub>2</sub>	2.5 m	8.2 ft		( height of poop which extend to side of ship )
C <sub>B</sub>	0.6	0.6		
C <sub>WP</sub>	0.7	0.7		
C <sub>x</sub>	0.6	0.6		
C <sub>PV</sub>	0.9	0.9		( vertical prismatic coefficient at draft = C <sub>B</sub> / C <sub>WP</sub> )

**convert from International Unit to British Unit**

1 ft:	0.3048	m
1 longton:	1.01605	ton

**Persamaan untuk menentukan koefisien f**

f = 0 ; h	=	$\frac{2x + 1}{6}$		( Teori Bangunan Kapal hal 113 )
f : 0.5 ; h	=	$\frac{2 + 19x - 6x^2}{30}$		( Teori Bangunan Kapal hal 113 )
f : 1.0 ; h	=	$\frac{x - 132x^2 + 40x^3 - 16}{90}$		( Teori Bangunan Kapal hal 113 )

**Menghitung h<sub>1</sub>**

f <sub>1</sub>	=	0.01153219		; ( f = 0 ) ≤ f <sub>1</sub> ≤ ( f = 0.5 )
x	=	$\frac{C_{pv}'}{C_{pv}}$	=	1.288391675
h ( f = 0 )	=	0.596130558		
h ( f = 0.5 )	=	0.550657439		
h <sub>1</sub>	=	0.595081749		

**menghitung h<sub>0</sub>**

f <sub>0</sub>	=	0.01153219		; ( f = 0 ) ≤ f <sub>0</sub> ≤ ( f = 0.5 )
x	=	$\frac{C_{pv}''}{C_{pv}}$	=	0.859530382
h ( f = 0 )	=	0.453176794		
h ( f = 0.5 )	=	0.463277413		
h <sub>0</sub>	=	0.453409759		

**menghitung h<sub>2</sub>**

x	=	$\frac{C_{pv}'''}{C_{pv}}$	=	0.733030356
f <sub>2</sub>	=	0.305877213		; ( f = 0 ) ≤ f <sub>2</sub> ≤ ( f = 0.5 )
h ( f = 0 )	=	0.411010119		
h ( f = 0.5 )	=	0.423452525		
h <sub>2</sub>	=	0.418621816		

**Perhitungan Koefisien C<sub>t</sub>**

line 1 ; C <sub>t</sub>	=	$\frac{3C_w + 22C_w^2}{300}$		( Teori Bangunan Kapal hal 114 )
C <sub>w</sub>	=	0.73		
C <sub>t</sub>	=	0.046788932		

**Perhitungan Koefisien C<sub>t</sub>'**

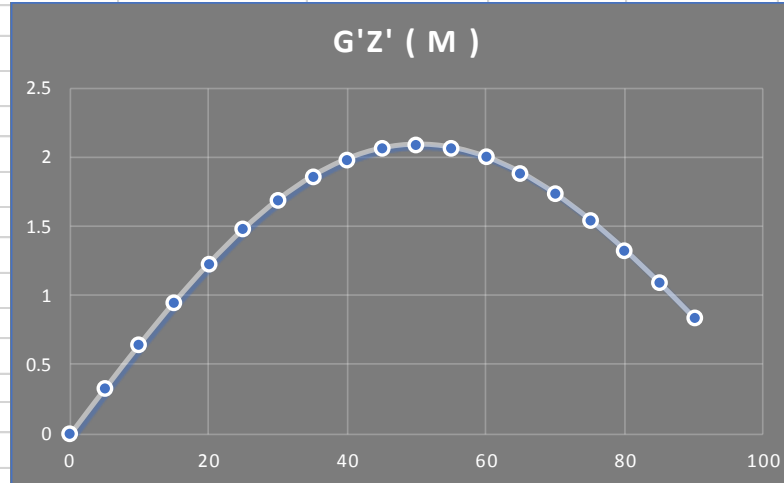
line 2 ; C <sub>t</sub> '	=	$\frac{38C_w'' - 13}{300}$		( Teori Bangunan Kapal hal 114 )
C <sub>w</sub> '	=	1.19		
C <sub>t</sub> '	=	0.107051461		

Penghitungan Faktor Lain				
The Theory and Technic of Ship Design				
$A_0$ :	$L B_w C_w$	=	3184.68	(area of waterline plan at designed draft )
$A_M$ :	$B.H.C_x$	=	41.93	(area of immersed midship section=)
$A_3$ :	$\sum L_{di} + 1 L ( S_A + S_F )$	=	435.24	(area of centreline plane above minimum depth )
$S$ :	$A_3 / L$	=	0.00	( mean Sheer)
$A_2$ :	$0.98 L D_M + S$	=	1759.49	(area of vertical centerline plane to depth D =
$D$ :	$D_M + S$	=	10.01	(Mean Depth)
$F$ :	$D-T$	=	7.94	(mean freeboard )
$A_1$ :	$1.01 \cdot A_0$	=	3216.53	estimate from A0 and nature of stations above waterline )
$\Delta T$ :	$\Delta_0 + ( A_0 + A_1 ) F / 70$	=	1184.82	
$\delta$ :	$\Delta T / 2 - \Delta_0$	=	133.50	
$C_w''$ :	$A_2 / LD$	=	1.30	
$C_w'''$ :	$( 1 - C_{pv}'' ) / ( B D L )$	=		
$\delta$ :	$ \delta $	=	133.50	always positive in $C_w''$ calculation
$C_x'$ :	$( A_M + B F ) / B D$	=	0.92	
$C_{pv}'$ :	$35 \Delta T / ( A_1 D )$	=	1.29	
$C_{pv}''$ :	$35 \Delta T / ( A_2 B )$	=	0.73	
$C_w''$ :		=	1.19	
FOR GG'				
$GG'$ :	$KG' - KG$	=		
$KG'$ :		=	2.32	
$KG''$ :	$D ( 1 - h_1 ) \Delta T - \delta$	=		
	$2 \Delta_0$	=		
$f_1$ :	$D ( 1 - A_0 / A_1 )$	=	-0.022	
	$2F ( 1 - C_{pv}' )$	=		
$h_1$ :		=	0.60	
$KG''$ :		=	5.09	
$GG''$ :		=	2.76	
FOR G'Bo				
$G'Bo$ :	$KG' - KB_0$	=		
$KB_0$ :	$( 1 - h_0 ) H$	=		
$f_0$ :	$H ( A_1 / A_0 - 1 )$	=	0.012	
	$2 F ( 1 - C_{pv} )$	=		
$h_0$ :		=	0.45	
$KB_0$ :		=	1.13	
$G'B_0$ :		=	3.95	
FOR G'B90				
$G'B_{90}$	$\frac{\Delta T h_2 B}{4 \Delta_0}$	=	$\frac{\delta^2}{\Delta_0} 17.5$	
		=	$A_2 - 70 ( \delta / B ) ( 1 - C_{pv}'' )$	
$\delta$	$ \delta $	=	133.50	; always positive in G'B90 calculation
$f_2$	$9.1 ( C_x' - 0.89 )$	=	0.305877213	
$C_x'$		=	0.924	if $C_x'$ is less than 0.89, $f_2 = 0$
$f_2$		=	0.306	
$h_2$		=	0.419	
$G'B_{90}$		=	8.685	
FOR G'M0				
$G' M_0$	$KB_0 + BM_0 - KG'$	=		
$BM_0$	$\frac{CI L B_w^3}{35 \Delta_0}$	=		
	13.07496903	=		
$G' M_0$	9.120	=		

FOR G'M <sub>90</sub>					
G'M <sub>90</sub>	BM <sub>90</sub> - G'B <sub>90</sub>	=			
BM <sub>90</sub>	$C_1' L D^3$	$L_d d D^2$	+		
	35 Δ <sub>0</sub>	140 Δ <sub>0</sub>			
	1.580132561	=			
G'M <sub>90</sub>	-7.104391573	=			
FOR GM <sub>0</sub>		=			
G'B <sub>0</sub>		=	3.955		
G'B <sub>90</sub>		=	8.685		
G'M <sub>0</sub>		=	9.120		
G'M <sub>90</sub>		=	-7.104		
b <sub>1</sub> =	$\frac{9 ( G'B_{90} - G'B_0 ) - G'M_0 - G'M_{90}}{8}$	=	4.814		
b <sub>2</sub> =	$\frac{G'M_0 + G'M_{90}}{8}$	=	0.252		
b <sub>3</sub> =	$\frac{3 ( G'M_0 - G'M_{90} ) - 3 ( G'B_{90} - G'B_0 )}{32}$	=	-0.253		
GM <sub>0</sub>	KB <sub>0</sub> + B <sub>0</sub> M <sub>0</sub> - KG				
		=	11.883		
		=	3.62 m		
θ	b <sub>1</sub> sin ( 2θ )	b <sub>2</sub> sin ( 4θ )	b <sub>3</sub> sin ( 6θ )	GG' sin ( θ )	G'Z ( ft )
0	0	0	0	0	0
5	0.836	0.044	-0.044	0.241	1.077
10	1.647	0.086	-0.086	0.480	2.126
15	2.407	0.126	-0.126	0.715	3.122
20	3.095	0.162	-0.162	0.945	4.039
25	3.688	0.193	-0.194	1.167	4.855
30	4.169	0.218	-0.219	1.381	5.550
35	4.524	0.237	-0.237	1.584	6.108
40	4.741	0.248	-0.249	1.776	6.516
45	4.814	0.252	-0.253	1.953	6.767
50	4.741	0.248	-0.249	2.116	6.856
55	4.524	0.237	-0.237	2.263	6.786
60	4.169	0.218	-0.219	2.392	6.561
65	3.688	0.193	-0.194	2.503	6.191
70	3.095	0.162	-0.162	2.596	5.690
75	2.407	0.126	-0.126	2.668	5.075
80	1.647	0.086	-0.086	2.720	4.367
85	0.836	0.044	-0.044	2.752	3.588
90	0.000	0.000	0.000	2.762	2.762
θ	G'Z ( m )		θ	Ld m	
0	0	0	10	0.057032189	
5	0.328		20	0.165	
10	0.648		30	0.257	
15	0.952		40	0.324	
20	1.231		Σ	0.803	
25	1.480				
30	1.692				
35	1.862		0.087266463		
40	1.986		θ	Ld ft	
45	2.063		10	0.187113482	
50	2.090		20	0.543	
55	2.068		30	0.844	
60	2.000		40	1.062	
65	1.887		Σ	2.635	
70	1.734				
75	1.547				
80	1.331				
85	1.094				
90	0.842				

Sudut Maksimum		
GZ max	2.089859795 m	; nilai maksimum GZ dari semua sudut (0° s.d. 90°)
Kolom Ke -	11	; nilai terbesar tersebut pada kolom ke berapa
Heel at GZ max	50	; pada sudut heel berapa GZ maksimum
Titik		
X1	45.00	<b>Matriks</b> $\begin{bmatrix} 1 & 45.00 & 2025.00 \\ 1 & 50.00 & 2500 \\ 1 & 55 & 3025 \end{bmatrix}$
X2	50.00	
X3	55.00	
Y1	2.06	<b>Invers Matrik</b> $\begin{bmatrix} 55 & -99 & 45 \\ -2.1 & 4 & -1.9 \\ 0.02 & -0.04 & 0.02 \end{bmatrix}$
Y2	2.09	
Y3	2.07	
Hasil Perkalian Matrik		
a	-0.4	
b	0.10	
c	0.00	
$\theta_{max}$	50.30	; sudut maximum

Kriteria IMO		
1. $e_{30^\circ} \geq$		0.055
$e_{30^\circ}$	=	0.4796
	=	<b>Diterima</b>
2. $e_{40^\circ} \geq$		0.0900
$e_{40^\circ}$	=	0.8032
	=	<b>Diterima</b>
3. $e_{30-40^\circ} \geq$		0.03
$e_{30-40^\circ}$	=	0.3236
	=	<b>Diterima</b>
4. $h_{30^\circ} \geq$		0.2
	=	1.692
	=	<b>Diterima</b>
5. $\theta_{max} \geq$		25
$\theta_{max}$	=	50
	=	<b>Diterima</b>
6. $GM_0 \geq$		0.15
$GM_0$	=	3.622
	=	<b>Diterima</b>





**LAMPIRAN B**  
**CODING DAN *USERFORM* PROGRAM *ADD INS***

## CODING PROGRAM OPTIMISASI

<pre>'GOLOC'  Private Sub CmdGOLOC1_Click() Sheets("GlobalVariabel1").Cells.Copy Destination:=Sheets("Local").Cells SolverOkDialog SetCell:="\$C\$3", MaxMinVal:=1, ValueOf:="0", ByChange:="\$B\$3:\$F\$15"  SolverSolve  End Sub  Private Sub CmdGOLOC2_Click() Sheets("GlobalVariabel2").Cells.Copy Destination:=Sheets("Local").Cells SolverOkDialog SetCell:="\$D\$3", MaxMinVal:=1, ValueOf:="0", ByChange:="\$B\$3:\$C\$3"  SolverSolve  End Sub  Private Sub CmdGOLOC3_Click() Sheets("GlobalVariabel3").Cells.Copy Destination:=Sheets("Local").Cells SolverOkDialog SetCell:="\$E\$3", MaxMinVal:=1, ValueOf:="0", ByChange:="\$B\$3:\$D\$3"  SolverSolve  End Sub  Private Sub CmdGOLOC4_Click() Sheets("GlobalVariabel4").Cells.Copy Destination:=Sheets("Local").Cells SolverOkDialog SetCell:="\$F\$3", MaxMinVal:=1, ValueOf:="0", ByChange:="\$B\$3:\$E\$3"  SolverSolve  End Sub  'LOAD SHEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEETS 1'  Private Sub CmdLoadSheets_Click()  Dim wb As Workbook  Set wb = ThisWorkbook  ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel1").Copy _ After:=ActiveWorkbook.Sheets(ActiveWorkbook.Sheets.Count)  ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel1").Copy _</pre>	<pre>vartrain41 = Me.TextVarTrain41.Value varinterval41 = Me.TextVarInterval41.Value vartrain42 = Me.TextVarTrain42.Value varinterval42 = Me.TextVarInterval42.Value vartrain43 = Me.TextVarTrain43.Value varinterval43 = Me.TextVarInterval43.Value vartrain44 = Me.TextVarTrain44.Value varinterval44 = Me.TextVarInterval44.Value Memenuhi4 = ws2.Range("X4").Value Min1 = Me.TextVarMin41.Value Max1 = Me.TextVarMax41.Value Min2 = Me.TextVarMin42.Value Max2 = Me.TextVarMax42.Value Min3 = Me.TextVarMin43.Value Max3 = Me.TextVarMax43.Value Min4 = Me.TextVarMin44.Value Max4 = Me.TextVarMax44.Value  Min11 = ws.Cells(9, 25).Value Min22 = ws.Cells(10, 25).Value Min33 = ws.Cells(11, 25).Value Min44 = ws.Cells(12, 25).Value Min55 = ws.Cells(19, 25).Value Min66 = ws.Cells(20, 25).Value Min77 = ws.Cells(21, 25).Value Min88 = ws.Cells(22, 25).Value Max11 = ws.Cells(9, 27).Value Max22 = ws.Cells(10, 27).Value Max33 = ws.Cells(11, 27).Value Max44 = ws.Cells(12, 27).Value Max55 = ws.Cells(19, 27).Value Max66 = ws.Cells(20, 27).Value Max77 = ws.Cells(21, 27).Value Max88 = ws.Cells(22, 27).Value  Me.TextVarInterval41.Value = Format(varinterval, "#,#")</pre>
--	--

<pre> After:=ActiveWorkbook.Sheets(ActiveWorkbook.Sheets.Count)  ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel2").Copy _ After:=ActiveWorkbook.Sheets(ActiveWorkbook.Sheets.Count)  ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel2").Copy _ After:=ActiveWorkbook.Sheets(ActiveWorkbook.Sheets.Count)  ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel3").Copy _ After:=ActiveWorkbook.Sheets(ActiveWorkbook.Sheets.Count)  ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel3").Copy _ After:=ActiveWorkbook.Sheets(ActiveWorkbook.Sheets.Count)  ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel4").Copy _ After:=ActiveWorkbook.Sheets(ActiveWorkbook.Sheets.Count)  ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel4").Copy _ After:=ActiveWorkbook.Sheets(ActiveWorkbook.Sheets.Count) End Sub  Private Sub cmbClear1_Click() Dim ws As Worksheet Dim ws2 As Worksheet Set ws = ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel1") Set ws2 = ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel1") ws.Range("OptimasiVar1") = "" ws2.Range("GlobalOpt1") = "" End Sub  Private Sub CmdClear2_Click() Dim ws As Worksheet Dim ws2 As Worksheet Set ws = ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel2") Set ws2 = ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel2") ws.Range("OptimasiVar2") = "" ws2.Range("GlobalOpt2") = "" End Sub  Private Sub CmdClear3_Click() Dim ws As Worksheet </pre>	<pre> Me.TextVarInterval42.Value = Format(varinterval, "#,#") Me.TextVarInterval43.Value = Format(varinterval, "#,#") Me.TextVarInterval44.Value = Format(varinterval, "#,#")  ws.Select  'Looping empat variabel For N = 0 To vartrain41     For M = 0 To vartrain42         For o = 0 To vartrain43             For P = 0 To vartrain44                 NMOP = vartrain44 * vartrain42 * vartrain43 * (N + 1) + vartrain44 * vartrain43 * (M + 1) + vartrain44 * (o + 1) + (P + 1) - vartrain42 * vartrain43 * vartrain44 - vartrain44 * vartrain43 - vartrain44 'Perhitungan jumlah kombinasi X dan Y                 'NMOP = ((vartrain44 * vartrain43 * vartrain42 * (N + 1)) + vartrain44 * vartrain43 * (M + 1) + vartrain44 * (o + 1) + (P + 1) - (vartrain44 * vartrain43 * vartrain42 - vartrain44 * vartrain43 - vartrain44))                 'Perhitungan jumlah kombinasi X dan Y                 ws.Cells(NMOP + 8, 1) = NMOP                 ws.Cells(NMOP + 8, 2) = N * varinterval41 + Min1                 ws.Cells(NMOP + 8, 3) = M * varinterval42 + Min2                 ws.Cells(NMOP + 8, 4) = o * varinterval43 + Min3                 ws.Cells(NMOP + 8, 5) = P * varinterval44 + Min4                 ws.Cells(3, 2) = ws.Cells(NMOP + 8, 2)                 ws.Cells(3, 3) = ws.Cells(NMOP + 8, 3)                 ws.Cells(3, 4) = ws.Cells(NMOP + 8, 4)                 ws.Cells(3, 5) = ws.Cells(NMOP + 8, 5)                 ws.Cells(8 + NMOP, 6) = ws.Cells(3, 6)                 ws.Cells(8 + NMOP, 7) = ws.Cells(3, 7)                 ws.Cells(8 + NMOP, 8) = ws.Cells(3, 8)                 ws.Cells(8 + NMOP, 9) = ws.Cells(3, 9)                 ws.Cells(8 + NMOP, 10) = ws.Cells(3, 10)                 ws.Cells(8 + NMOP, 11) = ws.Cells(3, 11)                 ws.Cells(8 + NMOP, 12) = ws.Cells(3, 12)                 ws.Cells(8 + NMOP, 13) = ws.Cells(3, 13)                 ws.Cells(8 + NMOP, 14) = ws.Cells(3, 14)                 ws.Cells(8 + NMOP, 15) = ws.Cells(3, 15)                 ws.Cells(8 + NMOP, 16) = ws.Cells(3, 16)                 ws.Cells(8 + NMOP, 17) = ws.Cells(3, 17) </pre>
---	--

<pre> Dim ws2 As Worksheet  Set ws = ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel3")  Set ws2 = ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel3")  ws.Range("OptimasiVar3") = ""  ws2.Range("GlobalOpt3") = ""  End Sub  Private Sub CmdClear4_Click()  Dim ws As Worksheet  Dim ws2 As Worksheet  Set ws = ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel4")  Set ws2 = ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel4")  ws.Range("OptimasiVar4") = ""  ws2.Range("GlobalOpt4") = ""  End Sub  Private Sub CmdClearLocal_Click()  Dim ws As Worksheet  Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Local")  ws.Cells.Clear  End Sub  Private Sub CmdCleargoloc_Click()  Dim ws As Worksheet  Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Local")  ws.Cells.Clear  End Sub  Private Sub CmdClose1_Click()  'CLOSE BUTTON  Unload Me  End Sub  Private Sub CmdClose2_Click()  Unload Me  End Sub  Private Sub CmdClose3_Click()  Unload Me  End Sub  Private Sub CmdClose4_Click()  Unload Me  End Sub  Private Sub CmdCloseLocal_Click()  Unload Me  End Sub </pre>	<pre> ws.Cells(8 + NMOP, 18) = ws.Cells(3, 18)  ws.Cells(8 + NMOP, 19) = ws.Cells(3, 19)  ws.Cells(8 + NMOP, 20) = ws.Cells(3, 20)  ws.Cells(8 + NMOP, 22) = ws.Cells(3, 22)  Worksheets("OptimasiVariabel4").Range("F3").Copy  Worksheets("OptimasiVariabel4").Range("F" &amp; 8 + NMOP).PasteSpecial Paste:=xlPasteFormulas  If ws.Cells(8 + NMOP, 2).Value &lt;= Max1 And ws.Cells(8 + NMOP, 2).Value &gt;= Min1 And _ ws.Cells(8 + NMOP, 3).Value &lt;= Max2 And ws.Cells(8 + NMOP, 3).Value &gt;= Min2 And _ ws.Cells(8 + NMOP, 4).Value &lt;= Max3 And ws.Cells(8 + NMOP, 4).Value &gt;= Min3 And _ ws.Cells(8 + NMOP, 5).Value &lt;= Max4 And ws.Cells(8 + NMOP, 5).Value &gt;= Min4 And _ ws.Cells(8 + NMOP, 17).Value &lt;= Max55 And ws.Cells(8 + NMOP, 17).Value &gt;= Min55 And _ ws.Cells(8 + NMOP, 18).Value &lt;= Max66 And ws.Cells(8 + NMOP, 18).Value &gt;= Min66 And _ ws.Cells(8 + NMOP, 19).Value &lt;= Max77 And ws.Cells(8 + NMOP, 19).Value &gt;= Min77 And _ ws.Cells(8 + NMOP, 20).Value &lt;= Max88 And ws.Cells(8 + NMOP, 20).Value &gt;= Min88 Then ws.Cells(8 + NMOP, 21) = "Memenuhi" Else ws.Cells(8 + NMOP, 21) = "Tidak Memenuhi" End If  If ws.Cells(8 + NMOP, 21) = Memenuhi4 And ws.Cells(8 + NMOP, 22) = Memenuhi4 Then ws.Range(Cells(8 + NMOP, 1), Cells(8 + NMOP, 22)).Copy ws2.Select Range("A20000").End(xlUp).Offset(1, 0).PasteSpecial xlPasteFormulasAndNumberFormats ws.Select End If  Next P  Next o  Next M </pre>
---	---

<pre> Private Sub CmdCloseGOLOC_Click()  Unload Me  End Sub  Private Sub RunSolver_Click()      SolverOkDialog SetCell:="\$A\$12", MaxMinVal:=1, ValueOf:="0", ByChange:="\$C\$15:\$F\$15"      SolverAdd CellRef:="\$F\$14", Relation:=1, FormulaText:="5800"      SolverAdd CellRef:="\$F\$15", Relation:=1, FormulaText:="730"      SolverAdd CellRef:="\$F\$16", Relation:=1, FormulaText:="29200"      SolverAdd CellRef:="\$F\$17", Relation:=1, FormulaText:="60500"      SolverAdd CellRef:="\$B\$10:\$E\$10", Relation:=3, FormulaText:="0"      SolverSolve UserFinish:="True"  End Sub  Private Sub Labe03_Click()  MsgBox "TextBox Min. Variable dan Max. Variable: objek ini berfungsi untuk memasukkan batasan nilai minimum dan maksimum tiap variabel, sehingga pada akhir optimasi program dapat memberikan nilai yang MEMENUHI atau TIDAK MEMENUHI. Nilai variabel yang tidak termasuk dalam batasan (range) akan dinilai TIDAK MEMENUHI.", vbInformation, "Minimum and Maximum Variable"  End Sub  Private Sub Label01_Click()  MsgBox "Pada multipage terdapat 4 variasi variabel, dengan jumlah ref edit dan text box yang berbeda untuk masing-masing variasi variabel. Worksheet akan berganti tiap multipage berubah sesuai dengan variasi variabel masing-masing. Misalnya saat page 3 variable dipilih maka worksheet otomatis akan berganti ke halaman optimasi variabel 3.", vbInformation, "Variasi Variabel"  End Sub  Private Sub Label02_Click()  MsgBox "Option button digunakan untuk memilih hasil akhir fungsi objektif yang diinginkan baik nilai maksimal maupun minimal.", vbInformation, "Option Button" </pre>	<pre> Next N  ws2.Activate  ws2.Range("X5").Value = ws2.Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row - 2  MsgBox "Global Optimization Completed, Press OK" _  ws2.Range("X5").Select  End Sub  Private Sub CmdGlobalSolve3_Click()  Dim ws As Worksheet  Dim ws2 As Worksheet  Dim vartrain31 As Integer  Dim varinterval31 As Double  Dim vartrain32 As Integer  Dim varinterval32 As Double  Dim vartrain33 As Integer  Dim varinterval33 As Double  Dim Memenuhi3 As String  Dim MinValue3 As Double  Dim MaxValue3 As Double  Dim rangeOF3 As Range  Dim Min1 As Integer  Dim Max1 As Integer  Dim Min2 As Integer  Dim Max2 As Integer  Dim Min3 As Integer  Dim Max3 As Integer  Dim N As Integer  Dim M As Integer  Dim o As Integer  Dim NMO As Integer  Set ws = ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel3")  Set ws2 = ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel3") </pre>
---	---

<p>End Sub</p> <p>Private Sub Label04_Click()</p> <p>MsgBox "Textbox Input your Train Number: objek ini berfungsi untuk memasukkan jumlah nilai train yang ingin digunakan. Jumlah nilai train dibatasi dikarenakan terbatasnya cell di excel dan kemampuan masing-masing PC." &amp; vbCrLf &amp; "Variasi variabel 1 dengan estimasi jumlah train 5-100, pada variasi variabel 2 dengan estimasi jumlah train 5-50 dan pada variasi variabel 3 dan 4 hanya dibatasi dengan jumlah train 5-10, hal ini untuk menghindari waktu Running yang terlalu lama dan bahkan ERROR saat Running.", vbInformation, "Train Number"</p> <p>End Sub</p> <p>Private Sub Label06_Click()</p> <p>MsgBox "Solver adalah program tambahan Microsoft Excel yang bisa Anda gunakan untuk analisis bagaimana-jika. Gunakan Solver untuk menemukan nilai optimal (maksimum atau minimum) untuk rumus di dalam satu sel — yang disebut sel tujuan — tunduk pada batasan, atau batas, pada nilai dari sel rumus lain pada lembar kerja.", vbInformation, "Solver"</p> <p>End Sub</p> <p>Private Sub Label07_Click()</p> <p>MsgBox "Program dapat disambungkan langsung dengan Solver dengan menggunakan References. Penggunaan references ini yang sangat penting dalam pembuatan program ini. Hal ini sangat penting karena pada dasarnya VBA ini dapat terhubung dengan software lain seperti Solver, Au-toCAD, maxsurf dan lain lain. Dalam menghubungkan Solver dengan program yang dibuat, ha-rus dipastikan jika Library Solver dari project program yang dibuat sudah tercentang sehingga program dapat terhubung dan proses coding berhasil.", vbInformation, "Using Solver with VBA"</p> <p>End Sub</p> <p>Private Sub Label05_Click()</p> <p>MsgBox "Variasi variabel 1 dengan estimasi jumlah train 5-100 hanya membutuhkan waktu 5 detik hingga 15 detik. Pada variasi variabel 2 dengan estimasi jumlah train 5-50 membutuhkan waktu running sekitar 15 detik hingga 5 menit. Pada variasi variabel 3 dengan estimasi jumlah train 5-10 membutuhkan waktu running sekitar 3 menit hingga 10 menit. Sedangkan untuk variasi variabel 4</p>	<pre> vartrain31 = Me.TextVarTrain31.Value varinterval31 = Me.TextVarInterval31.Value vartrain32 = Me.TextVarTrain32.Value varinterval32 = Me.TextVarInterval32.Value vartrain33 = Me.TextVarTrain33.Value varinterval33 = Me.TextVarInterval33.Value Min1 = Me.TextVarMin31.Value Max1 = Me.TextVarMax31.Value Min2 = Me.TextVarMin32.Value Max2 = Me.TextVarMax32.Value Min3 = Me.TextVarMin33.Value Max3 = Me.TextVarMax33.Value Memenuhi3 = ws2.Range("H4").Value  ws.Select  'Looping tiga variabel For N = 0 To vartrain31     For M = 0 To vartrain32         For o = 0 To vartrain33             NMO = vartrain32 * vartrain33 * (N + 1) + vartrain33 * (M + 1) + (o + 1) - vartrain32 * vartrain33 - vartrain33 'Perhitungan jumlah kombinasi X dan Y              ws.Cells(8 + NMO, 1) = NMO - 1             ws.Cells(8 + NMO, 2) = (varinterval31) * N + Min1             ws.Cells(8 + NMO, 3) = (varinterval32) * M + Min2             ws.Cells(8 + NMO, 4) = (varinterval33) * o + Min3             ws.Cells(3, 2) = ws.Cells(8 + NMO, 2)             ws.Cells(3, 3) = ws.Cells(8 + NMO, 3)             ws.Cells(3, 4) = ws.Cells(8 + NMO, 4)              Worksheets("OptimasiVariabel3").Range("E3").Copy             Worksheets("OptimasiVariabel3").Range("E" &amp; 8 + NMO).PasteSpecial Paste:=xlPasteFormulas              If ws.Cells(8 + NMO, 2).Value &lt;= Max1 And ws.Cells(8 + NMO, 2).Value &gt;= Min1 And ws.Cells(8 + NMO, 3).Value &lt;= Max2 And ws.Cells(8 + NMO, 3).Value &gt;= Min2 And ws.Cells(8 + NMO, 4).Value &lt;= Max3 And ws.Cells(8 + NMO, 4).Value &gt;= Min3 Then                  ws.Cells(8 + NMO, 6) = "Memenuhi" </pre>
--	--

<p>membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu 10 hingga 20 menit.", vbInformation, "Running Time"</p> <p>End Sub</p> <p>Private Sub Label08_Click() MsgBox "Optimasi Global dan Lokal dilakukan dengan menggabungkan kedua metode optimasi. Optimasi Global akan akan dilakukan terlebih dahulu." &amp; vbCrLf &amp; _ "Setelah variabel yang MEMENUHI BATASAN dari TAB GLOBAL OPTIMIZATION didapatkan, maka variabel tersebut dapat digunakan sebagai nilai inisial untuk melakukan optimasi lokal pada TAB LOCAL OPTIMIZATION", vbInformation, "Optimasi Global dan Lokal"</p> <p>End Sub</p> <p>Private Sub LabelGOLOC_Click()  MsgBox "Optimasi Global dan Lokal dilakukan dengan menggabungkan kedua metode optimasi. Optimasi Global akan akan dilakukan terlebih dahulu." &amp; vbCrLf &amp; _ "Setelah variabel yang MEMENUHI BATASAN dari TAB GLOBAL OPTIMIZATION didapatkan, maka variabel tersebut dapat digunakan sebagai nilai inisial untuk melakukan optimasi lokal pada TAB LOCAL OPTIMIZATION", vbInformation, "Optimasi Global dan Lokal"</p> <p>End Sub</p> <p>Private Sub LabelHelpGlobal_Click()  MsgBox "Pada form Global Optimization terdapat 1 combo box, 4 command button, 12 ref edit, 30 text box dan 4 multipage untuk masing-masing variabel." &amp; vbCrLf &amp; "Pada program direncanakan 4 variasi variabel. Pada combo box digunakan untuk memilih jenis optimisasi global, untuk sementara hanya menggunakan artificial neural network. Lalu untuk ref edit pertama yaitu untuk memasukkan nilai fungsi objektif dari worksheet", vbInformation, "Global Optimization"</p> <p>End Sub</p> <p>Private Sub LabelHelpLocal_Click() MsgBox "Pada multipage kedua merupakan optimasi untuk Local Optimization. Pada pengembangan program ini masih menggunakan satu jenis local optimization yaitu dengan generalized reduce gradient atau GRG. Pengaplikasian GRG ini sudah tersedia pada Solver yang merupakan aplikasi yang sudah tersedia pada Microsoft</p>	<pre> Else     ws.Cells(8 + NMO, 6) = "Tidak Memenuhi" End If  If ws.Cells(8 + NMO, 6) = Memenuhi3 Then     ws.Range("OptimasiVar3").Copy     ws2.Select     Range("GlobalOpt3").PasteSpecial xlPasteFormulasAndNumberFormats     ws.Select End If  Next o Next M Next N  ws2.Activate ws2.Range("H5").Value = ws2.Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row - 2  Set rangeOF3 = Worksheets("GlobalVariabel3").Range("E:E") MaxValue3 = Application.WorksheetFunction.Max(rangeOF3) ws2.Range("H2").Value = MaxValue3 MinValue3 = Application.WorksheetFunction.Min(rangeOF3) ws2.Range("H3").Value = MinValue3  MsgBox "Global Optimization Completed, Press OK" _  ws2.Range("H5").Select  End Sub  Private Sub CmdGlobalSolve2_Click()  Dim ws As Worksheet Dim ws2 As Worksheet Dim vartrain21 As Integer Dim varinterval21 As Double Dim vartrain22 As Integer Dim varinterval22 As Double Dim Min1 As Integer Dim Max1 As Integer </pre>
--	---

<pre> Excel. Akses dapat dilakukan langsung dengan klik button SOLVE", vbInformation, "Local Optimization"  End Sub  Private Sub MultiPage1_Change()     If Me.MultiPage1.Value = 0 Then         ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel1").Activate     End If      If Me.MultiPage1.Value = 1 Then         ThisWorkbook.Sheets("Local").Activate     End If      If Me.MultiPage1.Value = 2 Then         ThisWorkbook.Sheets("Local").Activate     End If End Sub  Private Sub MultiPage2_Change()     Dim ws As Worksheet     Dim ws2 As Worksheet     Set ws = ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel1")     Set ws2 = ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel1")      'Mutipage Variable Variations     If Me.MultiPage2.Value = 0 Then         ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel1").Activate     ElseIf Me.MultiPage2.Value = 1 Then         ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel2").Activate     ElseIf Me.MultiPage2.Value = 2 Then         ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel3").Activate     ElseIf Me.MultiPage2.Value = 3 Then         ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel4").Activate     End If End Sub  Private Sub OptionButtonMax_Click()  End Sub </pre>	<pre> Dim Min2 As Integer Dim Max2 As Integer Dim NM As Integer Dim N As Integer Dim M As Integer Dim Memenuhi2 As String  Dim MinValue2 As Double Dim MaxValue2 As Double Dim rangeOF2 As Range  Set ws = ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel2") Set ws2 = ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel2")  vartrain21 = Me.TextVarTrain21.Value varinterval21 = Me.TextVarInterval21.Value vartrain22 = Me.TextVarTrain22.Value varinterval22 = Me.TextVarInterval22.Value Min1 = Me.TextVarmin21.Value Max1 = Me.TextVarMax21.Value Min2 = Me.TextVarMin22.Value Max2 = Me.TextVarMax22.Value Memenuhi2 = ws2.Range("G4").Value  ws.Select  'Looping dua variabel For N = 0 To vartrain21     For M = 0 To vartrain22         NM = vartrain22 * (N + 1) + (M + 1) - vartrain22         ws.Cells(8 + NM, 1) = NM         ws.Cells(8 + NM, 2) = varinterval21 * N + Min1         ws.Cells(8 + NM, 3) = varinterval22 * M + Min2         ws.Cells(3, 2) = ws.Cells(8 + NM, 2)         ws.Cells(3, 3) = ws.Cells(8 + NM, 3)         Worksheets("OptimasiVariabel2").Range("D3").Copy         Worksheets("OptimasiVariabel2").Range("D" &amp; 8 + NM).PasteSpecial Paste:=xlPasteFormulas </pre>
---	---



<pre> Private Sub RefFungsiObjektif_BeforeDragOver(Cancel As Boolean, ByVal Data As MSForms.DataObject, ByVal x As stdole.OLE_XPOS_CONTAINER, ByVal y As stdole.OLE_YPOS_CONTAINER, ByVal DragState As MSForms.fmDragState, Effect As MSForms.fmDropEffect, ByVal Shift As Integer) Worksheets("OptimasiVariabel2").Range("E2").Select End Sub  Private Sub textVartrain11_Change() If Not IsNumeric(TextVarInterval11.Text) Then TextVarInterval11.Text = 0 TextVarInterval11.SelStart = Len(TextVarInterval11.Text) End If Me.TextVarInterval11.Value = (Me.TextVarMax11.Value - Me.TextVarMin11.Value) / Me.TextVarTrain11.Value  End Sub  Private Sub textVartrain21_Change() If Not IsNumeric(TextVarInterval21.Text) Then TextVarInterval21.Text = 0 TextVarInterval21.SelStart = Len(TextVarInterval11.Text) End If Me.TextVarInterval21.Value = (Me.TextVarMax21.Value - Me.TextVarmin21.Value) / Me.TextVarTrain21.Value  End Sub  Private Sub textVartrain22_Change() If Not IsNumeric(TextVarInterval22.Text) Then TextVarInterval22.Text = 0 TextVarInterval22.SelStart = Len(TextVarInterval22.Text) End If Me.TextVarInterval22.Value = (Me.TextVarMax22.Value - Me.TextVarMin22.Value) / Me.TextVarTrain22.Value  End Sub  Private Sub textVartrain31_Change() If Not IsNumeric(TextVarInterval31.Text) Then </pre>	<pre> If ws.Cells(8 + NM, 2).Value &lt;= Max1 And ws.Cells(8 + NM, 2).Value &gt;= Min1 And ws.Cells(8 + NM, 3).Value &lt;= Max2 And ws.Cells(8 + NM, 3).Value &gt;= Min2 Then ws.Cells(8 + NM, 5) = "Memenuhi" Else ws.Cells(8 + NM, 5) = "Tidak Memenuhi" End If  If ws.Cells(8 + NM, 5) = Memenuhi2 Then ws.Range("OptimasiVar2").Copy ws2.Select Range("GlobalOpt2").PasteSpecial xlPasteFormulasAndNumberFormats ws.Select End If  Next M Next N  ws2.Activate ws2.Range("G5").Value = ws2.Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row - 2  Set rangeOF2 = Worksheets("GlobalVariabel2").Range("D:D") MaxValue2 = Application.WorksheetFunction.Max(rangeOF2) ws2.Range("G2").Value = MaxValue2 MinValue2 = Application.WorksheetFunction.Min(rangeOF2) ws2.Range("G3").Value = MinValue2  MsgBox "Global Optimization Completed, Press OK" _  ws2.Range("G5").Select  End Sub  Private Sub CmdGlobalSolve1_Click() Dim ws As Worksheet Dim ws2 As Worksheet Dim vartrain As Integer Dim varinterval As Double Dim N As Integer </pre>
--	---

<pre> TextVarInterval31.Text = 0  TextVarInterval31.SelStart = Len(TextVarInterval31.Text) End If  Me.TextVarInterval31.Value = (Me.TextVarMax31.Value - Me.TextVarMin31.Value) / Me.TextVarTrain31.Value  End Sub  Private Sub textVartrain32_Change() If Not IsNumeric(TextVarInterval32.Text) Then TextVarInterval32.Text = 0 TextVarInterval32.SelStart = Len(TextVarInterval32.Text) End If  Me.TextVarInterval32.Value = (Me.TextVarMax32.Value - Me.TextVarMin32.Value) / Me.TextVarTrain32.Value  End Sub  Private Sub textVartrain33_Change() If Not IsNumeric(TextVarInterval33.Text) Then TextVarInterval33.Text = 0 TextVarInterval33.SelStart = Len(TextVarInterval33.Text) End If  Me.TextVarInterval33.Value = (Me.TextVarMax33.Value - Me.TextVarMin33.Value) / Me.TextVarTrain33.Value  End Sub  Private Sub textVartrain41_Change() If Not IsNumeric(TextVarInterval41.Text) Then TextVarInterval41.Text = 0 TextVarInterval41.SelStart = Len(TextVarInterval41.Text) End If  Me.TextVarInterval41.Value = (Me.TextVarMax41.Value - Me.TextVarMin41.Value) / Me.TextVarTrain41.Value  End Sub  Private Sub textVartrain42_Change() If Not IsNumeric(TextVarInterval42.Text) Then TextVarInterval42.Text = 0 TextVarInterval42.SelStart = Len(TextVarInterval42.Text) End If  Me.TextVarInterval42.Value = (Me.TextVarMax42.Value - Me.TextVarMin42.Value) / Me.TextVarTrain42.Value </pre>	<pre> Dim Min1 As Integer Dim Max1 As Integer Dim Memenuhi1 As String  Dim MinValue1 As Double Dim MaxValue1 As Double Dim rangeOF1 As Range  Set ws = ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel1") Set ws2 = ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel1")  vartrain = Me.TextVarTrain11.Value varinterval = Me.TextVarInterval11.Value Min1 = Me.TextVarMin11.Value Max1 = Me.TextVarMax11.Value Memenuhi1 = ws2.Range("F4").Value  ws.Select  'Looping satu variabel For N = 0 To vartrain ws.Cells(9 + N, 1) = N ws.Cells(9 + N, 2) = (varinterval) * N + Min1 ws.Cells(3, 2) = ws.Cells(9 + N, 2) Worksheets("OptimasiVariabel1").Range("C3").Copy Worksheets("OptimasiVariabel1").Range("C" &amp; 9 + N).PasteSpecial Paste:=xlPasteFormulas If ws.Cells(9 + N, 2).Value &lt;= Max1 And ws.Cells(9 + N, 2).Value &gt;= Min1 Then ws.Cells(9 + N, 4) = "Memenuhi" Else ws.Cells(9 + N, 4) = "Tidak Memenuhi" End If  If ws.Cells(9 + N, 4) = Memenuhi1 Then ws.Range("OptimasiVar1").Copy ws2.Select Range("GlobalOpt1").PasteSpecial xlPasteFormulasAndNumberFormats ws.Select End If </pre>
--	---

<pre> End Sub Private Sub textVartrain43_Change() If Not IsNumeric(TextVarInterval43.Text) Then     TextVarInterval43.Text = 0     TextVarInterval43.SelStart = Len(TextVarInterval43.Text) End If Me.TextVarInterval43.Value = (Me.TextVarMax43.Value - Me.TextVarMin43.Value) / Me.TextVarTrain43.Value  End Sub Private Sub textVartrain44_Change() If Not IsNumeric(TextVarInterval44.Text) Then     TextVarInterval44.Text = 0     TextVarInterval44.SelStart = Len(TextVarInterval44.Text) End If Me.TextVarInterval44.Value = (Me.TextVarMax44.Value - Me.TextVarMin44.Value) / Me.TextVarTrain44.Value  End Sub Private Sub CmdGlobalSolve4_Click() Dim ws As Worksheet Dim ws2 As Worksheet  Dim vartrain41 As Integer Dim varinterval41 As Double Dim vartrain42 As Integer Dim varinterval42 As Double Dim vartrain43 As Integer Dim varinterval43 As Double Dim vartrain44 As Integer Dim varinterval44 As Double Dim N As Integer Dim M As Integer Dim o As Integer Dim P As Integer Dim NMOP As Integer Dim Memenuhi4 As String  Dim Min1 As Double Dim Max1 As Double </pre>	<pre> 'If ws.Cells(9 + N, 4) = Memenuhi1 Then     ' ws.Range(Cells(9 + N, 1), Cells(9 + N, 4)).Copy     ' ws2.Select     ' Range("A1000").End(xlUp).Offset(1, 0).PasteSpecial xlPasteFormulasAndNumberFormats     ' ws.Select     ' End If Next N  ws2.Activate ws2.Range("F5").Value = ws2.Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row - 2  Set rangeOF1 = Worksheets("GlobalVariabel1").Range("C:C") MaxValue1 = Application.WorksheetFunction.Max(rangeOF1) ws2.Range("F2").Value = MaxValue1 MinValue1 = Application.WorksheetFunction.Min(rangeOF1) ws2.Range("F3").Value = MinValue1  MsgBox "Global Optimization Completed, Press OK" _  ws2.Range("F5").Select  End Sub  Private Sub UserForm_Initialize() MsgBox "Selamat Datang!" &amp; vbCrLf &amp; _ "Jika ingin menampilkan WORKBOOK GLOBAL &amp; LOCAL OPTIMIZATION, silahkan menuju ke TAB DEVELOPER &gt; VISUAL BASIC &gt; VBAProject GOLOC &gt; Ms. Excel Objects: THIS WORKBOOK" &amp; vbCrLf &amp; _ "PROPERTIES &gt; Ganti 'IsAddin' dengan mode FALSE", vbQuestion, "WELCOME!"  Me.TextVarMin11.Value = "0" Me.TextVarmin21.Value = "0" Me.TextVarMin22.Value = "0" Me.TextVarMin31.Value = "0" Me.TextVarMin32.Value = "0" Me.TextVarMin33.Value = "0" Me.TextVarMin41.Value = "38" </pre>
---	---

Dim Min2 As Double	Me.TextVarMin42.Value = "9.8"
Dim Max2 As Double	Me.TextVarMin43.Value = "2.72"
Dim Min3 As Double	Me.TextVarMin44.Value = "1.64"
Dim Max3 As Double	Me.TextVarMax11.Value = "10"
Dim Min4 As Double	Me.TextVarMax21.Value = "10"
Dim Max4 As Double	Me.TextVarMax22.Value = "100"
	Me.TextVarMax31.Value = "10"
Dim Min11 As Double	Me.TextVarMax32.Value = "100"
Dim Max11 As Double	Me.TextVarMax33.Value = "1000"
Dim Min22 As Double	Me.TextVarMax41.Value = "56"
Dim Max22 As Double	Me.TextVarMax42.Value = "12.55"
Dim Min33 As Double	Me.TextVarMax43.Value = "5.6"
Dim Max33 As Double	Me.TextVarMax44.Value = "3"
Dim Min44 As Double	
Dim Max44 As Double	GolocForm.RefFungsiObjektif.Text = Selection.Address
Dim Min55 As Double	
Dim Max55 As Double	With CbGlobal
Dim Min66 As Double	.AddItem "Artificial Neural Network"
Dim Max66 As Double	.AddItem "Other method"
Dim Min77 As Double	End With
Dim Max77 As Double	
Dim Min88 As Double	With cblocal
Dim Max88 As Double	.AddItem "Solver-Generalized Reduced Gradient"
	.AddItem "Other method"
Set ws = ThisWorkbook.Sheets("OptimasiVariabel4")	End With
Set ws2 = ThisWorkbook.Sheets("GlobalVariabel4")	
	With cbgoloc
	.AddItem "ANN + GRG"
	.AddItem "Other goloc method"
If Trim(Me.TextVarTrain41.Value) = "" Then	
Me.TextVarTrain41.SetFocus	
MsgBox "Please Input your Train Number"	End With
Exit Sub	End Sub
End If	
If Trim(Me.TextVarTrain42.Value) = "" Then	
Me.TextVarTrain42.SetFocus	
MsgBox "Please Input your Train Number"	
Exit Sub	
End If	

```
If Trim(Me.TextVarTrain43.Value) = "" Then
```

```
    Me.TextVarTrain43.SetFocus
```

```
    MsgBox "Please Input your Train Number"
```

```
    Exit Sub
```

```
End If
```

```
If Trim(Me.TextVarTrain44.Value) = "" Then
```

```
    Me.TextVarTrain44.SetFocus
```

```
    MsgBox "Please Input your Train Number"
```

```
    Exit Sub
```

```
End If
```

Windows taskbar: 6:39 AM, 1/23/2018. Address bar: [Address].

Excel ribbon: File, Home, Insert, Page Layout, Formulas, Data, Review, View, Help.

Excel title bar: (BISMILLAH)GOLOC rev12 - Excel

RunGoloc sidebar: Open it! 117, 285.948269089174

GOLOC 1.1 dialog box:

Global Optimization | Local Optimization | GOLOC Optimization | Help

Choose your Global Optimization Method: Artificial Neural Network

Number of Variables: [Load Sheet]

1 Variable | 2 Variable | 3 Variable | **4 Variable**

Set Objective Function:  [Min] [Max]

By Changing Variable Cells: [ ] [ ] [ ] [ ]

Min. Variable :	38	9.8	2.72	1.64
Max. Variable :	56	12.55	5.6	3

Input your Train Number: [ ] [ ] [ ] [ ]

Interval: [ ] [ ] [ ] [ ]

Jika terdapat desimal pada nilai Interval maka ubah tanda "." menjadi ","

[Clear Sheet] [Close] [Solve]

Excel spreadsheet data:

	K	L	M	N	O
1					
2	Initial Gmo	0° to 30°	0° to 40°	30° to 40°	Roll. Period
3	3.62	0.48	0.80	0.32	6.71
4					
5					
6					
7					
8	Initial Gmo	0° to 30°	0° to 40°	30° to 40°	Roll. Period
9	3.79774519	0.474208626	0.79182785	0.317619224	6.448039648
10	3.481081045	0.457719855	0.763332343	0.305612488	6.525831346
11	3.20941203	0.444234538	0.73992626	0.295701723	6.600729357
12	2.973777992	0.433119223	0.720584061	0.287464838	6.672256047
13	2.767450471	0.423950744	0.704535607	0.280584863	6.740092668
14	2.585278599	0.416372176	0.691191311	0.274819135	6.804035175
15	2.42325232	0.410080171	0.680037199	0.269957028	6.863964287
16	2.278203118	0.404853548	0.670697745	0.265844197	6.919824581
17	2.147584259	0.400583635	0.662985355	0.26240172	6.971609499
18	2.029370791	0.397128988	0.656659791	0.259530802	7.019350295
19	3.754256574	0.478025406	0.801184194	0.323158788	6.714126222
20	3.4377079305	0.460811144	0.77124088	0.310429735	6.795514003
21	3.166150793	0.446639877	0.746504536	0.299864659	6.87358277
22	2.930627061	0.43489684	0.725923814	0.291026974	6.947831162
23	2.724407805	0.425120373	0.708709204	0.283588831	7.017927415
24	2.542342292	0.416957054	0.694256293	0.277299239	7.083662924
25	2.380420589	0.410131728	0.682094521	0.271962794	7.144920644
26	2.235474288	0.404426976	0.671852069	0.267425093	7.201652907
27	2.10496675	0.399668728	0.663231246	0.263562518	7.253865398
28	1.986843111	0.39565219	0.655885486	0.260233296	7.301605244
29	3.710180619	0.47900881	0.806212832	0.327204022	7.057500754
30	3.393739663	0.461252235	0.775096685	0.31384445	7.143233225
31	3.122289263	0.446573051	0.749283961	0.30271091	7.225034591
32	2.868689616	0.434348982	0.727703008	0.293354026	7.302374943

Excel spreadsheet data (continued):

	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
	<b>Variables</b>						
	<b>Min</b>			<b>Max</b>			
Lpp (m):	38.08			56.00			
B (m):	9.80			12.55			
H (m):	2.72			5.60			
T (m):	1.61			3.39			
	<b>Constraints</b>						
	<b>Min</b>			<b>Max</b>			
Weight (ton):	-1.00%			1.00%			
Deck Area (m2):	130.00			330.00			
Gross Tonnage:	200.00			300.00			
Freeboard (cm):	0.31			1.56			
Initial Gmo (m):	0.23			0.00			
to 30° (m.deg):	0.30			0.00			
to 40° (m.deg):	0.09			0.00			
to 40° (m.deg):	0.14			0.00			
g Period (Sec):	5.00			12.00			
t 30 or greater:	25.00			0.00			
Lpp/B (m):	4.00			5.20			
Lpp/H (m):	10.00			20.00			
B/T (m):	3.70			6.00			
H/T (m):	1.30			2.22			

Excel status bar: Ready, 68%

RunGoloc interface with 'Open it!' button and a grid of cells. The active cell is D20.

**Solver Parameters**

Set Objective:

To:  Max  Min  Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

- SBS10:\$E\$10 >= 0
- SBS10:\$E\$10 >= 0
- SBS10:\$E\$10 >= 0
- SBS10:\$E\$10 >= 0
- SES11 <= \$G\$11
- SES11 >= \$C\$11
- SES12 <= \$G\$12
- SES12 >= \$C\$12
- SES13 <= \$G\$13
- SFS14 <= 5800
- SES2:\$E\$5 >= \$C\$2:\$C\$5
- SFS14 <= 5800
- SES13 >= \$C\$13

Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method:

Solving Method  
Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

**GOLOC 1.1**

Optimization | Local Optimization | GOLOC Optimization | Help

Choose your local optimization method

Generalized Reduced Gradient

RunGoloc

Open it!

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32

GOLOC 1.1

Global Optimization | Local Optimization | **GOLOC Optimization** | Help

Choose your Global + Local optimization method

Choose your method

GOLOC Guidelines

- GOLOC Optimization Variabel 1
- GOLOC Optimization Variabel 2
- GOLOC Optimization Variabel 3
- GOLOC Optimization Variabel 4

Reset Close

**Optimasi Global dan Lokal**

Optimasi Global dan Lokal dilakukan dengan menggabungkan kedua metode optimasi. Optimasi Global akan dilakukan terlebih dahulu. Setelah variabel yang MEMENUHI BATASAN dari TAB GLOBAL OPTIMIZATION didapatkan, maka variabel tersebut dapat digunakan sebagai nilai inisial untuk melakukan optimasi lokal pada TAB LOCAL OPTIMIZATION

OK

	L	M	N	O	P
	0° to 30°	0° to 40°	30° to 40°	Roll. Period	Maks GZ
	0.48	0.80	0.32	6.71	50.00
	0° to 30°	0° to 40°	30° to 40°	Roll. Period	Maks GZ
	0.474208626	0.79182785	0.317619224	5.448039648	50
	0.457719855	0.763332343	0.305612488	6.525831346	50
	0.444224538	0.73992626	0.295701723	6.600729357	50
	0.433119223	0.720584061	0.287464838	6.672256047	45
	0.423950744	0.704535607	0.280584863	6.740092668	45
	0.416372176	0.691191311	0.274819135	6.804035175	45
	0.410080171	0.680037199	0.269957028	6.863964287	45
	0.404853548	0.670697745	0.265844197	6.919824581	45
	0.400583635	0.662985355	0.26240172	6.971609499	45
	0.397128988	0.656659791	0.259530802	7.019350295	45
	0.478025406	0.801184194	0.323158788	6.714126222	50
	0.460811144	0.77124088	0.310429735	6.795514003	50
	0.446639877	0.746504536	0.299864659	6.87358277	50
	0.43489684	0.725923814	0.291026974	6.947831162	50
	0.425120373	0.708709204	0.283588831	7.017927415	50
	0.416957054	0.694256293	0.277299239	7.083662924	50
	0.410131728	0.682094521	0.271962794	7.144920644	45
	0.404426976	0.671852069	0.267425093	7.201652907	45
	0.399668728	0.663231246	0.263562518	7.253865398	45
	0.39565219	0.655885486	0.260233296	7.301605244	45
	0.47900881	0.806212832	0.327204022	7.057500754	55
	0.461252235	0.775096685	0.31384445	7.143233225	50
	0.446573051	0.749283961	0.30271091	7.225034591	50
	0.434348982	0.727703008	0.293354026	7.302374943	50



RunGoloc

Open it:

Global Optimization

Global Optimization

Number of Variables

Minimum and Maximum Option Button

Minimum and Maximum Variable

What is Train Number?

Running Time

Local Optimization

What is Solver?

Using Solver from this Program

Global-Local Optimization

How Global-Local Optimization work

**Global Optimization**

**i** Pada form Global Optimization terdapat 1 combo box, 4 command button, 12 ref edit, 30 text box dan 4 multipage untuk masing-masing variabel.  
 Pada program direncanakan 4 variasi variabel. Pada combo box digunakan untuk memilih jenis optimisasi global, untuk sementara hanya menggunakan artificial neural network. Lalu untuk ref edit pertama yaitu untuk memasukkan nilai fungsi objektif dari worksheet

OK

	L	M	N	O	P
	0° to 30°	0° to 40°	30° to 40°	Roll. Period	Maks GZ
	0.48	0.80	0.32	6.71	50.00
	0° to 30°	0° to 40°	30° to 40°	Roll. Period	Maks GZ
	0.474208626	0.79182785	0.317619224	6.448039648	50
	0.457719855	0.763332343	0.305612488	6.525831346	50
	0.444224538	0.73992626	0.295701723	6.600728957	50
	0.433119223	0.720584061	0.287464838	6.672256047	45
	0.423950744	0.704535607	0.280584863	6.740092668	45
	0.416372176	0.691191311	0.274819135	6.804035175	45
	0.410080171	0.680037199	0.269957028	6.863964287	45
	0.404853548	0.670697745	0.265844197	6.919824581	45
	0.400583635	0.662985355	0.26240172	6.971609499	45
	0.397128988	0.656659791	0.259530802	7.019350295	45
	0.478025406	0.801184194	0.323158788	6.714126222	50
	0.46081144	0.77124088	0.310429735	6.795514003	50
	0.446639877	0.746504536	0.299864659	6.87358277	50
	0.43489684	0.725923814	0.291026974	6.947831162	50
	0.425120373	0.708709204	0.283588831	7.017927415	50
	0.416957054	0.694256293	0.277299239	7.083662924	50
	0.410131728	0.682094521	0.271962794	7.144920644	45
	0.404426976	0.671852069	0.267425093	7.201652907	45
	0.399668728	0.663231246	0.263562518	7.253865398	45
	0.39565219	0.655885486	0.260233296	7.301605244	45
	0.47900881	0.806212832	0.327204022	7.057500754	55
	0.461252235	0.775096685	0.31384445	7.143233225	50
	0.446573051	0.749283961	0.30271091	7.225034591	50
	0.434348982	0.727703008	0.293354026	7.302374943	50

**LAMPIRAN C**  
**GAMBAR *LINES PLAN, GENERAL ARRAGEMENT* DAN**  
**MODEL 3D *MULTIPURPOSE LCT***

TABLE OF HEIGHT ABOVE BASELINE

Station	BL	BL.1	BL.2	BL.3	BL.4	BL.5
TREASON	0711	0716	0721	0726	0731	0736
AP	0741	0746	0751	0756	0761	0766
0712	0752	0757	0762	0767	0772	0777
0713	0763	0768	0773	0778	0783	0788
0714	0774	0779	0784	0789	0794	0799
0715	0785	0790	0795	0800	0805	0810
0716	0796	0801	0806	0811	0816	0821
0717	0807	0812	0817	0822	0827	0832
0718	0818	0823	0828	0833	0838	0843
0719	0829	0834	0839	0844	0849	0854
0720	0840	0845	0850	0855	0860	0865
0721	0851	0856	0861	0866	0871	0876
0722	0862	0867	0872	0877	0882	0887
0723	0873	0878	0883	0888	0893	0898
0724	0884	0889	0894	0899	0904	0909
0725	0895	0900	0905	0910	0915	0920
0726	0906	0911	0916	0921	0926	0931
0727	0917	0922	0927	0932	0937	0942
0728	0928	0933	0938	0943	0948	0953
0729	0939	0944	0949	0954	0959	0964
0730	0950	0955	0960	0965	0970	0975
0731	0961	0966	0971	0976	0981	0986
0732	0972	0977	0982	0987	0992	0997
0733	0983	0988	0993	0998	1003	1008
0734	0994	0999	1004	1009	1014	1019
0735	1005	1010	1015	1020	1025	1030
0736	1016	1021	1026	1031	1036	1041
0737	1027	1032	1037	1042	1047	1052
0738	1038	1043	1048	1053	1058	1063
0739	1049	1054	1059	1064	1069	1074
0740	1060	1065	1070	1075	1080	1085
0741	1071	1076	1081	1086	1091	1096
0742	1082	1087	1092	1097	1102	1107
0743	1093	1098	1103	1108	1113	1118
0744	1104	1109	1114	1119	1124	1129
0745	1115	1120	1125	1130	1135	1140
0746	1126	1131	1136	1141	1146	1151
0747	1137	1142	1147	1152	1157	1162
0748	1148	1153	1158	1163	1168	1173
0749	1159	1164	1169	1174	1179	1184
0750	1170	1175	1180	1185	1190	1195
0751	1181	1186	1191	1196	1201	1206
0752	1192	1197	1202	1207	1212	1217
0753	1203	1208	1213	1218	1223	1228
0754	1214	1219	1224	1229	1234	1239
0755	1225	1230	1235	1240	1245	1250
0756	1236	1241	1246	1251	1256	1261
0757	1247	1252	1257	1262	1267	1272
0758	1258	1263	1268	1273	1278	1283
0759	1269	1274	1279	1284	1289	1294
0760	1280	1285	1290	1295	1300	1305
0761	1291	1296	1301	1306	1311	1316
0762	1302	1307	1312	1317	1322	1327
0763	1313	1318	1323	1328	1333	1338
0764	1324	1329	1334	1339	1344	1349
0765	1335	1340	1345	1350	1355	1360
0766	1346	1351	1356	1361	1366	1371
0767	1357	1362	1367	1372	1377	1382
0768	1368	1373	1378	1383	1388	1393
0769	1379	1384	1389	1394	1399	1404
0770	1390	1395	1400	1405	1410	1415
0771	1401	1406	1411	1416	1421	1426
0772	1412	1417	1422	1427	1432	1437
0773	1423	1428	1433	1438	1443	1448
0774	1434	1439	1444	1449	1454	1459
0775	1445	1450	1455	1460	1465	1470
0776	1456	1461	1466	1471	1476	1481
0777	1467	1472	1477	1482	1487	1492
0778	1478	1483	1488	1493	1498	1503
0779	1489	1494	1499	1504	1509	1514
0780	1500	1505	1510	1515	1520	1525
0781	1511	1516	1521	1526	1531	1536
0782	1522	1527	1532	1537	1542	1547
0783	1533	1538	1543	1548	1553	1558
0784	1544	1549	1554	1559	1564	1569
0785	1555	1560	1565	1570	1575	1580
0786	1566	1571	1576	1581	1586	1591
0787	1577	1582	1587	1592	1597	1602
0788	1588	1593	1598	1603	1608	1613
0789	1599	1604	1609	1614	1619	1624
0790	1610	1615	1620	1625	1630	1635
0791	1621	1626	1631	1636	1641	1646
0792	1632	1637	1642	1647	1652	1657
0793	1643	1648	1653	1658	1663	1668
0794	1654	1659	1664	1669	1674	1679
0795	1665	1670	1675	1680	1685	1690
0796	1676	1681	1686	1691	1696	1701
0797	1687	1692	1697	1702	1707	1712
0798	1698	1703	1708	1713	1718	1723
0799	1709	1714	1719	1724	1729	1734
0800	1720	1725	1730	1735	1740	1745

BODY PLAN

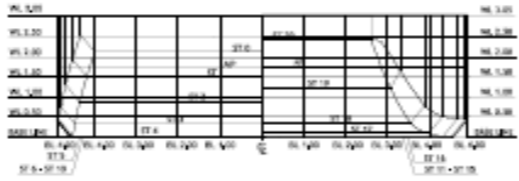
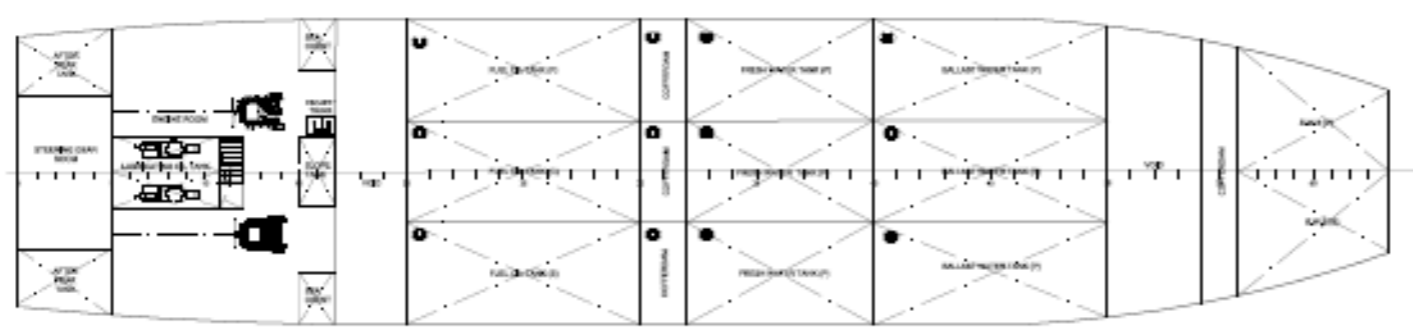
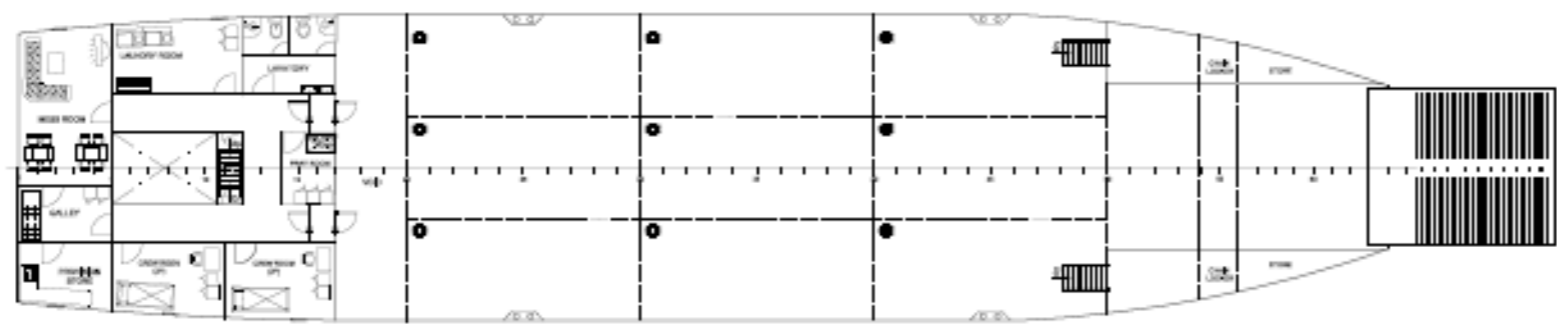
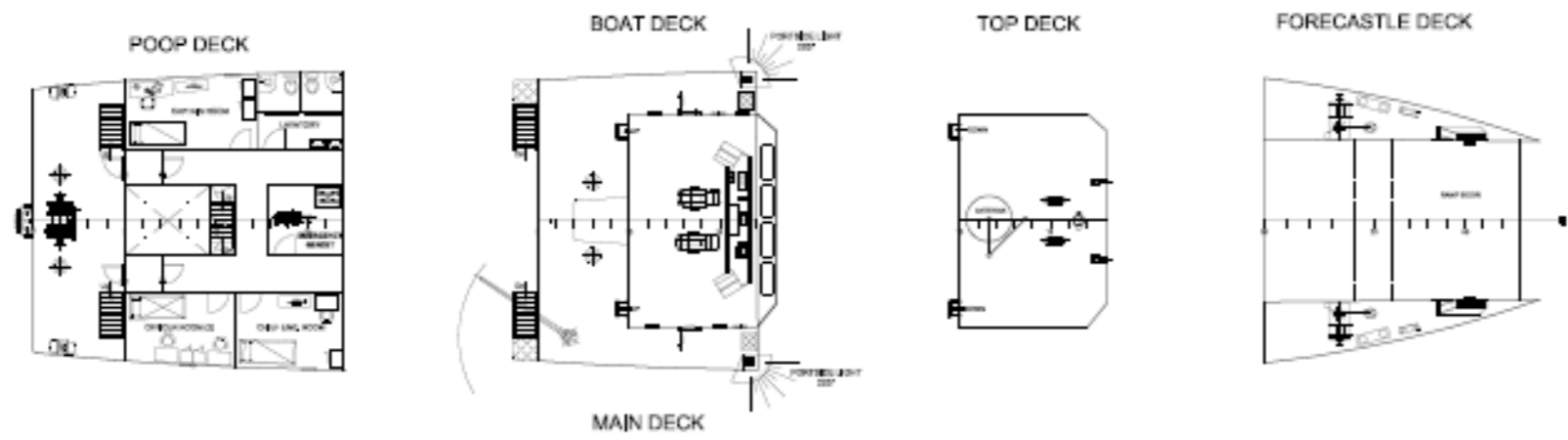
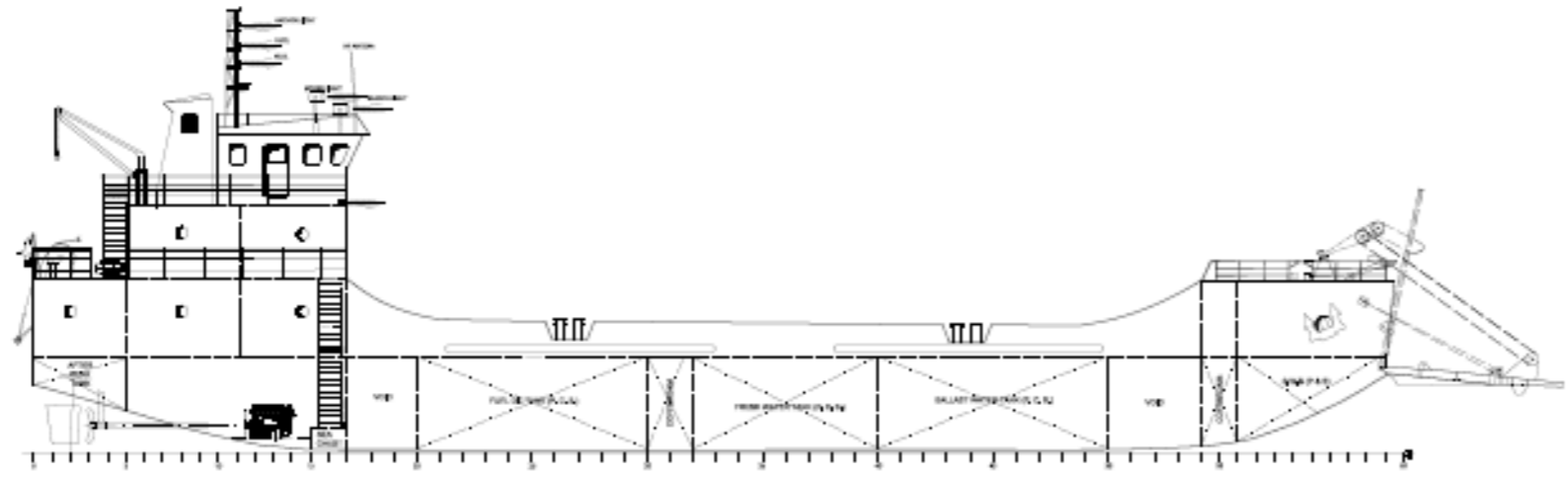


TABLE OF HALF BREADTH PLAN

Station	WL 1.2	WL 1	WL 1.2	WL 1.1	WL 1	WL 1.2	WL 1
TREASON	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
AP	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0711	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0712	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0713	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0714	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0715	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0716	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0717	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0718	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0719	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0720	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0721	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0722	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0723	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0724	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0725	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0726	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0727	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0728	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0729	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0730	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0731	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0732	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0733	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0734	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0735	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0736	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0737	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0738	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0739	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0740	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0741	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0742	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0743	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0744	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0745	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0746	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0747	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0748	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0749	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0750	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0751	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0752	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0753	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0754	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0755	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0756	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0757	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0758	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0759	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0760	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0761	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0762	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0763	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0764	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0765	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0766	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0767	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0768	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0769	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0770	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0771	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0772	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0773	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0774	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0775	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0776	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0777	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0778	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0779	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0780	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0781	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0782	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0783	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00



PRINCIPAL DIMENSION	
SHIP TYPE	LANDING CRAFT TANK
LENGTH WATER LINE	43.00 M
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR	41.30 M
MOULDED BREADTH	9.80 M
MOULDED DEPTH	3.00 M
MOULDED DRAUGHT	1.70 M
BLOCK COEFFICIENT	0.60
DESIGNED SERVICE SPEED	10 KNOTS
NUMBER OF CREW	8 PERSONAL

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING  
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

**KM, TAMBORA**

**GENERAL ARRANGEMENT**

Scale	SIGNATURE	DATE	REMARK
1 : 100			
Drawn by : Yelita Yelita Zuhri			REV. 01/14/2023
Checked by : Huseinudin, S.T., M.T.			
Approved by : Huseinudin, S.T., M.T.			



## BIODATA PENULIS



Varisha Vada Zumar, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Malang pada 27 September 1996 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Darmawanita Lenangguar, kemudian melanjutkan ke SDN I Lenangguar, SMPN 1 Lenangguar dan SMAN 2 Sumbawa Besar. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2014. Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi Sekretaris Kabinet di dua kepengurusan yaitu WEEDS HIMATEKPAL 2015/2016 dan BARU HIMATEKPAL 2016/2017.

Email: [varishavada@gmail.com/](mailto:varishavada@gmail.com/)