

31320/08



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



RSPe
623.820 2
Ala
P-1
2008

TUGAS AKHIR - LK 1347

PERENCANAAN KAPAL IKAN DENGAN MUATAN IKAN HIDUP DI PERAIRAN BRONDONG

ADDIN SIROJAN ALAMIAH
NRP. 4101 100 026

Dosen Pembimbing
Ir. I G.M. Santosa

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2008

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terbit	21-2-2008
No. Seri	H
No. Katalog	230171

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN KAPAL IKAN DENGAN MUATAN IKAN HIDUP DI PERAIRAN BRONDONG

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Perencanaan
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ADDIN SIROJAN ALAMIAH
Nrp. 4101 100 026

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. I Gusti Made Santosa



SURABAYA, JANUARI 2008

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

PERENCANAAN KAPAL IKAN DENGAN MUATAN IKAN HIDUP DI PERAIRAN BRONDONG

TUGAS AKHIR

Telah Direvisi Sesuai Dengan Hasil Sidang

Ujian Tugas Akhir

Pada

Bidang Studi Perencanaan

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ADDIN SIROJAN ALAMIAH

Nrp. 4101 100 026



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

1. Ir. I Gusti Made Santosa

Surabaya, // Pebruari 2008

PERENCANAAN KAPAL IKAN DENGAN MUATAN IKAN HIDUP DI PERAIRAN BRONDONG

Penulis : Addin Sirojan Alamiah
Dosen Pembimbing : Ir. I.G.M. Santosa

Abstrak

Ikan adalah salah satu sumber daya laut yang sangat besar jumlahnya. Dalam keadaan hidup, ikan memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Hongkong, Singapura dan Jepang adalah negara yang sangat berminat pada ikan yang masih hidup, khususnya ikan kerapu dan kakap. Kenyataannya, masih banyak para nelayan yang masih menangkap ikan tetapi dijual dalam keadaan mati, walaupun masih segar. Hal ini merupakan suatu kerugian bagi nelayan, jika mereka mampu menjual ikan yang masih hidup tentu pendapatan mereka akan meningkat.

Untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan kapal Ikan yang bisa menangkap dan menjual ikan dalam keadaan hidup. Berbeda dengan kapal ikan pada umumnya, kapal ini dilengkapi dengan alat tangkap bubu. Dengan alat ini, ikan yang tertangkap bisa bertahan hidup sampai para nelayan mengambilnya. Selain itu, kapal ini juga dilengkapi dengan bak fiberglass penampung ikan, sehingga ikan bisa bertahan hidup sampai di tempat pemasaran. Dengan demikian penghasilan para nelayan bisa ditingkatkan, sehingga taraf hidup para nelayan menjadi lebih baik.

Dalam makalah ini, analisis perancangan kapal ikan dengan muatan ikan hidup di perairan Brondong diuraikan. Perancangan kapal ini diawali dengan penentuan variables, parameters dan batasan-batasan (constraints) yang sesuai dengan kondisi perairan kapal tersebut beroperasi. Selanjutnya proses optimasi dilakukan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimal, dan fungsi obyektif dalam proses ini adalah meminimalkan biaya total pembangunan kapal. Dari hasil proses ini, ukuran utama optimal yang didapatkan adalah sebagai berikut: $L_{pp} = 17\text{ m}$, $B_{moulded} = 5\text{ m}$, $H_{moulded} = 2.1\text{ m}$, $T = 1.7\text{ m}$. Kemudian, gambar rencana garis dan rencana umum dari hasil perancangan kapal ini juga disajikan dan dianalisis.

Kata kunci: bubu, bak fiberglass, ikan hidup, kapal ikan, perancangan

DESIGN OF FISHING VESSEL WITH LIVE FISH CARGO IN BRONDONG WATERS

Author : Addin Sirojan Alamiah

Supervisor : Ir. I.G.M. Santosa

Abstract

Fish is one of the sea natural resources in a huge of number. In living condition, it could be sold in high price. Hongkong, Singapore, and Japan is the countries that have interest in living fish, especially kerapu and kakap. In fact, there are so many fisherman that still catch the fish and then sell in death condition although in fresh condition. This condition make them still losing, if they could sell the living fish, of course their income could be growth up.

To anticipate those problems used the fishing vessel that can catch and sell the fish in living condition. The fishing vessel have a different thing likes the other vessel, It facilitated by portable trap. With this equipment, the fish can stay live until the fisherman takes it. Other wise, this vessel was facilitated with fiberglass tank to collect the fish, so the fish can stay live to the market place. So that the fisherman's income can be growth up and then their living be better.

On this paper, analysis of fishing vessel design with live fish cargo in Brondong waters is reviewed. The design of this ship is started with stating variables, parameter and constraint which is appropriate with the condition of the ship operational area. After that, the optimization process is done to choose the optimum principal dimensions, and the objective function of this process is to minimize the shipbuilding cost. The result of this process is the main optimum principal dimensions resulted as: $L_{pp} = 17$ m, $B_{moulded} = 5$ m, $H_{moulded} = 2.1$ m, $T = 1.7$ m. Then, drawing of lines plan and general arrangement of this design is also given and analyzed.

Keyword: portable trap, fiberglass tank, live fish, fishing vessel, design

KATA PENGANTAR

Syukur Allhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah memberikan cinta, petunjuk, bimbingan dan ridhloNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dan mampu mengatasi segala hambatan yang ditemui atas tuntunanNya. Shalawat serta salam tak lupa selalu terkirim untuk nabi kita Muhammad SAW yang senantiasa memberi petunjuk arah jalan kebenaran.

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik oleh penulis tentunya tidak lepas dari dukungan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah memberikan dukungan do'a serta bantuan moral dan material sampai penulis dapat menyelesaikan studi.
2. Istri dan anak tercinta, Anis Fatatik Nuryana dan Haidar Farras Safiy yang mengorbankan waktu bersama penulis dan memberi semangat, dorongan serta do'anya guna kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Adikku Nidha Ilmiah yang turut memberikan inspirasi dan semangat untuk segera menyelesaikan penelitian ini.
4. Bapak Ir. I.G.M. Santosa selaku dosen pembimbing yang dengan kesabarannya telah membimbing penulis sehingga akhirnya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
5. Bapak Ir. Triwilaswandio, MSc. selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan – FTK ITS.
6. Bapak Ir. Aris Sulisetyono, M.Sc., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Perkapalan – FTK ITS.
7. Bapak Ir. I.K.A. Pria Utama, M.Sc., Ph.D. selaku dosen wali yang selalu memberi semangat untuk cepat lulus.
8. Bapak Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc, PhD. yang selalu meluangkan waktu untuk berbagi ilmu dan konsultasi seputar tugas akhir ini.
9. Bapak Ir. P. Andrianto, yang telah memberikan saran-saran untuk penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Bapak Ir. Mahardjo W, yang selalu meluangkan waktu untuk berbagi ilmu dan konsultasi seputar tugas akhir ini.
11. Seluruh staf dosen, karyawan dan karyawanwati Jurusan Teknik Perkapalan atas bantuannya baik secara langsung maupun tidak langsung.
12. Teman-teman Genk 3B/7 ; Billy (thanks komputer n' printernya thanks very much...), Dedy n' Hasan (thanks komputernya ya...), Mas Untung makasih juga komputernya, saran n' nasehatnya, Budi makasih juga komputer n' printernya, Arif, Bagus, Casudi makasih semangat dan guyonannya....
13. Komunitas Laler ijo yang ijo lumut imut (Yoyok, Bowo, Heru, Cabul) thanks atas semua...
14. Temen-temen P41, keep your spirit, come on guys...you can do it.....
15. Semua pihak yang telah membantu penulis, yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, maka saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Januari 2008

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan dan Batasan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Manfaat	2
1.4. Hipotesis	3
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum Kapal Penangkap Ikan	7
2.2. Jenis Kapal Penangkap Ikan dan Alat Tangkapnya	8
2.2.1. Kapal Penangkap Ikan Jenis Longline	8
2.2.1.1. Macam-macam Longline	9
2.2.1.2. Daerah Penangkapan (fishing ground)	10
2.2.1.3. Operasi Penangkapan	11
2.2.2. Kapal Penangkap Ikan Jenis Gillnet	11
2.2.2.1. Macam-macam Gillnet	12
2.2.2.2. Daerah Penangkapan (fishing ground)	14
2.2.2.3. Operasi Penangkapan	14
2.2.3. Kapal Penangkap Ikan Jenis Purse Seining	15
2.2.3.1. Macam-macam Purse Seining	15
2.2.3.2. Daerah Penangkapan (fishing ground)	17
2.2.3.3. Operasi Penangkapan	17
2.2.4. Kapal Penangkap Ikan Jenis Trawl	18
2.2.4.1. Macam-macam Trawl	18
2.2.4.2. Daerah Penangkapan (fishing ground)	20
2.2.4.3. Operasi Penangkapan	21
2.2.5. Kapal Penangkap Ikan Jenis Bubu (Portable Trap)	21
2.2.5.1. Daerah Penangkapan (fishing ground)	23
2.2.5.2. Operasi Penangkapan	23
2.3. Proses Perencanaan Kapal	24
2.3.1. Metode Kapal Pemandang	24

2.3.2. Metode Statistik	24
2.3.3. Metode Ulangan Perhitungan (trial and error).....	24
2.3.4. Metode Penyelesaian Lengkap (complex solution)	27
2.4. Metode Optimasi	29
2.5. Perhitungan Stabilitas Kapal	31
2.5.1. Stabilitas Kapal Utuh (Intact Stability).....	31
2.5.2. Stabilitas Kapal Saat Operasi.....	34
2.5.2.1. Menghitung Beban lw_1 , lw_2 , θ_1 , T	36
2.5.2.2. Menghitung Momen Akibat Angin	37
2.6. Perhitungan Ekonomis	37
2.6.1. Analisa Investasi	38
2.6.2. Net Present Value (NPV).....	39
2.6.3. Break Event Point (BEP)	39

BAB III TINJAUAN DAERAH

3.1. Gambaran Umum	43
3.2. Kondisi dan Potensi	45
3.2.1. Potensi Perairan	45
3.2.2. Klimatologi	45
3.2.3. Jumlah Armada	45
3.2.4. Jumlah Nelayan	46
3.2.5. Jumlah Alat Tangkap	47
3.2.6. Perkembangan Produksi Penangkapan	47
3.3. Dermaga Bongkar Muat dan Tambat	49

BAB IV ANALISA TEKNIK

4.1. Perencanaan Jumlah Tangkapan dan Trip	51
4.2. Perencanaan Ukuran Utama Kapal	52
4.2.1. Design Variable	52
4.2.2. Batasan-batasan	53
4.2.3. Parameter-parameter	55
4.2.4. Fungsi Objective	55
4.3. Model Optimasi	56
4.3.1. Hasil Optimasi	61
4.4. Rencana Garis	62
4.5. Hidrostatik dan Bonjean	62
4.5.1. Lengkungan Hidrostatik	62
4.5.2. Lengkungan Bonjean	65
4.6. Perhitungan Stabilitas	65
4.7. Rencana Umum.....	67
4.7.1. Penentuan Daya Mesin	67
4.7.1.1. Perhitungan Tahanan Total (R_t).....	67
4.7.1.1.a Menentukan Koefisien Tahanan Gesek.....	68
4.7.1.1.b Menentukan Form Factor	68
4.7.1.1.c Menentukan Tahanan Gelombang	69
4.7.1.1.d Menentukan C_A	70
4.7.2. Perhitungan Effective Power	70
4.7.3. Perhitungan LWT dan DWT	71
4.7.3.1. Perhitungan LWT	71
4.7.3.2. Perhitungan DWT	72

4.8. Perencanaan Konstruksi	73
4.8.1. Perencanaan Palkah Ikan	74
4.8.2. Perhitungan Tangki-tangki	74
4.8.3. Ruang Akomodasi	74
4.8.4. Peralatan Kapal	74
4.8.5. Isolasi Ruang Palkah	75
4.8.6. Perencanaan Ruang Palkah Kapal Ikan	76

BAB V ANALISA EKONOMI

5.1. Analisa Investasi	77
5.1.1. Perencanaan Trip	77
5.1.2. Perkiraan Arus Kas	78
5.2. Perhitungan NPV, BEP, dan IRR	79
5.3. Tinjauan Kelayakan Investasi	80

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	83
6.2. Saran	84

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Lampiran I	: Perhitungan Teknis dan Solver
Lampiran II	: Perhitungan Ekonomis
Lampiran III	: Gambar Lines Plan dan Rencana Umum

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. <i>Flow Chart</i> Metodologi Penelitian	5
Gambar 2.1. Kapal Penangkap Ikan Jenis Longline	9
Gambar 2.2. Gillnet Dasar, Gillnet Pertengahan, Gillnet Permukaan	12
Gambar 2.3. Kapal Penangkap Ikan Jenis Gillnet	15
Gambar 2.4. Kapal Penangkap Ikan Jenis Purse Seine	18
Gambar 2.5. Kapal Penangkap Ikan Jenis Trawl	20
Gambar 2.6. Alat Penangkap Ikan Jenis Bubu	21
Gambar 2.7. Kapal Penangkap Ikan Jenis Bubu	22
Gambar 2.8. Basic Design Spiral	25
Gambar 2.9. Titik-titik Penting pada Stabilitas	34
Gambar 2.10. Kurva Stabilitas	37
Gambar 3.1. Peta Sempadan Kabupaten Lamongan	44
Gambar 4.1. Model Optimasi Solver Program	57
Gambar 4.2. Solver Parameter	57
Gambar 4.3. Tampilan Solver Parameter dengan Set Target Cell	58
Gambar 4.4. Tampilan Solver Parameter dengan By Changing Cell	58
Gambar 4.5. Tampilan Solver Parameter dengan Constrain	59
Gambar 4.6. Tampilan Solver Parameter dengan Pengecekan Option	59
Gambar 4.7. Hasil Perhitungan Solver yang Berhasil	60
Gambar 4.8. Hasil Perhitungan Solver tidak menemukan Solusi	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perhitungan Sudut dan Periode Rolling	36
Tabel 3.1. Jumlah armada kapal penangkap ikan di pantai utara Jawa Timur	46
Tabel 3.2. Jumlah Nelayan	46
Tabel 3.3. Jumlah Alat Tangkap	47
Tabel 3.4. Produksi Penangkapan Tahun 2004	47
Tabel 3.5. Produksi Penangkapan Tahun 2005	48
Tabel 3.6. Produksi Penangkapan Tahun 2006	48
Tabel 4.1. Data kapal Perbandingan	52
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Running Solver	61
Tabel 4.3. Koefisien C_{stem}	68
Tabel 4.4. Komponen dari appendages	68
Tabel 4.5. Values of Wake Friction Taylor	71
Tabel 4.6. Berat Konstruksi Kapal	72
Tabel 5.1. Perbandingan IRR dan MARR	81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara kepulauan dan menjadi salah satu negara yang memiliki pantai terpanjang di dunia dengan perairan lautnya yang sangat luas dan kaya akan hasil seperti sumber daya hayati dan sumber daya alam. Luas perairan teritorial Indonesia adalah 3,1 juta km² dimana 2,7 juta km² merupakan ZEE (Zona Ekonomi Eksklusif) dengan panjang pantai 81.000 km dan 17.540 pulau (12.000 tak berpenduduk). Menurut Departemen Kelautan dan Perikanan Indonesia (2006), dijelaskan bahwa kekayaan hayati yang terkandung di dalam perairan laut Indonesia adalah sebagai berikut :

- Laut Indonesia mengandung sekitar 30% spesies dunia.
- Merupakan pusat keanekaragaman tropis dunia, dimana lebih dari 70 jenis karang dan 18% terumbu karang dunia terdapat di laut Indonesia.
- 30% hutan bakau dunia adalah hutan bakau yang terdapat di Indonesia.
- 90% dari hasil tangkapan ikan berasal dari perairan pesisir dalam jarak 12 mil dari garis pantai.

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 1996 tentang Perairan Indonesia ditetapkan bahwa semua kekayaan sumber daya laut mulai dari garis surut sampai batas Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) adalah milik Negara dan dikelola oleh Pemerintah Republik Indonesia. Hal ini berkaitan dengan upaya untuk meningkatkan devisa negara dari sektor perikanan, terutama perikanan tangkap. Potensi lestari yang dimiliki oleh laut Indonesia mencapai 6,4 juta ton pertahunnya dengan JTB (jumlah tangkapan yang diperbolehkan) sebesar 5,12 juta ton/tahun atau sekitar 80% MSY (Departemen Kelautan dan Perikanan Indonesia, 2006). Dari potensi lestari tersebut baru dimanfaatkan sekitar 3.9 juta ton pertahun. Hal ini berarti bahwa potensi ikan yang berada di laut Indonesia masih sangat banyak, sangat sayang kalau tidak dimanfaatkan semaksimal mungkin. Untuk memaksimalkan potensi tersebut, maka perlu dilakukan kajian yang lebih dalam terhadap sarana dan prasarana yang menunjang hal tersebut terutama dalam masalah teknologi. Salah satu sarana yang paling menunjang dan perlu mendapatkan perhatian yang lebih mendalam adalah masalah armada penangkap ikan. Salah satu kendala yang dihadapi oleh para nelayan di Indonesia adalah masih kurangnya teknologi dalam menangkap ikan dan kurangnya armada penangkap ikan, padahal lautan Indonesia sangat luas.

Kapal penangkap ikan di Indonesia yang mempunyai daya jelajah yang jauh masih sangat kecil jumlahnya jika dibandingkan dengan kapal motor tempel atau kapal-kapal nelayan tradisional (Arif R.H, 2005). Data statistik dari Departemen Kelautan dan Perikanan Indonesia (2005) memperlihatkan bahwa prosentase kapal-kapal penangkap ikan yang ada di Indonesia adalah kapal motor 16,2%; perahu motor tempel 22%; dan perahu tanpa motor 62%. Dari data tersebut menunjukkan bahwa jumlah armada kapal penangkap ikan yang mampu menjangkau *fishing ground* yang ke tengah sangat sedikit.

Pada dekade akhir-akhir ini ikan hasil tangkapan lebih cenderung dipasarkan dalam keadaan hidup, hal tersebut dikarenakan ikan dalam keadaan hidup mempunyai nilai jual yang lebih tinggi. Jenis ikan yang dimaksud adalah ikan kakap merah, kakap putih, kerapu

lumpur, kerapu sunu, kerapu macan serta jenis udang dan kepiting. Pada umumnya kapal ikan yang kita jumpai adalah kapal ikan dengan hasil tangkapan berupa ikan yang sudah mati, walaupun ikan tersebut masih segar karena diberi es. Oleh karena itu diperlukan kajian desain awal kapal penangkap ikan yang mampu menyimpan ikan hasil tangkapan bisa bertahan hidup sampai ke Tempat Pelelangan Ikan (TPI). Daerah penangkapan (*fishing ground*) yang dimaksud adalah pantai utara Brondong.

1.2. PERUMUSAN DAN BATASAN MASALAH

Dalam penelitian ini terdapat beberapa permasalahan yang akan dibahas antara lain sebagai berikut :

1. Berapa ukuran kapal yang optimal untuk daerah penangkapan pantai utara Brondong ?
2. Bagaimana perencanaan bak fiberglass agar ikan hasil tangkapan bisa bertahan hidup untuk waktu yang cukup lama ?
3. Bagaimana perhitungan stabilitas kapal akibat adanya bak ikan hidup ?
4. Apakah investasi kapal ikan tersebut layak ?

Adapun batasan masalah yang akan diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Perencanaan kapal ikan dilakukan berdasarkan kapal ikan yang telah ada sebagai pembanding, dan kapal tersebut berbahan dasar kayu.
- b. Analisa teknis dibatasi sampai pada tahap pra-perencanaan yang meliputi perkiraan Gross Tonnage (GT), karakteristik ukuran utama kapal, perhitungan stabilitas, rencana garis dan rencana umum.
- c. Analisa ekonomis menggunakan metode Net Present Value (NPV), Break Event Point (BEP), serta Internal Rate of Return (IRR) dengan variasi muatan 50 – 100 %.
- d. Kapal penangkap ikan ini menggunakan alat tangkap jenis *bubu* atau *portable trap*.
- e. Jenis ikan yang ditangkap adalah ikan kakap merah, kakap putih, kerapu lumpur, kerapu sunu, serta kerapu macan.
- f. Daerah penangkapan ikan adalah pantai utara Brondong dan dermaga yang dijadikan sebagai tempat pendaratan ikan adalah TPI Brondong.
- g. Pada penelitian ini penanganan/pemasaran ikan hidup dibatasi hanya sampai pada tempat pelelangan ikan saja.
- h. Harga yang digunakan berdasarkan pada kebijakan harga tahun 2006.

1.3. TUJUAN DAN MANFAAT

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan perhitungan kapasitas ruang muat yang sesuai untuk potensi lestari yang ada di *fishing ground* Brondong.
- b. Menentukan parameter yang akan dipakai dalam perencanaan kapal penangkap ikan berdasarkan kondisi yang ada di lapangan.
- c. Melakukan perencanaan dasar serta menghasilkan suatu data teknis pengadaan kapal ikan baru yang sesuai untuk *fishing ground* Brondong dengan persyaratan-persyaratan teknis dalam menghasilkan rancangan dasar kapal penangkap ikan dengan muatan ikan hidup.
- d. Menganalisa kelayakan ekonomi dari investasi pengadaan kapal penangkap ikan tersebut.

Adapun beberapa manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Dengan ukuran utama yang optimal, maka potensi yang masih tersedia di *fishing ground* Brondong akan dapat dimaksimalkan, sehingga diharapkan pendapatan daerah Kabupaten Lamongan akan meningkat.
- b. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan atau pembanding dalam membuat desain kapal penangkap ikan dengan muatan ikan hidup yang sesuai untuk *fishing ground* pantai utara Brondong.
- c. Memberikan gambaran bagi investor seberapa besar kelayakan untuk berinvestasi dibidang perikanan laut, misalnya dalam pengadaan kapal penangkap ikan yang baru dengan investasi kecil tapi dapat memberikan hasil yang maksimum dengan BEP yang pendek.

1.4. HIPOTESIS

Dari penelitian ini dapat dibuat desain awal kapal penangkap ikan baru dengan muatan ikan yang masih hidup untuk daerah penangkapan pantai utara Brondong.

1.5. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penulisan ini supaya tujuan dapat tercapai adalah sebagai berikut :

a. *Studi Literatur*

Penulisan tugas akhir ini berdasarkan pada literatur-literatur yang mendukung permasalahan yang ada.

b. *Pengumpulan Data dan Studi Lapangan*

Pengumpulan data-data yang sangat terkait dengan masalah yang dibahas. Data-data tersebut meliputi :

- a) Potensi yang belum tereksplorasi di daerah penelitian
- b) Data-data tahunan dari dinas yang terkait, yang meliputi :
 - Jumlah dan jenis ikan tangkapan.
 - Daerah pemasaran hasil tangkapan.
 - Jumlah kapal ikan dan jenis alat tangkapnya (yang masih beroperasi di daerah penelitian).
- c) Data-data pelabuhan yang menjadi tempat pendaratan ikan hasil tangkapan.
- d) Data-data tentang harga jual ikan hasil tangkapan dan biaya-biaya yang berhubungan dengan operasional kapal.
- e) Data tentang kondisi perairan sekitar fishing ground yang ditentukan.

c. *Penentuan Desain Awal*

Dalam penentuan desain awal, diambil beberapa data kapal-kapal ikan yang sudah beroperasi sebagai pembanding. Data kapal pembanding ini sedapat mungkin meliputi :

- Lines Plan
- Kecepatan
- Kapasitas
- Stabilitas
- Rencana Umum

d. Penyusunan Program Untuk Melakukan Perencanaan Awal (Solver Program)

Penyusunan program perencanaan awal menggunakan program komputer yang memiliki kemampuan untuk melakukan proses optimasi. Program *Solver (Microsoft Excell)* menggunakan metode *Generalized Reduced Gradient (GRG)*, yang merupakan sebuah program optimasi Non linear yang dikembangkan oleh Leon Lasdon dan Allen Waren.

Variable yang dicari dalam proses optimasi dengan Solver ini adalah ukuran utama kapal penangkap ikan yang meliputi L, B, T, dan H. Konstrain yang ditetapkan adalah persyaratan teknis kapal. Parameter-parameter yang digunakan meliputi kapasitas, kecepatan dan jarak. Sedangkan fungsi objective-nya yaitu meminimalkan *cost building* (biaya pembangunan kapal).

e. Pemilihan Ukuran Utama Kapal Yang Paling Optimum

Proses optimasi dilakukan beberapa kali dimana dilakukan sensitifitas terhadap parameter seperti kecepatan dan jarak. Dari beberapa ukuran utama yang telah didapatkan tersebut, dilakukan pemilihan ukuran utama yang lebih menguntungkan.

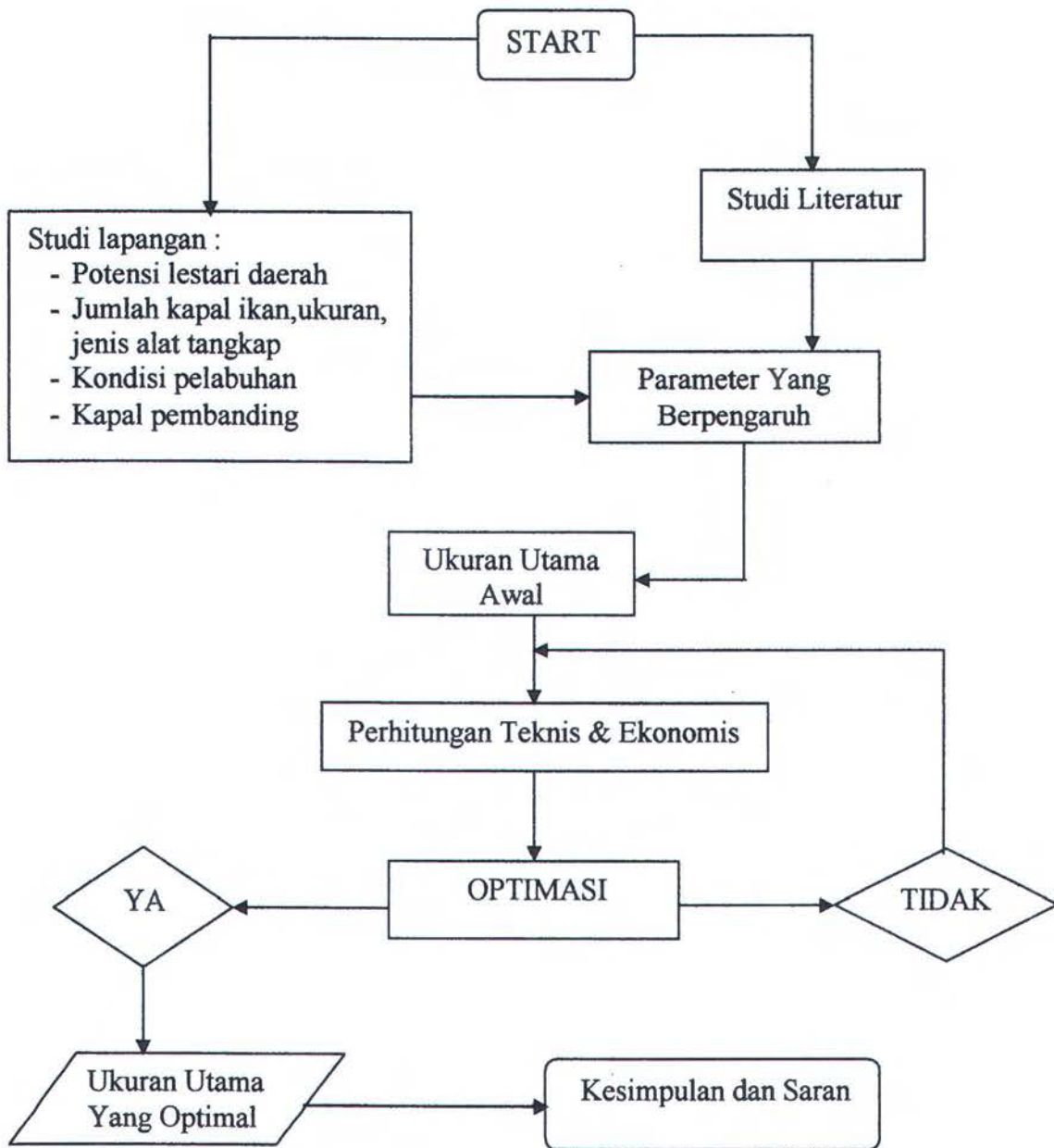
f. Perhitungan Stabilitas Kapal Pada Saat Kapal Beroperasi

Pada saat kapal sedang beroperasi, kondisi kapal juga harus diperhitungkan. Perhitungan stabilitas terutama ditekankan pada pengaruh permukaan bebas zat cair pada bak fiberglass serta kondisi kapal pada saat mengangkat *bubu* untuk mengambil ikan.

g. Perhitungan Kelayakan Ekonomis Kapal

Selanjutnya dilakukan pula perhitungan ulang terhadap nilai-nilai ekonomis dalam pengoperasian kapal ikan dengan muatan ikan hidup yang meliputi biaya investasi, biaya operasi serta pendapatannya sehingga diperoleh gambaran yang jelas mengenai kelayakan ekonomis ini. Perhitungan ekonomis ini akan dititik beratkan pada perhitungan *Net Present Value (NPV)* dan menghitung akan berapa lamakah *Break Event Point (BEP)* dari usaha ini.

Untuk lebih jelasnya, metodologi penelitian di atas dapat digambarkan dalam bagan di bawah ini :



Gambar 1.1. Gambar Flowcart Metodologi Penelitian

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Secara umum sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Uraian umum dan singkat tentang latar belakang yang menjadi masalah dalam penulisan tugas akhir ini. Selain itu dijelaskan pula tentang perumusan dan batasan masalah, tujuan dan manfaat, metodologi penelitian serta sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang dasar-dasar teori yang menjadi dasar dan pertimbangan dalam penulisan tugas akhir ini. Dalam hal ini berisi tentang jenis kapal ikan, proses-proses dalam perencanaan dan perancangan kapal penangkap ikan, metode yang digunakan dalam proses optimasi untuk mendapatkan ukuran utama yang optimal.

BAB III TINJAUAN DAERAH

Menjelaskan tentang kondisi dari daerah penelitian dalam hal ini dikhususkan dalam bidang perikanan tangkap. Daerah yang digunakan sebagai daerah penelitian adalah perairan Brondong, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Dijelaskan juga tentang kondisi pelabuhan pendaratan ikan yang menjadi *home base* dari kapal penangkap ikan yang akan dirancang serta berisi data-data nelayan, luas wilayah pesisir, data tentang luas wilayah perairan yang menjadi wewenang Pemerintah Kabupaten Lamongan, jumlah armada kapal penangkap ikan beserta alat tangkapnya serta produksi perikanan tangkap.

BAB IV ANALISA TEKNIK

Bab ini menjelaskan tentang analisa perencanaan awal kapal penangkap ikan. Diawali dengan penentuan ukuran utama kapal berdasarkan dari kapal-kapal pembanding, perhitungan kapasitas, lines plan, hidrostatik dan bonjean, perhitungan tahanan, perhitungan propeller dan kebutuhan daya mesin kapal, perhitungan stabilitas maupun rencana umum. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, maka semua perhitungan-perhitungan di atas menggunakan proses optimasi (*solver*) yang ada dalam *software Microsoft Excell*. Akan dilakukan juga perhitungan stabilitas kapal penangkap ikan pada saat kapal tersebut sedang beroperasi di laut lepas.

BAB V ANALISA EKONOMI

Menjelaskan tentang perhitungan ekonomi dari hasil perhitungan teknis. Dalam perhitungan ekonomi ini, akan menggunakan metode analisa *Net Present Value* (NPV) dan metode *Break Event Point* (BEP).

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang ditarik berdasarkan atas hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA



2.1. TINJAUAN UMUM KAPAL PENANGKAP IKAN

Jenis kapal penangkap ikan dan metode penangkapan serta alat tangkapnya sangat bervariasi. Menurut Arif Rahman Hakim (2005), kapal ikan menurut fungsinya dapat dibedakan menjadi :

- a) Kapal penangkap ikan.
- b) Kapal penampung dan pengelolah ikan.
- c) Kapal penelitian dan latihan penangkapan ikan.

Dalam penelitian ini yang dibahas adalah kapal ikan yang fungsinya hanya untuk menangkap ikan.

Kapal ikan yang sesuai dengan fungsinya untuk menangkap ikan memiliki karakteristik khusus untuk mendukung operasionalnya. Menurut Burhanuddin (2002), karakteristik-karakteristik dari kapal penangkap ikan antara lain :

1. Kecepatan kapal dan kemampuan olah gerak (maneuverability) kapal.
Kapal ikan pada umumnya didesain mempunyai kecepatan yang cukup tinggi dan olah gerak kapal yang baik, karena kapal ikan saat beroperasi harus melakukan pengejaran terhadap kelompok ikan yang akan ditangkap. Kapal ikan harus sampai di fishing ground secepat mungkin agar tidak kehilangan kesempatan yang baik untuk menangkap ikan. Selain itu kapal ikan harus dapat kembali ke pangkalan secepat mungkin agar ikan hasil tangkapan yang sampai di pasar masih segar sehingga mempunyai nilai jual yang tinggi.
2. Kelaikan laut.
Aspek kelaikan laut pada kapal ikan harus diperhatikan karena kapal ikan harus dapat beroperasi dalam berbagai macam kondisi cuaca. Kapal ikan pada umumnya beroperasi pada daerah yang jauh dari pantai serta cenderung berpindah-pindah untuk mendapatkan hasil tangkapan yang baik. Hal tersebut menyebabkan kapal ikan harus mampu menghadapi segala kondisi cuaca yang akan dihadapi. Untuk itu, maka kapal ikan harus memiliki stabilitas dan kekedapan yang baik, daya apung yang cukup serta keolengan dan trim sekecil mungkin.
3. Kecepatan Kapal.
Untuk memperoleh kecepatan kapal yang cukup tinggi diperlukan tenaga penggerak yang cukup tinggi. Kendala yang dihadapi adalah ketersediaan ruangan yang terbatas, adanya beban tambahan pada saat menarik jaring serta keberadaan motor penggerak di pasaran. Oleh sebab itu, maka pemilihan motor penggerak pada kapal ikan harus memperhatikan kriteria sebagai berikut :
 - a. Volume ruangan yang dibutuhkan kecil dengan tenaga yang besar.
 - b. Ketersediaan dipasaran.
 - c. Daya tahan yang baik.
 - d. Harga terjangkau.

4. Penanganan hasil tangkapan ikan.

Ikan hasil tangkapan harus sampai di pelabuhan pendaratan ikan dalam kondisi yang baik dan segar. Oleh karena itu salah satu cara yang dilakukan untuk mempertahankan kondisi ikan hasil tangkapan adalah dengan pendinginan. Kapal ikan pada umumnya mempunyai ruang muat yang kedap dengan bahan isolasi yang baik, sehingga energi panas dari luar tidak bisa masuk ke dalam ruang muat.

2.2. JENIS KAPAL PENANGKAP IKAN DAN ALAT TANGKAPNYA

Di Indonesia saat ini banyak tersebar kapal penangkap ikan. Baik itu kapal ikan tradisional maupun kapal-kapal yang sudah memiliki teknologi baik dari segi kapal maupun dari segi alat tangkap, seperti misalnya kapal penangkap ikan dilengkapi dengan alat *fish finder* yang diletakkan di bawah kapal yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan ikan. Ada banyak metode yang digunakan oleh para nelayan untuk melakukan aktifitasnya dalam menangkap ikan, baik itu secara tradisional maupun secara modern. Menurut John C. Sainsbury dan Setijoprajudo (1998), kapal penangkap ikan secara garis besar dapat digolongkan menjadi :

1. Kapal penangkap ikan jenis Longline (pancing).
2. Kapal penangkap ikan jenis Gillnet (jaring insang).
3. Kapal penangkap ikan jenis Purse Seining (jaring kantong).
4. Kapal penangkap ikan jenis Trawl (pukat udang).
5. Kapal penangkap ikan jenis Pots/Portable Trap (bubu).

Dalam penelitian ini, kapal yang akan direncanakan adalah kapal penangkap ikan jenis *bubu (portable trap)* dengan muatan ikan hidup yang sesuai untuk *fishing ground* di daerah pantai utara Brondong.

2.2.1. Kapal Penangkap Ikan Jenis Longline

Kapal penangkap ikan jenis *longline* merupakan kapal ikan dengan alat tangkap pasif, karena pancing yang berjumlah banyak dan bergantung pada tali yang panjang serta ditebarkan secara horizontal pada daerah yang sangat luas sekali, serta dapat dioperasikan siang maupun malam hari. Sasaran penangkapannya adalah ikan-ikan jenis demersal yang bernilai ekonomis tinggi, seperti : kakap, manyung, cucut, botol, tuna, dan lain-lain.

Kapal ikan ini mempunyai tangki-tangki kedap air yang cukup besar yang digunakan untuk menyimpan umpan ikan tuna, yaitu ikan-ikan kecil yang hidup. Alat tangkap yang digunakan pada kapal tuna berupa pancing yang terdiri dari bagian-bagian yang dihubungkan satu sama lain, panjangnya berkisar antara 500 meter hingga 100 meter dan tiap bagian dinamakan satu basket. Tiap-tiap basket ditempatkan kawat-kawat pancing dimana masing-masing ujungnya terdapat sebuah mata pancing dengan jarak tertentu.

Kedua ujung longline dihubungkan satu sama lain dengan dua buah buoy yang ada dipermukaan laut dan sebagai pengikat pada dasar laut digunakan jangkar yang berhubungan dengan buoy-buoy. Panjang sebuah longline pada umumnya antara 1 sampai 2 meter dan jarak antar kawat-kawat pancing yang terdapat pada tiap-tiap basket antara 1 sampai 2,5 meter.

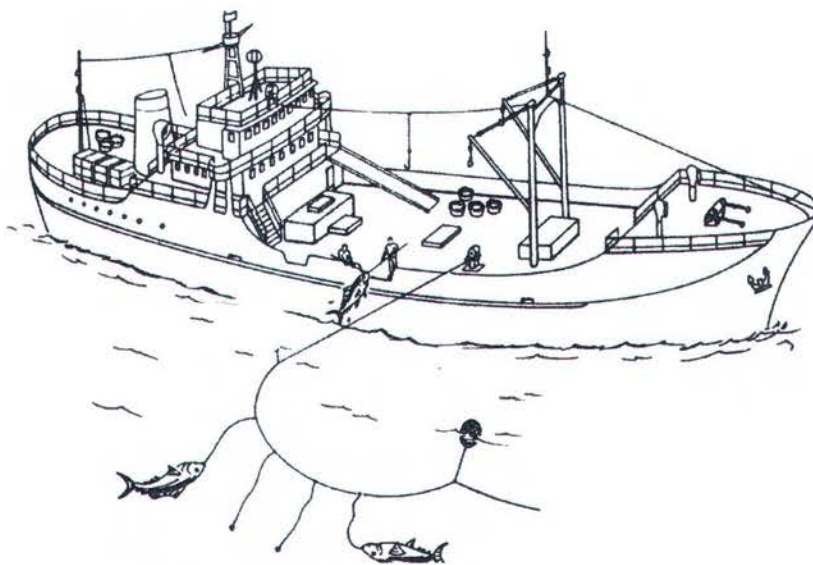
Pada *longline* yang dilengkapi dengan kawat-kawat pancing yang mempunyai umpan hidup, jaraknya lebih besar pada *longline* yang hanya dilengkapi dengan kawat-kawat pancing dengan umpan-umpan tiruan. Sebagai umpan hidup biasanya ikan-ikan kecil dan sebagai umpan tiruan digunakan umpan yang memantulkan cahaya. Sasaran penangkapan yang utama adalah ikan-ikan demersal yang buas.

Penangkapan ikan dengan pancing ini pada umumnya dapat dibedakan dalam dua cara yaitu memancing biasa dan memancing dengan menggunakan tambang panjang seperti yang telah diuraikan diatas. Memancing biasa alatnya terdiri atas sebuah tangkai benang atau kawat pancing yang pada ujungnya terdapat satu atau beberapa mata pancing.

2.2.1.1. Macam-Macam Longline

Secara keseluruhan kapal penangkap ikan jenis *longline* ini dapat dikelompokkan dalam berbagai kelompok antara lain :

- a. Berdasarkan letak pemasangan diperairan, Longline dapat dibagi menjadi :
 - Rawai permukaan (surface longline).
 - Rawai pertengahan (midwater longline).
 - Rawai dasar (bottom longline).
- b. Berdasarkan susunan mata pancing pada tali utama dapat dibagi menjadi :
 - Rawai tegak (vertical longline).
 - Pancing ladung.
 - Rawai mendatar (horizontal longline).
- c. Berdasarkan jenis-jenis ikan yang banyak tertangkap dapat dibagi menjadi :
 - Rawai tuna (tuna longline).
 - Rawai albacore (albacore longline).
 - Rawai cucut.



Gambar 2.1. Kapal Penangkap Ikan Jenis Longline

Bagian-bagian dari alat dan bahan alat penangkap longline secara umum terdiri atas :

1. Tali utama
Tali tempat bergantungnya tali cabang. Bahan tali utama harus dibuat dari bahan yang kuat dan biasanya dipergunakan kuralon atau kremona dengan ukuran diameter 8 mm.
2. Tali cabang (branch line)
Panjang tali cabang tidak boleh lebih dari setengah kali panjang tali utama atau jarak antara tali cabang tersebut yang menggantung pada tali utama. Hal ini tujuannya adalah agar tidak terjadi saling mengait (kekusutan) antara tali cabang. Tali cabang biasanya terdiri atas dua atau tiga jenis tali yaitu : tali cabang utama (bahannya dari kuralon atau kremona), sekiyama (bahannya dari pintalan tali baja yang dibungkus benang), wire leader (bahannya dari pintalan kawat baja).
3. Pancing (hook)
Ukuran pancing yang digunakan adalah pancing no 4, 5, 6 yang terbuat dari baja dan dilapis timah putih.
4. Tali pelampung
Panjang tali pelampung disesuaikan dengan kedalaman yang diinginkan selama operasi.
5. Pelampung
Pelampung yang baik bahannya dari bola kaca. Oleh karena itu, biasanya disebut dengan glass buoy dengan ukuran diameter 30 – 35 cm dan tebal kaca 5 – 7 mm. Pelampung kaca ini dibalut dengan anyaman tali yang tujuannya disamping sebagai pelindung, juga digunakan untuk tempat penyambungan atau pengikatan pelampung tersebut dengan tiang bendera dan tali pelampung.
6. Tiang bendera (bamboo pole)
Untuk mengetahui adanya pelampung diperairan setelah rawai dioperasikan, pada pelampung biasanya diikatkan bendera dengan warna yang kontras dengan keadaan dilaut. Untuk mengikatkan bendera tersebut diperlukan tiang bendera. Panjang tiang bendera sekitar 5 – 7 meter dengan ukuran diameter pada pangkal 3 – 3,5 cm.

2.2.1.2. Daerah Penangkapan (fishing ground)

Ada empat syarat yang harus dipenuhi dalam menentukan daerah penangkapan bagi longline yaitu :

- a. Adanya ikan yang akan ditangkap.
- b. Ikan-ikan tersebut dapat ditangkap.
- c. Penangkapan dapat dilakukan secara terus-menerus.
- d. Hasil penangkapan menguntungkan.

Atau dengan kata lain dapat disebutkan bahwa daerah penangkapan longline adalah daerah dimana terdapat ikan yang dapat ditangkap secara terus-menerus dan hasilnya menguntungkan.

Daerah penangkapan untuk longline sangat luas karena umumnya ikan-ikan yang tertangkap longline adalah ikan-ikan yang besar sehingga daerah penyebarannya (migrasinya) sangat jauh.

Untuk longline kecil yang dioperasikan didasar perairan, daerah operasinya di sekitar 5 mil dari pantai pada kedalaman 50 – 100 depa. Dasar perairan yang baik adalah pasir campur Lumpur dan didekat muara-muara sungai.

2.2.1.3. Operasi Penangkapan

Sebelum penangkapan dimulai, perlu diperhatikan adanya umpan. Umpan yang biasanya digunakan adalah ikan-ikan berukuran 10 – 20 cm seperti : layang, kembung, terbang dan cumi. Cara pemasangannya adalah dengan mengaitkan umpan dibagian kepala diantara dua matanya. Waktu yang diperlukan untuk pemasangan 5 umpan adalah 1 (satu) menit.

Setelah kapal sampai di daerah penangkapan yang dituju, tali pelampung disambung dengan pelampung dan tiang bendera, kemudian pada ujung lain disambung dengan tali utama, pancing diberi umpan kemudian dilepas. Penurunan alat mula-mula dilakukan dengan penurunan pelampung beserta tiang bendera, kemudian tali pelampung, tali utama dan tali cabang yang telah diberi umpan, tali utama lagi, tali cabang dan seterusnya. Pada ujung basket ujungnya disambung dengan tali pelampung dan pelampungnya serta tali utama basket berikutnya sehingga pada setiap basket terdapat satu pelampung.

Penurunan alat dalam perairan harus diusahakan agar rawai memotong arus. Hal ini karena ikan-ikan mempunyai kebiasaan berenang menentang arus sehingga dengan posisi alat memotong arus berarti akan memperluas area penangkapan. Dalam penarikan alat, mula-mula pelampung pada ujung tali utama yang dipasang pertama diangkat ke atas kapal, kemudian tali pelampung dan tali utama ditarik dengan *line hauler*.

2.2.2. Kapal Penangkap Ikan Jenis Gillnet

Penangkapan ikan dengan alat tangkap gillnet merupakan metode utama penangkapan ikan secara pasif dan dilakukan dengan kapal-kapal ikan tipe troller dan tipe gillnetter. Sasaran utama penangkapan adalah jenis-jenis ikan pelagis. Bentuk gillnet empat persegi panjang dimana dibagian atas dan bawah jaring dipasang tali ris sebagai tempat meletakkan beberapa buah pelampung dan pemberat, serta berfungsi sebagai penguat jaring agar tidak mudah robek dan rusak.

Metode penangkapan dengan gillnet, tidak dengan jalan menarik jaring seperti halnya kapal penangkap ikan tipe trawler. Jaring ditempatkan pada lokasi yang telah ditentukan (gillnet dasar) pada malam hari dan diambil pada pagi hari, ikan-ikan yang berenang menurut arus akan tertangkap oleh gillnet yang telah ditempatkan pada arah berlawanan. Adapun syarat-syarat daerah penangkapan (fishing ground) adalah bukan alur daerah pelayaran umum, dimana dasar perairan tidak berkarang dan arus beraturan yaitu sekitar 4 knot.

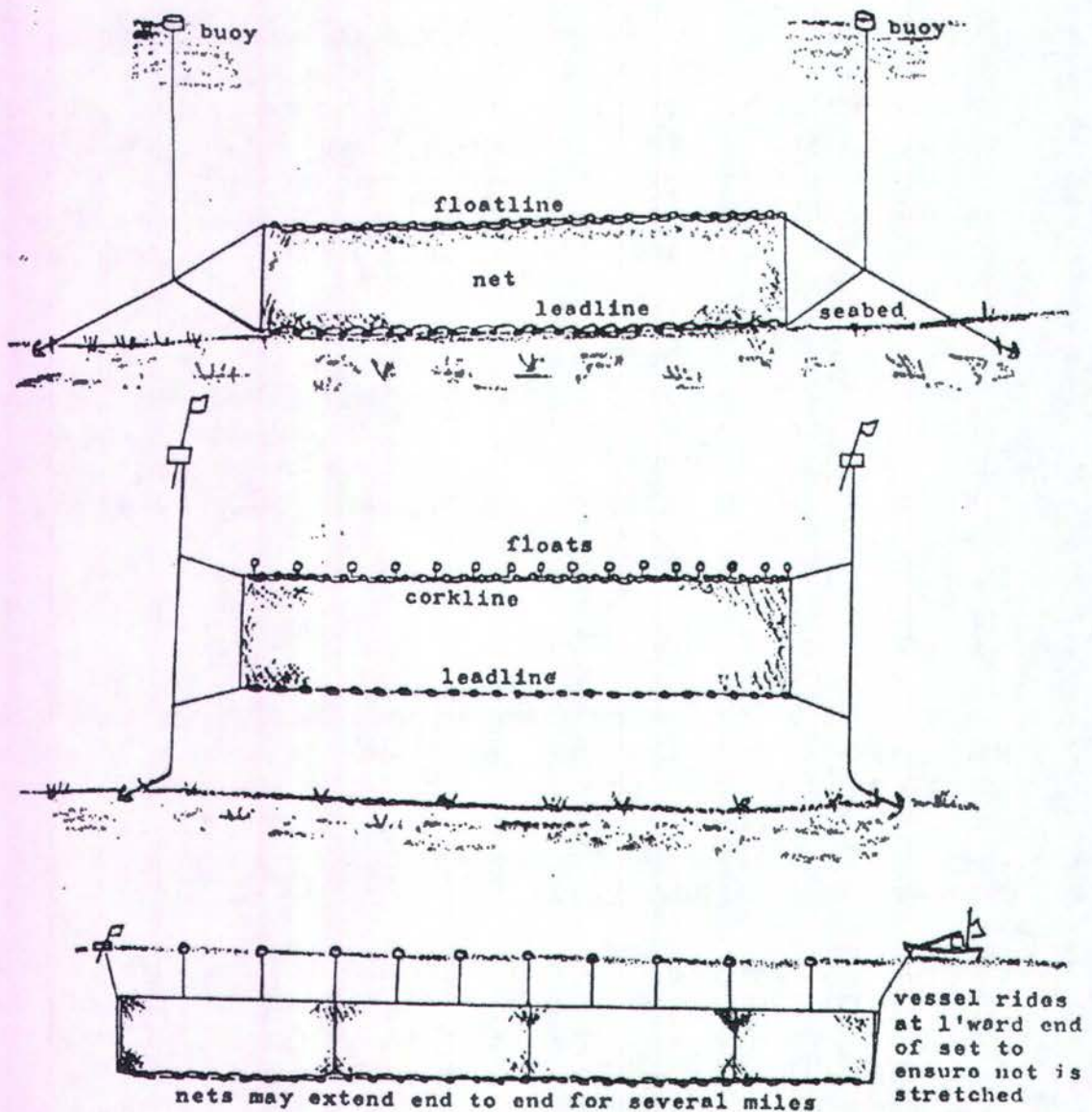
2.2.2.1. Macam-Macam Gillnet

Berdasarkan bentuk alat tangkap pada waktu dioperasikan, gillnet dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu :

1. Gillnet melingkar (incircling gillnet).
2. Gillnet mendatar (drift gillnet).

Berdasarkan letak alat penangkapan ikan di dalam perairan, gillnet dikelompokkan menjadi :

1. Gillnet permukaan (surface gillnet).
2. Gillnet pertengahan (midwater gillnet).
3. Gillnet dasar (bottom gillnet).



Gambar 2.2. Gillnet dasar, Gillnet pertengahan, Gillnet permukaan

Berdasarkan kedudukan alat penangkap ikan pada waktu dipasang gillnet dikelompokkan menjadi :

1. Gillnet hanyut.

Gillnet hanyut maksudnya adalah gillnet yang telah dipasang pada suatu perairan, dibiarkan saja hanyut terbawa oleh arus. Dalam hal ini biasanya gillnet dikaitkan juga pada kapal yang tidak dijangkar (tidak berlabuh).

2. Gillnet tetap.

Yang dimaksud gillnet tetap adalah setelah dipasang disuatu perairan dibiarkan menetap pada tempat gillnet tersebut dipasang. Dalam hal ini kadang-kadang jaring diberi jangkar atau diikatkan pada suatu tempat yang tetap. Gillnet tetap pada umumnya adalah jenis gillnet dasar (bottom gillnet).

Berbagai macam bahan dapat digunakan untuk membuat *gillnet*. Secara umum berbagai macam bahan yang digunakan untuk pembuatan *gillnet* dapat dirinci sebagai berikut :

1. Jaring Utama.

Merupakan sebuah lembaran jaring yang tergantung pada tali ris atas.

2. Tali ris atas.

Tempat untuk menggantungkan jaring utama dan tali pelampung. Untuk menghindarkan agar gillnet tidak terbelit sewaktu dioperasikan (terutama pada bagian tali ris atasnya) biasanya tali ris atas dibuat rangkap dua dengan arah pintalan yang berlawanan. Dalam hal demikian, tali ris atas yang satu merupakan tali tempat diikatkannya jaring utama sedangkan tali yang lain untuk melekatkan pelampung.

3. Tali ris bawah.

Pada gillnet permukaan jarang menggunakan tali ris bawah, sedangkan pada gillnet pertengahan dan gillnet dasar kadang-kadang dipergunakan tali ris bawah. Tali ris bawah ini fungsinya untuk tempat melekatnya pemberat.

4. Tali pelampung.

Tali pelampung ini terentang panjangnya dari tempat pemasangan alat itu, kedudukan alat dipasang sampai permukaan laut. Biasanya pelampung bentuknya bulat besar dan diberi bendera.

5. Pelampung.

Pada gillnet permukaan, pelampung berfungsi untuk mengapungkan seluruh alat, sedangkan pada gillnet pertengahan fungsi pelampung adalah untuk mengangkat tali ris atas dan menempatkan gillnet dilapisan perairan yang dikehendaki. Pada gillnet dasar pelampung hanya berfungsi untuk mengangkat tali ris atas saja, agar gillnet dapat berdiri tegak terhadap permukaan laut.

6. Pemberat (Sinker).

Pemberat gunanya untuk menenggelamkan alat atau bagian dari alat. Pada gillnet permukaan pemberat berfungsi untuk menenggelamkan bagian bawah jaring. Pada gillnet pertengahan pemberat disamping untuk menenggelamkan bagian bawah jaring, juga berfungsi untuk menenggelamkan seluruh jaring sampai kedalaman yang ditentukan. Pada gillnet dasar pemberat bersama dengan berat jaring dan

seluruh alat dalam air berfungsi untuk menenggelamkan seluruh alat sampai ke dasar perairan.

7. Tali slambar.

Pada ujung gillnet (yang pertama diturunkan sewaktu operasi) dipasang tali slambar, yang disebut tali slambar depan dan gunanya untuk mengikatkan ujung gillnet dengan pelampung tanda. Demikian juga pada ujung gillnet yang lain diikatkan tali slambar yang disebut tali slambar belakang. Fungsi tali slambar belakang disamping untuk mengikatkan ujung gillnet dengan pelampung tanda kadang-kadang juga untuk mengikatkan gillnet tersebut dengan kapal.

2.2.2.2. Daerah Penangkapan (fishing ground)

Setelah semua peralatan tersusun rapi maka kapal dapat dilayarkan menuju kedaerah penangkapan (fishing ground). Syarat-syarat daerah penangkapan yang baik untuk penangkapan ikan dengan menggunakan gillnet adalah :

- Bukan daerah alur pelayaran umum.
- Untuk gillnet dasar, dasar perairan tidak berkarang.
- Arus arahnya beraturan, dan paling kuat sekitar 4 knot.
- Untuk gillnet permukaan dalam perairan sekitar 20 – 30 meter.
- Untuk gillnet pertengahan (midwater gillnet) dalam perairan dapat lebih dari 50 meter.

2.2.2.3. Operasi Penangkapan

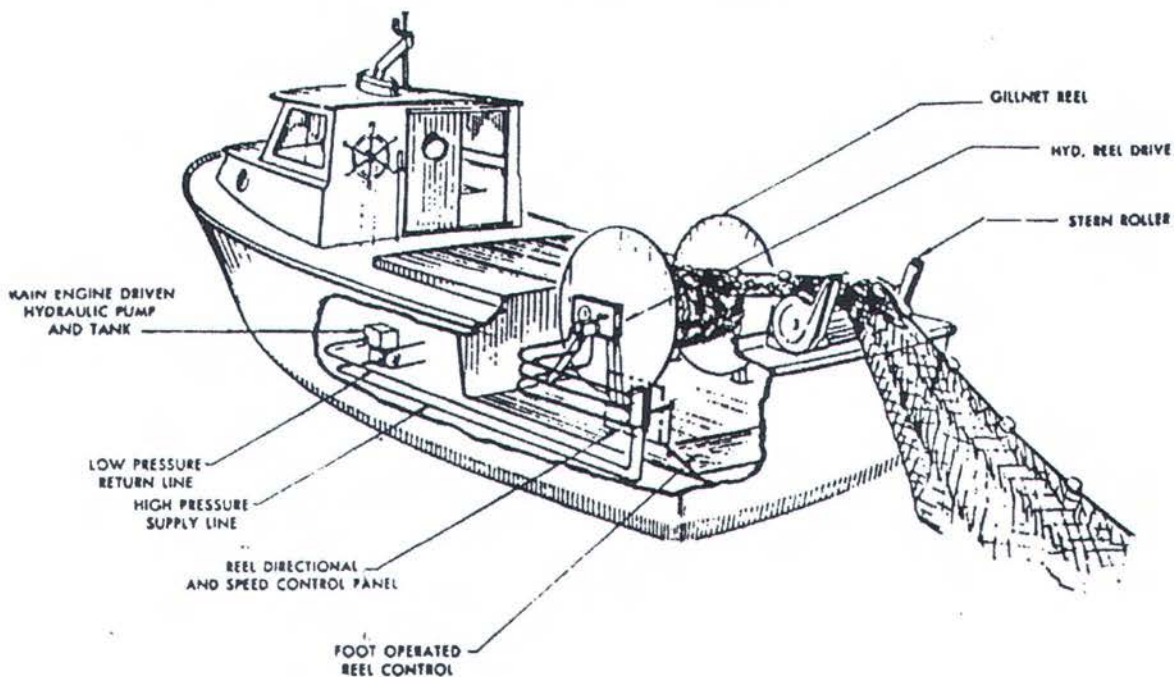
Sebelum operasi dimulai semua peralatan dan perbekalan harus dipersiapkan dengan teliti. Jaring harus disusun diatas kapal dengan memisahkan antara pemberat dan pelampung supaya mudah menurunkannya dan tidak kusut. Penyusunan gillnet diatas kapal disesuaikan dengan susunan peralatan diatas kapal atau tipe kapal yang dipergunakan sehingga dengan demikian gillnet dapat disusun diatas kapal pada :

- Buritan kapal.
- Samping kiri kapal.
- Samping kanan kapal.

Bila kapal telah sampai didaerah penangkapan maka persiapan penurunan alat dimulai yaitu :

1. Mula-mula posisi kapal ditempatkan sedemikian rupa agar arah angin datangnya dari tempat penurunan alat.
2. Setelah kedudukan/posisi kapal sesuai dengan yang dikehendaki jaring dapat diturunkan. Penurunan jaring dimulai dari penurunan pelampung tanda ujung jaring atau lampu kemudian tali slambar depan, lalu jaring dan terakhir tali slambar pada ujung akhir jaring atau tali slambar belakang yang biasanya terus diikatkan pada kapal.
3. Pada waktu penurunan jaring yang harus diperhatikan adalah arah arus laut. Karena kedudukan jaring yang paling baik adalah memotong arus antara 45° - 90° .
4. Setelah jaring dibiarkan di dalam perairan sekitar 3 - 5 jam, jaring dapat diangkat (dinaikkan) keatas kapal untuk diambil ikannya. Bila hasil tangkapan baik, jaring dapat didiamkan selama kira-kira 3 jam, sedangkan bila hasil penangkapan sangat kurang, maka jaring dapat lebih lama didiamkan di dalam perairan yaitu sekitar 5 jam.

Dibawah ini adalah salah satu contoh gambar kapal penangkap ikan jenis *gillnet* :



Gambar 2.3. Kapal Penangkap Ikan Jenis Gillnet

2.2.3. Kapal Penangkap Ikan Jenis Purse Seining

Purse seine atau sering disebut dengan pukat/jaring kantong, karena bentuk jaring tersebut waktu dioperasikan menyerupai kantong. *Purse seine* juga disebut jaring kolor karena pada bagian bawah jaring (tali ris bawah) dilengkapi dengan tali kolor yang gunanya untuk menyatukan bagian bawah jaring pada waktu beroperasi.

Purse seine digunakan untuk menangkap ikan yang bergerombol dipermukaan laut. Oleh karena itu, jenis-jenis ikan yang tertangkap dengan alat ini adalah jenis ikan-ikan pelagis yang hidupnya bergerombol seperti : layang, lemuru, kembung, sardinella, tuna dan lain-lain.

2.2.3.1. Macam-Macam Purse Seine

Berbagai macam *Purse Seine* dibuat disesuaikan dengan keperluan dan penggunaannya. Pada umumnya macam *Purse Seine* dapat dikelompokkan berdasarkan :

- a. Bentuk dasar jaring utama.
 - Bentuk segi empat
 - Bentuk trapesium
 - Bentuk lekuk
- b. Spesies ikan yang akan ditangkap.
 - Purse Seine sardine
 - Purse Seine tuna
 - Purse Seine layang, dll.

- c. Jumlah kapal yang digunakan dalam operasional.
 - Purse Seine jenis satu kapal (one boats system)
 - Purse Seine jenis dua kapal (two boats system)
- d. Waktu operasi yang digunakan.
 - Purse Seine siang
 - Purse Seine malam

Berbagai macam bahan dapat digunakan untuk membuat *purse seine*. Secara umum berbagai macam bahan yang digunakan untuk pembuatan *purse seine* dapat dirinci sebagai berikut :

1. Jaring Utama

Bahan utama yang digunakan untuk pembuatan jaring utama biasanya menggunakan nilon atau vinilon. Adapun ukuran mata jaring disesuaikan dengan jenis ikan yang akan ditangkap dimana semakin besar jenis ikannya maka semakin besar pula ukuran mata jaring yang digunakan.

2. Srampat (Selvedge)

Srampat (selvedge) berfungsi untuk melindungi bagian tepi/pinggiran jaring utama yang diikatkan pada tali ris agar bagian pinggir jaring utama tidak cepat rusak atau sobek. Bahan srampat biasanya lebih kaku dari bahan jaring utama seperti polyethylene (PE), akan tetapi kadang-kadang juga digunakan bahan yang sama dengan bahan jaring utama yaitu nilon.

3. Tali Ris

Macam-macam tali yang termasuk dalam kelompok tali ris yaitu : tali ris atas, tali pelampung, tali ris bawah, tali pemberat, tali penguat ris atas dan tali penguat ris bawah. Tali ris biasanya menggunakan bahan kuralon (PVA) atau kadang-kadang menggunakan polyethylene dengan ukuran diameter 8 s/d 10 mm.

4. Tali Ring (Tali Kang)

Tali ring adalah tali yang digunakan untuk menggantungkan ring/cincin pada tali ris bawah. Tali ring ini kadang-kadang juga disebut tali kang yang terdiri dari tiga bentuk, yaitu : bentuk kaki tunggal, kaki ganda dan bentuk dasi. Tali kang dibuat dengan menggunakan bahan kuralon atau polyethylene.

5. Tali Ekor

Untuk mengumpulkan ring atau jaring bagian bawah pada waktu operasi digunakan tali kolor yang ditarik setelah jaring selesai dilingkarkan. Karena dengan terkumpulnya ring maka bagian bawah jaring akan terkumpul menjadi satu sehingga berbentuk seperti kantong. Bahan tali kolor umumnya menggunakan polyethylene (PE), akan tetapi kadang-kadang ada juga yang menggunakan kuralon (PVA).

6. Pelampung

Pelampung berfungsi untuk mengapungkan seluruh alat keatas permukaan air ditambah dengan kelebihan daya apung yang disebut ekstra buoyancy. Bahan yang digunakan untuk pelampung adalah bahan yang berat jenisnya lebih kecil dari berat jenis air laut. Bahan pelampung dari busa plastik yang keras.

7. Pemberat (Sinker)

Agar jaring bagian bawah cepat tenggelam waktu dioperasikan, pada tali ris bawah perlu diberi pemberat, akan tetapi tidak boleh berlebihan karena dapat mengurangi daya apung dan membuat jaring terlalu tegang. Bahan pemberat umumnya menggunakan timah atau timbal (timah hitam).

8. Cincin (Ring)

Fungsi cincin untuk tempat lewatnya tali kolor waktu ditarik agar bagian bawah jaring dapat berkumpul. Bahan cincin biasanya dari kuningan atau tembaga, kadang-kadang digunakan bahan besi yang dilapis kuningan.

2.2.3.2. Daerah Penangkapan (fishing ground)

Beberapa persyaratan penangkapan yang dianggap baik untuk alat penangkapan *purse seine* adalah :

- Perairan yang terdapat ikan yang hidup secara bergerombol (schooling).
- Jenis ikan tersebut dapat dikumpulkan dengan alat pengumpul (lampu atau rumpon).
- Pada perairan yang lebih dalam dari alat yang akan digunakan.

Untuk operasi penangkapan yang menggunakan rumpon kapal penangkap dapat langsung menuju ke tempat rumpon, pada beberapa hari sebelumnya. Sedangkan yang menggunakan lampu pencarian *fishing ground* bebas dengan menuruti kebiasaan berkumpulnya ikan-ikan. Adapun cara mencari gerombolan ikan dapat dibantu dengan memperhatikan perubahan warna air laut, lompatan ikan-ikan ke permukaan laut, riak-riak kecil dan buih-buih diatas permukaan laut dan burung-burung yang menukik menyambar ikan dipermukaan air laut.

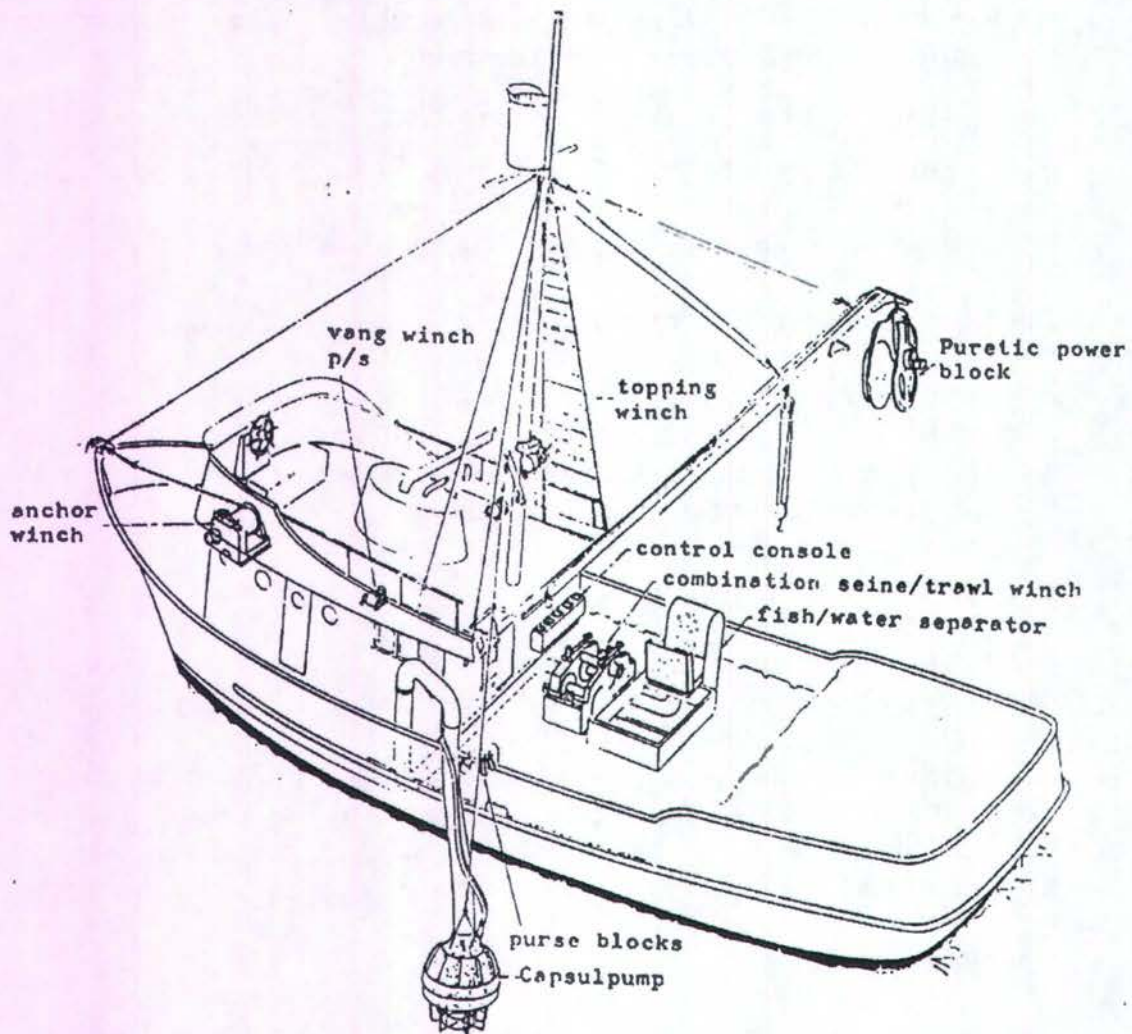
2.2.3.3. Operasi Penangkapan

Pada umumnya operasi penangkapan ikan dilakukan pada malam hari (antara matahari terbenam sampai matahari terbit), akan tetapi ada juga *purse seine* yang dioperasikan siang hari. Pengumpulan ikan ada yang menggunakan rumpon, ada juga yang menggunakan lampu, bahkan ada juga yang hanya mencari dimana gerombolan ikan yang menurut istilah nelayan didaerah muncar disebut dengan gadangan. Diantara berbagai macam persiapan yang berhubungan erat dengan masalah operasi penangkapan adalah persiapan pengaturan alat tangkap diatas kapal agar operasi penangkapan ikan dapat berjalan dengan lancar.

Arah pelingkar alat merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan pada waktu kapal ikan beroperasi. Adapun pelingkar jaring dapat kekiri dan kekanan yang disesuaikan dengan arah putaran baling-baling kapal dan tatanan jaring diatas kapal. Untuk kapal dengan baling putar kiri maka pelingkar alat dilakukan kearah kiri dan demikian juga sebaliknya.

Pada waktu melingkarkan alat untuk mengurung gerombolan ikan banyak faktor yang harus diperhatikan agar proses operasi dapat berjalan dengan baik. Adapun faktor-faktor tersebut adalah arah datangnya angin, arah arus, arah gerombolan ikan dan arah datangnya sinar matahari.

Dibawah ini adalah salah satu contoh gambar kapal penangkap ikan jenis *purse seine* :



Gambar 2.4. Kapal Penangkap Ikan Jenis Purse Seine

2.2.4. Kapal Penangkap Ikan Jenis Trawl

Trawl (pukat udang) merupakan hasil modifikasi dari pukat harimau. Bentuk bangunan kapal penangkap ikan ini hampir sama dengan kapal barang biasa, bedanya kapal ini mempunyai peralatan utama penangkap ikan yang tidak dimiliki oleh kapal barang.

2.2.4.1. Macam-Macam Trawl

Ada berbagai macam bentuk trawl yang secara keseluruhan dapat dikelompokkan menjadi :

- a. Berdasarkan cara kerja.
 1. Trawl samping (side trawl)
 2. Trawl belakang (stern trawl)

- b. Berdasarkan cara terbukanya jaring.
 1. Beam trawl adalah trawl yang terbukanya mulut jaring karena adanya beam (rangka) yang dipasang pada mulut jaring.
 2. Paranzella adalah trawl yang terbukanya mulut jaring karena ditarik oleh dua kapal yang berjalan sejajar dan dengan kecepatan yang sama.
 3. Otter trawl adalah trawl yang terbukanya mulut jaring karena dibuka oleh sepasang otter board yang dipasang pada tiap-tiap sayap jaring.
- c. Berdasarkan daerah operasinya.
 1. Trawl dasar (bottom trawl)
 2. Trawl pertengahan (midwater trawl)
 3. Trawl permukaan (pelagic trawl)
- d. Berdasarkan jumlah kapal yang menarik.
 1. Trawl satu kapal (one boat trawl)
 2. Trawl dua kapal (two boats trawl)
- e. Berdasarkan banyaknya bagian (panel).
 1. Trawl dua panel (two seams trawl)
 2. Trawl empat panel (four seams trawl)
 3. Trawl enam panel (six seams trawl)
- f. Berdasarkan jumlah trawl yang ditarik pada tiap-tiap kapal.
 1. Trawl tunggal
 2. Trawl ganda (double rig trawl)
- g. Berdasarkan jenis makhluk-makhluk yang akan ditangkap.
 1. Trawl udang (shrip trawl)
 2. Trawl herring (herring trawl)
 3. White fish trawl

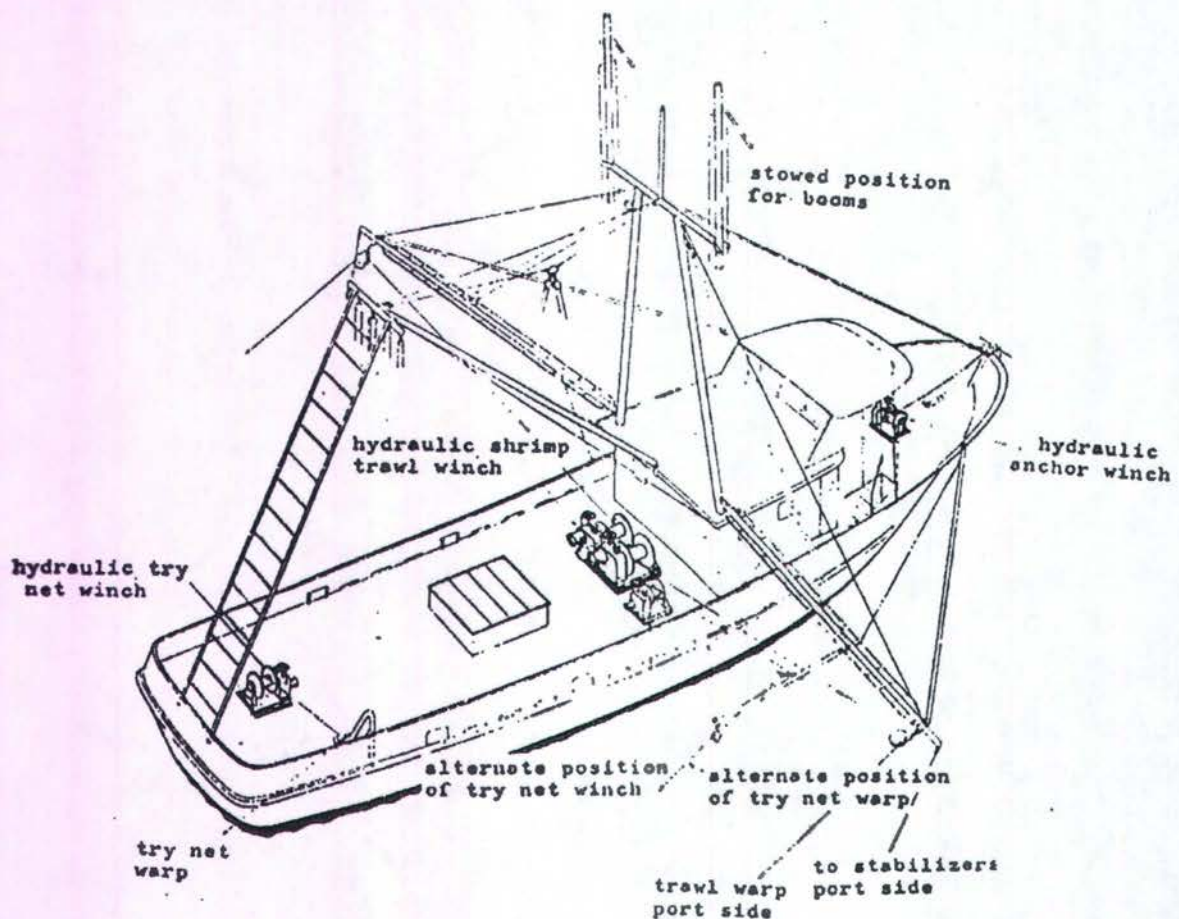
Bagian-bagian dari alat dan bahan alat penangkap ikan jenis trawl ini secara umum terdiri atas :

1. Tali penarik
Tali penarik ini biasanya diperhitungkan dengan pedoman dalamnya perairan tempat pukat tersebut dioperasikan. Panjang tali berkisar 5-6 kali dalamnya perairan.
2. Bridle line
Adalah tali yang menghubungkan antara sayap jaring dengan otter board. Tujuan diberikannya bridle line ini adalah untuk menggiring ikan agar terkumpul ditengah-tengah jaring untuk kemudian disaring.
3. Dan leno
Adalah sebatang kayu yang dipasang pada tiap-tiap ujung sayap pukat udang yang gunanya untuk membuat agar sayap pukat udang dapat berdiri vertikal didalam air.
4. Webbing
Besarnya jaring tergantung pada panjangnya tali ris atas.

5. Tali ris
Ada dua macam tali ris pada pukat udang, yaitu tali ris atas (head line) dan tali ris bawah (ground rope).
6. Layang-layang (kite)
Untuk membuat agar mulut jaring terbuka selebar mungkin kadang-kadang dibagian atas mulut jaring diberi layang-layang.
7. Otter board
Berfungsi untuk membuka sayap jaring kearah samping yang cara kerjanya seperti layang-layang.

2.2.4.2. Daerah Penangkapan (fishing ground)

Daerah penangkapan yang cocok untuk pukat udang adalah daerah perairan yang mempunyai dasar rata, tidak terdapat karang atau tonggak-tonggak dan dasar perairan tersebut berlumpur atau lumpur campur pasir. Umumnya didekat muara sungai. Dibawah ini adalah contoh gambar kapal penangkap ikan jenis trawl :



Gambar 2.5. Kapal Penangkap Ikan Jenis Trawl

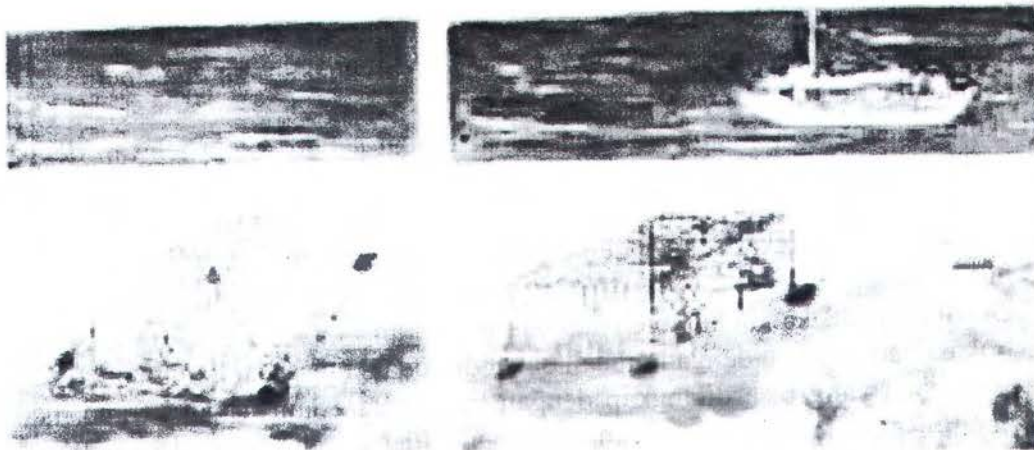
2.2.4.3. Operasi Penangkapan

Pada saat penurunan jaring, urutan penurunan jaringnya adalah mula-mula dari bagian kantong, BED, kemudian perut, sayap, lalu bridle line, otter board dan yang terakhir adalah tali penarik. Selama operasi, jaring tersebut ditarik sampai kira-kira 2 jam, kemudian baru dapat dinaikkan kembali ke atas kapal untuk diambil ikannya. Urutan penarikan jaring adalah merupakan kebalikan dari urutan penurunan jaring. Bila seluruh bagian alat naik ke atas kapal, pengambilan ikan dapat dilakukan dengan cara mengangkat pangkal-pangkal kantong dengan menggunakan boom, kemudian tali pada ujung kantong dibuka agar ikan yang berada dalam kantong tercurah ke atas kapal.

2.2.5. Kapal Penangkap Ikan Jenis Bubu (Portable Trap)

Kapal penangkap ikan jenis bubu ini pada umumnya bentuknya mirip dengan kapal barang biasa, bedanya kapal ini dilengkapi dengan alat penangkap ikan jenis bubu (Portable Trap). Namun seiring dengan kemajuan teknologi perkapalan maka kapal ini dibuat dari modifikasi kapal ikan yang telah disebutkan di atas.

Bubu adalah perangkap berbentuk silinder atau kotak yang menyerupai sangkar dengan bagian depan (mulut bubu) sebagai tempat masuk ikan yang kemudian menyempit sehingga ikan sulit untuk keluar. Alat ini digunakan dengan tujuan agar ikan hasil tangkapan dalam keadaan hidup. Dibawah ini adalah salah satu contoh dari bubu :



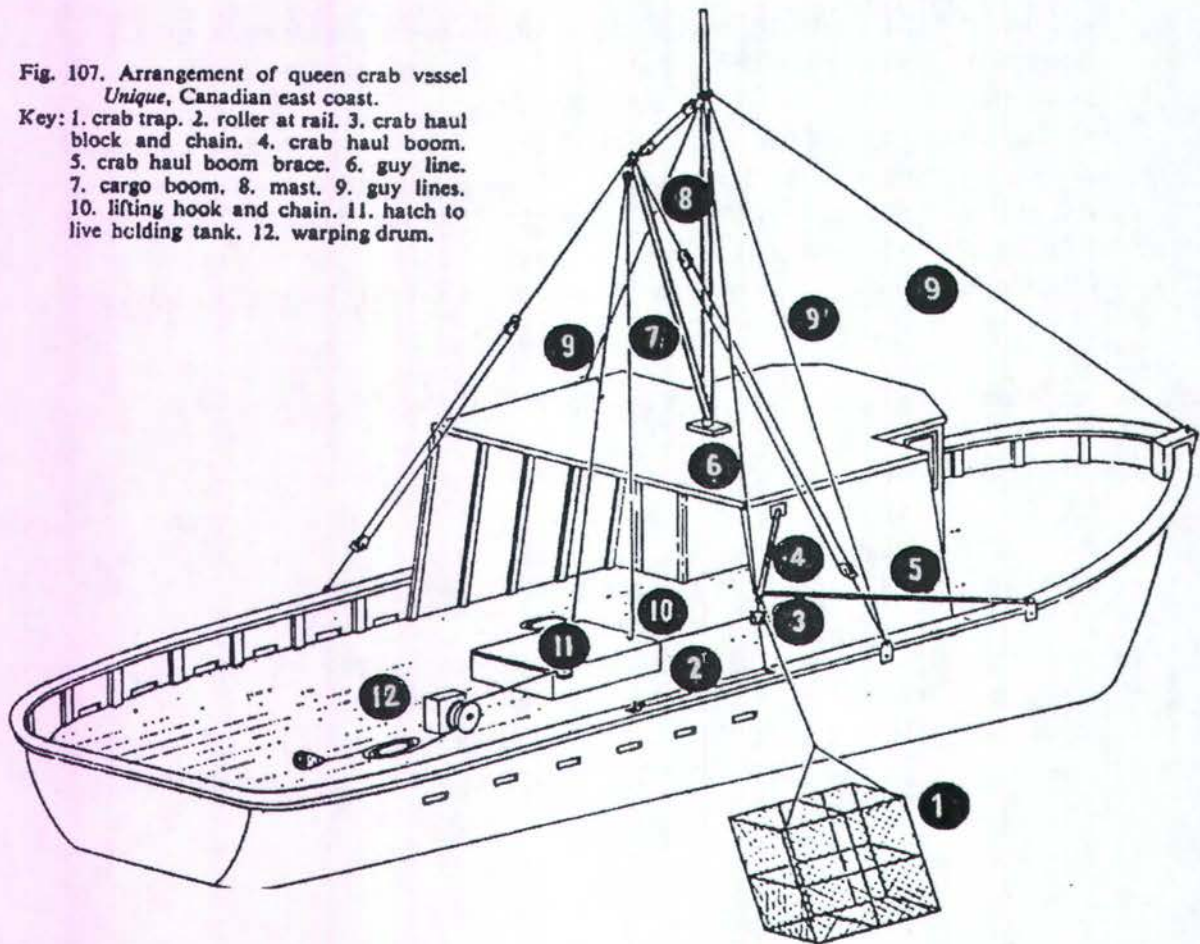
Gambar 2.6. Alat penangkap ikan jenis bubu (Portable Trap)

Gambar 2.7. Kapal Penangkap Ikan Jenis Bubu

114

Fig. 107. Arrangement of queen crab vessel
Unique, Canadian east coast.

Key: 1. crab trap. 2. roller at rail. 3. crab haul block and chain. 4. crab haul boom. 5. crab haul boom brace. 6. guy line. 7. cargo boom. 8. mast. 9. guy lines. 10. lifting hook and chain. 11. hatch to live holding tank. 12. warping drum.



Upaya untuk memperoleh ikan dalam keadaan hidup adalah dengan menggunakan alat tangkap bubu. Alat tangkap ini sangat cocok digunakan karena memiliki berbagai kelebihan antara lain :

- Konstruksinya sederhana sehingga dapat dibuat sendiri oleh nelayan dengan bahan yang mudah diperoleh.
- Tidak merusak habitat karang sehingga kelestarian lingkungan tetap terjaga.
- Ikan yang tertangkap dapat bertahan hidup dalam bubu dalam waktu yang cukup lama.
- Dapat dioperasikan cukup oleh dua orang nelayan.
- Lokasi pemasangan dengan mudah dapat dipindahkan sesuai keinginan.
- Jenis ikan yang bisa ditangkap dengan bubu antara lain : ikan kerapu, ikan kakap, kepiting serta jenis ikan hias yang mempunyai harga relatif mahal.

Bentuk dan ukuran bubu dapat dibuat sedemikian rupa sesuai kebutuhan dengan konstruksi yang terdiri dari bahan-bahan yang mudah didapat antara lain :

- Kerangka dapat dibuat dari rotan.
- Jaring atau pagar bubu dapat menggunakan kawat galvanis dengan ukuran sesuai dengan besarnya ikan yang akan ditangkap.
- Pada bagian sudut antara pertemuan rotan satu dengan lainnya dapat dipaku atau diikat dengan kawat dan diupayakan jangan sampai lepas.

- Pada bagian bubu dibuat pintu untuk masuknya ikan yang menyerupai corong sehingga ikan yang sudah masuk tidak dapat keluar lagi. Letak pintu dapat dibuat pada bagian atas bubu ataupun samping.
- Pada salah satu bagian sisi bubu dapat diikat tali yang dihubungkan dengan besi beton, yang akan dapat ditancapkan pada dasar perairan.
- Pada bagian sisi bubu lainnya diberi pelampung yang akan digunakan sebagai tanda.

2.2.5.1. Daerah Penangkapan (fishing ground)

Daerah penangkapan yang cocok untuk alat tangkap jenis bubu adalah daerah perairan yang mempunyai dasar rata atau bergelombang, terdapat karang atau tonggak-tonggak dan dasar perairan tersebut berlumpur atau lumpur campur pasir. Umumnya dipasang pada kedalaman 3 – 30 m yang merupakan kedalaman perairan yang disukai oleh jenis ikan kerapu dan ikan kakap.

2.2.5.2. Operasi Penangkapan

a) Pemasangan Bubu

- Bubu dipasang didasar perairan yang berkarang atau berlumpur yang merupakan habitat ikan kerapu dan ikan kakap.
- Pemasangan dilakukan dengan cara menyelam dengan menggunakan alat selam atau kompresor yang terpasang pada perahu/kapal. Pemasangan biasanya dilakukan oleh dua orang dimana satu orang berada diatas perahu/kapal menjaga bekerjanya kompresor dan satu lagi sebagai penyelam.
- Setelah dipasang, bubu harus ditutupi dengan batu karang guna memberikan kesan alami, disamping sebagai penahan agar bubu tidak berpindah tempat atau hanyut karena arus. Sedangkan untuk menjamin keutuhan bubu didalam air, besi beton yang telah diikat pada bubu ditancapkan pada dasar perairan.
- Untuk menciptakan daya tarik terhadap ikan-ikan kecil agar masuk ke dalam bubu, dapat diletakkan kepiting mati pada waktu bubu dipasang sehingga ikan-ikan kecil akan masuk dan akan diikuti oleh ikan kerapu yang akan memangsa ikan-ikan kecil tersebut.

b) Pengambilan Bubu

Proses pengambilan bubu dapat dilakukan 1 – 3 hari setelah pemasangan. Sebelum dilakukan pengambilan bubu, hendaknya dilakukan pemeriksaan terhadap bubu-bubu yang dipasang terlebih dahulu. Apabila bubu berisi banyak ikan segera diangkat. Sebaliknya apabila belum tertangkap banyak ikan, bubu dapat dibiarkan beberapa hari lagi atau dipindahkan ke lokasi lain yang diperkirakan banyak ikannya.

Pengangkatan bubu yang telah berisi ikan dilakukan dengan dua cara :

- Bubu dibawa langsung atau diangkat ke kapal oleh penyelam (apabila bubu yang terpasang hanya satu buah).
- Bubu diikat dengan tali untuk ditarik ke kapal oleh nelayan yang berada di kapal (bubu yang dipasang lebih dari satu buah pada lokasi yang sama).

Pengangkatan/penarikan bubu harus dilakukan dengan perlahan-lahan dan hati-hati. Hal ini untuk memberikan kesempatan pada ikan agar menyesuaikan diri terhadap perbedaan tekanan air dari kedalaman ke permukaan.

Begitu pula dengan penanganan ikan dari bubu ke dalam bak/palkah penampung ikan di perahu/kapal. Oleh sebab itu, bak penampung di dalam perahu/kapal perlu disiapkan terlebih dahulu. Ukuran bak tersebut dapat disesuaikan dengan kapasitas perahu/kapal. Bak penampung dengan ukuran 1,5 x 1 meter, mampu menampung 30 kg ikan hidup. Namun jika jarak tempuh cukup jauh dianjurkan untuk mengurangi jumlah ikan yang diangkut sehingga ikan dapat diterima konsumen dalam keadaan hidup.

2.3. PROSES PERENCANAAN KAPAL

Saat ini ada empat macam proses perencanaan kapal secara umum (Ir.I.G.M.Santosa, 1999), diantaranya adalah metode kapal pembanding, metode statistik, metode pengulangan perhitungan (*trial & error*) dan metode penyelesaian lengkap.

2.3.1. Metode Kapal Pembanding

Pemikiran dari metode ini adalah dalam merancang kapal yang dilakukan adalah merancang kapal dengan memperhatikan kapal yang sudah ada sebelumnya. Yang digunakan sebagai kapal pembanding adalah kapal yang sejenis yang dianggap memiliki keunggulan. Keuntungan dengan metode ini adalah prosesnya cepat, resiko sedikit dan bersifat memperbaiki kapal yang sudah ada. Sedangkan kekurangan dari metode ini adalah proses perencanaan sangat tergantung dari kapal pembanding, tidak ada jaminan bahwa kapal pembanding mempunyai sifat ekonomis dan teknis yang optimal, kreatifitas dari perencana sangat dibatasi, proses perhitungan mungkin sudah ketinggalan jaman, tergantung dari tahun pembuatan kapal yang digunakan sebagai pembanding.

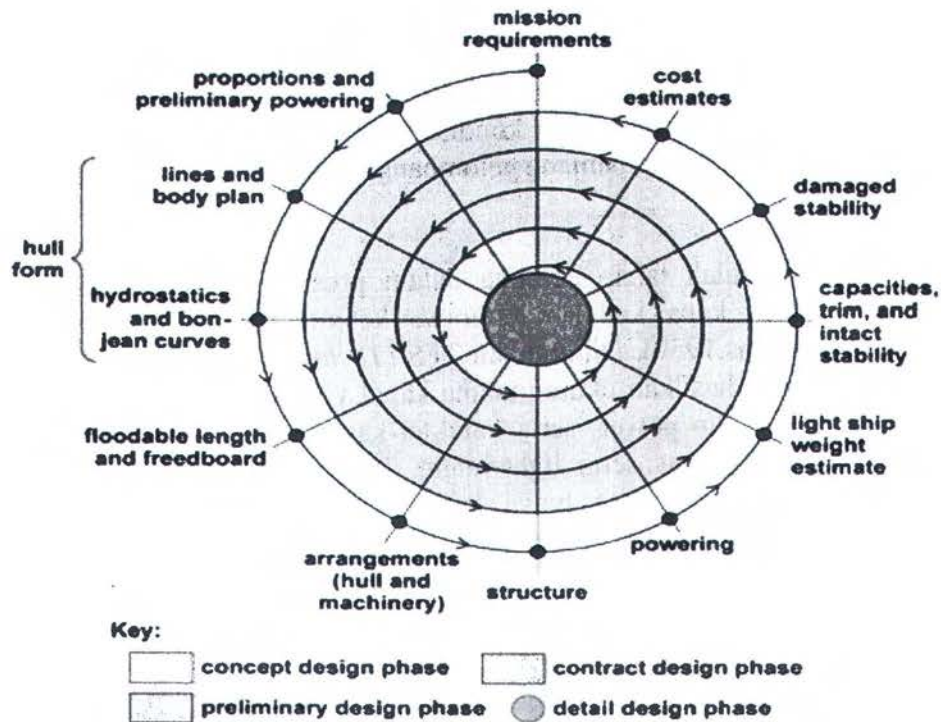
2.3.2. Metode Statistik

Metode statistik tidak tergantung pada kapal pembanding sepenuhnya. Kelebihan dari metode ini adalah bersifat memperbaiki sehingga perencanaan kapal yang baru menjadi lebih baik daripada kapal sebelumnya. Sedangkan kekurangan metode ini adalah tidak dapat menganalisa semua komponen dalam perencanaan kapal secara bersamaan.

2.3.3. Metode Ulangan Perhitungan (*trial and error*)

Dalam metode ini, ukuran utama didapatkan setelah melalui beberapa proses perhitungan yang berulang. Parameter saling tergantung satu sama lain, sehingga satu parameter akan mempengaruhi parameter yang lain. Metode ini cocok digunakan dalam merancang kapal baru dan yang rumit. Kelebihannya adalah proses perhitungannya mempunyai ketepatan yang besar, tetapi kekurangannya adalah membutuhkan waktu pengerjaan dan tenaga yang besar.

Proses perencanaan *trial & error* ini dikenal dengan *Basic Design Spiral* (Evans, 1959), yang secara umum dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.8. Basic design Spiral (Evans, 1959)

Design spiral terbagi atas 4 bagian, yaitu :

a) **Design Statement**

Design statement merupakan tahap awal dari proses design yang digunakan untuk mendefinisikan atau memberi gambaran tentang tujuan/kegunaan dari kapal tersebut, hal ini juga sangat berguna untuk menentukan permintaan dari pemesan (owner requirement) dan juga untuk mengarahkan designer dalam menemukan pilihan yang rasional antara perbandingan design selama proses design. *Design statement* terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

1. Tujuan atau misi dari kapal tersebut.
Menentukan tujuan atau misi dari kapal yang akan dirancang untuk mendapatkan data-data atau gambaran awal tentang desain kapal. Data-data ini meliputi kondisi perairan, kondisi pelabuhan tempat kapal akan berlabuh dan lain-lain.
2. Ukuran utama yang sesuai dengan kondisi daerah tujuan kapal.
Setelah tujuan diketahui dan kondisi lingkungan dari tujuan atau rute kapal yang akan dirancang diketahui, maka designer akan menerjemahkan ke dalam bentuk perhitungan maupun dalam bentuk gambar, sehingga akan didapatkan beberapa alternatif ukuran utama yang optimal, kemudian dipilih salah satu.
3. Permintaan owner (*owner requirement*)
Owner requirement ini biasanya meliputi kecepatan kapal, daya muat kapal yang dapat menghasilkan keuntungan (DWT).

4. Batasan design.

Pada proses ini, yang dilakukan adalah menentukan batasan disain yang harus dipenuhi dalam proses disain. Hal-hal yang termasuk dalam batasan disain misalnya adalah pertimbangan kondisi lingkungan rute operasi kapal tersebut, seperti kecepatan angin, panjang gelombang dan ketinggian ombak.

b) Concept Design

Concept design adalah tahap pertama dalam proses disain yang menerjemahkan permintaan pemilik kapal kedalam ketentuan-ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan (Evans, 1959). Dibutuhkan TFS (*Technical Feasibility Study*) sehingga nantinya akan menghasilkan ukuran utama kapal yang direncanakan seperti panjang, lebar, tinggi, sarat dan power, serta karakter-karakter yang lain seperti kecepatan, deadweight dan kapasitas serta lightweight. Hasil dari *concept design* digunakan untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi. Langkah-langkah pada *concept design* adalah sebagai berikut :

- a) Klasifikasi biaya untuk pengadaan kapal baru kemudian dibandingkan dengan kapal sejenis yang sudah ada.
- b) Mengidentifikasi semua perbandingan desain utama.
- c) Memilih proses iterative yang akan menghasilkan disain yang mungkin.
- d) Membuat ukuran yang sesuai baik secara analisis maupun subyektif untuk desain.
- e) Melakukan proses optimasi ukuran utama kapal, berdasarkan parameter-parameter yang ada.
- f) Mengoptimasi detail kapal.

c) Preliminary Design

Langkah kelanjutan dari *concept design* adalah memeriksa kembali ukuran utama dasar kapal yang dikaitkan dengan performance (Evans, 1959). Pemeriksaan ulang terhadap panjang, lebar, horse power, deadweight yang diharapkan tidak banyak berubah pada tahap ini. Hal di atas merupakan dasar dalam pengembangan rencana kontrak dan spesifikasi.

Tahap preliminary design ditandai dengan beberapa langkah-langkah sebagai berikut :

- Melengkapi bentuk lambung kapal.
- Pengecekan terhadap analisa detail structural kapal.
- Penyelesaian bagian interior kapal.
- Perhitungan hidrostatis dan stabilitas kapal.
- Mengevaluasi kembali perhitungan tahanan, powering maupun performance kapal.
- Perhitungan berat kapal secara detail dalam hubungannya dengan penentuan sarat dan trim kapal.
- Perhitungan biaya secara menyeluruh dan detail.

d) Contract design

Hasil yang didapatkan adalah dokumen kontrak pembuatan kapal. Langkah-langkahnya meliputi satu, dua atau lebih putaran dari desain spiral (Evans, 1959). Oleh karena itu pada langkah ini mungkin akan terjadi perbaikan hasil-hasil preliminary design. Tahap merencanakan/menghitung lebih teliti hull form (bentuk badan kapal) dengan memeriksa dan memperbaiki lines plan, tenaga penggerak dengan menggunakan model test, seakeeping dan maneuvering karakteristik,

pengaruh jumlah propeller terhadap badan kapal, detail konstruksi, pemakaian jenis material, jarak dan tipe gading. Pada tahap ini dibuat juga estimasi berat dan titik berat yang dihitung berdasarkan posisi dan berat masing-masing dari item konstruksi. Pada tahap ini, rencana umum juga dibuat. Kepastian permesinan, jumlah dan berat bahan bakar, air tawar dan akomodasi ditentukan dan dibuat. Kemudian dibuat spesifikasi rencana standar kualitas dari bagian badan kapal serta peralatan. Juga uraian mengenai metode pengetesan dan percobaan sehingga akan didapatkan kepastian kondisi kapal yang sebaiknya.

e) Detail Design

Tahap akhir dari perencanaan kapal adalah pengembangan detail gambar kerja (Evans, 1959). Hasilnya dari langkah ini adalah berisi petunjuk/instruksi mengenai detail instalasi sistem-sistem yang ada di kapal tersebut dan konstruksi kepada tukang (*fitter*), tukang las (*welder*), tukang perlengkapan (*outfitter*), tukang pelat, penjual mesin, tukang pipa dan lain-lain. Langkah ini adalah perubahan dari tugas engineer (ahli teknik) menjadi tugas yang harus dikerjakan oleh tukang-tukang tersebut di lapangan. Pengerjaan dilapangan harus sesuai dengan yang telah didesain.

2.3.4. Metode Penyelesaian Lengkap (*complex solution*)

Metode ini jarang dipakai dalam perencanaan sebuah kapal kecuali jika digabungkan dengan metode yang lain. Pelaksanaan metode ini cukup rumit dan harus konsisten dalam mengerjakannya. Keuntungan metode ini adalah ketelitiannya cukup besar dan hampir tidak diperlukan koreksi dalam perencanaan, ulangan perencanaan seperti spiral desain tidak diperlukan dan penentuan harga dalam perencanaan dapat diketahui pada saat dini. Kekurangan metode ini adalah proses perhitungan sangat rumit dan memerlukan waktu yang relatif lebih lama dari metode yang lain.

Pada proses perencanaan, pengaturan dan pendiskripsian proses desain kapal, terdapat perbedaan antara *Level I (total ship)* dan *Level II (ship system) design* (Harrington, 1975). *Level I* berhubungan dengan sintesa dan analisis dari atribut total kapal seperti bentuk lambung, rencana umum dan perkiraan atribut total kapal seperti berat dan titik berat. Sedangkan untuk *Level II design* berhubungan dengan sintesa dan analisa elemen utama kapal secara khusus seperti struktur, sistem penggerak (propulsi), pembangkit dan sistem distribusi listrik, ship control, navigasi dan sistem komunikasi dan sistem mekanik termasuk pipa dan HVAC (*heating, ventilation dan air condition*) serta *outfitting*. Beberapa hasil pada *Level II design* seperti data perhitungan berat, ketahanan, kebutuhan awak kapal, biaya dan resiko merupakan input untuk *Level I design*.

1) Level I (total ship) Design Element

Level I design meliputi penentuan bentuk lambung dan rencana umum (*general arrangement*), berat dan titik berat, stabilitas, hidrodinamis, kapasitas awak kapal (crew), biaya operasi dan resiko (Harrington, 1975).

a). Bentuk Lambung

Perancang kapal menentukan bentuk lambung kapal dari ukuran utama (panjang L, lebar B, sarat T, dan tinggi H), perbandingan ukuran utama seperti L/B, L/H, B/T dan juga koefisien seperti C_b (*block coefficient*), C_p (*prismatik coefficient*), C_m (*midship coefficient*), C_{wp} (*waterplane coefficient*) yang akan memberi bentuk lambung yang diinginkan. Bentuk lambung dari kapal baru harus dapat

memenuhi kebutuhan misi (*mission requirement*) dari kapal tersebut. Bentuk lambung harus dapat mengakomodasi segala permintaan pemilik kapal seperti kapasitas ruang muat dan kecepatan yang diinginkan. Bentuk lambung sangat berpengaruh pada kecepatan dan daya mesin. Perbandingan antara bentuk lambung dan koefisien bentuk harus memungkinkan kapal dipasang propeller yang efisien sehingga didapatkan kecepatan maksimum yang diinginkan seperti halnya dengan kecepatan ekonomis pelayaran. Pada dasarnya kedua kecepatan ini berbeda, namun untuk kapal-kapal tertentu seperti kapal perang hal ini adalah sama. Akan tetapi, terdapat dua koefisien yang sangat signifikan dari sudut pandang tahanan dan propulsi yaitu perbandingan *displacement* terhadap panjang (Δ/L) dan *prismatic coefficient* (C_p). Perbandingan *displacement-length* menunjukkan bentuk lambung yang gemuk (*hull fatness*) dan bentuk lambung yang ramping (*slenderness*).

b). Rencana Umum

Naval Architect mendefinisikan susunan perlengkapan kapal baik internal maupun eksternal dalam bentuk gambar. Gambar menunjukkan pandangan setengah bentuk kapal. Pengembangan rencana umum selama proses desain merupakan salah satu bagian dari prinsip desain kapal. Dan gambar ini digunakan untuk membantu dan mengontrol seluruh proses desain.

c). Berat dan Titik Berat

Analisa dan perhitungan merupakan hal yang esensial dalam keberhasilan proses desain. Berat total kapal dibagi menjadi dua bagian yaitu, berat kapal kosong yang disebut dengan LWT yang terdiri dari berat baja kapal, berat permesinan, berat perlengkapan dan outfitting. Dead weight (DWT) yang dapat dipindahkan dari ataupun ke kapal seperti berat bahan bakar dan air bersih, awak kapal dan perlengkapannya serta yang paling penting adalah muatan.

2) Level II (Ship system) Design Element

Level II (ship system) design element (Harrington, 1975) merupakan desain dari bagian berikut yaitu detail struktur kapal, perencanaan propulsi, distribusi perpipaan, listrik, sistem mekanik, outfit dan peralatan furniture.

a). Sistem Distribusi

Sistem pendistribusian dari kapal termasuk sistem distribusi dari listrik, pipa, ventilasi panas dan pendingin (HVAC). Desain proses dalam sistem ini adalah:

- Menganalisa dan menghitung kebutuhan ataupun beban yang dibutuhkan.
- Membuat satu atau lebih konsep sistem yang menggambarkan hubungan antara elemen sistem tersebut.
- Menghitung komponen umum dari sistem seperti generator, pompa AC, dan sebagainya.
- Mengukur hubungan antara semua elemen dalam sistem tersebut.
- Mengembangkan susunan fisik dari setiap komponen sistem dalam kapal.

2.4. METODE OPTIMASI

Optimasi merupakan suatu proses untuk mendapatkan suatu hasil yang relatif lebih baik dari beberapa kemungkinan hasil yang memenuhi syarat berdasarkan batasan-batasan tertentu (Setijoprajudo, 1999). Optimasi mencerminkan perilaku ekonomi yang rasional, artinya sebagai konsumen proses optimasi akan selalu memaksimalkan kepuasannya dan sebagai produsen proses optimasi akan memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan kerugian. Pada dasarnya optimasi adalah mencari titik maksimal dan minimal dari suatu fungsi yang ada. Caranya dengan mencari titik stasioner baik untuk fungsi 1 variabel maupun untuk fungsi dengan n variabel.

Dalam proses optimasi selalu melibatkan hal-hal dibawah ini :

a) Variabel

Variabel merupakan harga-harga yang akan dicari dalam suatu proses optimasi. Umumnya dinotasikan dengan X . Jenis-jenis variabel:

- Variabel tak bebas (*dependent variables*), variabel yang tidak dapat berdiri sendiri, melainkan berhubungan satu dengan yang lainnya.
- Variabel bebas, merupakan variabel yang dapat berdiri sendiri.
- Variabel tunggal.
- Variabel ganda.
- Variabel kontinyu, merupakan variabel yang dapat mempunyai harga pada daerah yang sudah ditentukan.
- Variabel tertentu, merupakan variabel yang dihitung untuk kondisi tertentu.

b) Parameter

Parameter adalah harga yang besarnya tidak berubah selama satu kali proses optimasi berlangsung karena adanya syarat-syarat tertentu. Harga tersebut dapat dirubah setelah satu kali proses optimasi untuk menyelidiki kemungkinan terdapatnya hasil yang baik.

c) Konstanta

Konstanta adalah harga-harga yang tidak berubah besarnya selama proses optimasi berlangsung tuntas.

d) Batasan

Batasan merupakan harga-harga batas yang telah ditentukan baik oleh perencana, pemesan, biro klasifikasi, peraturan keselamatan pelayaran, kondisi perairan, kondisi pelabuhan yang akan digunakan sebagai home base dan persyaratan yang lain.

e) Fungsi obyektif

Fungsi obyektif adalah hubungan antara semua atau beberapa variabel serta parameter yang harganya akan dioptimalkan. Fungsi tersebut dapat berbentuk linear, non linear atau kompleks, serta bisa juga gabungan dari beberapa fungsi obyektif.

Urutan pelaksanaan proses optimasi dapat diringkas sebagai berikut :

1. Menentukan bentuk matematis.
2. Menentukan variabel dan parameter, kemudian mencari hubungan antara keduanya.
3. Mencari batasan untuk variabel.
4. Memilih fungsi obyektif yang diinginkan.

Dalam penelitian tugas akhir ini, metode yang digunakan dalam mendisain kapal ikan adalah metode gabungan antara metode statistik dan metode ulangan perhitungan (*trial and error*), sedangkan untuk proses optimasi yang digunakan untuk mendapatkan ukuran utama yang optimal adalah dengan menggunakan bantuan program komputer *Microsoft Excell* yaitu *Solver*.

Pada dasarnya *Solver* adalah program optimasi lanjutan untuk menghitung optimasi fungsi yang terdapat pada program *Microsoft Excell*, yang didasarkan pada metode GRG (*Generalized Reduced Gradient*). Metode *Generalized Reduced Gradient* merupakan metode yang bertujuan untuk memecahkan masalah desain dan mencari nilai-nilai optimal dari desain tersebut. Desain yang optimal adalah sebuah tatanan sistem yang dapat didefinisikan dalam tiga hal antara lain variabel desain, parameter dan konstanta (*Papalambros, P. Y dan Wilde, D. J, 1988*). Sedangkan kriteria untuk menyatakan bahwa desain tersebut baik atau optimal, didasarkan pada suatu fungsi yang disebut fungsi obyektif. Fungsi obyektif adalah suatu fungsi yang akan menentukan nilai dari suatu karakteristik desain sehingga desain tersebut dapat dinyatakan "baik". Fungsi obyektif ini dapat berupa meminimumkan atau memaksimumkan nilai yang akan dicari (*Papalambros, P. Y and Wilde, D. J, 1988*). Dalam membuat suatu desain dan kemudian dapat dikategorikan optimal maka, suatu karakteristik harus ditentukan oleh desainer dengan mengambil suatu batasan (*constrain*). *Vasiliev, V. V dan Gurdal, Z (1999)* menerangkan tentang suatu batasan diperlukan untuk dapat menentukan bahwa fungsi obyektif didefinisikan sebagai nilai optimum apabila masih berada dalam batasan yang diberikan. *Constrain* atau batasan dapat berupa nilai angka atau sebuah fungsi (*Vasiliev, V. V dan Gurdal, Z, 1999*).

Abadie (1970) mengungkapkan bahwa menentukan desain yang optimal dengan metode *Generalized Reduce Gradient* merupakan sebuah teknik mengeliminasi variabel secara sederhana pada masalah persamaan batasan. Metode *Generalized Reduced Gradient* ini dikembangkan dari metode reduksi gradien yang mengakomodasi batasan berupa pertidaksamaan non linear. Dalam metode ini *constrain* akan bergerak aktif untuk menemukan penyelesaian sampai didapatkan hasil yang sesuai. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai, maka metode GRG akan memakai metode *Newton Raphson* dan *Conjugate Gradient* sebagai iterasi dalam pencarian batasan dari *constrain* (*Arora, J. S, 1989*). Oleh karena itu, metode GRG dikatakan mirip dengan metode reduksi gradien.

Apabila pertidaksamaan batasan selalu dikonversikan dengan persamaan penambahan slack variabel, maka persamaan *constrain* akan dibentuk dalam model tertentu sebatas jangkauan dari slack variabel.

Adapun perhitungan dasar persamaan *constrain* dalam metode *Generalized Reduced Gradient* tersebut yaitu (*Arora, J. S, Intoduction to Optimum Design, 1989, chapter 2, page 416*) :

Fungsi obyektif $f(x)$ dengan *constrain* $\Delta f, \Delta h_i$

Minimum, maksimum $f(x)$

$\Delta f \geq 0, \Delta h_i \geq 0$ maka persamaan dapat ditulis :

$$\Delta f = \frac{\partial f^T}{\partial y} \Delta y + \frac{\partial f^T}{\partial z} \Delta z \dots\dots\dots (III.2.3a)$$

$$\Delta h_i = \frac{\partial h_i^T}{\partial y} \Delta y + \frac{\partial h_i^T}{\partial z} \Delta z \dots\dots\dots (III.2.3b)$$

Jika program pencarian desain yang optimal telah dimulai, beberapa pilihan variabel akan disubstitusikan ke persamaan (III.2.3a) dan (III.2.3b) sehingga persamaan selanjutnya dapat ditulis :

$$A^T \Delta y + B^T \Delta z = 0, \text{ atau } \Delta z = -(B^{-T} A^T) \Delta y \dots\dots\dots (III.2.3c)$$

Di mana :

B dan A = Matrik dari gradient persamaan constrain yang sesuai y dan z berturut turut selama proses memilih berlangsung.

Δz = Pilihan dari variabel tak bebas.

Δy = Pilihan dari variabel bebas.

Kemudian Δz dari persamaan (III.2.3c) disubstitusikan ke dalam persamaan (III.2.3a). sehingga nilai dari df / dy dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\Delta f = \left(\frac{\partial f^T}{\partial y} - \frac{\partial f^T}{\partial z} B^{-T} A^T \right) \Delta y \text{ atau dapat ditulis}$$

$$\frac{df}{dy} = \frac{\partial f}{\partial y} - AB^{-1} \frac{\partial f}{\partial z} \dots\dots\dots (III.2.3d)$$

Persamaan (III.2.3d) ini kemudian dikenal dengan metode Generalized Reduced Gradient dan dapat menunjukkan penentuan gradient pada fungsi yang tidak terbatas (Arora, J. S, 1989).

Selama dalam proses, nilai fungsi diperlukan pada setiap tahap pencarian fungsi. Untuk angka eksperimen α , maka variabel desain akan diperbaharui menjadi $\Delta y = - \alpha df / dy$ dan Δz didapat dari persamaan (III.2.3c). jika angka percobaan yang dipilih tidak memenuhi, maka variabel bebas dipertimbangkan bernilai tetap (*fixed*) dan variabel tak bebas akan dipilih melalui iterasi dengan memakai metode Newton Raphson atau Conjugate Gradient sampai didapatkan nilai yang sesuai atau optimal.

2.5. PERHITUNGAN STABILITAS KAPAL

2.5.1. Stabilitas Kapal Utuh (*Intact Stability*)

Menurut G. Manning (Theory and Tecniques of Ship Design, 1956), untuk menghitung stabilitas statis dan dinamis, data awal tentang ukuran-ukuran berikut diperlukan :

1. L = waterline length
2. B = maximum breadth
3. B_M = maximum waterline breadth
4. H = mean draft at designed waterline
5. D_H = minimum depth
6. S_F = forward sheer

7. S_A = after sheer
8. Δ_0 = displacement at designed waterline
9. L_d = length of superstructure which extends to sides of ship
10. d = height of superstructure which extends to sides of ship
11. C_B = block coefficient
12. C_W = waterline coefficient at draft H
13. C_X = midship section coefficient at draft H
14. C_{PV} = vertical prismatic coefficient at draft H
15. A_0 = area of waterline plane at designed draft
16. A_M = area of immersed midship section
17. A_2 = area of vertical centerline plane to depth D
18. S = mean sheer
= area of centerline plane above minimum depth divided by length
19. D = mean depth
20. F = mean freeboard
21. A_1 = area of waterline plane at depth D may be estimated from A_0 and nature of stations above waterline

Adapun langkah-langkah perhitungan untuk parameter-parameter dari stabilitas statis dan dinamis diuraikan dibawah ini :

1. Menentukan besar Δ_T . dengan rumus sebagai berikut :

$$\Delta_T = \Delta + (((A_0 + A_1)/2) F/35)$$

2. Menentukan besar δ dengan rumus sebagai berikut :

$$\delta = \frac{\Delta_T}{2} - \Delta_0$$

3. Menentukan besar C_W' dengan rumus sebagai berikut :

$$C_W' = \frac{A_2}{LD}$$

4. Menentukan besar C_W'' dengan rumus sebagai berikut :

$$C_W'' = C_W' - \frac{140\delta}{BDL} (1 - C_{PV''})$$

5. Menentukan besar C_X' dengan rumus sebagai berikut :

$$C_X' = \frac{A_M + BF}{BD}$$

6. Menentukan besar C_{PV}' dengan rumus sebagai berikut :

$$C_{PV}' = \frac{35\Delta_T}{A_1 D}$$

7. Menentukan besar C_{PV}'' dengan rumus sebagai berikut :

$$C_{PV}'' = \frac{35\Delta_T}{A_2 B}$$

8. Menentukan besar GG' dengan rumus sebagai berikut :

$$GG' = KG' - KG$$

9. Menentukan besar KG dengan rumus sebagai berikut :

$$KG = C_{KG} \cdot D_M$$

10. Menentukan besar f_1 dengan rumus sebagai berikut :

$$f_1 = \frac{\left(D \left(1 - \left(\frac{A_0}{A_1} \right) \right) \right)}{2F(1 - C_{PV'})}$$

11. Menentukan besar $G'B_0$ dengan rumus sebagai berikut :

$$G'B_0 = KG' - KB_0$$

12. Menentukan besar KB_0 dengan rumus sebagai berikut :

$$KB_0 = (1 - h_0)H$$

13. Menentukan besar f_0 dengan rumus sebagai berikut :

$$f_0 = \frac{\left(H \left(\left(\frac{A_1}{A_0} \right) - 1 \right) \right)}{2F(1 - C_{PV})}$$

14. Menentukan besar $G'B_{90}$ dengan rumus sebagai berikut :

$$G'B_{90} = \frac{\Delta_T h_2 B}{4\Delta_0} - \frac{17,5 \cdot \delta^2}{\Delta_0 (A_2 - 70(\delta/B)(1 - C_{PV}))}$$

15. Menentukan besar f_2 dengan rumus sebagai berikut :

$$f_2 = 9,1(C_X' - 0,89)$$

16. Menentukan besar $G'M_0$ dengan rumus sebagai berikut :

$$G'M_0 = KB_0 + BM_0 - KG'$$

17. Menentukan besar BM_0 dengan rumus sebagai berikut :

$$BM_0 = \frac{C_1 L B_w^3}{35\Delta_0}$$

18. Menentukan besar $G'M_{90}$ dengan rumus sebagai berikut :

$$G'M_{90} = BM_{90} - G'B_{90}$$

19. Menentukan besar BM_{90} dengan rumus sebagai berikut :

$$BM_{90} = \frac{C_1' L D^3}{35\Delta_0} + \frac{L_d d D^2}{140\Delta_0}$$

20. Menentukan besar GM_0 dengan rumus sebagai berikut :

$$GM_0 = KB_0 + B_0 M_0 - KG$$

21. Menentukan besar GZ dengan rumus sebagai berikut :

$$GZ = G'Z' + GG' \sin \phi$$

22. Menentukan besar $G'Z'$ dengan rumus sebagai berikut :

$$G'Z' = b_1 \sin 2\phi + b_2 \sin 4\phi + b_3 \sin 6\phi$$

23. Menentukan besar b_1 dengan rumus sebagai berikut :

$$b_1 = \frac{9(G'B_{90} - G'B_0)}{8} - \frac{G'M_0 - G'M_{90}}{32}$$

24. Menentukan besar b_2 dengan rumus sebagai berikut :

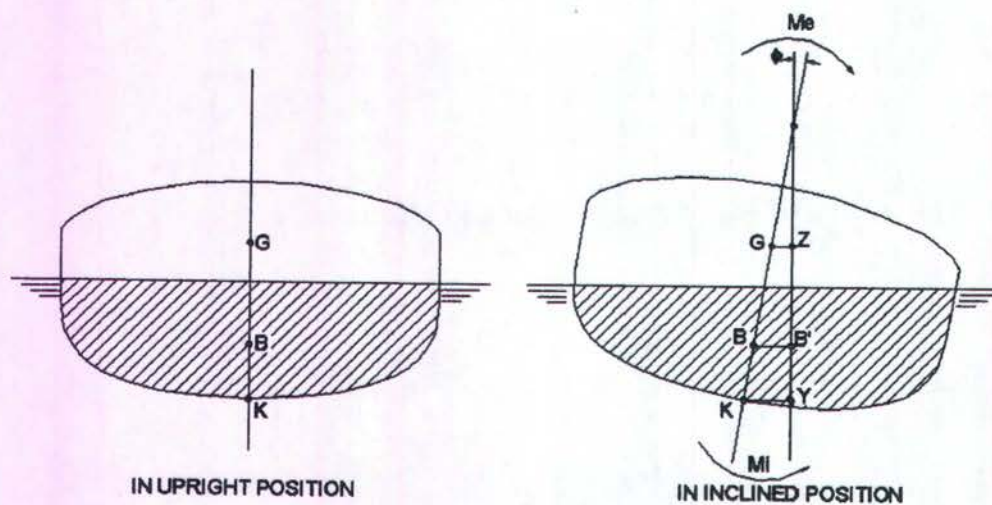
$$b_2 = \frac{G'M_0 + G'M_{90}}{8}$$

25. Menentukan besar b_3 dengan rumus sebagai berikut :

$$b_3 = \frac{3(G'M_0 - G'M_{90})}{32} - \frac{3(G'B_{90} - G'B_0)}{8}$$

2.5.2. Stabilitas Kapal Saat Operasi

Stabilitas kapal ikan adalah suatu hal yang sangat penting, karena kapal ikan selalu bekerja atau beroperasi dengan beban stabilitas yang berat dan seringkali bekerja dalam kondisi cuaca yang jelek dan bahkan ada beberapa kapal ikan yang memiliki stabilitas awal yang kurang baik, sehingga kapal tersebut akan mudah terbalik saat mendapatkan gaya gelombang (Setijoprajudo).



Gambar 2.9. Titik-titik Penting Pada Stabilitas Kapal

Berikut adalah langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk menghitung stabilitas kapal :

1. Menetapkan harga G, K dan B pada kondisi awal.
2. Saat dikenai *heeling moment* atau beban stabilitas (M_e) sehingga kapal miring pada sudut Φ tertentu, maka titik G, B dan K akan bergerak mengikuti garis *center line* kapal. Titik G, B' dan Y adalah jarak pergeseran pada tiap-tiap titik tersebut.
3. Momen pengembali atau *righting moment* yang akan mengembalikan kapal ke keadaan tegaknya merupakan gaya reaksi dari beban stabilitas yang besarnya sama dengan berat kapal dikalikan dengan jaraknya terhadap garis tengah kapal.

$$\begin{aligned} M_i &= M_e = GZ * \Delta \\ GZ &= GM * \sin \Phi \\ M_i &= GM * \sin \Phi * \Delta \end{aligned}$$

4. GM adalah tinggi metasentra kapal, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} GM &= KM - KB \\ &= (KB + BM) - KG \end{aligned}$$

5. Menghitung KG, KB dan BM.

- Menghitung nilai KG atau VCG dan KB dilakukan dengan perhitungan tabulasi (tabel). Analog dengan KG, KB didapat dengan membagi jumlah momen dari luas station kapal di bawah sarat dengan jumlah luas station di bawah sarat tersebut.
- KB dapat dihitung dengan menggunakan persamaan pendekatan Moris (Parson, 2001) :

$$\begin{aligned} KB/T &= (2.5 - C_{vp})^{1/3} \\ C_{vp} &= C_b / C_{wp} \end{aligned}$$

- BM dihitung dengan membagi momen inersia garis air terhadap garis tengah kapal dengan berat kapal.

$$\begin{aligned} BM &= I_T / V \\ &= (2/3 \int y^3 dx) / V \\ I_T &= \text{momen inersia garis air terhadap center line (m}^3\text{)} \\ y &= \frac{1}{2} \text{ lebar kapal setempat (m)} \end{aligned}$$

Selain perhitungan karena beban stabilitas seperti yang disebutkan di atas, ada beban-beban lain yang perlu diperhitungkan seperti misalnya beban angin. Kriteria beban angin dengan oleng untuk stabilitas kapal ikan yang memiliki panjang $L_{wl} > 45$ m dan memiliki luas proyeksi yang besar pada bangunan di atas geladak untuk beban angin, yaitu :

- Beban angin bekerja tegak lurus pada proyeksi bidang tengah kapal secara memanjang. Beban angin yang bekerja ada 2 macam, yaitu hembusan angin biasa (steady wind) yang lengan momennya adalah lw_1 dan hembusan angin kuat (gust wind) yang lengan momennya adalah lw_2 .
- Φ_0 adalah sudut oleng karena steady wind dan Φ_1 adalah sudut oleng (rolling) karena gelombang.
- Pada kurva G-Z yang sudah dikoreksi oleh beban angin dan rolling, luas daerah $B \geq$ luas daerah A.

2.5.2.1. Menghitung Beban lw_1 , lw_2 , Φ_1 (sudut rolling) dan T (periode rolling)

$$lw_1 = (Po * Aw * Zw) / (1000 * g * \Delta) \quad (m)$$

$$lw_2 = 1.5 * lw_1 \quad (m)$$

catt : lw_1 dan lw_2 konstan

$$Po = 504 \text{ N/m}^2$$

Aw = luas proyeksi bidang pembebanan di atas sarat (m^2)

Zw = jarak dari titik tengah Aw ke $\frac{1}{2}$ sarat (m)

Δ = displacement kapal (ton)

$$\Phi_1 = 109 * k_1 * X_1 * X_2 * \sqrt{r} * s$$

$X_1 = X_2$ = dari tabel

k_1 = 1, round bilge. Tidak punya round bilge keel

= 0.7, untuk kapal yang bilge keel tajam (atau lihat tabel)

$$r = 0.73 \pm 0.6 * OG / d$$

OG = jarak dari CG ke sarat

d = sarat kapal (m)

s = faktor rolling

B/d	x_1	Cb	x_2	Ak * 100	k_1	T	s
				L * B			
2.4	1	0.45	0.75	0	1	6	0.1
2.5	0.98	0.5	0.82	1	0.98	7	0.098
2.6	0.96	0.55	0.89	1.5	0.95	8	0.093
2.7	0.95	0.6	0.95	2	0.88	12	0.063
2.8	0.93	0.65	0.97	2.5	0.79	14	0.053
2.9	0.91	0.7	1	3	0.74	16	0.044
3	0.9	-	-	3.5	0.72	18	0.038
3.1	0.88	-	-	4	0.7	20	0.035
3.2	0.86	-	-	-	-	-	-
3.3	0.84	-	-	-	-	-	-
3.4	0.82	-	-	-	-	-	-
3.5	0.8	-	-	-	-	-	-

Tabel 2.1 Tabel Perhitungan Sudut Dan Periode Rolling

$$T = (2 * C * B^*) / \sqrt{GM}$$

T = periode oleng (s)

$$C = 0.373 + 0.022 B/D - 0.045 L/100$$

L = panjang garis air pada sarat atas Lwl (m)

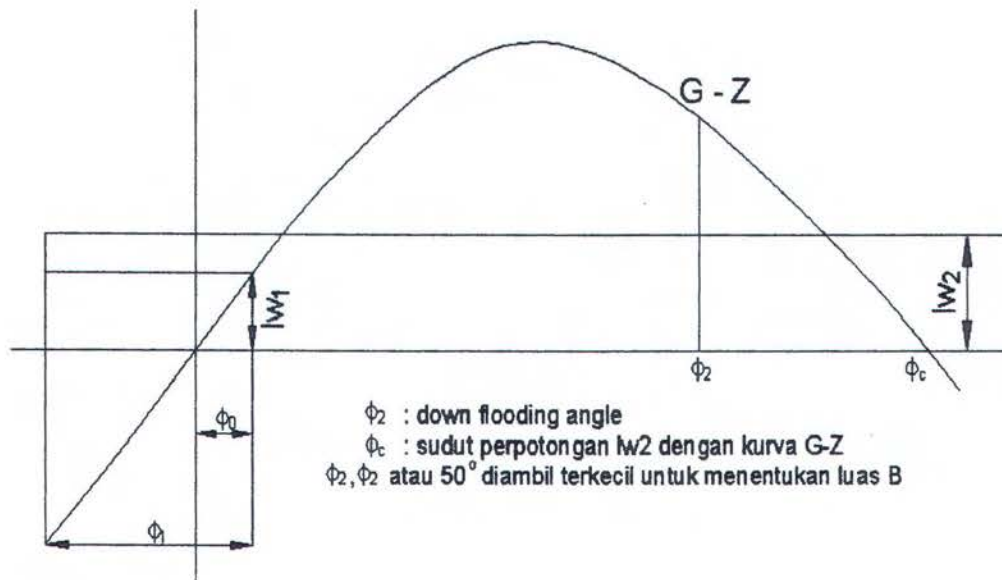
B = lebar kapal (m)

d = sarat kapal (m)

Cb = koefisien bentuk kapal

GM = tinggi metasentra, sudah dikoreksi pada permukaan bebas.

2.5.2.2. Menghitung Besarnya Momen Yang Diakibatkan Oleh Angin (John Fyson, 1986)



Gambar 2.10. Kurva Stabilitas

Besarnya momen angin tersebut dapat dirumuskan :

$$M_w = \frac{1}{2} * \rho * C_D * c^2 * A_w * a \quad (\text{ton.m})$$

ρ = berat jenis udara; 0.00013 ton/m^3

C_D = drag coefficient dari kapal ; 1.2

c^2 = kecepatan steady wind (m/s)

A_w = luas bidang pembebanan untuk beban angin (m^2)

a = lengan momen, jarak titik tengah A_w ke $\frac{1}{2}$ sarat

2.6. PERHITUNGAN EKONOMIS

Konsep dasar dalam teori ekonomi teknik dapat dijelaskan dalam beberapa prinsip antara lain adalah :

- Harus mencari, menjabarkan dan mengevaluasi semua alternatif yang ada sesuai dengan situasi dan kondisi.
- Mengetahui dampak dari pengambilan suatu keputusan sebelum suatu keputusan diambil harus dikenali dampak yang akan timbul pada saat ini dan saat yang akan datang.
- Sudut pandang pengambilan keputusan yang diambil harus menguntungkan pihak pemilik, jadi kepuasan berdasarkan sudut pandang pemilik akan terpenuhi.
- Semua dampak harus dinyatakan dalam bentuk uang. Nilai uang memiliki waktu, demikian pula dengan dampak-dampak dari pengambilan keputusan.
- Memprioritaskan kriteria-kriteria sebelum memutuskan. Urutan prioritas kriteria sangat perlu dilakukan sehingga pengambilan keputusan bisa objektif dan sumber daya yang terbatas dapat teroptimalkan.

- f) Perbedaan kriteria ada yang dapat dinyatakan dalam bentuk uang dan ada yang tidak dapat dinyatakan dalam uang.
- g) Mengambil keputusan bukan berdasarkan sudut pandang individu tetapi sudut pandang system. Keputusan yang diambil harus berdasarkan sudut pandang keseluruhan atau system, sebab keputusan yang diambil tidak hanya akan mempengaruhi individu saja tetapi semua pihak yang berkaitan.

2.6.1. Analisa Investasi

Kebijakan Investasi jangka panjang dikatakan sebagai persoalan *Capital Budgeting*. Investasi berarti pula sebagai pengeluaran pada saat ini dimana hasil yang diharapkan dari pengeluaran itu baru akan diterima lebih dari satu tahun mendatang, jadi menyangkut jangka panjang. Keputusan mengenai rencana investasi biasanya sulit karena memerlukan penilaian mengenai investasi dimasa yang akan datang. Makin jauh kedepan yang harus diramalkan maka makin menjadi sukar dalam proses analisisnya karena adanya ketidakpastian masa depan yang disebabkan oleh perubahan teknologi, ekonomi dan sosial, kekuatan-kekuatan persaingan dan tindakan-tindakan pemerintah dan banyak lagi kepastian baru yang sulit diestimasikan sebelumnya.

Salah satu tugas utama didalam persoalan kebijakan investasi untuk membuat armada kapal penangkap ikan baru adalah mengadakan estimasi terhadap pengeluaran dan penerimaan uang yang akan diterima dari investasi tersebut pada waktu yang akan datang. Adapun estimasi tersebut meliputi :

- Biaya pembuatan kapal.
- Biaya operasional.
- Pendapatan dari hasil tangkapan ikan.

Perbandingan terhadap nilai investasi dengan nilai dari penerimaan uang dimasa mendatang (*future cash flow*) ini akan dapat dipakai sebagai pedoman kebijakan investasi tersebut. Hasil perbandingan itu akan menjadi informasi bagi kita untuk menilai ekonomis tidaknya suatu rencana investasi.

Dalam menilai untung tidaknya investasi ada beberapa kriteria yang digunakan, Adapun kriteria penilaian investasi dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu :

- Kriteria investasi yang mendasarkan pada konsep keuntungan / profit adalah *average rate of return / accounting rate of return*.
- Kriteria investasi yang mendasarkan pada konsep *cash flow* yang dapat dirinci sebagai berikut :
 - Konsep *cash flow* yang tidak memperhitungkan nilai waktu dari uang atau faktor diskonto (*non discount cash flow*) yaitu metode *pay back period*.
 - Konsep *cash flow* yang memperhatikan nilai waktu dan uang atau faktor diskonto (*discounted cash flow*), antara lain :
 - a) *Net present value* (NPV)
 - b) *Break Event Point* (BEP)
 - c) *Internal Rate of Return* (IRR)

Dalam investasi analisa ekonomi yang dilakukan untuk menilai kelayakan suatu investasi adalah dalam hal pengadaan armada kapal penangkap ikan, digunakan kriteria penilaian investasi dengan *Net Present Value* (NPV) dan *Break Event Point* (BEP).

2.6.2. Net Present Value (NPV)

Dalam metode ini kita menggunakan faktor diskonto. Semua pengeluaran dan pendapatan (dimana saat pengeluaran serta penerimaannya adalah waktu yang tidak bersamaan) harus dibandingkan dengan nilai yang sebanding dalam arti waktu. Dalam hal ini berarti kita harus mendiskontokan nilai-nilai pengeluaran dan penerimaan tersebut ke dalam penilaian yang sebanding (sama). Pengeluaran adalah dilakukan pada saat mula-mula (sekarang), sedangkan penerimaan baru akan diperoleh dimasa-masa yang akan datang, padahal nilai uang sekarang adalah tidak sama (lebih tinggi) dari nilai uang dikemudian hari. Oleh karena itu jumlah estimasi penerimaan itu harus didiskontokan dimana kita jadikan jumlah-jumlah nilai sekarang (penerimaan yang sebanding dengan pengeluarannya).

Urutan-urutan perhitungan dalam metode ini adalah :

- menghitung *cash flow* yang diharapkan dari investasi yang dilaksanakan.
- mencari nilai sekarang (present value) dari cash flow dengan mengalikan tingkat diskonto rate tertentu yang ditetapkan.
- kemudian jumlah nilai sekarang (*present value*) dari *cash flow* selama umur investasi dikurangi dengan nilai investasi awal (*initial outlays/IO*) akan menghasilkan *net present value* (NPV).

$$NPV = P.V \text{ of proceeds} - \text{Initials outlays.}$$

Net present value dari investasi itu dapat diperoleh dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$NPV = P_1 / (1 + i)^1 + P_2 / (1 + i)^2 + P_3 / (1 + i)^3 + \dots + P_n / (1 + i)^n$$

$$NPV = \sum_{t=1}^n P_t / (1 + i)^t - IO$$

Dimana :

P_t = *Net cash flow (proceeds)* pada tahun ke - t

I = tingkat *disconto*

n = lama waktu atau periode perlangsungan investasi

IO = pengeluaran mula-mula atau nilai investasi / *initials outlays*

Untuk pengambilan keputusan, maka apabila NPV lebih besar dari nol (*positive*) berarti proyek itu menguntungkan.

2.6.3. Break Event Point (BEP)

Analisa *Break Event Point* digunakan untuk mengetahui hubungan antar beberapa variabel didalam kegiatan perusahaan, seperti luas produksi atau tingkat produksi yang dilaksanakan, biaya yang dikeluarkan, serta pendapatan yang diterima perusahaan dari kegiatannya. Pendapatan perusahaan merupakan penerimaan yang dihasilkan dari kegiatan perusahaan sedangkan biaya operasinya merupakan pengeluaran yang juga karena kegiatan perusahaan.

Break even dapat diartikan sebagai suatu keadaan dalam kegiatan manajemen perusahaan, dimana perusahaan tidak memperoleh laba dan tidak menderita rugi (penghasilan = total biaya). Analisa *Break even* tidak hanya dapat digunakan untuk mengetahui keadaan-keadaan perusahaan yang mengalami *break even* saja, akan tetapi

dapat pula memberikan informasi kepada perusahaan mengenai berbagai tingkat volume penjualan, serta hubungannya dengan kemungkinan memperoleh laba menurut tingkat penjualan tersebut pada masa-masa mendatang [Munawir, 1992].

Untuk menentukan tingkat break even, maka biaya yang terjadi harus dapat dipisahkan menjadi biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya variabel (*variable cost*). Penjelasan untuk jenis biaya tersebut adalah sebagai berikut :

a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)

Biaya tetap adalah : biaya yang jumlah totalnya tetapi tidak berubah dalam range output tertentu, tetapi untuk setiap satuan produksi akan berubah sesuai dengan perubahan produksi. Semakin besar hasil produksi, maka biaya tetap per satuan akan semakin kecil. Dalam kaitannya dengan kegiatan operasi suatu perusahaan pelayaran, maka biaya tetap yang terjadi adalah :

1. *Loan Repayment*

Adalah pinjaman modal untuk pembangunan/pengadaan kapal, yang harus dikembalikan, yang dapat diformulasikan sebagai :

Future Sum (F) :

$$F = P (1 + e)^m$$

Dimana :

P = Harga pembelian kapal / *Building Cost*

e = *Rate of interest*

m = *Loan Perode Building Cost*

2. *Ship Insurance & Maintenance*

3. *Crew Cost*

b. Biaya variabel (*Variabel cost*)

Biaya variabel adalah biaya yang jumlah totalnya akan mengalami kenaikan dan penurunan sebanding dengan hasil produksi atau volume kegiatan tetapi untuk setiap satuan produksi akan tetap. Biaya variabel dalam pengoperasian suatu kapal dapat diperinci menjadi beberapa item sebagai berikut :

1. *Voyage Cost*

Voyage Cost adalah biaya operasional kapal yang terdiri dari :

➤ *Fuel Cost*

Fuel Cost = f [Fuel Consumption, Fuel Price]

Fuel Consumption = f [Power of Main Engine, Service Speed, Voyage Radius]

➤ *Lubricating Oil Cost*

Lubricating Oil Cost = f [Lubricating Oil Consumption, Lubricating Oil Price]

Lubricating Oil Consumption = f [Power of Main Engine, Service Speed, Voyage Radius]

➤ *Port Cost & Call Cost*

Port Cost dan Call Cost adalah biaya sandar kapal di pelabuhan dan biaya jasa yang diberikan pelabuhan antara lain jasa pandu, jasa penambatan di dermaga.

2. *Tax (Pajak)*

Pajak yang harus dibayarkan oleh pemilik kapal, yang merupakan prosentase dari *Margin Income*.

$$(\text{Margin Income} = \text{Freight Earning (Laba Kotor)} - \text{Voyage Cost}).$$

Setelah dilakukan pengelompokan dan analisa biaya, maka tingkat Break Even dapat ditentukan secara matematis dan secara grafis/bagan seperti berikut ini:

$$\text{Break Even} = \frac{\text{Biaya Tetap (fixed cost)}}{\text{biaya jual per satuan} - \text{biaya variabel per satuan}}$$

Hasil analisa Break Event , disamping dapat memberikan gambaran tentang hubungan antara biaya, volume, dan laba, juga akan membantu memberi informasi maupun pedoman kepada pihak menejemen perusahaan dalam mengambil keputusan untuk menambah atau menanamkan modal (investasi) dalam bentuk aktiva tetap.

BAB III

TINJAUAN DAERAH

3.1. GAMBARAN UMUM

Pantai utara Jawa merupakan daerah yang dikelilingi oleh sebagian dari kabupaten maupun kota yang ada di Jawa Timur, diantaranya adalah kabupaten Tuban, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sidoarjo, Pasuruan, Probolinggo, Situbondo, kota Surabaya, kota Pasuruan dan kota Probolinggo. Sedangkan sungai-sungai penting yang bermuara ke laut Jawa mayoritas berada pada daerah-daerah yang telah disebutkan di atas, antara lain : sungai Bengawan Solo (panjang sungai berkisar 170 km) yang bermuara di ujung pangkah dan mengare, Kali Lamong (panjang sungai berkisar 91 km) yang bermuara di Gresik serta Kali Brantas (panjang sungai berkisar 320 km) yang bermuara di Surabaya dan Porong.

Panjang pantai Jawa Timur baik didaratan pulau Jawa maupun kepulauan berkisar 1.600 km, dimana 850 km ditumbuhi tanaman bakau, 450 masih berupa hutan belukar, sedangkan sisanya 300 km merupakan tempat pemukiman nelayan.

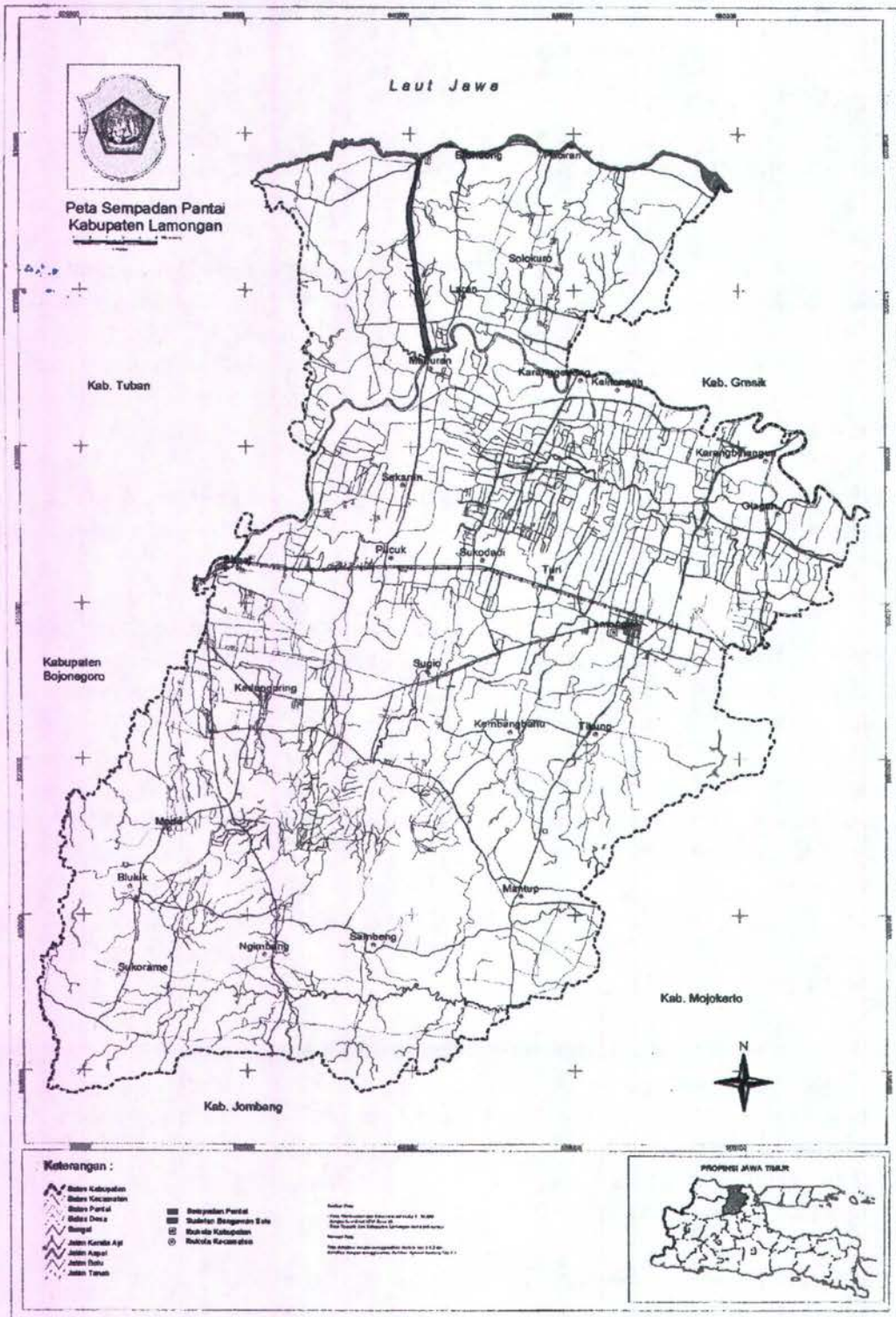
Pantai di kepulauan antara pulau Bawean dan pulau-pulau disebelah timur pulau Madura, banyak terdapat karang-karang yang pada waktu air surut (pasang rendah) muncul sebagai gosong-gosong. Pantai sebelah utara mulai dari ujung barat sampai ujung timur keadaannya melandai, sementara itu disemenanjung Blambangan dan sebelah selatan pantainya terjal.

Kedalaman laut Jawa antara 20-90 meter dengan dasar perairan sebagian lumpur berpasir. Selat Madura dibagian barat mempunyai kedalaman 20-90 meter, sedangkan sebelah timur mencapai kedalaman 140 meter dengan dasar laut terdiri atas lumpur. Selat Bali mempunyai kedalaman 20-545 meter, dengan dasar terdiri atas : lumpur, pasir dan karang-karang. Sedangkan samudra Indonesia mempunyai kedalaman lebih dari 1.000 meter pada jarak 50 meter dari pantai. Dasar lautnya berbatu dan karang-karang serta pantainya banyak mempunyai teluk.

Pantai utara Jawa yang dikelilingi oleh daerah-daerah yang disebutkan di atas merupakan daerah yang sangat strategis dalam hal eksploitasi perikanan laut, disamping karena potensi ikan yang belum tereksplorasi sangat besar nilainya. Pantai utara Jawa didukung dengan adanya keberadaan pelabuhan perikanan yang cukup besar di beberapa daerah, antara lain : pendaratan utama Bulu (Tuban), Brondong (Lamongan), Gresik, Kali Perak (Surabaya), Pondokmimbo (Situbondo) dan Muncar (Banyuwangi).

Brondong merupakan salah satu kecamatan yang terletak di sebelah utara kabupaten Lamongan yang lokasinya berdekatan dengan pantai utara Jawa, sehingga tidak heran jika daerah ini kemudian berkembang menjadi salah satu pelabuhan perikanan terbesar di Jawa Timur.

Untuk mengetahui lebih jelas wilayah kecamatan Brondong dapat dilihat pada peta Sempadan Pantai Kabupaten Lamongan di bawah ini :



Gambar 3.1. Peta Sempadan Kabupaten Lamongan

3.2. KONDISI DAN POTENSI

3.2.1. Potensi Perairan

Laut Jawa merupakan laut yang agak berbeda dengan laut-laut kebanyakan. Laut Jawa ini, pada bagian dasarnya terdiri dari lumpur, lumpur berpasir dan pasir. Jenis-jenis kerikil, karang dan batu hampir tidak ada didasar laut Jawa, kecuali didaerah timur jauh, daerah yang menjorok ke tepi dan daerah pulau-pulau. Persentase kandungan bahan pada bagian dasar laut Jawa adalah :

- Lumpur : 69 %
- Lumpur berpasir : 17 %
- Pasir : 12 %
- Kerikil, batu, karang : 2 %



Daerah-daerah di pantai utara Jawa umumnya mempunyai sumber daya ikan yang cukup besar terutama perairan lautnya. Menurut data dinas kelautan dan perikanan propinsi Jawa Timur, produksi perikanan laut didaerah pantai utara Jawa selama tahun 2004 mencapai 209.297,4 ton ikan sedangkan pada tahun 2005 mengalami peningkatan hingga mencapai 216.320,2 ton ikan dan pada tahun 2006 meningkat lagi hingga mencapai 235.715,6 ton ikan. Dilihat dari data produksi antara tahun 2004, 2005, 2006 tersebut di atas maka pada tahun ini tidak menutup kemungkinan dapat diadakan eksploitasi yang optimum pada daerah-daerah yang tidak dapat terjangkau oleh nelayan-nelayan lokal. Hal ini dapat dilakukan karena produksi perikanan di atas dapat tercapai dengan armada penangkap ikan yang sederhana. Penambahan armada penangkap ikan yang lebih berkembang, dimana kapal tersebut mempunyai daya jelajah yang jauh dan menggunakan alat tangkap yang lebih optimal dan dapat dioperasikan tanpa melihat musim bisa dilakukan.

3.2.2. Klimatologi

Laut Jawa merupakan laut yang dikelilingi oleh sebagian daerah-daerah yang ada di Jawa Timur, maka keadaan iklim yang terjadi di laut Jawa tidak jauh berbeda dengan iklim yang ada di Jawa Timur dimana propinsi Jawa Timur umumnya mempunyai dua musim nyata, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Rata-rata curah hujannya berkisar 1.864 mm dan banyaknya hari hujan berkisar 99 hari per tahunnya (*sumber : Departemen Kelautan dan Perikanan propinsi Jawa Timur*). Data-data ini dibutuhkan untuk mengetahui saat yang tepat untuk operasional kapal penangkap ikan di laut.

3.2.3. Jumlah Armada

Armada kapal ikan milik nelayan didaerah pantai utara Jawa yang ada di Jawa Timur terbatas pada perahu-perahu jukung (*dug out boat*), perahu papan (*plank built boat*), motor tempel (*outboard motor*) dan kapal motor (*inboard motor, 0 - 30 GT*). Jumlah armada kapal ikan yang ada antara tahun 2004, 2005 dan 2006 dapat dilihat dalam tabel dibawah, dengan perincian :

Kabupaten / Kota	Perahu Tanpa Motor			Motor Tempel			Kapal Motor		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Tuban	9	10	12	3.629	3.629	3.646	0	53	21

Lamongan	0	0	0	5.385	5.422	5.508	0	16	56
Gresik	906	886	961	2.345	2.334	2.345	14	14	33
Kt.Surabaya	126	134	113	969	1.126	985	37	128	44
Bangkalan	0	0	0	2.172	1.853	2.154	172	85	179
Sampang	401	422	457	2.259	2.235	2.266	0	0	56
Pamekasan	3	0	15	1.759	1.759	1.848	48	62	49
Sidoarjo	208	197	164	359	359	407	0	0	0
Pasuruan	587	587	590	3.593	4.301	3.692	0	0	0
Kt.Pasuruan	463	470	463	209	223	245	87	125	88
Kt.Probolinggo	134	214	198	92	92	115	300	274	259
Probolinggo	301	301	283	2.015	2.058	2.022	0	0	0
Situbondo	883	879	879	1.631	1.675	1.711	2	2	16

Tabel 3.1. Jumlah armada kapal penangkap ikan di pantai utara Jawa Timur
(Sumber : Departemen Kelautan dan Perikanan Propinsi Jawa Timur, 2004-2006)

Dari jumlah armada kapal ikan yang beroperasi seperti di atas, kita dapat menyimpulkan bahwa aktifitas penangkapan ikan di pantai utara Jawa terbilang cukup besar. Namun tingkat eksploitasinya cukup rendah, karena ukuran dan jenis kapalnya yang kecil dan daya jelajahnya pendek. Sehingga dalam perencanaan ini akan dicoba pengembangan kapal penangkap ikan yang jauh lebih berkembang, dimana kapal tersebut mempunyai daya jelajah yang lebih jauh, dapat menangkap ikan dalam kondisi hidup, dengan panjang kapal ikan berkisar 10 – 20 meter.

3.2.4. Jumlah Nelayan

Nelayan-nelayan yang beroperasi diperairan sekitar pantai utara Jawa tidak terbatas pada nelayan-nelayan dari daerah Jawa Timur saja melainkan juga nelayan-nelayan dari Jawa Tengah, Jawa Barat dan luar negeri. Hal ini sering menimbulkan konflik antar nelayan yang memperebutkan wilayah penangkapan ikan (*fishing ground*).

Jumlah nelayan yang berada didaerah pantai utara Jawa yang terletak di Jawa Timur selengkapnya dapat dilihat dari tabel di bawah ini :

Kabupaten / Kota	Jumlah Nelayan		
	2004	2005	2006
Tuban	21.414	21.622	21.428
Lamongan	19.483	19.488	19.502
Gresik	10.725	10.725	10.764
Kota Surabaya	1.392	1.584	1.388
Bangkalan	2.367	2.367	2.166
Sampang	18.008	18.049	18.117
Pamekasan	11.275	11.275	11.293
Sidoarjo	1.043	1.072	1.072
Pasuruan	12.094	12.135	12.096
Kota Pasuruan	1.381	1.381	1.389
Kota Probolinggo	3.806	3.834	3.816
Probolinggo	11.201	11.322	11.365
Situbondo	15.904	16.247	15.876

Tabel 3.2. Jumlah Nelayan

(Sumber : Departemen Kelautan dan Perikanan Propinsi Jawa Timur, 2004-2006)

3.2.5. Jumlah Alat Tangkap

Jenis alat tangkap yang banyak digunakan oleh nelayan-nelayan disekitar pantai utara jawa adalah payang, dogol, pukot cincin, jaring insang hanyut, jaring klitik, jaring insang tetap, trammel net, rawai hanyut, pancing yang lain, pancing tonda, alat pengumpul kerang dan lain-lainnya.

Jumlah alat tangkap dan jenisnya yang digunakan oleh nelayan-nelayan yang berada di pantai utara jawa yang terletak di Jawa Timur dapat dilihat dari tabel dibawah ini :

Kabupaten / Kota	Payang	Dogol	Pukat cincin	J.Insang Hanyut	Jaring Klitik	J.Insang Tetap	Bubu	Rawa Hanyut	Pancing Lain	Pancing Tonda
Tuban	2759	1198	213	35	-	2303	-	-	240	-
Lamongan	568	3569	271	210	-	500	595	-	2360	-
Gresik	495	-	80	685	7280	200	60	-	1649	-
Kt.Surabaya	-	-	-	-	1483	-	2551	784	-	-
Bangkalan	157	-	15	-	-	1110	1652	-	-	503
Sampang	422	153	161	955	-	-	188	-	60	165
Pamekasan	929	-	74	296	-	-	280	-	29	-
Sidoarjo	-	-	-	130	85	-	-	-	45	-
Pasuruan	1264	-	-	60	321	147	243	-	154	-
Kt.Pasuruan	55	-	102	154	-	46	80	-	25	-
Kt.Probolinggo	336	-	161	-	703	104	580	-	645	-
Probolinggo	80	-	30	25	30	-	10	-	108	-
Situbondo	741	-	305	111	-	-	100	-	2300	-

Tabel 3.3. Jumlah Alat Tangkap

(Sumber : Departemen Kelautan dan Perikanan Propinsi Jawa Timur tahun 2006)

Dalam perencanaan kapal ikan ini akan dicoba pengembangan armada kapal penangkap ikan yang bisa menangkap ikan dalam keadaan hidup sampai ke tempat pelelangan ikan di pelabuhan.

3.2.6. Perkembangan Produksi Penangkapan

Melihat data dari Departemen Kelautan dan Perikanan propinsi Jawa Timur tahun 2004, 2005, dan 2006 produksi perikanan laut yang ada di pantai utara jawa selalu mengalami peningkatan. Untuk lebih jelasnya, perincian produksi dari masing-masing daerah di kawasan pantai utara jawa dapat ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.4. Produksi Penangkapan tahun 2004

Tahun 2004		
Kabupaten/Kota	Volume (ton)	Nilai (Rp. 1.000,-)
Tuban	11.998,30	48.400.550,00
Lamongan	33.196,50	73.576.975,00
Gresik	20.362,20	235.821.735,00
Kt.Surabaya	9.281,90	32.014.095,00
Bangkalan	22.412,60	46.227.560,00
Sampang	18.841,80	148.016.450,00
Pamekasan	21.190,10	142.509.200,00

Sidoarjo	11.367,50	28.983.310,00
Pasuruan	10.454,70	88.134.870,00
Kt.Pasuruan	9.658,50	74.655.060,00
Kt.Probolinggo	6.359,10	32.050.278,00
Probolinggo	24.601,00	90.837.500,00
Situbondo	7.422,30	37.173.990,00

Tabel 3.5. Produksi Penangkapan tahun 2005

Tahun 2005		
Kabupaten/Kota	Volume (ton)	Nilai (Rp. 1.000,-)
Tuban	12.128,50	51.214.500,00
Lamongan	32.433,50	70.416.375,00
Gresik	22.554,20	267.605.215,00
Kt.Surabaya	9.765,90	33.614.495,00
Bangkalan	22.412,60	46.227.560,00
Sampang	16.224,50	139.246.450,00
Pamekasan	22.145,20	152.713.245,00
Sidoarjo	11.766,30	30.911.460,00
Pasuruan	10.865,50	88.753.605,00
Kt.Pasuruan	8.612,50	67.135.235,00
Kt.Probolinggo	9.341,20	35.014.845,00
Probolinggo	28.625,00	117.425.500,00
Situbondo	9.445,30	45.114.800,00

Tabel 3.6. Produksi Penangkapan tahun 2006

Tahun 2006		
Kabupaten/Kota	Volume (ton)	Nilai (Rp. 1.000,-)
Tuban	14.328,50	55.602.475,00
Lamongan	38.443,20	95.475.300,00
Gresik	19.106,20	211.546.735,00
Kt.Surabaya	10.781,40	35.782.095,00
Bangkalan	24.776,30	49.843.522,00
Sampang	23.580,10	172.635.250,00
Pamekasan	22.877,10	148.012.550,00
Sidoarjo	10.495,50	26.915.375,00
Pasuruan	9.565,50	80.125.800,00
Kt.Pasuruan	11.125,50	82.045.783,00
Kt.Probolinggo	10.300,60	37.250.143,00
Probolinggo	27.555,00	112.860.175,00
Situbondo	12.780,70	55.276.705,00

Produksi perikanan laut di pantai utara Jawa akan semakin meningkat bila eksploitasi yang dilakukan dapat dioptimalkan, yaitu dengan mengeksploitasi ikan-ikan yang berada jauh ditengah yang belum terjangkau oleh kapal-kapal tradisional daerah setempat.

3.3. DERMAGA BONGKAR MUAT DAN TAMBAT

Untuk menunjang proses perencanaan kapal ikan, dermaga bongkar muat dan tambat merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap besar kecilnya ukuran kapal yang dapat dirancang. Dermaga yang mempunyai panjang, lebar dan sarat perairan yang lebih kecil dari data-data panjang, lebar dan sarat kapal, maka dermaga tersebut tidak akan dapat disinggahi oleh kapal tersebut. Oleh karena itu sangatlah penting dalam melakukan proses perencanaan kapal ikan, peneliti harus menentukan dermaga mana yang dapat disinggahi oleh kapal yang akan dirancang. Untuk penelitian kali ini, peneliti akan merencanakan kapal yang dapat beroperasi di pantai utara Jawa Timur, dengan dermaga bongkar muat dan tambat adalah dermaga Pelabuhan Brondong (Lamongan). Alasan mengapa peneliti memilih Pelabuhan Brondong adalah :

- Pelabuhan Brondong merupakan pelabuhan yang terletak di pantai utara Jawa Timur.
- Pelabuhan Brondong merupakan salah satu Pelabuhan Nusantara di Indonesia dan salah satu yang terbesar di Jawa Timur.
- Jumlah hasil tangkapan yang didaratkan di Pelabuhan Brondong sangat banyak.

Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Brondong termasuk pelabuhan perikanan kelas B yang terletak di pantai terbuka dan termasuk dalam perairan laut Jawa. Berada pada wilayah pengelolaan perikanan (WPP-09) Samudera Hindia. Areal PPN seluas 4,00 m² dan dikelola oleh perum. Adapun data dermaga Brondong adalah sebagai berikut :

- Panjang : 161,00 m
- Lebar : 8,00 m
- Luas : 1.288,00 m²
- Elevasi lantai : 2,5 mLWS
- Tipe dermaga : Wharf
- Jenis konstruksi : Turap beton
- Kondisi : Baik
- Lampu dermaga : Baik
- Lay out parkir kapal : Sejajar
- Jenis fender : Kayu
- Jenis bollard : Baja
- Pelabuhan Perikanan Nusantara Brondong terletak pada posisi koordinat 06° 52' 20" LS dan 112° 17' 45" BT.
- Pasang tertinggi bisa mencapai 5 m dan surut terendah bisa mencapai 2,5 m dan waktu tolak GMT 07⁰⁰ dan sifat pasutnya adalah campuran condong kehari ganda.
- Musim hujan pada bulan nopember s/d januari sering terjadi cuaca buruk, yaitu angin kencang disertai gelombang besar yang disebut musim barat. Sedangkan musim kering terjadi pada bulan april s/d oktober dan pada bulan agustus sering terjadi angin kencang yang disebut musim timur.

BAB IV

ANALISA TEKNIK

4.1. PERENCANAAN JUMLAH TANGKAPAN DAN TRIP

Jumlah tangkapan dalam setahun dipengaruhi oleh perkiraan Potensi Lestari dan JTB yang diperbolehkan. Untuk jumlah trip dalam setahun dipengaruhi oleh jumlah hari per trip dan kondisi alam.

➤ Potensi lestari MSY (2006)	= 34.483	ton/tahun
➤ Jumlah tangkapan pertahun :		
○ Tahun 2004	= 3.319,65	ton/tahun
○ Tahun 2005	= 3.243,35	ton/tahun
○ Tahun 2006	= 3.844,32	ton/tahun
➤ JTB pertahun (DKP, 2006)	= 80% MSY	
	= 24.810,4	ton/tahun
➤ Pemanfaatan oleh para nelayan	= 10% JTB	
	= 3.470	ton/tahun
➤ JTB belum dimanfaatkan	= 31.013	ton/tahun

Jumlah ini tidak mungkin akan ditangkap oleh satu kapal yang mendarat di PPN Brondong. Oleh karena itu perlu dibuat beberapa kapal yang dapat melakukan penangkapan secara optimal dan dapat mendaratkan muatan di PPN Brondong, Lamongan - Jawa Timur. PPN Brondong dapat menampung kapal dengan panjang sampai sekitar 30 m.

Pada penelitian ini untuk sekali trip operasi direncanakan dilakukan selama 4 hari, dengan perincian :

⇒ Direncanakan T_{opr} .	= 4	hari
○ Berangkat	= 1	hari
○ Operasi	= 1	hari
○ Pulang	= 1	hari
○ Bongkar muat	= 1	hari
⇒ Jarak maksimal operasi	= 100	mil
	= 185.2	km
⇒ Jumlah maksimal trip dalam setahun	= 365 hari / T_{opr} .	
	= 365 / 4	
	= ± 91	kali / tahun

Dalam setahun, nelayan tidak mungkin akan melakukan operasi penangkapan secara terus menerus. Ada faktor-faktor yang membuat nelayan tidak bisa melaut sepanjang tahun, seperti bulan purnama dimana berdasarkan pengalaman, ikan-ikan sangat sulit untuk ditangkap. Oleh karena itu perlu dilakukan koreksi perhitungan jumlah trip dalam setahun.

⇒ Koreksi perhitungan T_{kor} :		
○ Bulan purnama	= 24	hari
○ Perbaikan kapal	= 15	hari

○ Libur crew	=	12	hari
○ Total T_{kor}	=	51	hari
⇒ Trip koreksi	=	T_{kor} / T_{opr}	
	=	51 / 4	
	=	± 13	kali

Jadi, dalam setahun total trip direncanakan yang dapat dilakukan adalah sebanyak 78 kali trip/tahun.

4.2. PERENCANAAN UKURAN UTAMA KAPAL

Perencanaan ukuran utama didasarkan pada kapal pembanding (*parent ship*). Kapal pembanding yang dicari berdasarkan pada lokasi kapal tersebut mencari ikan, kapasitas (Gross Tonnage), dan ukuran kapal yang dapat mendarat di PPN Brondong. Kapal pembanding untuk menentukan nilai-nilai maksimal dan minimal dari L, B, H, dan T yang kemudian digunakan sebagai batasan (*constrain*).

Adapun data-data kapal pembanding tersebut adalah :

No	Nama Kapal	UKURAN UTAMA				GT
		L	B	H	T	
1	Aqua	15	4	-	-	-
2	Konco Dewe	15	4	-	-	-
3	Mega Bahari	17	3.8	-	-	-
4	Jaya Indah	15	4	-	-	-
5	Sinar Fajar	10	2	-	-	-
4	Mutiara 3	18	5	2.25	1.9	53
5	Mutiara 2	18.9	5.02	2.15	2.15	53
6	Mitra Sari	18.6	5	2.8	2.1	63
7	Dahlia	20.47	5.62	2.44	2.1	56
8	Sari Segera	17	5	2.1	1.7	52

Tabel 4.1. Data kapal pembanding

Kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode optimasi dengan bantuan program Microsoft Excell. Fungsi objektif yang ingin dicapai dalam perhitungan ini adalah meminimumkan biaya pembuatan (*building cost*) dengan variabel yang ingin dicari adalah panjang (Lpp), lebar kapal (B), tinggi kapal (H) dan sarat kapal (T).

4.2.1. Design Variable

Proses perhitungan dilakukan untuk mendapatkan harga variabel-variabel yang dicari, yaitu ukuran utama kapal :

- Panjang kapal (Lpp)
- Lebar kapal (B)
- Tinggi (H)
- Sarat (T)

Untuk penelitian ini, diambil nilai awal (*initial value*) dari *design variable* sebagai berikut :

- Panjang kapal (L_{pp}) = 17 m
- Lebar kapal (B) = 5 m
- Tinggi (H) = 2.1 m
- Sarat (T) = 1.7 m

4.2.2. Batasan-batasan

Proses pencarian ukuran utama kapal menggunakan batasan-batasan sebagai berikut :

- ☞ **Sarat maksimal (T_{max}) = 2.5 m**, merupakan kedalaman pelabuhan terendah pada waktu surut.
- ☞ **Panjang maksimal (L_{pp}) = 30 m**, merupakan panjang maksimal kapal yang dapat merapat di Pelabuhan Brondong.
- ☞ **Lebar kapal (B) = 4 ~ 6 m**, merupakan lebar kapal dari kapal pemanding.
- ☞ **Tinggi kapal (H) = 2 ~ 3 m**.
- ☞ **Rasio ukuran utama untuk kapal ikan yang didapat dari Setijoprajudo (1998) yaitu:**
 - L/B : 3.00 ~ 5.00
 - B/T : 2.00 ~ 3.00
 - B/H : 1.50 ~ 2.20
 - L/H : 9.00 ~ 11.00
 - H/T : 1.15 ~ 1.30
 - V/\sqrt{L} : 0.80 ~ 1.1
- ☞ **Koreksi displacement : 0 ~ 0.5 %**
Displacement dari hitungan ($DWT + LWT$) harus sama dengan displacement ($L \times B \times T \times C_b \times 1.025$) atau dengan maksimal koreksi 0 ~ 0.5%.

Pendekatan komponen-komponen LWT untuk berat konstruksi didapatkan melalui perhitungan persection/pos dengan menggunakan standar *Biro Klasifikasi Indonesia Peraturan Kapal Kayu 1996*, sedangkan untuk komponen LWT yang lain didapatkan dengan menggunakan rumus pendekatan dari buku *Design of Small Fishing Vessel (John Fyson, 1985)*.

Untuk berat konstruksi dilakukan perhitungan dengan membagi kapal menjadi beberapa bagian :

- Lambung
- Konstruksi dasar
 - Gading-gading
 - Lunas dan linggi
 - Sekat dan penegar sekat
 - Konstruksi pondasi mesin
 - Wrang
- Konstruksi geladak
 - Geladak (deck)
 - Balok geladak
 - Galar balok dan kim
 - Pagar
 - Bangunan atas

Untuk komponen LWT yang lain, dalam buku *Design of Small Fishing Vessel*, Jhon Fyson 1985, diberikan pendekatan :

- Berat outfit = $50 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO}$
- Berat Equipment = $15 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO}$
- Berat Permesinan = $15 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO}$

Untuk komponen DWT dihitung dengan menggunakan rumus pendekatan dari buku *Design of Small Fishing Vessel* (Jhon Fyson, 1985) dan *Perencanaan Kapal* (Ir. I.G.M. Santosa, 1999).

- Berat *Fuel Oil Consumption*
Design of Small Fishing Vessel memberikan rumus pendekatan untuk konsumsi bahan bakar :

$$W_{FO} = 0.19 \text{ kg/hP/hour} + (0.1 \sim 0.2) W_{FO}$$

- Berat *Lubricant Oil*

$$W_{LO} = 0.00000027 \text{ ton/hP/hour}$$

- Berat Air Tawar (*Fresh Water*)

Perencanaan Kapal (I.G.M. Santosa) memberikan rumus pendekatan untuk menentukan berat air tawar :

$$W_{FW} = 100 \text{ kg/orang hari (dengan mandi)}$$

- Berat *Provisions* (W_P)

Berat provision didapatkan dengan menggunakan asumsi :

$$\text{Berat provisions} = 3 \sim 5 \text{ kg/orang hari (diambil 5 kg)}$$

$$\text{Berat crew+ bawaan} = 100 \text{ kg/crew}$$

- Berat muatan (W_L)

Stowage factor untuk ikan kerapu dalam ruang muat yang menggunakan bak fiber adalah 0.2 ton/m^3 .

- Berat *Fishing Gear* (W_{FG})

Diasumsikan berat fishing gear adalah 0.5 ton.

- Berat Cadangan

$$W_{res} = (7 - 10 \%) \times LWT_{Total}, \text{ untuk penelitian kali ini } W_{res} \text{ diambil } 10\%LWT_{Total}$$

☞ Stabilitas

Persyaratan stabilitas mengacu pada buku “ **Intact Stability for all type of ship covered by IMO instruments Resolution A.749(18) Amended by MSC.75(69)** ” yaitu:

- Tinggi Metacentre (MG) pada sudut oleng 0° untuk *single deck*: tidak boleh kurang dari (\geq) 0.35 m.
- Lengan statis (GZ) pada sudut oleng $> 30^\circ$ tidak boleh kurang dari (\geq) 0.20 m.
- Lengan stabilitas statis (GZ) maksimum harus terjadi pada sudut oleng sebaiknya lebih dari (\geq) 30° dan tidak boleh kurang dari 25°
- Luasan bidang yang terletak dibawah lengkung lengan statis (GZ) diantara sudut oleng 30° dan 40° tidak boleh kurang dari (\geq) 0.03 m radian.
- Luasan kurva dibawah lengkung lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari (\geq) 0.055 m radian sampai dengan 30° sudut oleng.
- Luasan kurva dibawah lengkung lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari (\geq) 0.009 m radian sampai dengan 40° sudut oleng.
- Periode oleng yang terjadi harus ≥ 5 detik dan tidak boleh lebih (\leq) 9 detik.

4.2.3. Parameter-parameter

Dalam penelitian ini parameter awal yang ditentukan bervariasi sebagai berikut :

- Kecepatan kapal = 7 knot, 8 knot dan 9 knot
- Jarak ke *fishing ground* = 100 mil, 150 mil dan 200 mil
- Jumlah crew = 4 orang

4.2.4. Fungsi Objective

Dalam penelitian ini *objective function* yang dipilih adalah meminimalkan biaya pembangunan kapal.

Objective function = Minimum (Building Cost)

Total Cost = Fixed Cost + Variabel Cost

▪ Fixed Cost terdiri atas :

- **Biaya investasi awal (building cost)**, dalam penelitian ini, konstruksi kapal keseluruhannya terbuat dari kayu. Kayu yang digunakan adalah kayu jenis merbau, dengan berat jenis 800 kg/m^3 . Harga kayu merbau dipasaran adalah :
 - ⇒ Dalam bentuk log = Rp 3500000 / m^3
 - ⇒ Dalam bentuk jadi = Rp 6500000 / m^3
 Diambil kayu yang sudah dalam bentuk potongan papan-papan.
- **Biaya outfitting dan equipment**
Biaya outfitting dan equipment diasumsikan 60% dari biaya pembuatan lambung. Sedang untuk perhitungan biaya alat tangkap disendirikan, dengan asumsi :
 - Biaya pembuatan 1 bubu (70x50x40 cm) = Rp. 50.000,00
 - Total harga bubu = 100 x Rp.50.000,00 = Rp.5.000.000,00
- **Biaya machinery (permesinan)**, untuk mesin induk (main engine) harga yang digunakan adalah berdasarkan BHP mesin dan jenis mesin. Jenis mesin yang digunakan adalah jenis *marine engine*. Menurut Dedi Murdiadi di dalam Tugas Akhirnya yang berjudul "*Perancangan armada kapal penangkap ikan jenis rawai tuna (tuna long line) untuk pantai selatan Jawa Timur*" biaya aux. engine sebesar 25% x biaya *main engine*.
- **Biaya asuransi** pertahun diasumsikan 1.5% dari biaya investasi awal.
- **Biaya angsuran**. Diasumsikan untuk pengadaan kapal, biaya yang digunakan berasal dari pinjaman dengan bunga 12% setahun dan akan dilunasi selama 20 tahun (selama umur ekonomis kapal).
- **Gaji, Tunjangan dan Kesejahteraan ABK**
 - ⇒ Gaji ABK = Rp 850000 / ABK / bulan
 - ⇒ Kesejahteraan ABK = Rp 150000 / ABK / bulan
 Penentuan ini dilakukan dengan asumsi tidak ada perbedaan pangkat ABK.
- **Biaya Reparasi Kapal**, diasumsikan untuk setahun besarnya biaya reparasi kapal 10% dari investasi awal.
- **Biaya Reparasi Alat Tangkap**, diasumsikan besarnya adalah 10% dari harga alat tangkap pertahun.

▪ Variable Cost

➤ Biaya bahan bakar (*main engine*).

Untuk konsumsi bahan bakar *Main Engine* dilakukan dengan menggunakan rumus pendekatan *Design of Small Fishing Vessels* (Jhon Fyson, 1985).

$$\Rightarrow \text{Pemakaian bahan bakar} = 0.19 \text{ kg/hP/hour}$$

$$\Rightarrow 1 \text{ kg} = 0.85 \text{ liter}$$

Jadi biaya untuk kebutuhan bahan bakar untuk *main engine* dalam setahun adalah $0.19 \times 0.85 \times \text{BHP} \times \text{jam untuk 1 trip} \times \text{jumlah trip dalam setahun} \times \text{harga solar perliter}$.

➤ Biaya *lubricant oil*

Analisa Teknis dan Ekonomis Perencanaan Kapal Multi Purpose (Arif R. Hakim, 2005) menyebutkan bahwa kebutuhan *lubricant oil* untuk kapal penangkap ikan adalah sebesar (0.1 ~ 0.3) kebutuhan bahan bakar *main engine*. Untuk penelitian ini digunakan $0.1 \times \text{kebutuhan bahan bakar main engine} \times \text{harga lubricant oil perliter}$.

➤ Biaya Air Tawar.

Dalam penelitian ini diasumsikan harga air tawar adalah Rp 75,-/liter. Jadi besarnya *biaya air tawar dalam setahun* adalah $\text{Rp}75,- \times \text{jumlah crew} \times \text{waktu operasi} \times \text{jumlah trip}$.

➤ Biaya Tambat, besarnya biaya tambat setahun diasumsikan sebesar Rp.1000/GT. *Besarnya biaya tambat setahun* adalah $\text{Rp } 1000 \times \text{GT} \times \text{waktu tambat/bongkar muat} \times \text{jumlah trip setahun}$.

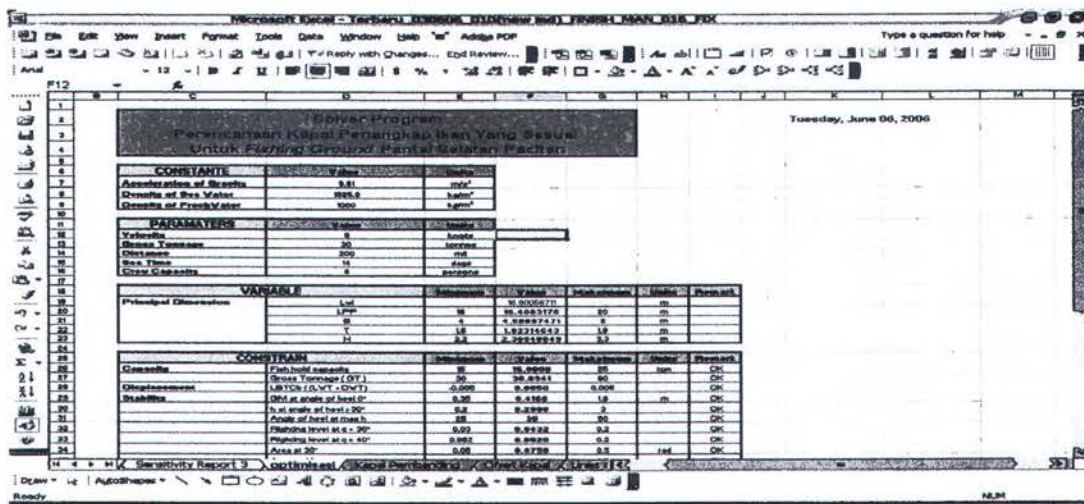
➤ Biaya bongkar muat, besarnya biaya bongkar muat adalah Rp 10.000,- / ton. *Besarnya biaya bongkar muat setahun* adalah $\text{Rp.10.000,-} \times \text{jumlah tangkapan} \times \text{jumlah trip}$.

4.3. MODEL OPTIMASI

Model optimasi adalah pernyataan atau penggambaran dari persamaan-persamaan matematis untuk memecahkan masalah matematis. Hasil dari pemecahan masalah matematis tersebut yang dinyatakan dalam model matematis merupakan “cara atau langkah yang terbaik” (Nash and Sofer, 1972). Untuk memecahkan kasus optimasi, kali ini peneliti menggunakan *tool* yang ada pada *software Microsoft excel* yaitu *solver*.

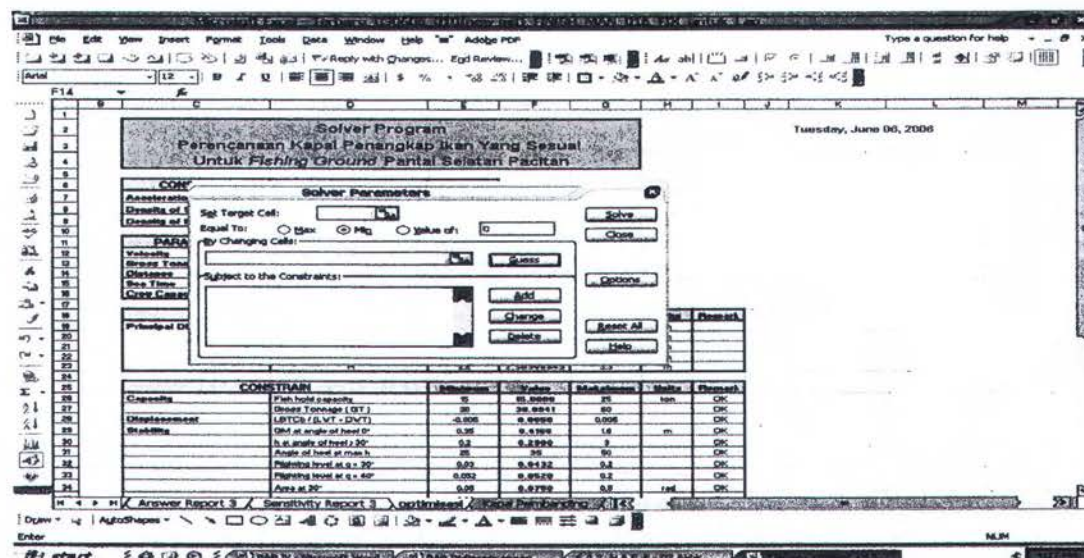
Adapun langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Sebelum menjalankan program optimasi, kita harus membuat dulu model Optimasinya. Pemodelan optimasi ini dibuat dengan menggunakan Microsoft Excel, dimana isi dari model Optimasi tersebut harus ada, *Variables* yang akan dicari nilainya, *Constraints* yang membatasi variabel-variabel yang ada dan *Objective function* yang akan dicari nilainya (max atau min). Dalam program Optimasi tersebut dilakukan perhitungan-perhitungan dasar perancangan kapal dengan ukuran utama awal (*initial value*) yang telah ditentukan berdasarkan kapal pembanding. Dari *initial value* tersebut dilakukan perhitungan dasar perancangan kapal seperti hydrostatic dan bonjean, perhitungan GT, tahanan kapal dan powering, perhitungan LWT & DWT dan perhitungan biaya-biaya. Model Optimisasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



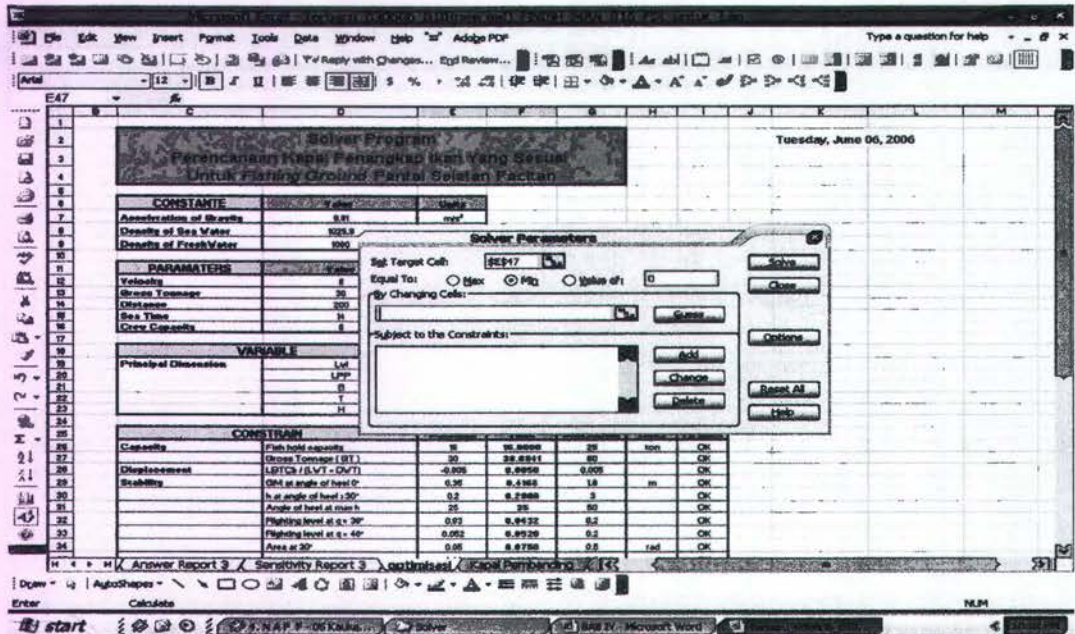
Gambar 4.1. Model Optimasi Solver program

2. Apabila model optimasi sudah selesai, maka model tersebut dijalankan. Pada Microsoft excel. Buka perintah *Solver* yang terdapat pada *Tools*.



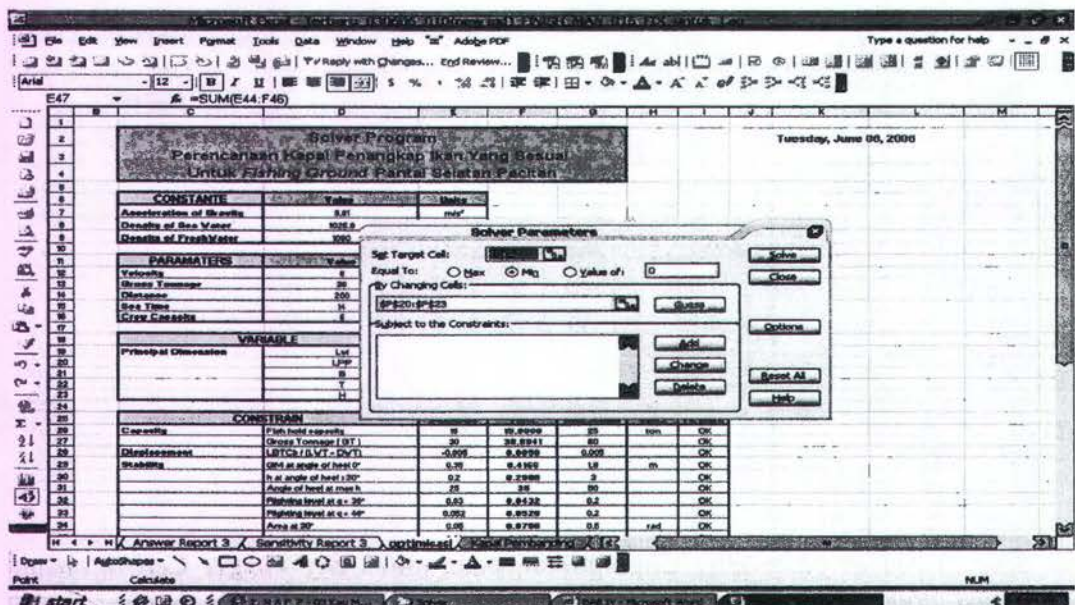
Gambar 4.2. Solver parameter

Setelah *Solver parameter* ditampilkan, pada kotak *Set Target Cell* dimasukkan nilai *fungsi objective* yang dalam hal ini adalah harga pembuatan kapal (*building cost*). Kemudian tentukan nilai *Set Target Cell* tersebut pada bagian *equal to* dengan nilai *Max*, *Min* atau *Value of* (pada penelitian ini peneliti memilih *Min* karena akan meminimalkan biaya pembuatan kapal).



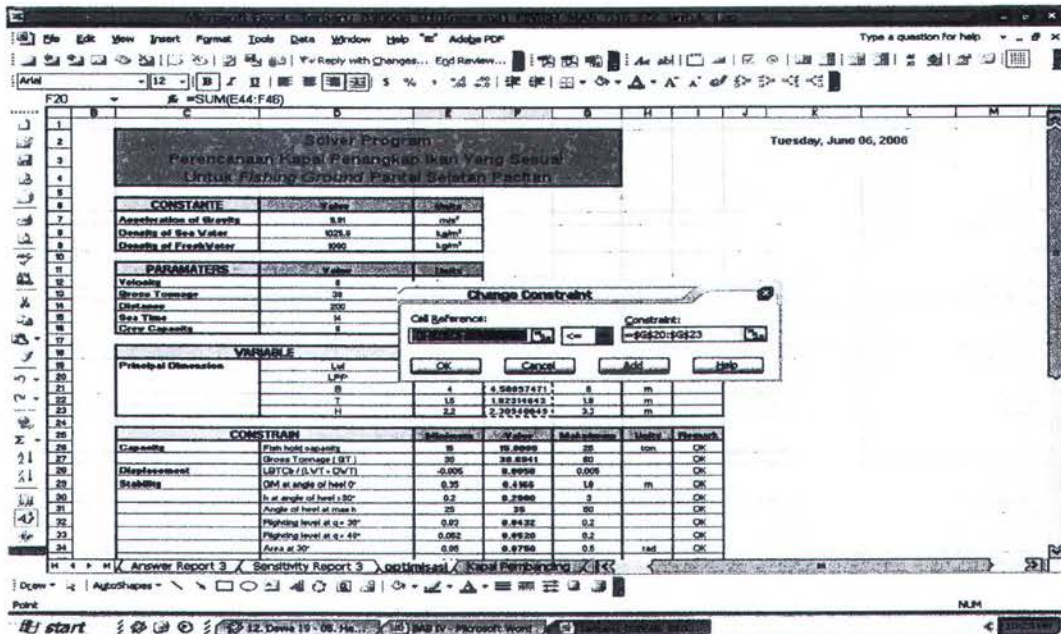
Gambar 4.3. Tampilan solver parameter dengan Set Target Cell

3. Kemudian isi bagian **By Changing Cell** dengan variabel yang telah ditentukan sejak awal. Solver akan mengubah nilai-nilai *variable* tersebut dengan nilai yang lain setelah *running solver*.

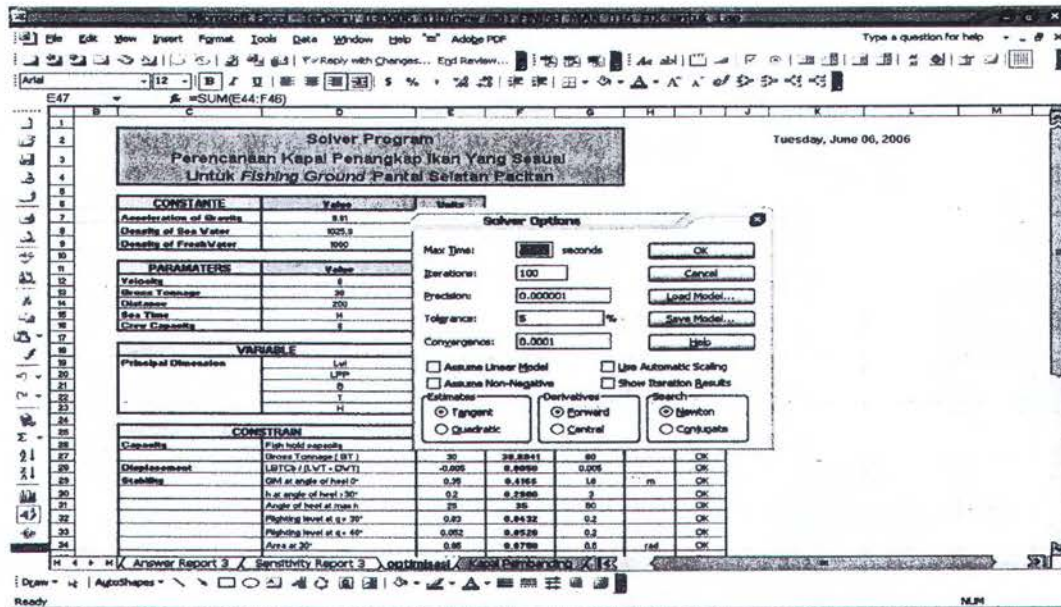


Gambar 4.4. Tampilan solver parameter dengan By Changing Cell

4. Masukkan nilai batasan – batasan pada kotak **Subject to the Constrains** dengan menekan tombol **add** pada *solver parameter* yang sesuai dengan batasan yang telah ditentukan, yaitu kurang dari sama dengan (\leq), lebih dari sama dengan (\geq) atau sama dengan ($=$). Setelah memasukkan nilai batasan-batasan, tekan tombol **options** untuk mengecek *max time*, *iterations*, *precisions*, *tolerance*, *convergence*. Setelah itu kembali ke *Solver Parameters* untuk melakukan solving.

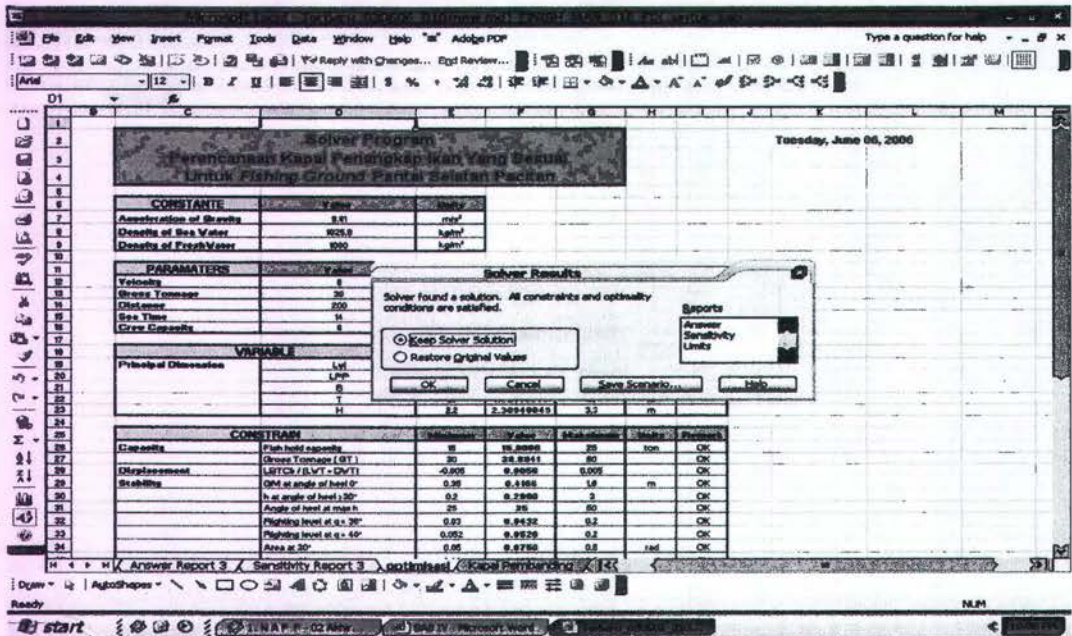


Gambar 4.5. Tampilan Solver Parameter dengan memasukkan constrain



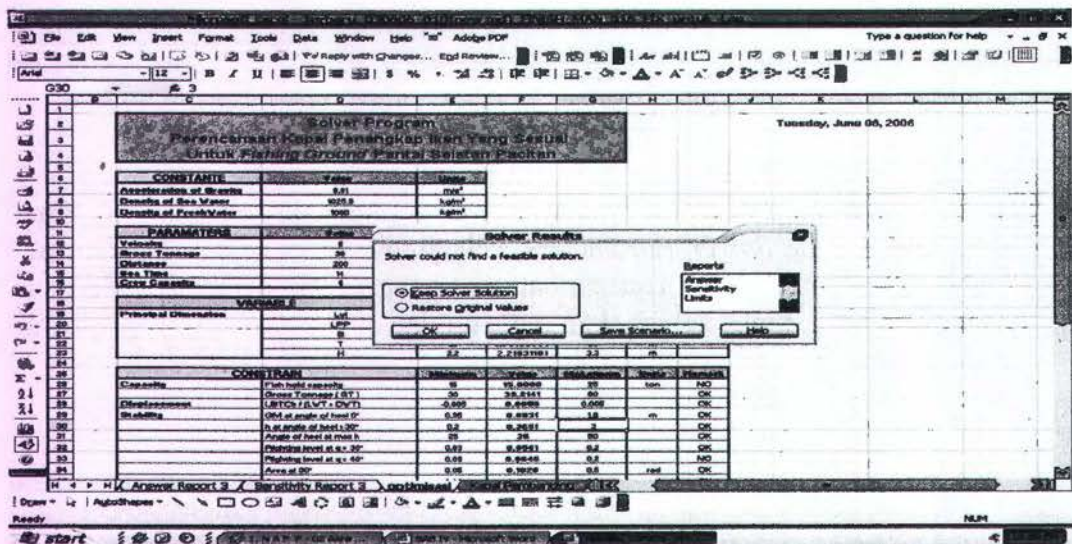
Gambar 4.6. Tampilan Solver Parameters dengan pengecekan options

- Setelah semua langkah di atas dilakukan, selanjutnya adalah proses optimasi. Tekan tombol **Solve** pada *Solver Parameters*, selanjutnya computer akan mencari variabel-variabel yang memenuhi batasan-batasan yang ditentukan. Apabila solver telah menemukan hasil, maka solver akan berhenti dan akan memberikan pesan "**Solver has Found a solution. All constrain and optimalty conditions are satisfied**". Ini berarti bahwa solver telah menemukan hasil yang paling optimal.



Gambar 4.7. Hasil perhitungan Solver yang berhasil

- Solver juga akan memberikan jawaban "Solver cannot improve the current solution. All constraints has been satisfied". Apabila pesan ini muncul berarti solusi yang diberikan oleh program computer tersebut sudah benar, tapi belum optimal. Meskipun semua hasil perhitungan kita memenuhi semua kondisi batasan yang diberikan. Apabila solver memunculkan pesan "Solver has Converged the Solution. All constrain has been satisfied" berarti solver telah menemukan jawaban tetapi ada bagian dari batasan yang kita berikan tidak memenuhi misalnya constrain yang kita berikan adalah 0.0001 sebagai batas bawah dan 0.0005 sebagai batas atas. Computer akan memberikan pesan seperti tersebut di atas meskipun hasil yang didapatkan 0.00000099. Tetapi oleh komputer, kondisi tersebut dianggap memenuhi karena kita memberikan toleransi yang besar, kondisi konvergen yang besar.
- Apabila solver tidak menemukan jawaban, maka akan muncul pesan "Solver could not found a satisfied solution".



Gambar 4.8. Hasil perhitungan Solver tidak menemukan solusi

4.3.1. Hasil optimasi

Pada proses optimasi ini dilakukan dengan membuat variasi di kecepatan dan jarak tempuh. Variasi tersebut antara lain :

- 1) Kecepatan kapal (V) = 7 knot
 - Jarak tempuh = 100 mil
 - Jarak tempuh = 150 mil
 - Jarak tempuh = 200 mil
- 2) Kecepatan kapal (V) = 8 knot
 - Jarak tempuh = 100 mil
 - Jarak tempuh = 150 mil
 - Jarak tempuh = 200 mil
- 3) Kecepatan kapal (V) = 9 knot
 - Jarak tempuh = 100 mil
 - Jarak tempuh = 150 mil
 - Jarak tempuh = 200 mil

Sebelum *runing solver* dilakukan, solver diberi batasan sebagai berikut :

- Jumlah iterasi = 20
- Time trial = 3600 seconds
- Precisions = 0.000001
- Convergence = 0.000001
- Tolerance = 5 %

Solver dijalankan dengan melakukan variasi pada parameter, dan didapatkan hasil seperti table dibawah ini :

No	Kecepatan (knot)	Jarak Operasi	Hasil Optimasi				Building Cost (Rupiah)	Keterangan
			Lpp (m)	B (m)	T (m)	H (m)		
1	7	100	16.99	4.99	1.66	2.21	371,887,690.51	Not Found
		150	16.99	4.99	1.65	2.21	375,434,551.37	Not Found
		200	16.99	4.99	1.66	2.21	378,886,659.80	Not Found
2	8	100	17	5	1.7	2.08	408,478,030.90	Found Solution
		150	17	5	1.71	2.19	410,292,628.56	Found Solution
		200	17	5	1.72	2.19	413,138,632.37	Found Solution
3	9	100	17.01	5.04	1.89	2.17	472,860,393.48	Not Found
		150	17.009	5.032	1.87	2.1535	479,129,201.18	Not Found
		200	17.009	5.032	1.87	2.1539	485,133,849.92	Not Found

Tabel 4.2. Hasil perhitungan *running solver*

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa program akan mendapatkan solusi ketika parameter berada pada kecepatan 8 knot dengan jarak operasi 100, 150, 200 mil. Dari ukuran kapal tersebut dapat dilihat bahwa ukuran utama kapal yang ditemukan adalah hampir sama, tetapi berbeda dibiaya pembuatannya (*building cost*). Hal ini disebabkan karena untuk ukuran kapal yang sama, biaya pembuatan lambung adalah sama tetapi berbeda pada biaya permesinan. Dengan jarak yang lebih jauh sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk operasi adalah sama, maka akan diperlukan daya mesin yang lebih besar untuk jarak yang lebih jauh. Otomatis untuk mesin dengan daya yang lebih besar harganya akan lebih besar.

4.4. RENCANA GARIS

Bentuk lambung kapal ini mengacu pada bentuk lambung kapal pembanding yang sudah ada. Rencana garis ini digambar dengan bantuan *Software Autocad* dan *Software Maxsurf*. Bentuk lambung kapal didapat dengan melakukan *normalisasi* dari lambung kapal pembanding yang digunakan sebagai *Initial value*.

Dari hasil proses optimasi pada *Microsoft excel solver*, maka data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Lpp	=	17	m
B	=	5	m
T	=	1.7	m
H	=	2.1	m
Vs	=	8	knot
Cb	=	0.5397	
Cm	=	0.8153	
Cp	=	0.6619	
Cw	=	0.8080	
L/B	=	3.3975	
B/H	=	2.2819	
B/T	=	2.9036	
H/T	=	1.2724	

Gambar Rencana Garis kapal ini dapat dilihat pada *lampiran*.

4.5. HIDROSTATIK DAN BONJEAN

4.5.1. Lengkungan Hidrostatik

Fungsi lengkung hidrostatik adalah untuk mengetahui sifat-sifat badan kapal yang tercelup di dalam air, atau dengan kata lain untuk mengetahui sifat-sifat carena. Cara yang paling umum untuk menggambarkan lengkung-lengkung hidrostatik adalah dengan membuat dua sumbu saling tegak lurus. Sumbu mendatar adalah garis dasar kapal (*base line*) sedangkan garis vertikal menunjukkan sarat tiap *water line* yang dipakai sebagai titik awal pengukuran lengkung-lengkung hidrostatik.

Lengkung-lengkung hidrostatik digambar sampai sarat penuh dan tidak berlaku untuk kapal dalam kondisi trim. Ada 19 lengkung dalam lengkung hidrostatik, lengkung-lengkung tersebut adalah:

a. Water Plan Area (WPA)

WPA adalah luas bidang garis air yang telah kita rencanakan dalam *lines plan* dari tiap-tiap *water line*. Kemungkinan-kemungkinan bentuk WPA ditinjau dari bentuk alas kapal antara lain:

- Untuk kapal dengan *rise of floor*, pada 0 mWL luas garis air adalah nol. Karena luasan *water line* hanya berupa garis lurus (*base line*), sehingga lengkung WPA dimulai dari titik nol (0,0)
- Untuk kapal tanpa *rise of floor*, pada 0mWL ada luasan yang terbentuk pada garis dasar sehingga luas garis air tidak sama dengan nol.

$$WPA = 70.8028 \text{ m}^2$$

b. Coefficient of water line (Cwl)

Cwl adalah nilai perbandingan antara luas bidang garis air tiap water line dengan sebuah segi empat dengan panjang L dan B, dimana L adalah panjang maksimum dari tiap water line dan B adalah lebar maksimum dari tiap water line. Cwl dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Cwl = \frac{WPA}{LxB} = 0.8080$$

c. Ton per Centimetre Immersion (TPC)

TPC adalah jumlah ton yang diperlukan untuk mengadakan perubahan sarat kapal sebesar 1 cm. Bila kita menganggap tidak ada perubahan luas garis air pada perubahan sarat sebesar 1 cm, atau pada perubahan 1 cm tersebut dinding kapal dianggap vertical. Jika kapal ditenggelamkan sebesar 1cm, maka perubahan volume adalah hasil kali luas garis air dengan tebal pelat pada garis air tersebut. Dengan demikian penambahan volume dan berat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Penambahan volume} &= t \times WPA \text{ (m}^3\text{)} \\ \text{Penambahan berat} &= t \times WPA \times 1.025 = \text{(ton)} \\ \text{TPC} &= 0.7257 \text{ ton/cm} \end{aligned}$$

d. Midship of Section Area (MSA)

MSA adalah luas moulded kapal pada section midship untuk tiap-tiap sarat kapal.

$$MSA = 8.0184 \text{ m}^2$$

e. Midship Coefficient (Cm)

Cm adalah perbandingan luas penampang midship kapal dengan luas suatu penampang dengan lebar B dan tinggi T untuk tiap water line.

$$Cm = \frac{MSA}{B \times T} = 0.8153$$

f. Block Coefficient (Cb)

Cb adalah perbandingan isi careena dengan balok panjang L, lebar b, dan tinggi T. Hal ini juga berlaku untuk tiap-tiap water line. Dengan demikian Cb dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Cb = \frac{\nabla}{LxB \times T} = 0.5397$$

g. Transverse Center of Buoyancy to Metacenter (TBM)

TBM adalah jarak titik tekan buoyancy (gaya tekan keatas) secara melintang terhadap titik metacentra, satuannya dalam meter (m).

h. Prismatic Coefficient (Cp)

Cp adalah perbandingan volume careen dengan volume prisma dengan luas penampang midship kapal dan panjang L. dengan perhitungan lebih lanjut Cp dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Cp = \frac{\nabla}{MSA \times L} = \frac{Cb}{Cm} = 0.6619$$

i. Moment to Change Trim One Centimeter (MTC)

MTC adalah momen yang diperlukan untuk mengadakan trim sebesar 1 cm, satuannya dalam ton meter. Secara matematis MTC dirumuskan sebagai berikut:

$$MTC = \frac{LBM \times \Delta}{100 \times Lpp} = 0.8981 \text{ ton. M}$$

j. Displacement due to One Centimeter of Trim by Stern (DDT)

DDT adalah besarnya perubahan displacement kapal yang diakibatkan oleh perubahan trim kapal sebesar 1 cm. Perumusan DDT adalah sebagai berikut :

$$DDT = \frac{\phi F \times TPC}{Lpp} = -0.0042 \text{ ton}$$

k. Displacement (Δ)

Displacement adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya volume badan kapal yang tercelup ke dalam air (karene), termasuk juga akibat tambahan adanya pelat karene. Jadi displacement disini adalah penjumlahan dari displasemen moulded dengan shell displacement.

$$\Delta = 77.3366 \text{ ton}$$

l. Displacement moulded ($\Delta_{moulded}$)

Displacement moulded adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya volume karene tanpa kulit. Nilai ini didapat dari perkalian volume karene dengan berat jenis air laut yaitu 1.025.

$$\Delta_{moulded} = 81.4978 \text{ ton}$$

m. Wetted Surface Area (WSA)

WSA adalah luas permukaan badan kapal yang tercelup dalam air pada setiap water linenya. WSA didapat dari jumlah perkalian *half girth* dengan factor luas pada setiap station dan setiap water linenya. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$WSA = 101.4910 \text{ m}^2$$

n. Shell Displacement

Shell displacement adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya kulit/pelat pada karene. Semua satuan shell displacement dalam ton.

$$\text{Shell Displacement} = 4.1611 \text{ ton}$$

o. Longitudinal Center of Buoyancy to Metacenter (LBM)

LBM adalah jarak titik tekan buoyancy secara memanjang terhadap titik metacentra. Satuannya dalam meter.

p. Longitudinal of Keel to Metacenter (LKM)

LKM adalah letak metacentra memanjang terhadap lunas kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Satuannya dalam meter. LKM didapat dari penjumlahan LBM dengan KB.

$$LKM = 18.8857 \text{ m}$$

q. Longitudinal Center of Buoyancy (Lcb)

Lcb adalah jarak titik tekan buoyancy terhadap penampang midship kapal untuk setiap sarat kapal. Satuannya dalam meter. Tanda (-) dan positif (+) menunjukkan letaknya ada didepan midship (+) dan di belakang midship (-).

$$\Phi B = -0.5182 \text{ m}$$

r. **Longitudinal Center of Flotation (Lcf)**

Lcf adalah jarak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal untuk setiap sarat kapal. Satuannya adalah meter. Tanda (-) dan positif (+) menunjukkan letaknya ada didepan midship (+) dan di belakang midship (-).

$$\Phi F = -1.2700 \text{ m}$$

s. **Keel to Center of Buoyancy (KB)**

KB adalah jarak titik tekan buoyancy ke lunas kapal. Satuannya dalam meter (m)

$$KB = 1.0508 \text{ m}$$

t. **Transverse of Keel to Metacenter (TKM)**

TKM adalah letak titik metacentra melintang terhadap lunas kapal untuk tiap-tiap water linenya. Satuannya dalam meter.

$$TKM = 2.3870 \text{ m}$$

4.5.2. Lengkungan Bonjean

Lengkungan bonjean merupakan kurva/grafik yang menunjukkan luas station sebagai fungsi sarat. Bentuk lengkungan ini mula-mula diperkenalkan oleh seorang sarjana dari perancis yang bernama *Bonjean* pada abad ke-19.

Jadi untuk menghitung luas station sampai setinggi sarat yang diinginkan dapat dibaca pada lengkung-lengkung bonjean dengan menarik garis mendatar hingga memotong lengkung bonjean pada station dan sarat yang diinginkan.

Pada umumnya lengkung bonjean cukup digambarkan sampai dengan geladak tepi kapal (upper deck side line) sepanjang kapal.

Lengkungan bonjean berfungsi untuk mendapatkan volume dan displacemet tanpa kulit pada setiap sarat yang dikehendaki, baik kapal dalam keadaan even-keel maupun trim dan juga pada saat kapal terkena gelombang.

Proses pengerjaan dan hasil dari perhitungan hidrostatis dan bonjean secara lengkap dapat dilihat pada *lampiran*.

4.6. PERHITUNGAN STABILITAS

Perhitungan untuk mencari besarnya lengan stabilitas kapal dari ukuran utama kapal dan koefisien-koefisiennya membutuhkan data-data sebagai berikut:

➤ Lwl	=	18.37	m
➤ Lebar kapal (B)	=	5	m
➤ Sarat kapal (T)	=	1.7	m
➤ Tinggi kapal (H)	=	2.1	m
➤ Tinggi sheer depan (S_F)	=	0.78	m
➤ Tinggi sheer belakang (S_A)	=	0.38	m
➤ Δ_0 (displacement kapal)	=	75.82	ton
➤ L_d (Panjang bangunan atas)	=	4.86	m

- d (Tinggi bangunan atas) = 2.4 m
- Koefisien block (Cb) = 0.5381
- Coeficient Water line (C_w) = 0.7648
- Koefisien midship pada saat sarat (C_x) = 0.8153
- Koefisien prismatik melintang pada saat sarat (C_{pv}) = 0.6265
- Water plane area (A₀) = 785.8183 ft²
- A_M (area of immersed midship section) = 79.8058 ft²
- A₂ (area of vertical centerline plane to depth D) = 551.2027 ft²
- Mean sheer (S) = 146.136 ft
- D (Mean Depth) = 9.738 ft
- F (Mean Freeboard) = 4.084 ft
- A₁ (WPA pada saat di ketinggian H) = 793.6765 ft²

Dengan data-data diatas, rumus-rumus dibawah ini dapat dihitung besarnya, yaitu:

- ✓ $\Delta_T = \Delta_0 + (((A_0 + A_1)/2) \times F/35) = 131.1999 \text{ Ton}$
- ✓ $\delta = \frac{\Delta_T}{2} - \Delta_0 = -14.6163 \text{ Ton}$
- ✓ $C_w' = \frac{A_2}{L \times D} = 0.9852$
- ✓ $C_w'' = C_w' - \frac{140\delta}{B \times D \times L} \times (1 - C_{pv}') = 0.8755$
- ✓ $C_x' = \frac{A_M + B \times F}{B \times D} = 0.9185$
- ✓ $C_{pv}' = \frac{35\Delta_T}{A_2 \times B} = 0.5941$
- ✓ $GG' = KG' - KG = -2.4678 \text{ ft}$
- ✓ $KG = C_{KG} \times D_M, C_{KG} = 6.4224 \text{ ft}$
- ✓ $KG' = \frac{D(1-h_1)\Delta_T - \delta}{2\Delta_0} = 3.9546$; $h_1 = 0.492$, lihat gambar A.14 untuk C_{pv}' dan f₁
(Bernhart and Thewlus, 1956)
- ✓ $f_1 = \frac{D(1-(A_0/A_1))}{2F(1-C_{pv}')} = 0.0033$
- ✓ $G'B_0 = KG' - KB_0 = 0.9578 \text{ ft}$
- ✓ $KB_0 = (1-h_0)H = 2.9967 \text{ ft}$; $h_0 = 0.47$, lihat gambar A.14 untuk C_{pv} dan f₀ (*The Theory and Technique of Ship Design*, George C. Manning, D. Sc"hal 254)
- ✓ $f_0 = H((A_1/A_0)-1) = 0.0195$
- ✓ $G'B_{90} = \frac{\Delta_T h_2 B}{4\Delta_0} - \frac{17.5\delta^2}{\Delta_0(A_2 - 70(\delta/B)(1-C_{pv}''))} = 3.416$, $h_2 = 0.47$, lihat gambar A.14
untuk C_{pv}'' dan f₂ (*The Theory and Technique of Ship Design*, George C. Manning, D. Sc"hal 254)
- ✓ $f_2 = 9.1(C_x' - 0.89) = 0.2599$
- ✓ $G'M_0 = KB_0 + BM_0 - KG' = 4.4751$
- ✓ $B_0M_0 = \frac{C_1 L B_w^3}{35\Delta_0} = 5.433$, $C_1 = 0.06$, lihat gambar A.15, line 1 untuk C_w (*The Theory and Technique of Ship Design*, George C. Manning, D. Sc"hal 255)
- ✓ $G'M_{90} = BM_{90} - G'B_{90} = -1.233$

$$\checkmark \text{BM}_{90} = \frac{C_1' LD^3}{35\Delta_0} + \frac{L_d d D^2}{140\Delta_0} = 1.9127, C_1' = 0.08, \text{ lihat gambar A.15 garis 1 untuk } C_w$$

(*The Theory and Technique of Ship Design*, George C. Manning, D. Sc "hal 255)

$$\checkmark \text{GM}_0 = \text{KB}_0 + \text{B}_0\text{M}_0 - \text{KG} = 2.007$$

$$\checkmark \text{GZ} = \text{G}'\text{Z}' + \text{GG}'\sin\phi = 1.1612, \phi = 30$$

$$\checkmark \text{G}'\text{Z}' = b_1\sin 2\phi + b_2\sin 4\phi + b_3\sin 6\phi = 2.3951$$

$$\checkmark b_1 = \frac{9(\text{G}'\text{B}_{90} - \text{G}'\text{B}_0)}{8} - \frac{\text{G}'\text{M}_0 - \text{G}'\text{M}_{90}}{32} = 2.3604$$

$$\checkmark b_2 = \frac{\text{G}'\text{M}_0 + \text{G}'\text{M}_{90}}{8} = 0.4052$$

$$\checkmark b_3 = \frac{3(\text{G}'\text{M}_0 - \text{G}'\text{M}_{90})}{32} - \frac{3(\text{G}'\text{B} - \text{G}'\text{B}_0)}{8} = -0.2854$$

Persyaratan Stabilitas :

- Tinggi Metacentre (MG) pada sudut oleng 0° untuk *single deck*: tidak boleh kurang dari (\geq) 0.35 m, hasil optimasi MG = 0.6118 m (memenuhi).
- Lengan statis (GZ) pada sudut oleng $> 30^\circ$ tidak boleh kurang dari (\geq) 0.20 m, hasil optimasi GZ = 0.3539 m (memenuhi).
- Lengan stabilitas statis (GZ) maksimum harus terjadi pada sudut oleng sebaiknya lebih dari (\geq) 30° dan tidak boleh kurang dari 25° , hasil optimasi GZ maks terjadi pada sudut 35° (memenuhi).
- Luasan bidang yang terletak dibawah lengkung lengan statis (GZ) diantara sudut oleng 30° dan 40° tidak boleh kurang dari (\geq) 0.03 m radian, hasil optimasinya adalah 0.0538 m (memenuhi).
- Luasan kurva dibawah lengkung lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari (\geq) 0.055 m radian sampai dengan 30° sudut oleng, hasil optimasinya adalah 0.0964 m (memenuhi).
- Luasan kurva dibawah lengkung lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari (\geq) 0.09 m radian sampai dengan 40° sudut oleng, hasil optimasinya adalah 0.149 m (memenuhi).
- Periode oleng yang terjadi harus ≥ 5 dan tidak boleh lebih (\leq) 9 detik, hasil optimasinya adalah 5.7722 detik (memenuhi).

Proses pengerjaan dan hasil dari perhitungan stabilitas secara menyeluruh dapat dilihat pada *lampiran*.

4.7. RENCANA UMUM

Setelah penggambaran rencana garis (lines plan) selesai selanjutnya dilakukan penggambaran rencana umum. Langkah-langkah pengerjaannya sebagai berikut:

4.7.1 Penentuan Daya Mesin

4.7.1.1 Perhitungan Tahanan Total (Rt)

Perhitungan Tahanan disini mengacu pada metode yang dipopulerkan oleh (Holtrop and mennen's, 1988)

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{tot} [C_F(1+k) + C_A] + \frac{R_W}{W}$$

4.7.1.1.a Menentukan Koefisien Tahanan Gesek

Untuk koefisien tahanan gesek, dilakukan pendekatan dengan menggunakan formula ITTC 1957 :

$$F_n = \frac{v_s}{\sqrt{g \times L_{WL}}}$$

$$F_n = 0.3140$$

Untuk $F_n \leq 0.4$, maka nilai R_n adalah :

$$R_n = \frac{VL}{\nu}$$

$$R_n = 60642231$$

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} R_n - 2)^2}$$

$$\text{Sehingga } C_F = 0.0022$$

4.7.1.1.b Menentukan Form Factor

Form factor adalah bentuk-bentuk yang dapat mempengaruhi tahanan kapal. Bentuk ini biasanya dipengaruhi oleh tonjolan dan banyaknya lubang yang terdapat pada lambung kapal, seperti misalnya *skeg*, *sea chest* ataupun *bilge keel*.

a) Form factor untuk badan kapal dinotasikan dalam $1 + k_1$

$$1 + k_1 = 0.93 + 0.4871 c (B/L)^{1.0681} (T/L)^{0.4611} (L/L_R)^{0.1216} (L^3/V)^{0.3649} (1 - C_p)^{-0.6042} \dots \dots (PNA Vol II, Pg 90)$$

c = koefisien *after body*

$$= 1 + 0.011 C_{stern}$$

Koefisien C_{stern} dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Specific shape of afterbody	C_{stern}
Pram with gondola	-25
V - shaped sections	-10
Normal section shape	0
U - shape sections with Hogner stern	10

Tabel 4.3. Koefisien C_{stern}

$$L_R / L = 1 - C_p + 0.06 C_p L_{cb} / (4 C_p - 1)$$

$$1 + k_1 = 1.3493$$

b) Form factor untuk tonjolan yang lain $1 + k_2$

Koefisien ini merupakan akibat pengaruh tonjolan pada lambung kapal dibawah permukaan garis air (PNA II, table 25 p.92)

Part of appendages	Area	$1 + k_2$	Σ
Rudder behind skeg		1.5	
Rudder behind stern		1.5	0
Twin screw balance rudder		2.8	0
shaft bracket	0	3	0
skeg	0	2	0

strut bossing	0	3	0
hull bossing	0.136119	2	0.272238
Shaft	6.8	3	0
Stabilizer fins	0	2.8	0
Dome	0	2.7	0
Bilge keel	4.998	1.4	6.9972
	5.134199		7.269438

Tabel 4.4. Komponen dari appendages

$$1 + k_2 = 1.3505$$

Jadi,

$$1 + k = (1+k_1) + [(1 + k_2) - (1 + k_1)] S_{\text{tonjolan}} / S_{\text{total}}$$

$$S_w = 100.9665 \text{ m}^3$$

$$S_{\text{tonjolan}} = 1.8357 \text{ m}^3$$

$$1 + k = 1.3505$$

4.7.1.1.c Menentukan Besarnya Tahanan Gelombang

$$\frac{R_w}{w} = C_1 C_2 C_3 \times e^{m_1 \times F_n^d} + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})$$

a) Koefisien m_1

- untuk $F_n \leq 0.4$

$$m_1 = 0.01404 L/T - 0.17525 V^{1/3} / L - 4.7932 B/L - C_5$$

- untuk $F_n \geq 0.5$

$$m_1 = -7.2035 (B/L)^{0.3269} (T/B)^{0.6054}$$

$$C_5 = 8.0798 C_p - 13.8673 C_p^2 + 6.9844 C_p^3 \dots\dots C_p \leq 0.8$$

$$C_5 = 1.7301 - 0.7067 C_p \dots\dots C_p \geq 0.8$$

$$C_5 = 1.3372$$

$$m_1 = -2.6077$$

b) Koefisien C_4

- untuk $B/L \leq 0.11$

$$C_4 = 0.2296 (B/L)^{0.3333}$$

- untuk $0.11 \leq B/L \leq 0.25$

$$C_4 = B/L$$

- untuk $B/L \geq 0.25$

$$C_4 = 0.5 - 0.0625 L/B$$

c) Koefisien C_1

$$C_1 = 2223105 C_4^{3.7861} (T/B)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757}$$

i_E = sudut masuk

$$i_E = 29.4865^\circ$$

$$C_1 = 20.4316$$

d) Koefisien C_2

$$C_2 = 1 \text{ (nilai 1 untuk kapal yang tidak mempunyai bulb)}$$

e) Koefisien C_3

Karena pengaruh *stern cruiser* pada tahanan gelombang.

$$C_3 = 1 - 0.8 A_T / (B T C_M)$$

$$C_3 = 0.9416$$

f) Koefisien C_6

- untuk $L^3/V \leq 512$

$$C_6 = -1.69385$$

- untuk $512 \leq L^3/V \leq 1727$

$$C_6 = 1.69385 + ((L/V)^{1/3} - 8.0)/2.36$$

- untuk $L^3/V \geq 1727$

$$C_6 = 0$$

g) Koefisien λ

- untuk $L/B \leq 12$

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.03 L/B$$

- untuk $L/B \geq 12$

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.36$$

h) Koefisien m_2

$$m_2 = C_6 0.4 e^{-0.034 F_n^{-2.9}}$$

$$m_2 = -0.678$$

i) parameter d

Untuk $F_n \leq 0.4$, nilai $d = -0.9$

Sehingga nilai tahanan gelombang dapat dihitung dan nilai yang didapatkan adalah :

$$R_w/W = 0.006$$

$$W = 762142.4$$

4.7.1.1.d Menentukan nilai *model ship correlation allowance* (C_A)

$$C_A = 0.006 (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

$$C_A = 0.000749$$

Nilai tahanan total (R_T) dapat ditentukan setelah semua nilai di atas didapatkan. Nilai tahanan total (R_T) adalah :

$$R_T = 8133.623 \text{ N}$$

$$= 8.133 \text{ kN}$$

4.7.2 Perhitungan *Effective Power* (P_E)

Perhitungan *Effective power* dilakukan untuk menentukan besarnya gaya dorong *trust deductin* yang diperlukan untuk meggerakkan kapal agar dapat mencapai kecepatan operasi seperti yang derencanakan.

a. *Besarnya trust deduction* (T), dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (*PNA Vol. II*) :

$$R_T = (1 - t) T$$

$$T = R_T / (1 - t)$$

$$t = \text{trust deduction fraction}$$

$$t = k w$$

dimana ;

- $k = 0.50$ to 0.70 for vessels equipped with stream line or contrarudders
 $k = 0.70$ to 0.90 for vessels equipped with double-plate rudders attached to square rudders post
 $k = 0.90$ to 1.05 for vessels equipped with old style single-plate rudders.
 w = wake friction yang harganya diambil dari Tabel 4, PNA Vol II Pg.158, dengan menggunakan interpolasi terhadap harga C_b .

Values of Wake Fraction from Taylor

Cb	Wake Fraction (Taylor)	
	Twin Screw Ship	Single Screw Ship
0.50	-0.038	0.230
0.55	-0.021	0.234
0.60	0.007	0.243
0.65	0.045	0.260
0.70	0.091	0.283
0.75	0.153	0.314
0.80	-	0.354
0.85	-	0.400
0.90	-	0.477

Tabel 4.5. Values of Wake Friction Taylor

Sehingga didapatkan harga *trust deduction fraction* (t) dan harga Trust deduction (T) sebesar :

$$\begin{aligned}
 t &= 0.1864 \\
 T &= 10.2110 \text{ kN} \\
 V_A &= 3.1562 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Effective Power (P_E) mesin

$$\begin{aligned}
 P_E &= R_T \times V \\
 &= 31.18634 \text{ hp} \\
 P_T &= T \times V_A \\
 &= 32.2278 \text{ hp} \\
 P_D &= P_E / \eta_p \text{ (diasumsikan } \eta_p = 0.5 \text{)} \\
 &= 56.97724 \\
 \text{BHP} &= P_D / \eta_s \text{ (untuk kamar mesin dibelakang } \eta_s = 0.98 \text{)} \\
 &= 56.92 \text{ hp} \\
 &= 42 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

4.7.3 Perhitungan LWT dan DWT

4.7.3.1 Perhitungan LWT

- Perhitungan komponen-komponen LWT untuk berat konstruksi didapatkan melakukan perhitungan persection/pos dengan menggunakan standar *Biro Klasifikasi Indonesia Peraturan Kapal Kayu 1996*. Dari hasil perhitungan didapatkan berat total konstruksi kapal seperti yang tercantum dalam tabel di bawah ini:

1	Berat Lambung	4388.8414
2	Berat Gading	1328.4826
3	Berat Sekat-sekat	2997.5996
4	Berat Geladak	3004.8079

5	Berat Bangunan Atas	24.6681
6	Berat Balok Geladak	666.2663
7	Berat Galar Balok + Kim	374.5541
8	Berat Pondasi Mesin	120.0500
9	Berat Pagar	468.4140
10	Berat Lunas + Linggi	1347.9336
11	Berat Penegar Sekat	707.6541
12	Berat Wrang	1.0510

Tabel 4.6. Berat Konstruksi Kapal

$$\begin{aligned} \text{Berat total } (W_{\text{const}}) &= 15430.3227 \text{ kg} \\ &= 15.430 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Untuk berat *Outfitt dan Equipment* dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Jhon Fyson (1986)*

$$\begin{aligned} \text{Outfitt } (W_{\text{out}}) &= 50 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO} \\ &= 9.327 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Equipment } (W_{\text{eq}}) &= 8 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO} \\ &= 1.492 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Untuk berat *Machinery* didapatkan dengan menggunakan rumus pendekatan *Jhon Fyson (1986)*

$$\begin{aligned} \text{Machinery } (W_{\text{m}}) &= 15 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO} \\ &= 2.798 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Berat cadangan

Berat cadangan diambil (7% - 10%) berat LWT yang lain. Untuk penelitian ini diambil nilai 10%.

$$\begin{aligned} W_{\text{res}} &= 10\% (W_{\text{const}} + W_{\text{out}} + W_{\text{eq}} + W_{\text{m}}) \\ &= 2.90 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat LWT total} &= W_{\text{const}} + W_{\text{out}} + W_{\text{eq}} + W_{\text{m}} + W_{\text{res}} \\ &= 31.9539 \text{ ton} \end{aligned}$$

4.7.3.2 Perhitungan DWT

- *Kebutuhan bahan bakar*

Kebutuhan bahan bakar ditentukan dengan menggunakan rumus pendekatan dari buku "*Design of Small Fishing Vessels, Jhon Fyson 1986*"

$$\begin{aligned} W_{\text{FO}} &= 0.19 \text{ kg/hP/hour} + (0.1 \sim 0.2) W_{\text{FO}} \\ &= 1.16 \text{ ton} \end{aligned}$$

- *Kebutuhan minyak pelumas*

$$\begin{aligned} W_{\text{LO}} &= 0.00000027 \text{ ton/hP/hour} \\ &= 0.016 \text{ ton} \end{aligned}$$

- *Kebutuhan air tawar*

$$W_{\text{FW}} = 0.198 \text{ ton}$$

- *Kebutuhan provisions*

$$\begin{aligned} \text{Berat provisions} &= 3 \sim 5 \text{ kg/orang hari (diambil 5 kg)} \\ &= 0.066 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Berat ABK
Berat crew + bawaan = 100 kg/crew
= 0.3 ton
 - Berat fishing gear
 $W_{FG} = 0.5$ ton
 - Berat muatan
 $W_L = 41.504$ ton
- Berat DWT total = $W_{FO} + W_{LO} + W_{FW} + W_P + W_{FO} + W_C + W_L$
= 43.928 ton

Gambar Rencana Umum dapat dilihat pada lampiran.

4.8. PERENCANAAN KONSTRUKSI

Perencanaan konstruksi ini mengacu pada aturan Biro Klasifikasi Indonesia (1996) yaitu :

a. Jarak gading

- Jarak gading (a_0) dari 0.2L dibelakang FP sampai sekat ceruk buritan adalah :

$$a_0 = \frac{L}{500} + 0.48 \text{ (m)}$$

$$a_0 = 0.53 \text{ m, diambil } 0.54 \text{ m}$$

$$a_{0\max} = 1.0 \text{ (m)}$$

- Jarak gading untuk yang didepan sekat tubrukan dan di belakang sekat ceruk buritan tidak boleh melebihi 600 mm, diambil 600 mm
- Untuk di kamar mesin jarak antar *web frame* rata-rata 3.5 m

b. Perencanaan sekat-sekat

Semua kapal pasti mempunyai sekat tubrukan, sekat *stern tube* dan satu sekat kedap kamar mesin

- Sekat Tubrukan

Jarak sekat tubrukan (l) dari FP mengikuti aturan di bawah ini :

- Untuk $L_c \geq 45$ m

$$0.05L_c \leq l \leq 0.08L_c$$

- Untuk $L_c < 45$ m

$$0.05L_c \leq l \leq 0.05L_c + 1.35 \text{ m}$$

- Panjang/jarak l kurang dari 2.0 m

Hasil optimasi menunjukkan bahwa $L_c = 17,00$ m, maka jarak sekat tubrukan (yang diambil) dari FP (l) adalah 1.62 m, $l_{\min} = 0.05L_c = 1.35$ m.

- Sekat ceruk buritan

Letak sekat ceruk buritan minimal 3 jarak gading dari ujung depan bos propeller. jarak gading diambil 500 mm, jadi letak sekat ceruk buritan dari ujung depan bos propeller adalah 1.5 m.

- Sekat ruang muat

Ruang muat direncanakan terdiri dari 3 ruang muat, terletak di depan ruang mesin.

- Sekat kamar mesin

Perencanaan kapal ini menempatkan ruang mesin dibelakang kapal.

4.8.1. Perencanaan Palkah Ikan

- Palkah Ikan I
Terdiri dari 2 ruangan yang dipisahkan dengan 1 sekat memanjang.
- Palkah ikan II
Terdiri dari 2 ruangan yang dipisahkan dengan 1 sekat memanjang.
- Palkah ikan III
Terdiri dari 2 ruangan yang dipisahkan dengan 1 sekat memanjang.

4.8.2. Perhitungan Tangki-tangki

- Tangki air tawar
 $W_{FW} = 0.198 \text{ ton}$
 $V_{FR} = 0.198 \text{ m}^3$
- Tangki bahan bakar
 $W_{\text{bahan bakar}} = 1.16 \text{ ton}$
 $V_{fo} = W_{fo}/\gamma_{FO}$
 $V_{fo} = 1.16/0.95 = 1.22 \text{ m}^3$
- Tangki minyak lumas
 $W_{lumas} = 0.016 \text{ ton}$
 $V_{lumas} = W_{lumas}/\gamma_{DO}$
 $V_{lumas} = 0.016/0.85 = 0.018 \text{ m}^3$

4.8.3. Ruang Akomodasi

- Terdapat 2 sleeping room yang diperuntukkan untuk 4 orang crew. Tinggi ruangan dalam keadaan bebas yang direncanakan 200 cm.
- Galley terdapat di bagian belakang ruang akomodasi.
- Kamar mandi dan WC terdapat dibagian belakang ruang akomodasi.
- Gudang terdapat dibagian tengah ruang akomodasi.

4.8.4. Peralatan Kapal

- Peralatan Keselamatan
 1. Inflatable Life Raft Cap untuk 10 orang (jumlah 1)
 2. Life Jacket (jumlah 4)
 3. Life Bouy (jumlah 2)
- Peralatan pemadam kebakaran
Peralatan pemadam kebakaran yang dipakai adalah portable foam type, yang ditempatkan pada ruangan-ruangan berikut ini :
 1. Crew room (2)
 2. Engine room (2)
 3. Galley (1)
 4. Store (1)
 5. Wheel House (1)
- Jangkar dan Tali Tambat
Penentuan Jangkar dan Tali Tambat diperoleh berdasarkan angka penunjuk dalam BKI (1996) yaitu :

$$Z = L (B + H) + \sum 0,5 \cdot l \cdot h$$

l = panjang bangunan atas
 h = $f_b + \sum h'$
 $= 0.6923 + 2.1 = 2.7923$ m
 f_b = freeboard (m)

jadi $Z = 223.17$, maka ;

- Jumlah jangkar 2 buah.
- Berat satu jangkar 118 kg.
- Direkomendasikan panjang mooring rope 140 m dan breaking loadnya 35 kN.
- *Stud link chain cables* d_1 11 mm, d_2 11 mm dan d_3 11 mm.

○ Peralatan Penangkap Ikan

Menurut Burhanudin (2002) Syarat-syarat dalam pemilihan bahan alat tangkap :

- Harga murah dengan tidak mengindahkan kualitas yang diinginkan.
- Baik dalam keadaan basah maupun kering, *strength* tinggi yang berarti merupakan :
 - Height tensile strength
 - Kemampuan mengikuti tarikan dan tetap kuat
 - Tarikan fleksible dan tahan terhadap keausan
 - Mempunyai tahanan yang baik terhadap abrasi
- Dapat mengatur kekuatan saat digunakan.
- Mempunyai ukuran stabilitas yang baik dan tidak berubah ukuran dan bentuknya saat digunakan.
- Mempunyai daya absorpsi yang rendah sehingga penambahan berat sedikit saat jarring basah dan sebagai konsekuensi mudah dalam penanganannya.
- Mempunyai *specific gravity* rendah.
- Tahan terhadap kerusakan dan oleh bahan kimia, minyak, bakteri dan serangga.
- Bentuk tetap pada temperatur yang tinggi.
- Jaring maupun tali mampu menahan ikan dengan kuat saat menangkap ikan.

Untuk perencanaan kapal ini, alat tangkap yang digunakan adalah *bubu*.

4.8.5. Isolasi Ruang Palkah

Ruang palkah sebagai penyimpan muatan perlu diperhatikan, terutama kekedapannya untuk menjaga kestabilan suhu ruangan agar mutu ikan tetap terjaga. Hal-hal yang perlu diperhatikan teknik pengisolasian (Burhanudin, 2002) :

1. Settling : pemasangan pada tempat yang direncanakan.
2. Fire resistant : dinding kapal terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar.
3. Strength and Compressibility : bahan isolasi harus mempunyai kekuatan yang cukup dan harus mampu menahan beban muatan.
4. Durability : bahan isolasi harus mempunyai ketahanan yang cukup, agar tidak mudah rusak sehingga biaya perbaikan menjadi rendah.
5. Adour : bahan ini tidak boleh berbau karena jika berbau akan mempengaruhi muatan.
6. Moisture absorption : bahan isolasi tidak boleh terbuat dari bahan yang mudah menyerap air, karena hal tersebut akan memudahkan penghantaran panas.

4.8.6. Perencanaan Ruang Palkah Kapal Ikan

Ruang palkah ikan ini dirancang sedemikian rupa sehingga ikan hasil tangkapan dapat bertahan hidup dalam waktu yang cukup lama, sampai ikan tersebut jatuh ke tangan konsumen. Bahan dan jenis bak palkah ini tentunya sesuai dengan karakteristik yang telah disebutkan di atas. Sedangkan teknik yang digunakan agar ikan ini bisa bertahan hidup adalah dengan menjaga suhu di dalam palkah antara 19 – 24° C, dengan menggunakan *Refrigerated Sea Water* (RSW) atau *Chilled Sea Water* (CSW) dengan metode pendinginannya adalah *Mechanical Refrigeration*. *Mechanical Refrigeration* terdiri dari pompa, air yang di uapkan dan unit condensing (penghantar). Jika didalam merancang mechanical systemnya dengan baik maka pengoperasiannya dapat mencapai temperatur di atas. Selain itu juga dilengkapi dengan pompa untuk menjaga salinitas air laut di dalam palkah, agar air laut bisa terus diganti dengan yang baru. Untuk bak palkah ukuran 1.5 x 1 x 1m, idealnya mampu menampung 30 kg ikan hidup. Makanan ikan yang diberikan (ikan rucah atau potongan ikan jenis lemuru) diusahakan jangan terlalu banyak, karena bisa menambah banyak kotoran ikan. Kotoran ikan yang berlebihan mengandung zat amonia yang bisa menyebabkan kematian pada ikan. Selain itu ventilasi dari bak palkah ini diusahakan cukup agar kebutuhan oksigennya terpenuhi dengan baik. Ada satu lagi cara yang tergolong unik dalam menjaga daya tahan hidup ikan dalam bak palkah, yaitu dengan memasukkan seekor ikan hiu kecil. Dengan adanya ikan hiu kecil ini maka ikan di dalam bak palkah akan terus bergerak untuk menghindari dari pemangsa tersebut, sehingga ikan-ikan ini akan selalu terjaga dan selalu lincah. Hal ini bisa menambah daya tahan hidup ikan di dalam bak palkah, meskipun kita harus berkorban 1 – 2 ekor ikan hasil tangkapan.

BAB V

ANALISA EKONOMI

5.1. ANALISA INVESTASI

Analisa ekonomi yang dimaksud disini pada dasarnya adalah suatu analisa untuk menilai kelayakan suatu investasi dengan melihat profitabilitas dari Investasi tersebut. Analisa ini akan dimulai dengan menaksir arus kas selama periode pinjaman (15 tahun) dan kemudian menentukan tingkat bunga yang dipandang layak. Selanjutnya arus kas dan tingkat bunga tersebut digunakan untuk menilai Profitabilitas Investasi dengan menggunakan metode-metode sebagai berikut :

- *Net Present Value* (NPV)
- *Break Event Point* (BEP)
- *Internal Rate of Return* (IRR)

5.1.1. Perencanaan Trip

Pada penelitian ini untuk sekali trip operasi direncanakan dilakukan selama 4 hari, dengan perincian :

⇒ Direncanakan T_{opr} .	=	4	hari
○ Berangkat	=	1	hari
○ Operasi	=	1	hari
○ Pulang	=	1	hari
○ Bongkar muat	=	1	hari
⇒ Jarak maksimal operasi	=	100	mil
	=	185.2	km
⇒ Jumlah maksimal trip dalam setahun	=	$365 \text{ hari} / T_{opr}$	
	=	$365 / 4$	
	=	± 91	kali / tahun

Dalam setahun, nelayan tidak mungkin akan melakukan operasi penangkapan secara terus menerus. Ada faktor-faktor yang membuat nelayan tidak bisa melaut sepanjang tahun, seperti bulan purnama dimana berdasarkan pengalaman, ikan-ikan sangat sulit untuk ditangkap. Oleh karena itu perlu dilakukan koreksi perhitungan jumlah trip dalam setahun, yaitu :

⇒ Koreksi perhitungan T_{kor} :			
○ Bulan purnama	=	24	hari
○ Perbaikan kapal	=	15	hari
○ Libur crew	=	12	hari
○ Total T_{kor}	=	51	hari
⇒ Trip koreksi	=	T_{kor} / T_{opr}	
	=	$51 / 4$	
	=	± 13	kali

Jadi, dalam setahun total trip direncanakan yang dapat dilakukan adalah sebanyak 78 kali trip/tahun.

5.1.2. Perkiraan Arus Kas

a) Arus kas investasi

Arus kas ini merupakan arus kas keluar (karena itu akan diberi tanda negatif), dan terjadi pada awal periode (tahun ke 0). Arus kas investasi terdiri dari :

- Biaya lambung kapal = Rp 139.908.144,31
- Biaya outfit dan peralatan = Rp 88.944.86,59
- Biaya permesinan = Rp 179.625.000,00

Sehingga total Investasinya adalah Rp 408.478.030,90.

b) Arus kas operasional

Arus kas ini merupakan arus kas yang terjadi karena operasional dari investasi tersebut. Seperti yang dijelaskan pada bab IV biaya operasional dari kapal ikan ini sebagai berikut :

➤ Biaya Tetap

- ✓ Angsuran pinjaman + bunga bank = Rp 54.686.540,45
- ✓ Biaya asuransi diasumsikan 1.5% dari biaya investasi = Rp 6.127.170,46
- ✓ Gaji dan Tunjangan ABK Rp 48.000.000,00
- ✓ Makanan ABK Rp 18.720.000,00
- ✓ Biaya perawatan kapal, asumsi 10% dari harga kapal Rp 40.847.803,09

Jadi Total Biaya Tetapnya adalah Rp 173.941.865.19/tahun

➤ Biaya Variabel

- ✓ Biaya bahan bakar = Rp 305.441.770,89
- ✓ Biaya pelumas = Rp 63.555.815,24
- ✓ Biaya air tawar = Rp 1.404.000,00
- ✓ Biaya tambat = Rp 274.827,61
- ✓ Biaya bongkar muat = Rp 5.285.523,57

Jadi Total Biaya Variabelnya adalah Rp 370.401.586,13

Total Biaya Operasional adalah Rp 544.343.451,32/tahun.

c) Penyusutan

Metode penyusutan yang dipakai adalah penyusutan garis lurus yang nilainya tetap selama umur ekonomis dari aktiva tetap yang bersangkutan. Penyusutan ini dapat dirumuskan :

Penyusutan = nilai awal aktiva tetap/umur ekonomis

Perkiraan umur kapal adalah 20 tahun dengan nilai awal aktiva tetap adalah Rp 408.478.030,90

$$\text{Penyusutan per tahun} = \frac{408.478.030,90}{20} = \text{Rp } 20.423.901,54$$

d) Pinjaman

Investasi awal sepenuhnya (100%) didapat dari pinjaman dengan suku bunga pinjaman sebesar 16% (*rata-rata untuk bunga pinjaman bank BUMN*) dan jangka waktu pengembalian ($n = \text{periode}$) = 15 tahun, sehingga :

$$\text{PMT} (16\%, 16, -408.478.030,90) = \text{Rp } 35.442.279,44$$

e) *Pendapatan*

Pendapatan dari investasi ini didapat dari hasil penjualan ikan yang ditangkap tiap trip, sehingga pendapatan per tahun dengan trip 78 kali dalam setahun adalah muatan x jumlah trip (78 kali) x harga ikan, harga ikan disini adalah harga rata-rata dari jenis ikan yang ditangkap. Karena jumlah ikan hasil tangkapan yang didapat tidak selalu penuh (100%). Maka jumlah tangkapan divariasikan dari 50 – 100% dari muatan bersih (Pb), sebagai berikut :

- ✓ Harga ikan rata-rata = Rp 30.000,00/kg, maka :
- ✓ Untuk Pb 100%, pendapatannya = Rp 9.000.000/Trip dan Rp 702.000.000/Th
- ✓ Untuk Pb 90%, pendapatannya = Rp 8.100.000/Trip dan Rp 631.800.000/Th
- ✓ Untuk Pb 80%, pendapatannya = Rp 7.200.000/Trip dan Rp 561.600.000/Th
- ✓ Untuk Pb 70%, pendapatannya = Rp 6.300.000/Trip dan Rp 491.400.000/Th
- ✓ Untuk Pb 60%, pendapatannya = Rp 5.400.000/Trip dan Rp 421.200.000/Th
- ✓ Untuk Pb 50%, pendapatannya = Rp 4.500.000/Trip dan Rp 351.000.000/Th

5.2. PERHITUNGAN NPV, BEP dan IRR

Salah satu metode perhitungan Pay Back Period atau jangka waktu investasi kembali adalah NPV (Net Present Value). NPV adalah suatu metode yang mengevaluasi kelayakan investasi suatu proyek. Metode ini memerlukan data – data sebagai berikut :

- Investasi awal.
- Suku bunga bank.
- Keuntungan dari hasil operasi dalam satu tahun.

Untuk perhitungan NPV dipakai cara tabulasi karena merupakan perhitungan berulang atau iterasi. Perhitungan NPV untuk tahun ke – n adalah sebagai berikut :

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0$$

Dimana :

n = Waktu

r = Bunga

C_t = Net cash flow (the amount of cash) pada saat t

C_0 = Investasi Awal (t = 0)

Untuk menentukan payback period, perlu diketahui terlebih dahulu komponen-komponen yang mempengaruhinya, diantaranya harus mengetahui *net cash flow* tiap tahunnya. *Net cash flow* adalah selisih antara pendapatan dan pengeluaran tiap tahun dengan kenaikan suku bunga tertentu. Pendapatan yang diperoleh dari kapal ini adalah dari penjualan ikan tiap operasi selama satu tahun. Untuk biaya pengeluaran yang dikeluarkan owner diantaranya :

- Gaji crew dan insentifnya (4 orang).
- Reparasi dan perawatan.
- Asuransi.
- Pelabuhan.
- Premi ABK.

Perencanaan pendapatan yang dilakukan disini adalah Perencanaan pendapatan/tahun, dimana jumlah trip yang direncanakan ada 78 kali trip. Maka komposisinya adalah sebagai berikut :

- ✓ Muatan (Pb) 100% , maka diperoleh :
 - NPV = Rp 1.867.000.000,00
 - BEP = Tahun ke 3
 - IRR = 41.7 %
- ✓ Muatan (Pb) 90% , maka diperoleh :
 - NPV = Rp 1.255.000.000,00
 - BEP = Tahun ke 3
 - IRR = 33.0 %
- ✓ Muatan (Pb) 80% , maka diperoleh :
 - NPV = Rp 858.000.000,00
 - BEP = Tahun ke 4
 - IRR = 27.3 %
- ✓ Muatan (Pb) 70% , maka diperoleh :
 - NPV = Rp 497.000.000,00
 - BEP = Tahun ke 5
 - IRR = 21.6 %
- ✓ Muatan (Pb) 60% , maka diperoleh :
 - NPV = Rp 157.000.000,00
 - BEP = Tahun ke 6
 - IRR = 15.5 %
- ✓ Muatan (Pb) 50% , maka diperoleh :
 - NPV = - Rp 118.000.000,00
 - BEP = Tahun ke 7
 - IRR = 8.8 %

5.3. TINJAUAN KELAYAKAN INVESTASI

Kelayakan investasi dapat terlihat dari perbandingan antara IRR (*Internal Rate of Return*) dan MARR (*Minimum Acceptable Rate Return*). MARR adalah nilai minimal dari tingkat pengembalian atau bunga yang bisa diterima oleh investor. Dengan kata lain, bila suatu investasi menghasilkan bunga atau tingkat pengembalian (*Rate of Return*) yang lebih kecil dari MARR maka investasi tersebut dinilai tidak ekonomis sehingga tidak layak untuk dikerjakan [Nyoman Pujawan, Ekonomi Teknik, 1995]. Dengan kata lain menganalisa kelayakan investasi, dilakukan perbandingan nilai antara IRR dan MARR. Sebuah investasi dikatakan layak apabila $IRR > MARR$. Artinya modal yang dimiliki akan lebih menguntungkan pada jangka waktu tertentu jika diinvestasikan untuk usaha daripada diinvestasikan ke Bank.

Adapun perbandingan antara IRR dengan MARR untuk masing-masing variasi muatan adalah sebagai berikut :

- Muatan 100 % :
 - IRR = 41.7 %
 - MARR = 18.2 %
- Muatan 90 % :
 - IRR = 33.0 %
 - MARR = 16.8 %

- Muatan 80 % :
IRR = 27.3 %
MARR= 15.7 %
- Muatan 70 % :
IRR = 21.6 %
MARR= 14.4 %
- Muatan 60 % :
IRR = 15.5 %
MARR= 12.9 %
- Muatan 50 % :
IRR = 8.8 %
MARR= 11.3 %

Tabel 5.1. Perbandingan IRR dan MARR

Muatan	IRR (%)	MARR (%)	Status
100%	41.7	18.2	OK
90%	33.0	16.8	OK
80%	27.3	15.7	OK
70%	21.6	14.4	OK
60%	15.5	12.9	OK
50%	8.8	11.3	NOT OK

Untuk mengetahui lebih jelas tentang perhitungan Analisa Ekonomi dapat dilihat pada *lampiran*.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Dari hasil optimasi dan analisa yang telah dilaksanakan, maka didapatkan hasil rancangan kapal ikan dengan ukuran-ukuran utama kapal sebagai berikut :

Lpp	= 17.0 m
B	= 5.0 m
H	= 2.1 m
T	= 1.7 m
Vs	= 8 knot
Cb	= 0.5397
Cm	= 0.8153
Cp	= 0.6619
Cw	= 0.8080
GT	= 40.56 tonnage
DWT	= 43.93 ton
Crew	= 4 orang

Profitabilitas investasi dari usaha ini adalah sebagai berikut :

- Untuk muatan (Pb) 100%, semua prasyarat mengenai kelayakan investasi dalam satu tahun adalah *memenuhi*, dengan range perhitungan ;
 - Pendapatan = Rp 702.000.000,00
 - NPV = Rp 1.867.000.000,00
 - BEP = Tahun ke 3
 - IRR = 41.7 %
 - MARR = 18.2 %
- Untuk muatan (Pb) 90%, semua prasyarat mengenai kelayakan investasi dalam satu tahun adalah *memenuhi*, dengan range perhitungan ;
 - Pendapatan = Rp 631.800.000,00
 - NPV = Rp 1.255.000.000,00
 - BEP = Tahun ke 3
 - IRR = 33.0 %
 - MARR = 16.8 %
- Untuk muatan (Pb) 80%, semua prasyarat mengenai kelayakan investasi dalam satu tahun adalah *memenuhi*, dengan range perhitungan ;
 - Pendapatan = Rp 561.600.000,00
 - NPV = Rp 858.000.000,00
 - BEP = Tahun ke 4
 - IRR = 27.3 %
 - MARR = 15.7 %
- Untuk muatan (Pb) 70%, semua prasyarat mengenai kelayakan investasi dalam satu tahun adalah *memenuhi*, dengan range perhitungan ;
 - Pendapatan = Rp 491.400.000,00
 - NPV = Rp 497.000.000,00
 - BEP = Tahun ke 5

- IRR = 21.6 %
- MARR = 14.4 %
- Untuk muatan (Pb) 60%, semua prasyarat mengenai kelayakan investasi dalam satu tahun adalah *memenuhi*, dengan range perhitungan ;
 - Pendapatan = Rp 421.200.000,00
 - NPV = Rp 157.000.000,00
 - BEP = Tahun ke 6
 - IRR = 15.5 %
 - MARR = 12.9 %
- Untuk muatan (Pb) 50%, semua prasyarat mengenai kelayakan investasi dalam satu tahun adalah *tidak memenuhi*, dengan range perhitungan ;
 - Pendapatan = Rp 351.000.000,00
 - NPV = - Rp 118.000.000,00
 - BEP = Tahun ke 7
 - IRR = 8.8 %
 - MARR = 11.3 %

Dari perhitungan kelayakan ekonomi di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa investasi kapal ikan ini dikatakan layak jika muatan ikan yang diperoleh setiap kali operasi mencapai 60 % ke atas (muatan \geq 60 %) dalam satu tahun.

6.2. SARAN

Mengingat masih banyaknya perhitungan yang dilakukan dengan pendekatan sederhana, maka untuk penyempurnaan disarankan untuk melakukan beberapa proses perencanaan lebih lanjut mengenai :

- Perancangan detail konstruksi badan kapal dan rumah geladak meliputi jenis konstruksi, bahan konstruksi dan gambar konstruksi.
- Perlunya diteliti kapal ini dengan jenis yang sama, ukuran utama kapal yang sama tapi dengan bahan lambung (badan konstruksi) selain kayu.
- Perhitungan biaya produksi secara detail meliputi biaya pembangunan kapal secara akurat dengan adanya detail konstruksi kapal dan rencana produksi. Hal ini termasuk pula penentuan harga-harga tiap elemen perlengkapan dan peralatan menurut harga yang ada dipasaran.
- Perhitungan berat konstruksi badan kapal dengan metode section. Sehingga didapat berat konstruksi yang mendekati sesungguhnya. Selanjutnya juga perhitungan berat perlengkapan dan peralatan, permesinan dan lain sebagainya dengan metode item per item. Dengan perhitungan berat kapal yang akurat ini maka akan dihasilkan rancangan yang lebih sempurna.
- Analisa tingkat kelayakan investasi disarankan tidak hanya menggunakan analisa NPV, BEP, dan IRR saja, tetapi dihitung juga tingkat kelayakan investasi dengan metode-metode yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Biro Klasifikasi Indonesia, *Buku Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut, Peraturan Kapal Ikan*, 1996
- Burhanudin, *Analisa Teknis dan Ekonomis kapal penangkap ikan yang sesuai untuk kondisi daerah kabupaten Lombok Timur*, Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS, 2002
- Code On Stability For All Types Of Ships*, IMO 2002
- Dinas Perikanan dan Kelautan daerah Propinsi Jawa Timur, *Potensi Perikanan Jawa Timur*, Dinas Perikanan dan Kelautan Propinsi Jawa Timur
- Fahlevi, M, Darlian, *Analisis Teknis dan Ekonomis kapal penangkap ikan yang sesuai untuk daerah Bawean*, Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS, 2002
- Fyson, Jhon, *Design of Small Fishing Vessels*, FAO, Fishing New books Ltd, England, 1985
- Gnash, Stepen G and SOFER, ARIELA, *Linear and nonlinear programming*, the MCGraw-Hill companies, Inc, 1996
- Hakim, Arif Rachman, *Analisa Teknik dan Ekonomi Perencanaan Kapal Ikan Multi Purpose*, Jurusan Teknik Perkapalan FTK-ITS, 2005
- Husnan, Suad, *Manajemen Keuangan Teori dan Penerapan (keputusan jangka panjang)*, buku 1, BPFE Yogyakarta, 2000
- Intact Stability Criteria for Passenger and Cargo Ships*, IMO 1987
- International Conference on SAFETY OF FISHING VESSELS, *Terremolinos International convention for safety of fishing vessels*, 1977
- Lembar Informasi Pertanian (LIPTAN), *Penangkapan Ikan Kerapu*, Loka Pengkajian Teknologi Pertanian Koya Barat, 1996
- Lewis, Edward V, *Principles of Naval Architecture, Second Revision, Volume II Resistance, Propulsion and Vibration*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, Jersey City, 1988
- Manning, George C, *The Theory and Technique of Ship Design*, the Technology Press of the Massachusetts of Technology and Jhon Willey & Son Inc, New York, 1956
- Murdiadi, Dedi, *Perancangan armada kapal penangkap ikan jenis Rawai tuna (tuna longline) untuk daerah pantai selatan Jawa Timur*, Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS, 2001
- Pujawan, I Nyoman, *Ekonomi Teknik*, edisi 1, PT guna widya, Jakarta, 1995

Sainsbury, John C, *Commercial Fishing Methods*, Fishing News (Book) Ltd, 1975

Santosa, I.G.M.,Ir, ITS, *Diktat kuliah Perencanaan Kapal*, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya, 1999

Setijoprajudo, Ir, MSE, *Hand Out Kapal Ikan*, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya, 1998

Taggart, Robert, *Ship Design and Construction*, the Society of Naval Architects and Engineers One World Trade Center, Suite 1369, New York, N.Y.10048, 1980

Triatmodjo, Bambang, *Metode Numerik*, Beta Offset, Yogyakarta, 1992

Watson, David, *Practical Ship Design*, Volume 1, Elsevier Science Ltd, Kidlington, Oxford, UK, 1998

LAMPIRAN I
“Perhitungan Teknis dan Solver”

Solver Program
Perencanaan Kapal Ikan Dengan Muatan Ikan Hidup
Di Perairan Brondong

CONSTANTE	Value	Units
Acceleration of Gravity	9.81	m/s ²
Density of Sea Water	1025.9	kg/m ³
Density of FreshWater	1000	kg/m ³

PARAMATERS	Value	Units
Velocity	8	knots
Gross Tonnage	30	tonnes
Distance	100	mil
Sea Time	4	days
Crew Capacity	4	persons

VARIABLE	Minimum	Value	Maksimum	Units	Remark	
Principal Dimension	Lwl	18.5007681		m		
	LPP	15	17.0007885	30	m	OK
	B	4	5.00290282	6	m	OK
	T	1.5	1.72725902	2.5	m	OK
	H	2	2.08834411	3	m	OK

CONSTRAIN	Minimum	Value	Maksimum	Units	Remark	
Capacity	Fish hold capacity	5	6.7763	15	ton	OK
	Gross Tonnage (GT)	30	40.5571	60		OK
Displacement	LBTCb / (LWT + DWT)	-0.005	-0.0050	0.005		OK
Stability	GM at angle of heel 0°	0.35	0.7883	1.8	m	OK
	h at angle of heel >30°	0.2	0.4121	3	m	OK
	Angle of heel at max h	25	35	50	rad	OK
	Righting level at q = 30°	0.03	0.0636	0.2	mrad	OK
	Righting level at q = 40°	0.054	0.0726	0.2	mrad	OK
	Area at 30°	0.05	0.1160	0.5	mrad	OK
	Area at 40°	0.09	0.1758	0.5	mrad	OK
	Rolling period	5	7.6264	9	s	OK
Comparison M. Dimension	L/B	3	3.3982	5		OK
	B/T	2	2.8964	3.2		OK
	B/H	1.5	2.3956	2.4		OK
	L/H	9	9.8426	11		OK
	H/T	1.15	1.2091	1.6		OK

COST		Value	Unit
Building Cost	Hull Construction Cost	139,908,144.31	Rp
	Machinery Cost	179,625,000.00	Rp
	Equipment+Outfit Cost	88,944,886.59	Rp
	TOTAL BUILDING COST	408,478,030.90	Rp
Fixed Cost	Crew Employ	48,000,000.00	Rp/Tahun
	Loan + Rate	54,686,540.45	Rp/Tahun
	Repair Cost	40,847,803.09	Rp/Tahun
	Cost of Port	5,285,523.57	Rp/Tahun
	Administration Cost	274,827.61	Rp/Tahun
	Insurance	6,127,170.46	Rp/Tahun
Variable Cost	Cost of Fuel Oil per Year	305,441,770.89	Rp/Tahun
	Cost of Lubricant Oil per Year	63,555,815.24	Rp/Tahun
	Cost of Fresh Water	1,404,000.00	Rp/Tahun
	Cost of Food & Cons. Per Year	18,720,000.00	Rp/Tahun
	TOTAL OPERATION COST	544,343,451.32	Rp/Tahun
Objective Function (Minimum Cost)		952,821,482.23	Rupiah

RESISTANCE CALCULATION

J. Holtrop and G.G.J. Mannen

Data-data kapal

Lpp	=	17.00078852	m	
Lwl (3% Lpp)	=	17.51081217	m	
B	=	5.002902822	m	
T	=	1.727259021	m	
T				
foward	=	1.727259021	m	
T after	=	1.727259021	m	
V				
dinas	=	8	knot	4.1152 m/s
V Displacement	=	75.81866024	m ³	
Gaya gravitasi	=	9.81	m/s ²	
Massa jenis air laut pada suhu 15°	=	1025.9	kg/m ³	
Kinematic Viscositas				
(v)	=	1.18831E-06	ton/m ³	
Cb	=	0.5024		
Cp	=	0.6252		
Cm	=	0.7595		
Cwp	=	0.8001		
Lcb	=	-0.9025	m	

1 Menentukan Luas permukaan basah

a. Luas permukaan basah badan kapal, jika tidak diketahui dapat dicari dengan menggunakan rumus PNA vol. II page 90

$$S_w = L (2T + B) \sqrt{C_m (0.4530 + 0.4425 C_b - 0.2862 C_m - 0.003467 B/T + 0.3696 C_{wp}) + 2.38 Abt/C_b}$$

Dimana $2.38Abt/C_b = 0$, karena kapal tidak memiliki bulb.

$$S_w = 95.977335 \text{ m}^2$$

b. Luas permukaan basah tonjolan

Tonjolan adalah daun kemudi dan propeller, dilakukan pendekatan menurut DNV sebagai berikut :

$$S_{\text{tonjolan}} = \frac{2LT(1 + 25(B/L)^2)}{100}$$
$$S_{\text{tonjolan}} = 1.8393 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka total luas permukaan basah} = 97.8167 \text{ m}^2$$

Menentukan koefisien tahanan

2 gesek

ITTC 1957 memberikan formula untuk menentukan besarnya koefisien tahanan gesek sebagai berikut :

$$C_{FO} = 0.075 / (\log R_n - 2)^2$$

$$F_n = \frac{v_S}{\sqrt{g \times L_{WL}}}$$

$$F_n = 0.3140$$

$$= 0.3140$$

Untuk $F_n \leq 0.4$, maka R_n adalah :

$$R_n = v L_{wl} / v$$
$$= 60641158$$

$$\text{Jadi, } C_{FO} = 0.0022$$

- 3 Form Factor, adalah bentuk-bentuk yang dapat mempengaruhi tahanan kapal. Bentuk-bentuk ini biasanya dipengaruhi oleh tonjolan dan banyaknya lubang yang terdapat pada lambung kapal, seperti misalnya skeg, sea chest ataupun bilge keel.
- a. Form factor untuk badan kapal dinotasikan dalam $1 + k_1$, dapat ditentukan dengan formula :

$$1 + k_1 = 0.93 + 0.487 c (B/L)^{1.0681} (T/L)^{0.4611} (l/L_R)^{0.1261} (L^3/\nabla)^{0.3646} (1-C_p)^{-0.6042} \quad (\text{PNA Vol II, pg 91})$$

$$B/L = 0.2857$$

$$T/L = 0.0986$$

$$L/T = 10.1379$$

$$T/B = 0.3453$$

$$L/B = 3.5001$$

c = koefisien *after body*

$$= 1 + 0.011 C_{stern}$$

= 1, C_{stern} dapat dilihat dalam tabel dibawah ini :

Specific shape of the afterbody	C_{stern}
Pram with gondola	-25
V - shaped sections	-10
Normal section shape	0
U - shape sections with Hogner stern	10

$$L_R / L = 1 - C_p + 0.06 C_p L_{cb} / (4 C_p - 1)$$

$$= 0.3522$$

Jadi,

$$1 + k_1 = 1.3589$$

- b. Form factor untuk tonjolan yang lain ($1+k_2$), ditentukan dengan dengan menjumlahkan macam tonjolan, berdasarkan tabel.

PNA Vol II, Tabel 25, Pg. 92

Part of Appendages	Area	$1 + k_2$	
			Σ
Rudder behind skeg		1.5	
Rudder behind stern		1.5	0
Twin screw balance rudder		2.8	0
shaft bracket	0	2	0
skeg	0	2	0
strut bossing	0	3	0
hull bossing	0.136119	2	0.272238
Shaft	0	3	0
Stabilizer fins	0	2.8	0
Dome	0	2.7	0
Bilge keel	4.998	1.4	6.9972
	5.134119		7.269438

$$1 + k_2 = 1.4159$$

Jadi,

$$1 + k = (1+k_1) + ((1+k_2) - (1+k_1)) S_{tonjolan}/S_{total}$$

$$1 + k = 1.3599$$

- 4 Menentukan besarnya tahanan gelombang.

$$\frac{R_W}{W} = C_1 C_2 C_3 \times e^{m_1 \times F_n^d} + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})$$

- koefisien m1

untuk $Fn \leq 0.4$:

$$m1 = 0.01404 L/T - 0.17525 V^{1/3} / L - 4.7932 B/L - C_5$$

$$C_5 = 8.0798 Cp - 13.8673 Cp^2 + 6.9844 Cp^3 \dots\dots\dots$$

untuk $Cp \leq 0.8$

$$C_5 = 1.3379$$

$$C_5 = 1.7301 - 0.7067 Cp \dots\dots\dots$$

untuk $Cp \geq 0.8$

$$C_5 = 1.2883$$

Jadi, $C_5 = 1.3379$

$$m1 = -2.6074$$

untuk $Fn \geq 0.55$:

$$m1 = -7.2035 (B/L)^{0.3269} (T/B)^{0.6054}$$

$$m1 = -2.5123$$

Jadi, $m1 = -2.6074$

- koefisien C_4

untuk $B/L \leq 0.11$:

$$C_4 = 0.2296 (B/L)^{0.3333}$$

$$= 0.1512$$

untuk $0.11 \leq B/L \leq 0.25$:

$$C_4 = B/L$$

$$= 0.2857$$

untuk $B/L \geq 0.25$:

$$C_4 = 0.5 - 0.0625 L/B$$

$$= 0.2812$$

Jadi, $C_4 = 0.2812$

- koefisien C_1

$$C_1 = 2223105 C_4^{3.7861} (T/B)^{1.0798} (90 - i_E)^{-1.3757} \\ 125.67 (B/L) - 162.25 Cp^2 + 234.32 Cp^3 + 0.1551 (Lcb + (6.8(Ta-Tf)/T)^3 \text{ (sudut masuk)})$$

$$i_E = \frac{29.63284}{2} \text{ }^\circ$$

$$C_1 = 20.5421$$

- koefisien C_2

$$C_2 = 1 \text{ (nilai 1 untuk kapal yang tidak mempunyai bulb)}$$

- koefisien C_3

$$C_3 = 1 - 0.8 A_T / (BT Cm)$$

Perhitungan A_T

WL	1.3208451	1.3716469	1.422448605	1.4732503	1.5240521	1.5748538	1.6256555
F.S	1	4	2	4	2	4	2
y	0	0	0	0	0	0	0
F.S * y	0	0	0	0	0	0	0

$$h = \frac{0.050801}{7} \text{ m}$$

$$A_T = 2 * 1/3 * h * \Sigma$$

$$A_T = 0.0000 \text{ m}^2$$

Jadi, $C_3 = 1.0000$

- koefisien C_6

$$C_6 = -1.69385$$

untuk $L^3/V \leq 512$

$$C_6 = 1.69385 + (L/V^{1/3} - 8.0)/2.36$$

untuk $512 \leq L^3/V \leq 1727$

$$= 0.0571016$$

$$C_6 = 0$$

untuk $L^3/V \geq 1727$

Jadi, $C_6 = -1.6939$

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.03 L/B \quad \text{untuk } L/B \leq 12$$

$$\lambda = 0.7990$$

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.36 \quad \text{untuk } L/B \geq 12$$

$$\lambda = 0.5440$$

Jadi, $\lambda = 0.7990$

- koefisien m_2

$$m_2 = C_3 0.4 e^{0.034 F_n^{3.29}}$$

$$m_2 = -0.6780$$

- parameter d

$$d = -0.9000 \quad (\text{tetapan untuk } F_n \leq 0.4)$$

$$\frac{R_w}{W} = C_1 C_2 C_3 \times e^{m_1 \times F_n^d} + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})$$

$$R_w/W = 0.0064$$

$$W = 762142.44$$

- Koefisien C_A (model ship correlation allowance)

$$C_A = 0.006 (L + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

$$C_A = 0.0007486$$

- Perhitungan total

$$R_T = 1/2 \rho V^2 S_{tot} (C_{FO} (1+k1) + C_A) + (R_w/W) W$$

$$R_T = 8133.6225 \text{ N}$$

$$R_T = 8.1336225 \text{ kN}$$

POWERING OF Bubu's FISHING VESSEL

$$\begin{aligned} V_d &= 8 \text{ knot} = 4.1152 \text{ m/s} \\ C_b &= 0.5024 \\ 1 \text{ hp} &= 0.7457 \text{ kW} \\ R_T &= 8.1336 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perhitungan Trust deduction (T), besarnya trust yg dibutuhkan untuk menggerakkan kapal dgn tahanan sebesar RT

$$\begin{aligned} R_T &= (1-t) T \\ T &= R_T / (1-t) \\ t &= \text{trust deduction fraction} \\ t &= kw \end{aligned}$$

dimana :
 $k = 0.50$ to 0.70 for vessels equipped with streamlined or contrarudders
 $k = 0.70$ to 0.90 for vessels equipped with double-plate rudders attached to square rudders posts
 $k = 0.90$ to 1.05 for vessels equipped with old stile single-plate rudders
 $w =$ wake fraction yang harganya diambil dari *Table 4, PNA Vol II Pg. 158*, dengan melakukan interpolasi terhadap harga C_b

Values of Wake Fraction from Taylor

Cb	Wake Fraction (Taylor)	
	Twin Screw Ship	Single Screw Ship
0.50	-0.038	0.230
0.55	-0.021	0.234
0.60	0.007	0.243
0.65	0.045	0.260
0.70	0.091	0.283
0.75	0.153	0.314
0.80	-	0.354
0.85	-	0.400
0.90	-	0.477

$$\text{Rumus Interpolasi(Find Y) : } (X - x_1) / (x_2 - x_1) = (Y - y_1) / (y_2 - y_1)$$

$$\begin{aligned} -w (C_b = 0.50 \sim 0.55) &= 0.2302 \\ -w (C_b = 0.55 \sim 0.60) &= 0.2254 \\ -w (C_b = 0.60 \sim 0.65) &= 0.2098 \\ -w (C_b = 0.65 \sim 0.70) &= 0.1921 \\ -w (C_b = 0.70 \sim 0.75) &= 0.1605 \\ -w (C_b = 0.75 \sim 0.80) &= 0.1159 \\ -w (C_b = 0.80 \sim 0.85) &= 0.0802 \\ -w (C_b = 0.85 \sim 0.90) &= -0.1353 \end{aligned}$$

Maka, harga $w = 0.2302$

$$t = 0.1842$$

Sehingga, harga T dapat ditentukan.

$$\begin{aligned} T &= R_T / (1-t) \\ &= 9.9696 \text{ kN} \\ V_A &= 3.1679 \text{ m/s} \end{aligned}$$

EFFECTIVE POWER CALCULATION

$$\begin{aligned} P_E &= R_T \times V \\ &= 33.471484 \text{ hp} \\ P_T &= T \times V_A \\ &= 31.582657 \text{ hp} \\ P_D &= P_E / \eta_p \text{ hp (untuk kondisi awal diambil effeciency 0.5)} \\ &= 55.785806 \\ \text{BHP} &= P_D / \eta_s \text{ (untuk kamar mesin dibelakang, diambil } \eta_s = 0.98 \text{)} \\ &= 56.924292 \text{ hP} \quad 57 \\ &= 42 \text{ kW} \end{aligned}$$

FREEBOARD CALCULATION ACCORDING TO PGMI 1986, L < 50 m

Lpp =	17.00079	m		
B =	5.002903	m		
T =	1.727259	m		
H =	2.088344	m		
Cb =	0.502429			
Station =	0.42502	m		
h =	2.1	m		
K. Mesin =	0		12	
Is =	4.857368	m		10.22342

Lambung timbul awal

Lwl = 0.96 Lwl pada 0.85 D	L =	17.76074	m
L = Lpp pada 0.85 D	L =	17.00079	m

$$L = 17.76074 \text{ m (yang terbesar)}$$

$$fb = 0.8 L \quad \text{cm}$$

$$fb = 14.20859 \quad \text{cm}$$

Koreksi Koefisien Block Cb

$$fb' = fb * \frac{0,68 + Cb}{1,36}$$

$$fb' = 12.35342 \quad \text{cm}$$

Cb < 0.68 , maka fb' = fb

$$fb' = 14.20859 \quad \text{cm}$$

Koreksi Tinggi D

$$Koreksi(D) = 20 \left(D - \frac{L}{15} \right)$$

$$D = 18.0859$$

$$D < \frac{L}{15} = 1.133386$$

$$\text{Jadi, D} = 18.0859$$

Tinggi standar untuk bangunan atas untuk L < 125 m

$$hs = 1.8 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bangunan atas} = 4.857 \text{ (l) m}$$

Bila h < hs , maka

$$I_s = \frac{h}{hs} * l$$

Bila h > hs , maka

$$I_s = l$$

$$l_s = 4.857$$

Koreksi bangunan atas

$$\text{Koreksi}(BA) = -50 \frac{\sum l_s * h_s}{L} \quad \text{cm}$$

$$BA = -24.614 \text{ cm}$$

Koreksi lengkung memanjang

Kapal menggunakan sheer standar.

Sheer pada :

$$\begin{aligned} AP &= 0.376908 \text{ m} & Sa \\ FP &= 0.779763 \text{ m} & Sf \end{aligned}$$

$$A = \frac{1}{6} [2,5(L + 30) - 100(Sf + Sa)] \left(0,75 - \frac{S}{2L} \right)$$

$$\begin{aligned} A &= 0.381719 \\ B &= 0.125L = 2.220092 \\ S &= \sum l_s \end{aligned}$$

Bila :

$$\begin{aligned} A > 0 & & \text{Koreksi LMK} &= A \text{ cm} \\ A > 0 \text{ dan } \left| \frac{A}{B} \right| > 1 & & \text{Koreksi LMK} &= B \text{ cm} \\ A > 0 \text{ dan } \left| \frac{A}{B} \right| < 1 & & \text{Koreksi LMK} &= A \text{ cm} \end{aligned}$$

jadi :

Lambung Timbul Awal setelah koreksi Cb	=	14.20859
Lambung Timbul Awal setelah koreksi D	=	18.0859
Lambung Timbul Awal setelah koreksi BA	=	-24.614
Lambung Timbul Awal setelah koreksi LMK	=	2.220092
		<u>9.900562</u> cm
		0.099006 m

Standard For Tonnage Measurement of Ships
by Marine Safety Directorate Safety and Security Canada

Lpp =	17.000789	m
B =	5.0029028	m
T =	1.727259	m
H =	2.0883441	m
Cb =	0.5024	
Jrk. St. =	0.4250197	m
Jlh. St. =	40	

$$GT = K_1 \times V$$

dimana :

$$V = \text{Total volume dari enclosed spaces dari kapal (m}^3 \text{)}$$

$$K_1 = 0.2 + 0.02 \text{ Log}_{10}V$$

Perhitungan V :

- a. Perhitungan Volume ruang tertutup di bawah deck (*below upper deck*)

$$\text{Tinggi wL (} h_1 \text{)} = 0.050802 \text{ m} \quad 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot h_1 = \mathbf{0.033868}$$

$$\text{Jarak Station (} h_2 \text{)} = 0.42502 \text{ m} \quad \frac{1}{3} \cdot h_2 = \mathbf{0.141673}$$

Jadi, harga V :

$$V = \mathbf{130.2237 \text{ m}^3}$$

- b. Perhitungan *enclosed spaces above upper deck* yang lain
 - bangunan atas

$$\text{panjang} = 4.8574 \text{ m}$$

$$\text{lebar} = 3.502032 \text{ m}$$

$$\text{tinggi} = 2.1$$

$$V = \mathbf{35.7224 \text{ m}^3}$$

- c. $V_T = \mathbf{165.9461 \text{ m}^3}$

Jadi,

$$GT = K_1 \times V$$

$$= \mathbf{40.5571}$$

Wieght Calculation of Bubu's Fishing Vessel

Lwl =	17.510812	m		19.55090679
Lpp =	17.000789	m	Jarak St =	0.425019713 m
B =	5.0029028	m		
T =	1.727259	m		
H =	2.0883441	m		
L/H =	8.1408			
C _B =	0.5024			
L(B/3+H)=	63.8546			



KOMPONEN LWT

a. Perhitungan Berat Lambung

WSA =	132.46468	m ²	5.43105187	m ³
Berat =	4344.8415	kg		

b. Berat Gading

Jarak gading = 0.41 m 0.41 m

c. Berat Papan Geladak

Tabel 7b

Jarak Balok Gld, Geladak

L(B/3+H)	Jarak Blok	Tbl. Gld.
m2	mm	mm
20	425	33
25	445	35
30	465	37
35	490	39
40	505	41
50	540	43
60	570	46
70	600	48
80	625	50
90	650	51
100	675	53
120	710	56
140	740	59
160	775	61
180	795	64
200	820	66
220	845	67
240	865	68
260	880	70

Jarak Balok =	600	600	mm
	600		
Tebal Gld. =	48	48	mm
	48		

Perhitungan berat

Station	FS	y	FS * y
-2	2.0404	1.64095213	3.348170118
-1	8.1615	1.78203399	14.54412434
AP	3.0404	1.93612339	5.886555818
1	4	2.00416287	8.016651482
2	2	2.06519828	4.13039657
3	4	2.13924125	8.556964986
4	2	2.18726911	4.374538227
5	4	2.24830453	8.993218112
6	2	2.29032891	4.580657824
7	4	2.33935736	9.357429438
8	2	2.38038116	4.760762325
9	4	2.4144009	9.657603607
10	2	2.44141658	4.882833154
11	4	2.46142819	9.845712753
12	2	2.4764369	4.952873793
13	4	2.48744328	9.949773132
14	2	2.50145141	5.002902822
15	4	2.50145141	10.00580564
16	2	2.50145141	5.002902822
17	4	2.50145141	10.00580564
18	2	2.50145141	5.002902822
19	4	2.50145141	10.00580564
20	2	2.48544212	4.970884244
21	4	2.4764369	9.905747587
22	2	2.46543051	4.930861021
23	4	2.45142238	9.805689531
24	2	2.43241135	4.864822704
25	4	2.41139916	9.64559664
26	2	2.38138174	4.762763486
27	4	2.34335968	9.373438727
28	2	2.3013353	4.602670596
29	4	2.24430221	8.977208823
30	2	2.18426737	4.368534744
31	4	2.10221977	8.408879063
32	2	2.01717042	4.034340835
33	4	1.90110307	7.604412289
34	2	1.77903224	3.558064487
35	4	1.63795038	6.551801535
36	2	1.45784588	2.915691764
37	4	1.27473964	5.098958556
38	2	1.06661888	2.133237763
39	4	0.8234778	3.293911218
FP	1	0.50529318	0.505293185
		$\Sigma =$	281.1771999

Luas Geladak = $2 * 1/3 * h * \Sigma$

= 79.6705685 m²

Volume Geladak = Luas Geladak * tebal papan geladak

= 3.82418729 m³

Berat Papan Gld = Volume geladak * berat jenis kayu

=	3059.34983	kg	2998.162834
---	------------	----	-------------

= 2.99816283 ton

Rekapitulasi Perhitungan Berat Konstruksi

1	Berat Lambung		4344.8415
2	Berat Gading		1339.5247
3	Berat Sekat-sekat		3000.3194
4	Berat Geladak		2998.1628
5	Berat Bangunan Atas		25.2788
6	Berat Balok Geladak		662.3079
7	Berat Galar Balok + Kim		374.5475
8	Berat Pondasi Mesin		110.4000
9	Berat Pagar		468.4057
10	Berat Lunas + Linggi		1347.9097
11	Berat Penegar Sekat		707.8708
12	Berat Wrang		0.9614
13	Berat Tambahan		307.6106
TOTAL =			15380.5302 kg
			15.3805 ton

Berat LWT yang lain (Design of Small Fishing Vessel, by Jhon Fyson)

1. Berat Outfit dan Equipment

Berat Outfit = $50 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO}$

=	8881.02714	kg
=	8.88102714	ton

Berat Equipment = $8 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO}$

=	1420.96434	kg
=	1.42096434	ton

Berat Alat Tangkap (alat tangkap yang digunakan adalah bubu)

Jumlah bubu yang direncanakan adalah 100 buah (ukuran bubu 70x50x40 cm)

Berat tiap bubu	=	5	kg
Total berat bubu	=	500	kg
	=	0.5	ton
Berat Alat Tangkap	=	0.5	ton

Total berat Outfit dan Alat tangkap adalah :

=	10801.99148	kg
=	10.80199148	ton

2. Berat Machinery

Berat permesinan = $15 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO}$

=	2664.30814	kg
=	2.66430814	ton

3. Berat Cadangan

Berat Cadangan diambil (7- 10 %) dari berat LWT (Jhon Fyson)

$W_{res} = 2.884683 \text{ ton}$

$W_{HULL} + W_{ME} + M_o$	=	28.8468	ton
TOTAL LWT	=	31.7315	ton

Perhitungan KG

Perhitungan Stabilitas Awal, menggunakan metode Posdomine

MG = jarak vertical center of gravity terhadap titik metacentra, dimana akan menentukan besarnya lengan momen kopel yang terjadi jika kapal mengalami oleng.

$$MG = KM - KG$$

$$KM = KB + BM$$

$$MG = KB + BM - KG$$

$$KB = (C_w / (C_w + C_b)) * T \quad 0.86363$$

$$= 1.061017$$

$$BM = (C_w (C_w + 0.04) / 12 C_b T) B^2$$

$$= 1.615643$$

Harga KG untuk kapal kosong (W. Hensche) adalah berkisar antara 0.7 ~ 0.8 H

$$KG = 1.461841$$

$$MG = 1.214819 \text{ m}$$

a. Hull

$$VCG_{HULL} = 0.01D (46.6 + 0.135(0.81 - C_B)(L/D)^2)$$

$$= 1.0306349 \text{ m}$$

$$LCG_{HULL} = -0.15 + LCB$$

$$= 1.0524993 \text{ m}$$

b. Machinery

$$VCG_M = h_{db} + 0.35 (D' - h_{db})$$

$$D' = \text{tinggi mesin} \quad 0.811 \text{ m}$$

$$h_{db} = h \text{ pondasi mesin} \quad 0.23 \text{ m}$$

$$VCG_M = 0.43335 \text{ m}$$

c. Outfit

$$VCG_O = D + 1.25$$

$$= 3.3383441 \text{ m}$$

$$KG_{TOTAL} = VCG (1 + FS/100) + KG_{MARGIN}$$

$$VCG = 1.6723771$$

$$KG_{TOTAL} = 1.9059959 \text{ m} \quad 1.461840874$$

PERHITUNGAN DWT

Bagian-bagian DWT

- 1 Weight of Main Engine Consumption
- 2 Weight of Lubricant Oil
- 3 Weight of Fresh Water
- 4 Weight of Food (provisions)
- 5 Weight of Crew
- 6 Fihing Gear

Perencanaan Trip

1. Direncanakan	=	4	hari
* Berangkat	=	1	hari
* Operasi	=	1	hari
* Pulang	=	1	hari
* Bongkar muat	=	1	hari
2. Jumlah trip dalam 1 tahun	=	365 hari / hari trip direncanakan	
	=	91.25	kali
3. Koreksi trip karena bulan purnama tidak efektif untuk operasi, perawatan dan perbiakan kapal, libur untuk crew.			
* Perkiraan Koreksi			
* B.purnama	=	24	hari
* Perbaikan	=	15	hari
* Libur	=	12	hari
Total	=	51	hari
Trip Koreksi	=	Perkiraan Koreksi / Lama Trip	
	=	12.75	
	=	13	kali
Jadi dalam satu tahun jumlah trip	=	Jumlah trip setahun - Trip koreksi	
	=	78.25	kali
	=	78	kali

Perkiraan jumlah tangkapan dalam satu tahun

1. Potensi yang belum dieksploitasi	=	34483	ton/tahun
2. Potensi yang sudah dieksploitasi			
* Tahun 2004	=	3319650	kg/tahun
* Tahun 2005	=	3243350	kg/tahun
* Tahun 2006	=	3844320	kg/tahun
Total	=	10407320	kg/tahun
	=	10407.32	ton/tahun
Rata2	=	3470	ton/tahun
3. Potensi yang belum dieksploitasi (MSY)	=	31013	ton/tahun
4. JTB dalam setahun 80% MSY (DKP, 2006)	=	24810.4	ton/tahun
5. Kapasitas Total Penangkapan dalam setahun	=	318.0820513	ton/tahun
6. Jumlah Kapal yang dibutuhkan untuk menangkap ikan sekian ton	=	6.361641026	= 7 buah
Jarak Maksimal yang direncanakan	=	100	mil laut
	=	185.2	km
	=	185200	m
Kecepatan Kapal	=	4.1152	m/s
Waktu yang dibutuhkan untuk pergi	=	45003.8880	detik
	=	750.0648	menit
	=	12.5011	jam

a. Weight of M.E. Consumption

Faktor Gelombang (misalnya ketika kapal mengalami hal-hal yang tidak diinginkan, sehingga waktu perjalanan lebih lama)
Harga faktor Gelombang berkisar antara 1.1 - 1.4

According to "Design of Small Fishing Vessel, John Fyson" overall consumption of 0.19 kg/HP/hour

* Waktu berlayar	=	97.00216001	jam
* BHP Mesin Utama	=	57.0000	hP
* Konsumsi Bahan Bakar (J. Fyson)	=	0.19	kg/HP-hour
* Total Berat Bahan Bakar ME	=	1050.5334	kg
	=	1.1556	ton

b. Weight of Lubricant Oil

* Waktu Berlayar	=	97.00216001	jam
* BHP Mesin	=	57	hP
* Konsumsi Lubricant Oil	=	0.0000027	ton/HP hour

Total Berat Lubricant Oil	=	0.0164	ton
c. Weight of Fresh Water			
* Jumlah Crew	=	4	orang
* Kebutuhan air tawar (mandi, minum, cuci)	=	20	kg/orang hari
Total Fresh Water	=	240	kg
	=	0.264	ton
d. Weight of Food (Provision)			
*Jumlah crew	=	4	orang
* Asumsi tiap orang	=	5	kg/orang hari
Total Provision	=	80	kg
	=	0.088	ton
e. Weight of Crew			
* Jumlah Crew	=	4	orang
* Asumsi berat Crew perorang	=	100	kg/orang
Total Weight of Crew	=	400	kg
	=	0.4	ton
f. Weight of Fishing Gear			
* Asumsi	=	0.5000	ton
g. Weight of Fishing in Fish Hold			
* Volume Ruang Muat	=	67.76312274	m ³
* Volume Air Laut (50% Vol. R.M.)	=	33.88156137	m ³
* Berat Air Laut	=	34728.60041	kg
* Stowage Factor	=	0.2	ton/m ³
* Muatan (Ikan)	=	6.776312274	ton
* Muatan Total	=	41.50491268	ton

RESULT DWT CALCULATION

Weight of M.E. Consumption	=	1.1556	ton
Weight of Lubricant Oil	=	0.0164	ton
Weight of Fresh Water	=	0.264	ton
Weight of Food (Provision)	=	0.088	ton
Weight of Crew	=	0.4	ton
Weight of Fishing Gear	=	0.5000	ton
Weight of Fishing in Fish Hold	=	41.50491268	ton
TOTAL	=	43.9289	ton
LWT + DWT	=	75.6604	ton
Displacement (Hidrostatik)	=	75.8187	ton
Selisih Berat	=	0.1582	ton
Koreksi	=	0.0021	%
L B T Cb	=	75.6567	ton
LBTCb / (LWT+DWT)	=	-0.004999999	

Building Cost Estimation

Konstruksi Kapal		Berat (Kg)	Jumlah (m3)	Kayu	Harga/m3	HARGA
1	a. Lambung	4344.8415	5.4311	MERBAU	Rp 6,500,000.00	Rp 35,301,837.15
	b. Gading	1339.5247	1.6744		Rp 6,500,000.00	Rp 10,883,638.30
	c. Sekat	3000.3194	3.7504		Rp 6,500,000.00	Rp 24,377,595.00
	d. Geladak	2998.1628	3.8242		Rp 6,500,000.00	Rp 24,857,217.37
	e. Bangunan Atas	25.2788	1.0533		Rp 6,500,000.00	Rp 6,846,348.70
	f. Balok Geladak	662.3079	0.8279		Rp 6,500,000.00	Rp 5,381,251.34
	g. Galar Balok + Kim	374.5475	0.4682		Rp 6,500,000.00	Rp 3,043,198.58
	h. Pondasi	110.4000	0.1380		Rp 6,500,000.00	Rp 897,000.00
	i. Pagar	468.4057	0.5855		Rp 6,500,000.00	Rp 3,805,796.52
	j. Lunas + Linggi	1347.9097	1.6849		Rp 6,500,000.00	Rp 10,951,766.32
	k. Penegar Sekat	707.8708	0.8848		Rp 6,500,000.00	Rp 5,751,449.85
	l. Wrang	0.9614	1.2017	Rp 6,500,000.00	Rp 7,811,045.18	
					Total Konstruksi=	Rp 139,908,144.31

2 Outfitting

a. Alat Tangkap

Biaya pembuatan untuk satu bubu (70x50x40 cm) = Rp 50,000.00
 Jumlah bubu = 100
 Total harga alat tangkap = Rp 5,000,000

b. Outfitting equipment

Harga Outfitting dan equipment diasumsikan 60% dari harga hull =

	Rp 83,944,886.59
Total Outfitting =	Rp 88,944,886.59

3 Permesinan

a. Mesin Utama

kW ME= 42 kW

Harga Main Engine =	143700000
Aux. Engine =	35925000

Total = 179625000

Total biaya pembangunan =	Rp.408,478,030.90
----------------------------------	--------------------------

Operation Cost

1 Biaya tidak tetap

- Biaya bahan bakar
- * Main Engine

- Pemakaian Bahan bakar	=	0.19	kg/hP/jam
- Kebutuhan bahan bakar	=	774.0772369	kg
	=	910.6791022	liter
- Solar per liter	=	4300	Rupiah/liter
Harga	=	305441770.9	Rupiah/Tahun

* Lubricant Oil

		(0.1 ~ 0.3) Total	
- Pemakaian Minyak Lumas	=	BB	
- Kebutuhan Minyak Lumas	=	77.40772369	kg
- Harga Minyak Lumas	=	10000	Rupiah/liter
Harga	=	63555815.24	Rupiah/Tahun

- Biaya air tawar

- Kebutuhan Air tawar	=	240	kg
	=	240	liter
- Harga air perliter	=	75	Rupiah/Liter
	=	1404000	Rupiah/Tahun

- Biaya Tambat

- Biaya tambat	=	1000	1000/GT/tahun (Arif Rakhman Hakim, 2005)
	=	274827.6109	Rupiah/Tahun

- Biaya Bongkar Muat

- Biaya Bongkar Muat	=	10000	1000/Ton/tahun
	=	5285523.574	Rupiah/Tahun

TOTAL BIAYA TIDAK TETAP			=	370401586.13	Rupiah/Tahun
--------------------------------	--	--	---	---------------------	---------------------

2 Biaya Tetap

- Gaji + Tunjangan ABK (Rp 1000000/ bulan) = **48000000** Rupiah/Tahun
- Angsuran
 - Umur Ekonomis Kapal = 20 tahun
 - Bunga / tahun = 12% /tahun
 - Angsuran Pinjaman + Bunga = **54,686,540.45** Rupiah/Tahun
- Asuransi (1.5% dari Biaya Investasi) = **6,127,170.46** Rupiah/Tahun
- Makanan ABK (Rp 15000/hari) = **18720000** Rupiah/Tahun
- Biaya Reparasi Kapal (10% dari harga Kapal) = **40,847,803.09** Rupiah/Tahun

TOTAL BIAYA TETAP			=	173,941,865.19	Rupiah/Tahun
--------------------------	--	--	---	-----------------------	---------------------

TOTAL BIAYA OPERASI			=	544,343,451.32	Rupiah/Tahun
----------------------------	--	--	---	-----------------------	---------------------

PERHITUNGAN INTACT STABILITY MANNING 1956

1 feet =	0.3048	m	
L = length of waterline	= 17.51081	m =	57.45017 feet
B = maximum breadth	= 5.002903	m =	16.41372 feet
B _W = maximum waterline breadth	= 16.41372	feet	
H = mean draft at designed waterline	= 1.73	m =	5.66686 feet
D _M = minimum depth	= 2.09	m =	6.851523 feet
S _F = sheer forward	= 0.78	m =	2.558278 feet
S _A = sheer after	= 0.38	m =	1.236576 feet
Δ ₀ = displacement at designed waterline	= 74.62	long ton	75.81866 metric ton
L _d = length of superstructure which extend to sides of ship	= 4.86	m =	15.93625 feet
d = height of superstructure which extend to sides of ship	= 2.10	m =	6.889764 feet
C _B = block coefficient	= 0.5024		
C _W = waterline coefficient at draft H	= 0.8001		
C _X = midship section coefficient at draft H	= 0.8036		
C _{PV} = vertical prismatic coefficient at draft H	= 0.627928		
A ₀ = area of waterline plane at designed draft	= 754.5063	ft ²	
A _M = area of immersed midship section	= 74.74901	ft ²	
A ₂ = area of vertical centerline plane to depth D	= 531.8815	ft ²	
S = mean sheer	=		
	= area of centerline plane above minimum depth divided by length		
	= 146.1328	ft	
D = mean depth	= 9.395167	ft	
F = mean freeboard	= 3.728307	ft	
A ₁ = area of waterline plane at depth D maybe estimate from			
	A ₀ and nature of stations above waterline		
	= 762.0514	ft ²	

$$\begin{aligned} \Delta_T &= \Delta_0 + (((A_0 + A_1)/2) F/35) \\ &= 119.1873 \text{ ton} \\ \delta &= \frac{\Delta_T}{2} - \Delta_0 \\ &= -15.03101 \text{ ton} \\ C_W' &= \frac{A_2}{LD} \\ &= 0.985415 \\ C_W'' &= C_W' - \frac{140\delta}{BDL} (1-CPV'') \\ &= 0.861386 \\ C_X' &= \frac{A_M + BF}{BD} \\ &= 0.881556 \\ C_{PV}' &= \frac{35 \Delta_T}{A_1 D} \\ &= 0.582652 \\ C_{PV}'' &= \frac{35 \Delta_T}{A_2 B} \\ &= 0.477833 \\ GG' &= KG' - KG \\ &= -2.54257 \text{ ft} \\ KG &= C_{KG} D_M \\ &= 6.253267 \text{ ft} \quad 1.905996 \text{ m} \\ &\quad 1.91 \text{ m} \\ KG' &= \frac{D(1-h_1)\Delta_T - \delta}{2 \Delta_0} \\ &= 3.710701 \text{ ft} \\ h_1 &= 0.492 \\ f_1 &= \frac{D(1-(A_0/A_1))}{2F(1-CPV')} \\ &= 0.033529 \\ G'B_0 &= KG' - KB_0 \\ &= 0.707265 \text{ ft} \\ KG' &= 3.710701 \text{ ft} \\ KB_0 &= (1-h_0)H \\ &= 3.003436 \text{ ft} \\ h_0 &= 0.47 \\ f_0 &= \frac{H((A_1/A_0)-1)}{2F(1-CPV')} \\ &= 0.020426 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G'B_{90} &= \frac{\Delta_T h_2 B}{4 \Delta_0} - \frac{17.5 \delta^2}{\Delta_0 (A_2 - 70(\delta/B)(1-CPV''))} \\ &= 3.069783062 \text{ ft} \\ h_2 &= 0.47 \\ f_2 &= 9.1(C_X' - 0.89) \\ &= 0 \\ G'M_0 &= KB_0 + BM_0 - KG' \\ &= 5.128710398 \\ B_0 M_0 &= \frac{C_1 L B_W^3}{35 \Delta_0} \\ &= 5.835975341 \text{ ft} \\ C_1 &= 0.06 \\ G'M_{90} &= BM_{90} - G'B_{90} \\ &= -1.209425526 \text{ ft} \\ BM_{90} &= \frac{C_1' L D^3}{35 \Delta_0} + \frac{L_1 d D^2}{140 \Delta_0} \\ &= 1.860357536 \text{ ft} \\ C_1' &= 0.08 \\ GM_0 &= KB_0 + B_0 M_0 - KG \\ &= 2.586143861 \text{ ft} \quad 0.788257 \text{ m} \\ GZ &= G'Z' + GG' \sin \phi \\ &= 1.352021951 \text{ ft} \\ \phi &= 30 \\ G'Z' &= b_1 \sin 2\phi + b_2 \sin 4\phi + b_3 \sin 6\phi \\ &= 2.62330522 \text{ ft} \\ b_1 &= \frac{9(G'B_{90} - G'B_0)}{8} - \frac{G'M_0 - G'M_{90}}{32} \\ &= 2.539221341 \\ b_2 &= \frac{G'M_0 + G'M_{90}}{8} \\ &= 0.489910609 \\ b_3 &= \frac{3(G'M_0 - G'M_{90})}{32} - \frac{3(G'B_{90} - G'B_0)}{8} \\ &= -0.291744052 \end{aligned}$$

Perhitungan Rolling Periode

$MG_{MIN} = 0.53 + 2B[0.075 - 0.37(f/B) + 0.82(f/B)^2 - 0.014(B/D) - 0.032(l_s/L)]$ (Solas, INTACT STABILITY, Pg.30)

$l_s = 3.502032 \text{ m}$

$f = \text{smallest freboard} \quad 0.36 \text{ m}$

$MG_{MIN} = 0.617889 \text{ m}$

$MG = 0.788257 \text{ m}$

$TR = \frac{2 \pi k}{\text{sqrt} (g MG)} \quad 0.4317$

$TR = \text{Time Rolling (sekon)} \quad 5.0029$

$k = mB \quad 4.8656$

$m = \text{konstanta (0.32 - 0.45)}$

$B = \text{lebar kapal}$

$TR = 7.626357 \text{ sekon} \quad \text{memenuhi}$

TR untuk kondisi standar adalah 5 - 9 detik

ϕ	$\square \square$	0	5	10	15	20	25	30	35	40
sin	1 ϕ	0.000	0.087	0.174	0.259	0.342	0.423	0.500	0.574	0.643
sin	2 ϕ	0.000	0.174	0.342	0.500	0.643	0.766	0.866	0.940	0.985
sin	4 ϕ	0.000	0.342	0.643	0.866	0.985	0.985	0.866	0.643	0.342
sin	6 ϕ	0.000	0.500	0.866	1.000	0.866	0.500	0.000	-0.500	-0.866
GG' sin	1 ϕ	0.000	-0.222	-0.442	-0.658	-0.870	-1.075	-1.271	-1.458	-1.634
b1 sin	2 ϕ	0.000	0.441	0.868	1.270	1.632	1.945	2.199	2.386	2.501
b2 sin	4 ϕ	0.000	0.168	0.315	0.424	0.482	0.482	0.424	0.315	0.168
b3 sin	6 ϕ	0.000	-0.146	-0.253	-0.292	-0.253	-0.146	0.000	0.146	0.253
GZ (ft)		0.000	0.241	0.489	0.744	0.992	1.207	1.352	1.389	1.287
heel angle		0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	35.000	40.000
Lstatis[m]		0.000	0.073	0.149	0.227	0.302	0.368	0.412	0.423	0.392
Lstatis tot		-0.536	-0.462	-0.387	-0.309	-0.233	-0.168	-0.124	-0.113	-0.144
		0.000	0.2939	0.149	0.907	0.302	1.4718	0.412	1.6929	0.392

$L_{dinamis} \quad 0.0129 \quad 0.0395 \quad 0.0636 \quad 0.0726$

45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0.707	0.766	0.819	0.866	0.906	0.940	0.966	0.985	0.996	1.000
1.000	0.985	0.940	0.866	0.766	0.643	0.500	0.342	0.174	0.000
0.000	-0.342	-0.643	-0.866	-0.985	-0.985	-0.866	0.643	-0.342	0.000
-1.000	-0.866	-0.500	0.000	0.500	0.866	1.000	0.866	0.500	0.000
-1.798	0.766	0.819	0.866	0.906	0.940	0.966	0.985	0.996	1.000
2.539	0.985	0.940	0.866	0.766	0.643	0.500	0.342	0.174	0.000
0.000	-0.342	-0.643	-0.866	-0.985	-0.985	-0.866	0.643	-0.342	0.000
0.292	-0.866	-0.500	0.000	0.500	0.866	1.000	0.866	0.500	0.000
1.033	0.543	0.616	0.866	1.188	1.464	1.600	1.550	1.328	1.000
45.000									
0.315	m	max	0.423						
-0.221		match	8	lmax	35				
1.25955		index	35						

Pengaruh Permukaan Bebas Zat Cair
(PNA Vol. I, 1988)

Momen Inersia :

$$i_r = 1/12 (l \times b^3) \quad m^4$$

l = panjang tangki m
b = lebar tangki m
d = tinggi tangki m

Moment of Transference

$$= C \times i_r / \delta \quad \text{tonm}$$

C = factors for Moment of Transference

i_r = Moment of Inersia

δ = Density of Fresh Water

Table Factors for Moment of Transference (C) - Tanks 50% Full

Ratio of d to b	Angle of Inclination, deg								
	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.1	0.13	0.14	0.14	0.12	0.11	0.09	0.06	0.04	0.02
0.15	0.17	0.21	0.21	0.19	0.16	0.14	0.1	0.07	0.03
0.2	0.18	0.27	0.27	0.26	0.23	0.2	0.16	0.11	0.06
0.25	0.18	0.31	0.34	0.33	0.3	0.26	0.21	0.16	0.09
0.3	0.18	0.35	0.4	0.4	0.37	0.33	0.27	0.21	0.14
0.4	0.18	0.36	0.5	0.53	0.51	0.47	0.41	0.33	0.24
0.5	0.18	0.36	0.57	0.65	0.66	0.63	0.56	0.47	0.38
0.6	0.18	0.36	0.58	0.74	0.8	0.79	0.74	0.65	0.54
0.7	0.18	0.36	0.58	0.83	0.94	0.96	0.92	0.85	0.74
0.8	0.18	0.36	0.58	0.87	1.06	1.13	1.12	1.06	0.96
0.9	0.18	0.36	0.58	0.87	1.16	1.3	1.34	1.3	1.22
1	0.18	0.36	0.58	0.87	1.24	1.47	1.56	1.56	1.5
1.2	0.18	0.36	0.58	0.87	1.31	1.7	2	2.1	2.2
1.5	0.18	0.36	0.58	0.87	1.31	2	2.7	3.1	3.4
2	0.18	0.36	0.58	0.87	1.31	2.2	3.7	5	6
3	0.18	0.36	0.58	0.87	1.31	2.2	4.5	9.3	13.5
4	0.18	0.36	0.58	0.87	1.31	2.2	4.5	13.4	24
5	0.18	0.36	0.58	0.87	1.31	2.2	4.5	16.2	37
6	0.18	0.36	0.58	0.87	1.31	2.2	4.5	16.8	54
7	0.18	0.36	0.58	0.87	1.31	2.2	4.5	16.8	73
8	0.18	0.36	0.58	0.87	1.31	2.2	4.5	16.8	96
9	0.18	0.36	0.58	0.87	1.31	2.2	4.5	16.8	121
10	0.18	0.36	0.58	0.87	1.31	2.2	4.5	16.8	150

Perhitungan Moment Inersia dan Moment of Transference tiap tangki untuk sudut 10° - 60° :

Tangki 1 :

l = 3.4 m
b = 2.501 m
d = 2.088 m

Tangki 2 :

l = 2.55 m
b = 2.001 m
d = 2.088 m

Tangki 3 :

l = 2.55 m
b = 1.668 m
d = 2.088 m

Tangki 4 :

l = 3.400158 m
b = 2.501451 m
d = 2.088344 m

Hasil Perhitungan Hidrostatik

WL	WPA	WSA	∇	Δ Kulit	Δ
m	m ²	m ²	m ³	m ³	ton
0.101603	4.7189	7.4217	0.2872	0.3043	0.2872
0.203207	12.6940	17.2793	1.1618	0.7084	1.8703
0.30481	20.7127	26.3298	2.8613	1.0795	3.9408
0.406414	30.1202	36.2610	5.3631	1.4867	6.8498
0.508017	32.6599	42.4706	8.4191	1.7413	10.1604
0.609621	37.1371	47.9194	11.9715	1.9647	13.9362
0.711224	40.9424	52.8264	15.9434	2.1659	18.1092
0.812828	44.3349	57.6059	20.2756	2.3618	22.6375
0.914431	47.3231	62.1814	24.9310	2.5494	27.4805
1.016035	50.1361	66.5799	29.8843	2.7298	32.6141
1.117638	52.8022	70.9561	35.1149	2.9092	38.0241
1.219242	55.2461	75.2179	40.6061	3.0839	43.6901
1.320845	57.7960	79.7141	46.3508	3.2683	49.6191
1.422449	60.2113	84.2127	52.3434	3.4527	55.7962
1.524052	62.5197	88.6949	58.5812	3.6365	62.2177
1.625656	64.8668	93.4041	65.0425	3.8296	68.8721
1.727259	67.6123	98.5761	71.7770	4.0416	75.8187

Cw	Cm	Cb	Cp	KB	ΦB
				m	m
0.0510	0.0537	0.0629	1.1706	0.0575	-0.4685
0.1371	0.1701	0.0994	0.5847	0.1348	-0.3037
0.2238	0.2686	0.1397	0.5201	0.2080	0.0164
0.3254	0.3496	0.1821	0.5208	0.2784	0.1987
0.3529	0.4140	0.2161	0.5219	0.3438	0.2755
0.4012	0.4682	0.2470	0.5275	0.4080	0.2962
0.4423	0.5146	0.2751	0.5346	0.4711	0.2848
0.4790	0.5548	0.3009	0.5424	0.5334	0.2569
0.5113	0.5899	0.3247	0.5504	0.5951	0.2184
0.5417	0.6207	0.3468	0.5587	0.6566	0.1741
0.5705	0.6480	0.3676	0.5672	0.7177	0.1271
0.5969	0.6722	0.3872	0.5760	0.7787	0.0783
0.6244	0.6937	0.4059	0.5851	0.8397	0.0271
0.6505	0.7129	0.4238	0.5944	0.9006	-0.0266
0.6755	0.7301	0.4411	0.6041	0.9616	-0.0832
0.7008	0.7456	0.4577	0.6139	1.0226	-0.1402
0.7305	0.7595	0.4742	0.6245	1.0840	-0.2046

TKM	LKM	ΦF	TPC	MTC	DDT	Mom KG	mom LCG
m	m	m	ton/cm	ton.m	ton	ton.m	ton.m
0.2772	100.9594	-0.3258	0.0484	0.0351	-0.0003	0.0103	-0.0289
1.3893	50.7655	-0.1988	0.1301	0.0768	-0.0007	0.0616	-0.0478
2.1449	42.7265	0.3745	0.2123	0.1256	-0.0010	0.0943	-0.0782
3.0027	42.9030	0.4135	0.3087	0.2090	-0.0015	0.1448	0.0267
2.5762	42.7265	0.3869	0.3348	0.2967	-0.0016	0.1164	0.1850
2.6214	29.0971	0.3011	0.3807	0.2683	-0.0018	0.1248	0.3589
2.6214	26.1421	0.2013	0.4197	0.3062	-0.0020	0.1329	0.5126
2.5991	24.0271	0.1172	0.4544	0.3455	-0.0022	0.1493	0.6255
2.5694	22.1702	-0.0012	0.4851	0.3811	-0.0024	0.1620	0.6939
2.5374	20.8835	-0.0934	0.5139	0.4205	-0.0026	0.1741	0.6946
2.5073	19.9301	-0.1895	0.5412	0.4626	-0.0028	0.1914	0.6342
2.4818	19.0746	-0.2745	0.5663	0.5034	-0.0029	0.2042	0.4984
2.4604	18.6726	-0.3905	0.5924	0.5548	-0.0031	0.2341	0.2872
2.4442	18.3155	-0.7321	0.6172	0.6069	-0.0034	0.2530	-0.0202
2.4335	18.0017	-0.6084	0.6408	0.6601	-0.0034	0.2707	-0.4249
2.4272	17.8788	-0.7321	0.6649	0.7208	-0.0036	0.3041	-0.9295
2.4257	18.1663	-0.9051	0.6930	0.8024	-0.0038	0.3555	-1.5263

Hasil Perhitungan Bonjean

Number of Ordinats	Simpson Factor (S)	M Factor	Hasil	WL		0 m	
		a	S * a	y0	y0 * S	V.Momen y0	L.Momen y0
-2	2.258719	-0.85004	-1.92	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-1	9.034875	-0.42502	-3.84	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0	3.258719	0	0	0.0750	0.2445	0.0000	0.0000
1	4	0.42502	1.700079	0.0750	0.3002	0.0000	0.1276
2	2	0.850039	1.700079	0.0750	0.1501	0.0000	0.1276
3	4	1.275059	5.100237	0.0750	0.3002	0.0000	0.3827
4	2	1.700079	3.400158	0.0750	0.1501	0.0000	0.2552
5	4	2.125099	8.500394	0.0750	0.3002	0.0000	0.6379
6	2	2.550118	5.100237	0.0750	0.1501	0.0000	0.3827
7	4	2.975138	11.90055	0.0750	0.3002	0.0000	0.8931
8	2	3.400158	6.800315	0.0750	0.1501	0.0000	0.5103
9	4	3.825177	15.30071	0.0750	0.3002	0.0000	1.1482
10	2	4.250197	8.500394	0.0750	0.1501	0.0000	0.6379
11	4	4.675217	18.70087	0.0750	0.3002	0.0000	1.4034
12	2	5.100237	10.20047	0.0750	0.1501	0.0000	0.7655
13	4	5.525256	22.10103	0.0750	0.3002	0.0000	1.6585
14	2	5.950276	11.90055	0.0750	0.1501	0.0000	0.8931
15	4	6.375296	25.50118	0.0750	0.3002	0.0000	1.9137
16	2	6.800315	13.60063	0.0750	0.1501	0.0000	1.0206
17	4	7.225335	28.90134	0.0750	0.3002	0.0000	2.1689
18	2	7.650355	15.30071	0.0750	0.1501	0.0000	1.1482
19	4	8.075375	32.3015	0.0750	0.3002	0.0000	2.4240
20	2	8.500394	17.00079	0.0750	0.1501	0.0000	1.2758
21	4	8.925414	35.70166	0.0750	0.3002	0.0000	2.6792
22	2	9.350434	18.70087	0.0750	0.1501	0.0000	1.4034
23	4	9.775453	39.10181	0.0750	0.3002	0.0000	2.9343
24	2	10.20047	20.40095	0.0750	0.1501	0.0000	1.5310
25	4	10.62549	42.50197	0.0750	0.3002	0.0000	3.1895
26	2	11.05051	22.10103	0.0750	0.1501	0.0000	1.6585
27	4	11.47553	45.90213	0.0750	0.3002	0.0000	3.4447
28	2	11.90055	23.8011	0.0750	0.1501	0.0000	1.7861
29	4	12.32557	49.30229	0.0750	0.3002	0.0000	3.6998
30	2	12.75059	25.50118	0.0750	0.1501	0.0000	1.9137
31	4	13.17561	52.70244	0.0750	0.3002	0.0000	3.9550
32	2	13.60063	27.20126	0.0750	0.1501	0.0000	2.0413
33	4	14.02565	56.1026	0.0750	0.3002	0.0000	4.2101
34	2	14.45067	28.90134	0.0750	0.1501	0.0000	2.1689
35	4	14.87569	59.50276	0.0750	0.3002	0.0000	4.4653
36	2	15.30071	30.60142	0.0750	0.1501	0.0000	2.2964
37	4	15.72573	62.90292	0.0750	0.3002	0.0000	4.7205
38	2	16.15075	32.3015	0.0750	0.1501	0.0000	2.4240
39	4	16.57577	66.30308	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40	1	17.00079	17.00079	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
				$\Sigma_1 =$	8.7995	$\Sigma_2 =$	70.2965
				Area =	2.4933	$m^2; LMy0 =$	19.9183

WL		0.101603 m		1/3 * h * WL = 0.016934			$V_M Y_0 + 4V_M Y_1 + V_M Y_2$	Moment A_0 Base
y2	y2 * S	V.Momen y2	L.Momen y2	$y_0 + 4y_1 + y_2$	Area A_0	S * A_0		
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0750	0.2445	0.0076	0.0000	0.4503	0.0076	0.0248	0.0229	0.0004
0.0750	0.3002	0.0076	0.1276	0.4503	0.0076	0.0305	0.0229	0.0004
0.0750	0.1501	0.0076	0.1276	0.4503	0.0076	0.0152	0.0229	0.0004
0.0750	0.3002	0.0076	0.3827	0.4503	0.0076	0.0305	0.0229	0.0004
0.0750	0.1501	0.0076	0.2552	0.4503	0.0076	0.0152	0.0229	0.0004
0.0750	0.3002	0.0076	0.6379	0.4503	0.0076	0.0305	0.0229	0.0004
0.0750	0.1501	0.0076	0.3827	0.4503	0.0076	0.0152	0.0229	0.0004
0.0750	0.3002	0.0076	0.8931	0.4503	0.0076	0.0305	0.0229	0.0004
0.0750	0.1501	0.0076	0.5103	0.4503	0.0076	0.0152	0.0229	0.0004
0.0750	0.3002	0.0076	1.1482	0.4503	0.0076	0.0305	0.0229	0.0004
0.0750	0.1501	0.0076	0.6379	0.4503	0.0076	0.0152	0.0229	0.0004
0.0750	0.3002	0.0076	1.4034	0.4503	0.0076	0.0305	0.0229	0.0004
0.0750	0.1501	0.0076	0.7655	0.4503	0.0076	0.0152	0.0229	0.0004
0.0370	0.1481	0.0038	0.8182	0.4122	0.0070	0.0279	0.0190	0.0003
0.1081	0.2161	0.0110	1.2860	0.4833	0.0082	0.0164	0.0262	0.0004
0.1851	0.7404	0.0188	4.7205	0.5603	0.0095	0.0380	0.0341	0.0006
0.2682	0.5363	0.0272	3.6471	0.6434	0.0109	0.0218	0.0425	0.0007
0.3482	1.3928	0.0354	10.0635	0.7234	0.0123	0.0490	0.0506	0.0009
0.4112	0.8225	0.0418	6.2922	0.6184	0.0105	0.0209	0.0485	0.0008
0.4383	1.7530	0.0445	14.1563	0.8135	0.0138	0.0551	0.0598	0.0010
0.4313	0.8625	0.0438	7.3316	0.8065	0.0137	0.0273	0.0591	0.0010
0.3992	1.5969	0.0406	14.2532	0.7744	0.0131	0.0525	0.0558	0.0009
0.3522	0.7044	0.0358	6.5865	0.4993	0.0085	0.0169	0.0394	0.0007
0.2922	1.1687	0.0297	11.4244	0.6674	0.0113	0.0452	0.0449	0.0008
0.2191	0.4383	0.0223	4.4704	0.5943	0.0101	0.0201	0.0375	0.0006
0.1351	0.5403	0.0137	5.7411	0.5103	0.0086	0.0346	0.0290	0.0005
0.0430	0.0860	0.0044	0.9509	0.4182	0.0071	0.0142	0.0196	0.0003
0.0750	0.3002	0.0076	3.4447	0.4503	0.0076	0.0305	0.0229	0.0004
0.0750	0.1501	0.0076	1.7861	0.4503	0.0076	0.0152	0.0229	0.0004
0.0750	0.3002	0.0076	3.6998	0.4503	0.0076	0.0305	0.0229	0.0004
0.0750	0.1501	0.0076	1.9137	0.4503	0.0076	0.0152	0.0229	0.0004
0.0750	0.3002	0.0076	3.9550	0.4503	0.0076	0.0305	0.0229	0.0004
0.0750	0.1501	0.0076	2.0413	0.4503	0.0076	0.0152	0.0229	0.0004
0.0750	0.3002	0.0076	4.2101	0.4503	0.0076	0.0305	0.0229	0.0004
0.0750	0.1501	0.0076	2.1689	0.4503	0.0076	0.0152	0.0229	0.0004
0.0750	0.3002	0.0076	4.4653	0.4503	0.0076	0.0305	0.0229	0.0004
0.0750	0.1501	0.0076	2.2964	0.4503	0.0076	0.0152	0.0229	0.0004
0.0750	0.3002	0.0076	4.7205	0.4503	0.0076	0.0305	0.0229	0.0004
0.0750	0.1501	0.0076	2.4240	0.4503	0.0076	0.0152	0.0229	0.0004
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$\Sigma_5 =$	16.6541	$\Sigma_6 =$	136.1397		$\Sigma_7 =$	1.0136	$\Sigma_8 =$	0.0193
Area =	4.7189	$m^2; LM_y0 =$	38.5747	Volume =	$m^3;$ VM_y =	0.0055	m^4	
$LM_y =$	2.3069	m^4		LCB =	8.031923	m ; KB =	52.60457	m
$LM_{yT} =$	2.3069	m^4		Total V =	0.2872	$m^3;$ VM_y =	0.0055	m^4

WL		1.117638 m		1/3 * h * WL = 0.016934			$V_M Y_0 + 4V_M Y_1 + V_M Y_2$	Moment A_0 Base
y_2	$y_2 * S$	V.Momen y_2	L.Momen y_2	$y_0 + 4y_1 + y_2$	Area A_0	$S * A_0$		
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.1961	0.3922	0.2192	0.3334	0.4763	0.0081	0.0161	0.5181	0.0088
0.6064	2.4254	0.6777	3.0925	2.9057	0.0492	0.1968	3.1121	0.0527
0.9275	1.8551	1.0367	3.1538	4.9349	0.0836	0.1671	5.2754	0.0893
1.1797	4.7187	1.3185	10.0278	6.5348	0.1107	0.4426	6.9809	0.1182
1.3838	2.7676	1.5466	7.0577	7.8245	0.1325	0.2650	8.3557	0.1415
1.5509	6.2036	1.7333	18.4566	8.8802	0.1504	0.6015	9.4810	0.1606
1.6900	3.3800	1.8888	11.4924	9.7617	0.1653	0.3306	10.4207	0.1765
1.8101	7.2402	2.0230	27.6951	10.5181	0.1781	0.7125	11.2271	0.1901
1.9151	3.8302	2.1404	16.2792	11.1745	0.1892	0.3785	11.9268	0.2020
2.0062	8.0247	2.2422	37.5170	11.7508	0.1990	0.7959	12.5412	0.2124
2.0852	4.1704	2.3305	21.2701	12.2551	0.2075	0.4151	13.0787	0.2215
2.1553	8.6210	2.4088	47.6332	12.7054	0.2152	0.8606	13.5585	0.2296
2.2163	4.4326	2.4770	26.3750	13.0956	0.2218	0.4435	13.9744	0.2366
2.2673	9.0693	2.5340	57.8192	13.4258	0.2274	0.9094	14.3263	0.2426
2.3053	4.6107	2.5765	31.3540	13.6669	0.2314	0.4629	14.5833	0.2470
2.3284	9.3134	2.6023	67.2925	13.8170	0.2340	0.9359	14.7432	0.2497
2.3374	4.6747	2.6123	35.7632	13.8781	0.2350	0.4700	14.8082	0.2508
2.3354	9.3414	2.6101	75.4355	13.8710	0.2349	0.9396	14.8006	0.2506
2.3263	4.6527	2.6000	39.5498	13.8170	0.2340	0.4680	14.7430	0.2497
2.3093	9.2374	2.5810	82.4473	13.7150	0.2322	0.9290	14.6341	0.2478
2.2853	4.5707	2.5542	42.7376	13.5609	0.2296	0.4593	14.4698	0.2450
2.2493	8.9972	2.5139	87.9519	13.3437	0.2260	0.9038	14.2382	0.2411
2.2013	4.4026	2.4602	44.9081	13.0496	0.2210	0.4420	13.9245	0.2358
2.1372	8.5490	2.3887	90.8369	12.6653	0.2145	0.8579	13.5146	0.2289
2.0592	4.1184	2.3014	45.5103	12.1921	0.2065	0.4129	13.0097	0.2203
1.9681	7.8726	2.1997	90.3419	11.6468	0.1972	0.7889	12.4279	0.2105
1.8711	3.7422	2.0912	44.5339	11.0644	0.1874	0.3747	11.8067	0.1999
1.7700	7.0801	1.9782	87.2664	10.4581	0.1771	0.7084	11.1598	0.1890
1.6650	3.3299	1.8608	42.4586	9.8267	0.1664	0.3328	10.4863	0.1776
1.5519	6.2076	1.7345	81.7889	9.1473	0.1549	0.6196	9.7615	0.1653
1.4258	2.8517	1.5936	38.7843	8.3859	0.1420	0.2840	8.9492	0.1515
1.2817	5.1270	1.4325	71.9092	7.5154	0.1273	0.5091	8.0207	0.1358
1.1176	2.2353	1.2491	32.3015	6.5258	0.1105	0.2210	6.9650	0.1179
0.9355	3.7422	1.0456	55.6674	5.4372	0.0921	0.3683	5.8036	0.0983
0.7394	1.4789	0.8264	22.6276	4.2665	0.0722	0.1445	4.5546	0.0771
0.5313	2.1252	0.5938	33.4208	3.0318	0.0513	0.2054	3.2370	0.0548
0.3162	0.6324	0.3534	10.2132	1.7710	0.0300	0.0600	1.8915	0.0320
0.0820	0.3282	0.0917	5.4400	0.3962	0.0067	0.0268	0.4243	0.0072
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$\Sigma_5 =$	186.3521	$\Sigma_6 =$	1548.74		$\Sigma_7 =$	18.4599	$\Sigma_8 =$	6.5659
Area =	52.8022	$m^2; LMy_0 =$	438.8311	Volume =	5.2306	$m^3; Vmy =$	1.8604	m^4
	$LM_y =$	43.7208	m^4	LCB =	8.3587	$m; KB =$	4.17691	m
	$LM_{yT} =$	302.5363	m^4	Total V =	35.0676	$m^3; VM_y =$	8.3956	m^4

WL		2.184475 m		1/3 * h * WL = 0.016934			$V_M Y_0 + 4V_M Y_1 + V_M Y_2$	Moment A_0 Base	
y_2	$y_2 * S$	V.Momen y_2	L.Momen y_2	$y_0 + 4y_1 + y_2$	Area A_0	$S * A_0$			
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
1.4268	12.8912	3.1169	-5.4790	8.1878	0.1387	1.2527	17.4765	0.2959	
1.6630	5.4191	3.6327	0.0000	9.7096	0.1644	0.5358	20.7219	0.3509	
1.7960	7.1842	3.9234	3.0534	10.5511	0.1787	0.7147	22.5166	0.3813	
1.9091	3.8182	4.1704	3.2456	11.2595	0.1907	0.3813	24.0276	0.4069	
2.0052	8.0207	4.3802	10.2268	11.8619	0.2009	0.8035	25.3123	0.4286	
2.0902	4.1804	4.5660	7.1071	12.3952	0.2099	0.4198	26.4498	0.4479	
2.1653	8.6610	4.7299	18.4055	12.8645	0.2178	0.8714	27.4507	0.4648	
2.2313	4.4626	4.8742	11.3801	13.2787	0.2249	0.4497	28.3343	0.4798	
2.2883	9.1533	4.9988	27.2324	13.6379	0.2309	0.9238	29.1005	0.4928	
2.3364	4.6727	5.1037	15.8880	13.9381	0.2360	0.4721	29.7407	0.5036	
2.3764	9.5055	5.1911	36.3603	14.1852	0.2402	0.9608	30.2679	0.5126	
2.4084	4.8168	5.2611	20.4723	14.3893	0.2437	0.4873	30.7032	0.5199	
2.4334	9.7336	5.3157	45.5069	14.5464	0.2463	0.9853	31.0383	0.5256	
2.4524	4.9048	5.3573	25.0159	14.6715	0.2484	0.4969	31.3050	0.5301	
2.4674	9.8697	5.3900	54.5328	14.7686	0.2501	1.0004	31.5119	0.5336	
2.4794	4.9589	5.4163	29.5067	14.8466	0.2514	0.5028	31.6783	0.5364	
2.5015	10.0058	5.4644	63.7900	15.0087	0.2542	1.0166	32.0237	0.5423	
2.5015	5.0029	5.4644	34.0213	15.0087	0.2542	0.5083	32.0237	0.5423	
2.5015	10.0058	5.4644	72.2953	15.0087	0.2542	1.0166	32.0237	0.5423	
2.5015	5.0029	5.4644	38.2740	15.0087	0.2542	0.5083	32.0237	0.5423	
2.5015	10.0058	5.4644	80.8006	14.9947	0.2539	1.0157	31.9945	0.5418	
2.4834	4.9669	5.4250	42.2205	14.8946	0.2522	0.5044	31.7804	0.5382	
2.4744	9.8977	5.4053	88.3415	14.8396	0.2513	1.0052	31.6630	0.5362	
2.4614	4.9229	5.3769	46.0308	14.7616	0.2500	0.4999	31.4965	0.5334	
2.4444	9.7777	5.3398	95.5812	14.6545	0.2482	0.9926	31.2681	0.5295	
2.4224	4.8448	5.2917	49.4194	14.5164	0.2458	0.4916	30.9736	0.5245	
2.3934	9.5736	5.2283	101.7237	14.3363	0.2428	0.9711	30.5894	0.5180	
2.3564	4.7127	5.1474	52.0781	14.1032	0.2388	0.4776	30.0921	0.5096	
2.3093	9.2374	5.0447	106.0036	13.8090	0.2338	0.9354	29.4647	0.4990	
2.2503	4.5006	4.9157	53.5598	13.4428	0.2276	0.4553	28.6835	0.4857	
2.1783	8.7131	4.7584	107.3934	12.9975	0.2201	0.8804	27.7337	0.4696	
2.0922	4.1844	4.5704	53.3539	12.4692	0.2112	0.4223	26.6067	0.4506	
1.9922	7.9686	4.3518	104.9915	11.8569	0.2008	0.8031	25.3003	0.4284	
1.8771	3.7542	4.1005	51.0592	11.1605	0.1890	0.3780	23.8145	0.4033	
1.7480	6.9921	3.8185	98.0681	10.3800	0.1758	0.7031	22.1494	0.3751	
1.6009	3.2019	3.4972	46.2690	9.4915	0.1607	0.3215	20.2537	0.3430	
1.4328	5.7313	3.1300	85.2574	8.4769	0.1435	0.5742	18.0890	0.3063	
1.2407	2.4814	2.7103	37.9678	7.3182	0.1239	0.2479	15.6169	0.2645	
1.0236	4.0944	2.2360	64.3870	6.0145	0.1018	0.4074	12.8351	0.2173	
0.7825	1.5649	1.7093	25.2744	4.5616	0.0772	0.1545	9.7353	0.1649	
0.5063	2.0252	1.1060	33.5688	2.9047	0.0492	0.1968	6.1999	0.1050	
0.1821	0.1821	0.3978	3.0959	0.9606	0.0163	0.0163	2.0518	0.0347	
$\Sigma_5 =$	265.6038	$\Sigma_6 =$	1937.28		$\Sigma_7 =$	26.7624	$\Sigma_8 =$	18.3584	
Area =	75.2579	$m^2; LM_{y0}$	548.9218	Volume =	$m^3; V_{my}$		5.2018	m^4	
	$LM_y =$	46.2470	m^4	LCB =	6.0988	m ; KB	=	2.2613	m
	$LM_{yT} =$	851.3145	m^4	Total V =	107.2535	m^3 ; $VM_y =$		47.4299	m^4

WL 2.5908885 m				1/3 * h * WL = 0.0169339			V _M Y ₀ + 4V _M Y ₁ + V _M Y ₂	Moment A ₀ Base	Total Area (A ₀ +A ₁)
y ₂	y ₂ * S	V.Momen y ₂	L.Momen y ₂	y ₀ + 4y ₁ + y ₂	Area A ₀	S * A ₀			
1.588	3.587	3.791	-3.049	1.588	0.027	0.061	3.791	0.064	0.027
1.782	16.100	4.255	-6.843	10.462	0.177	1.601	24.626	0.417	1.181
1.936	6.309	4.623	0.000	11.442	0.194	0.631	26.931	0.456	1.600
0.000	0.000	0.000	0.000	9.996	0.169	0.677	23.460	0.397	1.864
0.000	0.000	0.000	0.000	2.065	0.035	0.070	4.931	0.084	2.045
0.000	0.000	0.000	0.000	2.139	0.036	0.145	5.108	0.086	2.391
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.681
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.039
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.204
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.480
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.716
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.923
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.106
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.277
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.439
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.593
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.743
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.877
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.982
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.056
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.089
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.098
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.076
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.039
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.150
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.083
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.990
0.000	0.000	0.000	0.000	2.411	0.041	0.163	5.758	0.097	4.948
0.000	0.000	0.000	0.000	2.381	0.040	0.081	5.686	0.096	4.790
0.000	0.000	0.000	0.000	2.343	0.040	0.159	5.595	0.095	4.605
0.000	0.000	0.000	0.000	11.501	0.195	0.390	26.992	0.457	4.551
0.000	0.000	0.000	0.000	11.214	0.190	0.760	26.318	0.446	4.320
2.184	4.369	5.215	55.701	13.045	0.221	0.442	30.704	0.520	4.117
2.102	8.409	5.019	110.792	12.535	0.212	0.849	29.506	0.500	3.854
2.003	4.006	4.783	54.489	11.929	0.202	0.404	28.078	0.475	3.565
1.885	7.540	4.501	105.759	11.210	0.190	0.759	26.385	0.447	3.244
1.745	3.490	4.167	50.433	10.368	0.176	0.351	24.404	0.413	2.888
1.584	6.336	3.782	94.248	9.395	0.159	0.636	22.115	0.374	2.494
1.401	2.802	3.345	42.867	8.286	0.140	0.281	19.503	0.330	2.065
1.193	4.771	2.848	75.024	7.035	0.119	0.477	16.559	0.280	1.599
0.959	1.917	2.289	30.963	5.619	0.095	0.190	13.227	0.224	1.099
0.687	2.750	1.641	45.577	3.987	0.068	0.270	9.385	0.159	0.563
0.364	0.364	0.870	6.192	2.042	0.035	0.035	4.807	0.081	0.155
Σ ₅ =	72.7495	Σ ₆ =	662.15		Σ ₇ =	9.43	Σ ₈ =	6.50	
Area =	20.6133	m ² ; LM _y 0 =	187.6183	Volume =	2.6720	m ³ ; VM _y =	1.8419	m ⁴	
	LM _y =	24.2763	m ⁴	LCB =	9.0853	m; KB =	2.0290	m	
	LM _y T =	1028.22	m ⁴	Total V =	130.36	m ³ ; VM _y =	64.251	m ⁴	

LAMPIRAN II
“Perhitungan Ekonomis”

Untuk Muatan 100 % :

Spesifikasi Teknis	Jenis Kapal	Kapal Ikan	
	Ukuran Utama		
	Nama kapal	Haidar	
	Length perpendicular (Lpp)	m	17.00
	Length on water line (Lwl)	m	18.50
	Length over all (Loa)	m	22.24
	Breadth moulded (B)	m	5.00
	Depth (H)	m	2.08
	Draft muatan penuh (T)	m	1.73
	Draft muatan kosong (T min)	m	1.38
	Kecepatan dinas	knot	8.0
	Kecepatan maksimal	knot	10.0
	GRT	GT	-
	DWT	ton	-
	Jumlah crew	orang	4.00
	Mesin Induk		
	Jumlah	unit	1.0
	Power	HP	57
	Fuel Oil Consumption	kg/HP/jam	0.190
	Lubrication Oil Consumption	kg/RTD	0.234
	Mesin Bantu		
	Jumlah	unit	1.0
	Power per unit	HP	30
	Fuel Oil Consumption	kg/HP/jam	0.138
	Lubrication Oil Consumption	kg/RTD	0.1
	Kapasitas		
	Muatan		Ikan
Kapasitas	ton	6.78	

Investasi	Harga Kapal	J Rp	953	100%
	Pinjaman	J Rp	953	
	Bunga Pinjaman	per tahun	16%	
	Masa Pinjaman	tahun	15	
	Grace Period	tahun	-	
	Pembayaran per Tahun	kali/tahun	1	
	Angsuran per Tahun	J Rp	170.9	

Operasional	Rute		Perairan	Brondong
	Jarak pelayaran	nMile	100	
	Comm. Days	hari	230	
	Sea Time			
	Berangkat	hari	1.00	
	Operasi	hari	1.00	
	Pulang	hari	1.00	
	Bongkar Muat	hari	1.00	
	1 Kali Round Trip (RTD)	hari	4.0	
	Jumlah Shipment per Thn	RTD	78	
	Jumlah Call per Thn	Call	78	
	Logistik Kapal			
	BBM	L/RTD	219.45	
	Pelumas	L/RTD	0.385	
	Air Tawar	L/RTD	905	
	Load Faktor Rata-Rata			
Load faktor muatan	%	100%		

Asumsi Biaya	Kenaikan Biaya			5%	5%
	Asumsi Biaya Operasional :				
	Gaji Crew + Insentif	J Rp/Th	144.0	151.2	158.8
	Reparasi dan Perawatan	J Rp/Th	47.6	50.0	52.5
	Assuransi	J Rp/Th	9.53	10.00	10.50
	Pelabuhan	J Rp/Th	13.9	14.6	15.4
	Biaya Keselamatan ABK	J Rp/Th	19.1	19.1	20.0
	Premi ABK	J Rp/Th	19.1	19.1	20.0
	Air tawar	Rp/Lt	75.0	78.8	82.7
	Asumsi Harga BBM & Pelumas :				
	Kenaikan BBM				10%
	Bahan bakar	Rp/Lt	4,000	4,000	4,400
	Kenaikan Pelumas				10%
	Pelumas	Rp/Lt	14,500	14,500	15,950

5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
166.7	175.0	183.8	193.0	202.6	212.8	223.4	234.6	246.3
55.2	57.9	60.8	63.8	67.0	70.4	73.9	77.6	81.5
11.03	11.58	12.16	12.77	13.41	14.08	14.78	15.52	16.30
16.1	16.9	17.8	18.7	19.6	20.6	21.6	22.7	23.9
20.0	20.0	21.0	21.0	21.0	22.1	22.1	22.1	23.2
20.0	20.0	21.0	21.0	21.0	22.1	22.1	22.1	23.2
86.8	91.2	95.7	100.5	105.5	110.8	116.3	122.2	128.3
		10%			10%			10%
4,400	4,400	4,840	4,840	4,840	5,324	5,324	5,324	5,856
		10%			10%			10%
15,950	15,950	17,545	17,545	17,545	19,300	19,300	19,300	21,229

5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
258.6	271.5	285.1	299.4	314.3	330.1	346.6	363.9
85.6	89.8	94.3	99.0	104.0	109.2	114.7	120.4
17.11	17.97	18.87	19.81	20.80	21.84	22.93	24.08
25.0	26.3	27.6	29.0	30.4	32.0	33.6	35.2
23.2	23.2	24.3	24.3	24.3	25.5	25.5	25.5
23.2	23.2	24.3	24.3	24.3	25.5	25.5	25.5
134.7	141.4	148.5	155.9	163.7	171.9	180.5	189.5
		10%			10%		
5,856	5,856	6,442	6,442	6,442	7,086	7,086	7,086
		10%			10%		
21,229	21,229	23,352	23,352	23,352	25,688	25,688	25,688

Pendapatan	Jumlah Muatan per Tahun						
	Ikan	ton		529	529	529	529
	Asumsi Harga Muatan :						
	Kenaikan Harga Ikan					5%	
	Unit Harga Ikan	Rp/ton		2,000,000	2,000,000	2,100,000	2,100,000
	Pendapatan Ikan	J Rp		953	953	1,001	1,001
	Total Pendapatan	J Rp		952.9	952.9	1,000.5	1,000.5

Biaya	Pengembalian Pinjaman	J Rp		170.9	170.9	170.9	170.9
	Biaya Operasional Tetap	J Rp		201.2	211.2	221.8	232.9
	Gaji Crew + Insentif	J Rp		144.0	151.2	158.8	166.7
	Reparasi dan Perawatan	J Rp		47.6	50.0	52.5	55.2
	Assuransi	J Rp		9.5	10.0	10.5	11.0
	Biaya Operasional Variabel	J Rp		126.3	200.4	213.9	218.8
	Bahan bakar	J Rp		68.5	68.5	75.3	75.3
	Pelumas	J Rp		0.435	0.435	0.479	0.479
	Air tawar	J Rp		5.3	78.8	82.7	86.8
	Pelabuhan	J Rp		13.9	14.6	15.4	16.1
	Biaya Keselamatan ABK	J Rp		19.1	19.1	20.0	20.0
	Premi ABK	J Rp		19.1	19.1	20.0	20.0
	Total Biaya	J Rp		498.3	582.5	606.6	622.6

Net-Cash Flows	J Rp	(953)	455	370	394	378
Cum. Cash	J Rp	(953)	(498)	(128)	266	644

Control BEP			-	-	BEP	-
--------------------	--	--	---	---	------------	---

529	529	529	529	529	529	529
	5%			5%		
2,100,000	2,205,000	2,205,000	2,205,000	2,315,250	2,315,250	2,315,250
1,001	1,051	1,051	1,051	1,103	1,103	1,103
1,000.5	1,050.5	1,050.5	1,050.5	1,103.1	1,103.1	1,103.1

170.9	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9
244.5	256.7	269.6	283.1	297.2	312.1	327.7
175.0	183.8	193.0	202.6	212.8	223.4	234.6
57.9	60.8	63.8	67.0	70.4	73.9	77.6
11.6	12.2	12.8	13.4	14.1	14.8	15.5
223.9	238.9	244.6	250.5	267.2	273.8	280.7
75.3	82.8	82.8	82.8	91.1	91.1	91.1
0.479	0.527	0.527	0.527	0.579	0.579	0.579
91.2	95.7	100.5	105.5	110.8	116.3	122.2
16.9	17.8	18.7	19.6	20.6	21.6	22.7
20.0	21.0	21.0	21.0	22.1	22.1	22.1
20.0	21.0	21.0	21.0	22.1	22.1	22.1
639.3	666.6	685.1	704.5	735.4	756.8	779.3
361	384	365	346	368	346	324
1,005	1,389	1,755	2,101	2,468	2,815	3,138
-	-	-	-	-	-	-

Investment Criteria		Value	Criteria	Min	Remarks
Present Worth (PW atau NPV)	J Rp	1,867	Ok	0	Positive Incr. Wealth
Present Worth Index (NPVI)	kali	1.96	Ok	0	Null
IRR	%	41.7%	Ok	18.2%	MARR
IRR Index (IRR I = IRR / MARR)	kali	2.28	Ok	0	Null
BEP from year -		3	Ok	1	Construction Period
Accum Cash on BEP	J Rp	266	Ok	0	Positive Accum Cash

Comparable Parameter		
Annual Discount Rate	%/thn	12.0%
MARR (Min Attrac. Rate of Rtn)	%/thn	18.2%

Untuk Muatan 90 % :

Pendapatan	Jumlah Muatan per Tahun					
	Ikan	ton	476	476	476	476
	Asumsi Harga Muatan :					
	Kenaikan Harga Ikan				5%	
	Unit Harga Ikan	Rp/ton	2,000,000	2,000,000	2,100,000	2,100,000
	Pendapatan Ikan	J Rp	878	878	920	920
	Total Pendapatan	J Rp	877.6	877.6	920.5	920.5

Biaya	Pengembalian Pinjaman	J Rp	170.9	170.9	170.9	170.9
	Biaya Operasional Tetap	J Rp	201.2	211.2	221.8	232.9
	Gaji Crew + Insentif	J Rp	144.0	151.2	158.8	166.7
	Reparasi dan Perawatan	J Rp	47.6	50.0	52.5	55.2
	Assuransi	J Rp	9.5	10.0	10.5	11.0
	Biaya Operasional Variabel	J Rp	123.0	197.4	210.6	215.5
	Bahan bakar	J Rp	68.5	68.5	75.3	75.3
	Pelumas	J Rp	0.411	0.411	0.452	0.452
	Air tawar	J Rp	5.1	78.8	82.7	86.8
	Pelabuhan	J Rp	13.9	14.6	15.4	16.1
	Biaya Keselamatan ABK	J Rp	17.6	17.6	18.4	18.4
	Premi ABK	J Rp	17.6	17.6	18.4	18.4
	Total Biaya	J Rp	495.1	579.5	603.3	619.3

Net-Cash Flows	J Rp	(953)	382	298	317	301
Cum. Cash	J Rp	(953)	(570)	(272)	45	346

Control BEP			-	-	BEP	-
--------------------	--	--	---	---	------------	---

476	476	476	476	476	476	476
	5%			5%		
2,100,000	2,205,000	2,205,000	2,205,000	2,315,250	2,315,250	2,315,250
920	965	965	965	1,013	1,013	1,013
920.5	965.5	965.5	965.5	1,012.8	1,012.8	1,012.8

170.9	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9
244.5	256.7	269.6	283.1	297.2	312.1	327.7
175.0	183.8	193.0	202.6	212.8	223.4	234.6
57.9	60.8	63.8	67.0	70.4	73.9	77.6
11.6	12.2	12.8	13.4	14.1	14.8	15.5
220.7	235.5	241.2	247.1	263.6	270.2	277.1
75.3	82.8	82.8	82.8	91.1	91.1	91.1
0.452	0.497	0.497	0.497	0.547	0.547	0.547
91.2	95.7	100.5	105.5	110.8	116.3	122.2
16.9	17.8	18.7	19.6	20.6	21.6	22.7
18.4	19.3	19.3	19.3	20.3	20.3	20.3
18.4	19.3	19.3	19.3	20.3	20.3	20.3
636.1	663.1	681.6	701.1	731.7	753.1	775.6

284	302	284	264	281	260	237
630	933	1,217	1,481	1,762	2,022	2,259
-	-	-	-	-	-	-

Investment Criteria		Value	Criteria	Min	Remarks
Present Worth (PW atau NPV)	J Rp	1,255	Ok	0	Positive Incr. Wealth
Present Worth Index (NPVI)	kali	1.32	Ok	0	Null
IRR	%	33.0%	Ok	16.8%	MARR
IRR Index (IRR I = IRR / MARR)	kali	1.96	Ok	0	Null
BEP from year -		3	Ok	1	Construction Period
Accum Cash on BEP	J Rp	45	Ok	0	Positive Accum Cash

Comparable Parameter			
Annual Discount Rate	%/thn	12.0%	
MARR (Min Attrac. Rate of Rtn)	%/thn	16.8%	

Untuk Muatan 80 % :

Pendapatan	Jumlah Muatan per Tahun					
	Ikan	ton	423	423	423	423
	Asumsi Harga Muatan :					
	Kenaikan Harga Ikan				5%	
	Unit Harga Ikan	Rp/ton	2,000,000	2,000,000	2,100,000	2,100,000
	Pendapatan Ikan	J Rp	832	832	870	870
	Total Pendapatan	J Rp	832.3	832.3	870.4	870.4

Biaya	Pengembalian Pinjaman	J Rp	170.9	170.9	170.9	170.9
	Biaya Operasional Tetap	J Rp	201.2	211.2	221.8	232.9
	Gaji Crew + Insentif	J Rp	144.0	151.2	158.8	166.7
	Reparasi dan Perawatan	J Rp	47.6	50.0	52.5	55.2
	Assuransi	J Rp	9.5	10.0	10.5	11.0
	Biaya Operasional Variabel	J Rp	121.1	195.6	208.6	213.5
	Bahan bakar	J Rp	68.5	68.5	75.3	75.3
	Pelumas	J Rp	0.411	0.411	0.452	0.452
	Air tawar	J Rp	4.9	78.8	82.7	86.8
	Pelabuhan	J Rp	13.9	14.6	15.4	16.1
	Biaya Keselamatan ABK	J Rp	16.6	16.6	17.4	17.4
	Premi ABK	J Rp	16.6	16.6	17.4	17.4
	Total Biaya	J Rp	493.1	577.7	601.3	617.3

Net-Cash Flows	J Rp	(953)	339	255	269	253
Cum. Cash	J Rp	(953)	(614)	(359)	(90)	163

Control BEP			-	-	-	BEP
--------------------	--	--	---	---	---	------------

423	423	423	423	423	423	423
	5%			5%		
2,100,000	2,205,000	2,205,000	2,205,000	2,315,250	2,315,250	2,315,250
870	910	910	910	952	952	952
870.4	910.4	910.4	910.4	952.4	952.4	952.4

170.9	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9
244.5	256.7	269.6	283.1	297.2	312.1	327.7
175.0	183.8	193.0	202.6	212.8	223.4	234.6
57.9	60.8	63.8	67.0	70.4	73.9	77.6
11.6	12.2	12.8	13.4	14.1	14.8	15.5
218.7	233.3	239.0	244.9	261.2	267.8	274.7
75.3	82.8	82.8	82.8	91.1	91.1	91.1
0.452	0.497	0.497	0.497	0.547	0.547	0.547
91.2	95.7	100.5	105.5	110.8	116.3	122.2
16.9	17.8	18.7	19.6	20.6	21.6	22.7
17.4	18.2	18.2	18.2	19.0	19.0	19.0
17.4	18.2	18.2	18.2	19.0	19.0	19.0
634.1	660.9	679.4	698.9	729.3	750.7	773.2
236	250	231	212	223	202	179
399	649	880	1,091	1,315	1,516	1,696
-	-	-	-	-	-	-

Investment Criteria		Value	Criteria	Min	Remarks
Present Worth (PW atau NPV)	J Rp	858	Ok	0	Positive Incr. Wealth
Present Worth Index (NPVI)	kali	0.90	Ok	0	Null
IRR	%	27.3%	Ok	15.7%	MARR
IRR Index (IRRI = IRR / MARR)	kali	1.74	Ok	0	Null
BEP from year -		4	Ok	1	Construction Period
Accum Cash on BEP	J Rp	163	Ok	0	Positive Accum Cash

Comparable Parameter			
Annual Discount Rate		%/thn	12.0%
MARR (Min Attrac. Rate of Rtn)		%/thn	15.7%

Untuk Muatan 70 % :

Pendapatan	Jumlah Muatan per Tahun					
	Ikan	ton	370	370	370	370
	Asumsi Harga Muatan :					
	Kenaikan Harga Ikan				5%	
	Unit Harga Ikan	Rp/ton	2,000,000	2,000,000	2,100,000	2,100,000
	Pendapatan Ikan	J Rp	792	792	825	825
	Total Pendapatan	J Rp	792.0	792.0	825.4	825.4

Biaya	Pengembalian Pinjaman	J Rp	170.9	170.9	170.9	170.9
	Biaya Operasional Tetap	J Rp	201.2	211.2	221.8	232.9
	Gaji Crew + Insentif	J Rp	144.0	151.2	158.8	166.7
	Reparasi dan Perawatan	J Rp	47.6	50.0	52.5	55.2
	Assuransi	J Rp	9.5	10.0	10.5	11.0
	Biaya Operasional Variabel	J Rp	119.3	194.0	206.8	211.7
	Bahan bakar	J Rp	68.5	68.5	75.3	75.3
	Pelumas	J Rp	0.411	0.411	0.452	0.452
	Air tawar	J Rp	4.8	78.8	82.7	86.8
	Pelabuhan	J Rp	13.9	14.6	15.4	16.1
	Biaya Keselamatan ABK	J Rp	15.8	15.8	16.5	16.5
	Premi ABK	J Rp	15.8	15.8	16.5	16.5
	Total Biaya	J Rp	491.3	576.1	599.5	615.5

Net-Cash Flows	J Rp	(953)	301	216	226	210
Cum. Cash	J Rp	(953)	(652)	(436)	(210)	(1)

Control BEP			-	-	-	-
--------------------	--	--	---	---	---	---

370	370	370	370	370	370	370
	5%			5%		
2,100,000	2,205,000	2,205,000	2,205,000	2,315,250	2,315,250	2,315,250
825	860	860	860	897	897	897
825.4	860.4	860.4	860.4	897.1	897.1	897.1

170.9	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9
244.5	256.7	269.6	283.1	297.2	312.1	327.7
175.0	183.8	193.0	202.6	212.8	223.4	234.6
57.9	60.8	63.8	67.0	70.4	73.9	77.6
11.6	12.2	12.8	13.4	14.1	14.8	15.5
216.9	231.3	237.0	242.9	259.0	265.5	272.4
75.3	82.8	82.8	82.8	91.1	91.1	91.1
0.452	0.497	0.497	0.497	0.547	0.547	0.547
91.2	95.7	100.5	105.5	110.8	116.3	122.2
16.9	17.8	18.7	19.6	20.6	21.6	22.7
16.5	17.2	17.2	17.2	17.9	17.9	17.9
16.5	17.2	17.2	17.2	17.9	17.9	17.9
632.3	658.9	677.4	696.9	727.1	748.5	771.0
193	201	183	163	170	149	126
192	394	577	740	910	1,059	1,185
BEP	-	-	-	-	-	-



Investment Criteria		Value	Criteria	Min	Remarks
Present Worth (PW atau NPV)	J Rp	497	Ok	0	Positive Incr. Wealth
Present Worth Index (NPVI)	kali	0.52	Ok	0	Null
IRR	%	21.6%	Ok	14.4%	MARR
IRR Index (IRR = IRR / MARR)	kali	1.51	Ok	0	Null
BEP from year -		5	Ok	1	Construction Period
Accum Cash on BEP	J Rp	192	Ok	0	Positive Accum Cash

Comparable Parameter	
Annual Discount Rate	%/thn 12.0%
MARR (Min Attrac. Rate of Rtn)	%/thn 14.4%

Untuk Muatan 60 % :

Pendapatan	Jumlah Muatan per Tahun					
	Ikan	ton	317	317	317	317
	Asumsi Harga Muatan :					
	Kenaikan Harga Ikan				5%	
	Unit Harga Ikan	Rp/ton	2,000,000	2,000,000	2,100,000	2,100,000
	Pendapatan Ikan	J Rp	755	755	783	783
	Total Pendapatan	J Rp	754.7	754.7	783.3	783.3

Biaya	Pengembalian Pinjaman	J Rp	170.9	170.9	170.9	170.9
	Biaya Operasional Tetap	J Rp	201.2	211.2	221.8	232.9
	Gaji Crew + Insentif	J Rp	144.0	151.2	158.8	166.7
	Reparasi dan Perawatan	J Rp	47.6	50.0	52.5	55.2
	Assuransi	J Rp	9.5	10.0	10.5	11.0
	Biaya Operasional Variabel	J Rp	117.6	192.5	205.2	210.1
	Bahan bakar	J Rp	68.5	68.5	75.3	75.3
	Pelumas	J Rp	0.411	0.411	0.452	0.452
	Air tawar	J Rp	4.6	78.8	82.7	86.8
	Pelabuhan	J Rp	13.9	14.6	15.4	16.1
	Biaya Keselamatan ABK	J Rp	15.1	15.1	15.7	15.7
	Premi ABK	J Rp	15.1	15.1	15.7	15.7
	Total Biaya	J Rp	489.7	574.6	597.8	613.8

Net-Cash Flows	J Rp	(953)	265	180	185	169
Cum. Cash	J Rp	(953)	(688)	(508)	(322)	(153)

Control BEP			-	-	-	-
--------------------	--	--	---	---	---	---

317	317	317	317	317	317	317
	5%			5%		
2,100,000	2,205,000	2,205,000	2,205,000	2,315,250	2,315,250	2,315,250
783	813	813	813	845	845	845
783.3	813.3	813.3	813.3	844.8	844.8	844.8

170.9	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9
244.5	256.7	269.6	283.1	297.2	312.1	327.7
175.0	183.8	193.0	202.6	212.8	223.4	234.6
57.9	60.8	63.8	67.0	70.4	73.9	77.6
11.6	12.2	12.8	13.4	14.1	14.8	15.5
215.2	229.4	235.1	241.0	256.9	263.5	270.4
75.3	82.8	82.8	82.8	91.1	91.1	91.1
0.452	0.497	0.497	0.497	0.547	0.547	0.547
91.2	95.7	100.5	105.5	110.8	116.3	122.2
16.9	17.8	18.7	19.6	20.6	21.6	22.7
15.7	16.3	16.3	16.3	16.9	16.9	16.9
15.7	16.3	16.3	16.3	16.9	16.9	16.9
630.6	657.0	675.6	695.0	725.0	746.4	768.9
153	156	138	118	120	98	76
(0)	156	294	412	532	631	706
-	BEP	-	-	-	-	-

Investment Criteria		Value	Criteria	Min	Remarks
Present Worth (PW atau NPV)	J Rp	157	Ok	0	Positive Incr. Wealth
Present Worth Index (NPVI)	kali	0.16	Ok	0	Null
IRR	%	15.5%	Ok	12.9%	MARR
IRR Index (IRR = IRR / MARR)	kali	1.20	Ok	0	Null
BEP from year -		6	Ok	1	Construction Period
Accum Cash on BEP	J Rp	156	Ok	0	Positive Accum Cash

Comparable Parameter		
Annual Discount Rate	%/thn	12.0%
MARR (Min Attrac. Rate of Rtn)	%/thn	12.9%

Untuk Muatan 50 % :

Pendapatan	Jumlah Muatan per Tahun					
	Ikan	ton	264	264	264	264
	Asumsi Harga Muatan :					
	Kenaikan Harga Ikan				5%	
	Unit Harga Ikan	Rp/ton	2,000,000	2,000,000	2,100,000	2,100,000
	Pendapatan Ikan	J Rp	726	726	750	750
	Total Pendapatan	J Rp	726.4	726.4	750.3	750.3

Biaya	Pengembalian Pinjaman	J Rp	170.9	170.9	170.9	170.9
	Biaya Operasional Tetap	J Rp	201.2	211.2	221.8	232.9
	Gaji Crew + Insentif	J Rp	144.0	151.2	158.8	166.7
	Reparasi dan Perawatan	J Rp	47.6	50.0	52.5	55.2
	Assuransi	J Rp	9.5	10.0	10.5	11.0
	Biaya Operasional Variabel	J Rp	116.3	191.3	203.8	208.7
	Bahan bakar	J Rp	68.5	68.5	75.3	75.3
	Pelumas	J Rp	0.411	0.411	0.452	0.452
	Air tawar	J Rp	4.4	78.8	82.7	86.8
	Pelabuhan	J Rp	13.9	14.6	15.4	16.1
	Biaya Keselamatan ABK	J Rp	14.5	14.5	15.0	15.0
	Premi ABK	J Rp	14.5	14.5	15.0	15.0
	Total Biaya	J Rp	488.4	573.5	596.5	612.5

Net-Cash Flows	J Rp	(953)	238	153	154	138
Cum. Cash	J Rp	(953)	(715)	(562)	(408)	(270)

Control BEP			-	-	-	-
--------------------	--	--	---	---	---	---

264	264	264	264	264	264	264
	5%			5%		
2,100,000	2,205,000	2,205,000	2,205,000	2,315,250	2,315,250	2,315,250
750	775	775	775	802	802	802
750.3	775.3	775.3	775.3	801.5	801.5	801.5

170.9	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9
244.5	256.7	269.6	283.1	297.2	312.1	327.7
175.0	183.8	193.0	202.6	212.8	223.4	234.6
57.9	60.8	63.8	67.0	70.4	73.9	77.6
11.6	12.2	12.8	13.4	14.1	14.8	15.5
213.9	227.9	233.5	239.5	255.2	261.7	268.6
75.3	82.8	82.8	82.8	91.1	91.1	91.1
0.452	0.497	0.497	0.497	0.547	0.547	0.547
91.2	95.7	100.5	105.5	110.8	116.3	122.2
16.9	17.8	18.7	19.6	20.6	21.6	22.7
15.0	15.5	15.5	15.5	16.0	16.0	16.0
15.0	15.5	15.5	15.5	16.0	16.0	16.0
629.3	655.5	674.0	693.5	723.3	744.7	767.2
121	120	101	82	78	57	34
(149)	(30)	72	153	232	289	323
-	-	BEP	-	-	-	-

Investment Criteria		Value	Criteria	Min	Remarks
Present Worth (PW atau NPV)	J Rp	-118	Not Ok	0	Positive Incr. Wealth
Present Worth Index (NPVI)	kali	-0.12	Not Ok	0	Null
IRR	%	8.8%	Not Ok	11.3%	MARR
IRR Index (IRR = IRR / MARR)	kali	0.78	Ok	0	Null
BEP from year -		7	Ok	1	Construction Period
Accum Cash on BEP	J Rp	72	Ok	0	Positive Accum Cash

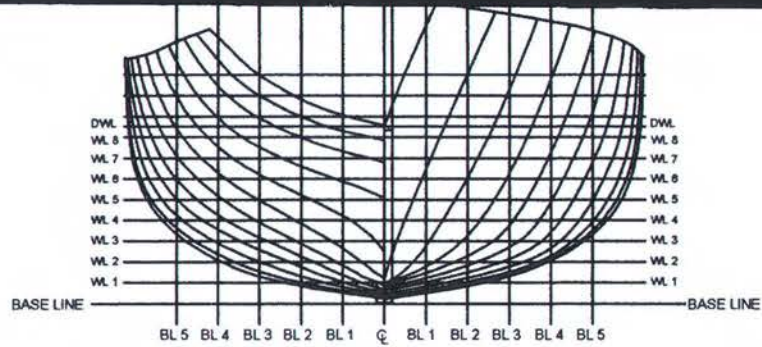
Comparable Parameter			
Annual Discount Rate	%/thn	12.0%	
MARR (Min Attract. Rate of Rtn)	%/thn	11.3%	

Rekapitulasi Perhitungan Ekonomis :

Muatan	NPV		NPVI		BEP from year	Cumm. Cash on BEP	Kriteria
	Value	Minimal	Value	Minimal			
100%	1,867	0	1.96	0.00	3	266	OK
90%	1,255	0	1.32	0.00	3	45	OK
80%	858	0	0.90	0.00	4	163	OK
70%	497	0	0.52	0.00	5	192	OK
60%	157	0	0.16	0.00	6	156	OK
50%	-118	0	-0.12	0.00	7	72	NOT OK

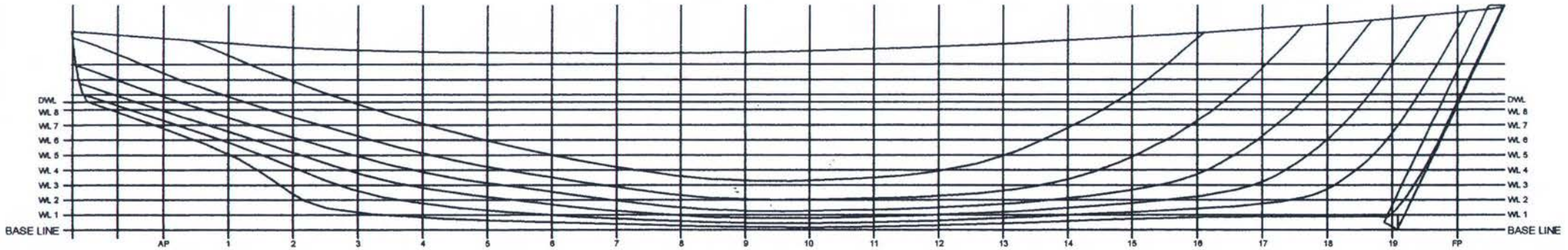
LAMPIRAN III

“Gambar Lines Plan dan Rencana Umum”

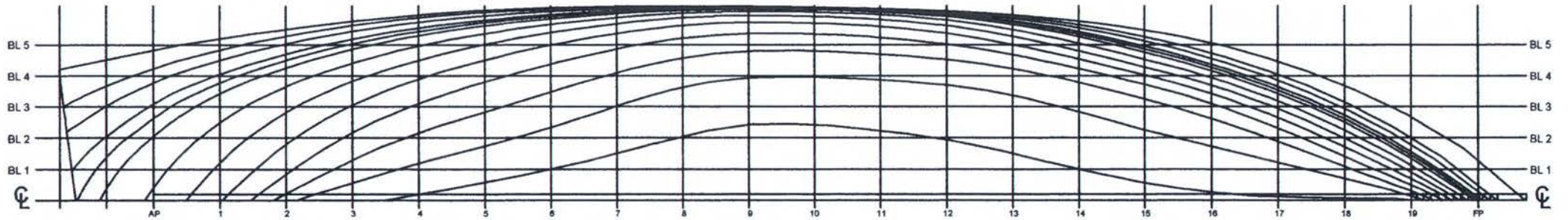


SHEER PLAN

SHEER PLAN



HALF BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSION

Lwl	18.37 m
Lpp	17 m
Bmld	5 m
Hmld	2.1 m
Tload	1.7 m
Cb	0.54
Vs	8 knot

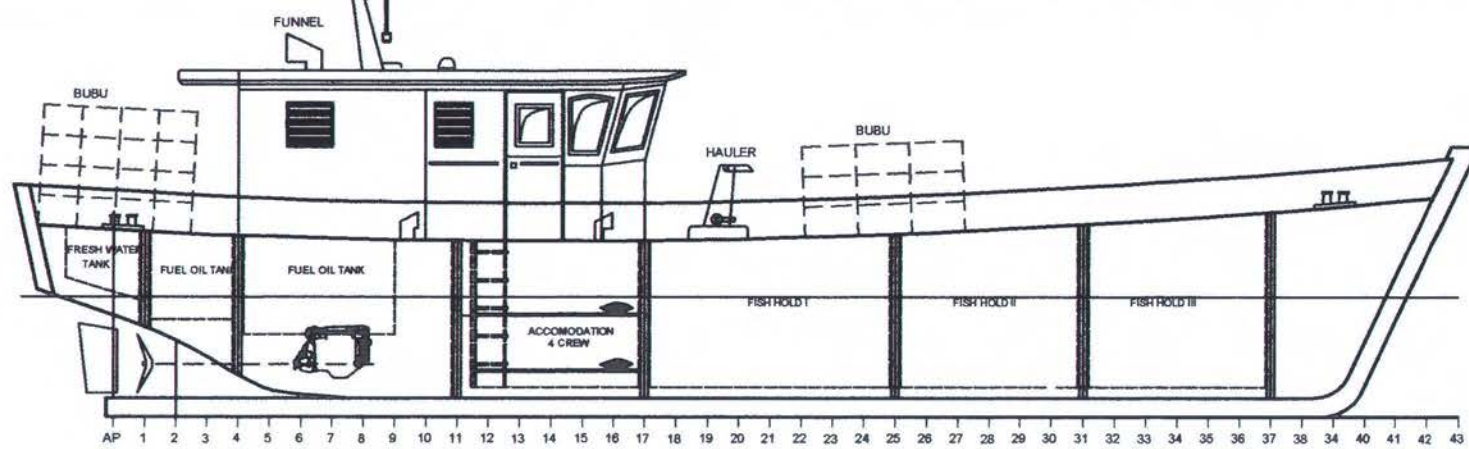


INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
 TEKNIK PERKAPALAN

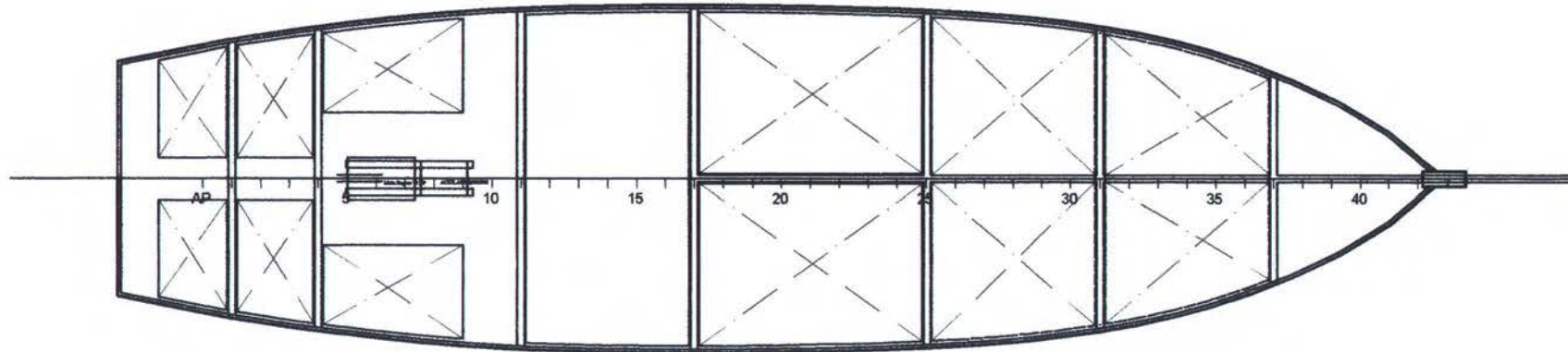
LINES PLAN

FISHING VESSEL BRONDONG

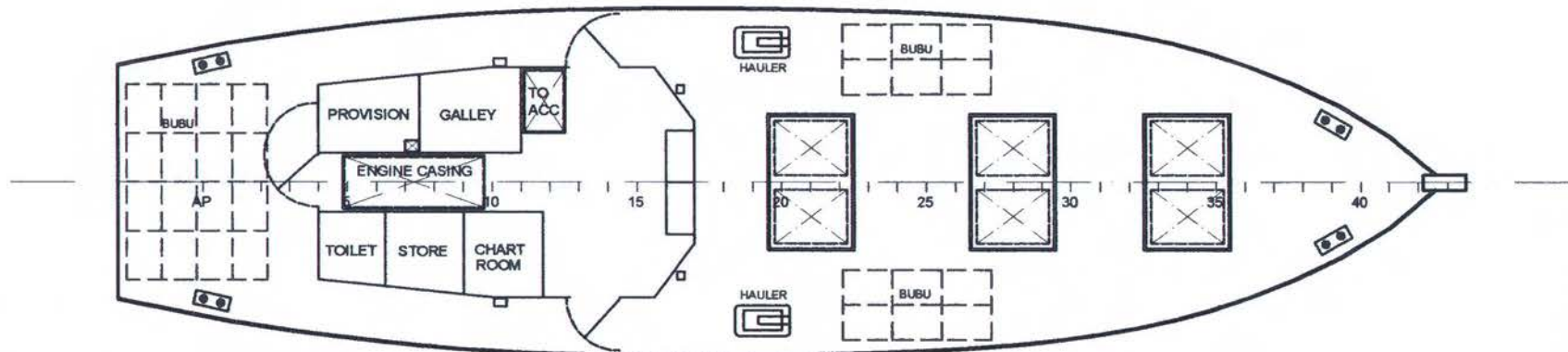
Skala : 1 : 50	TTD	Tanggal	Ket:
Nama : Addin Sirojen Alamiah			
Dosen : Ir. I.G.M.Santosa			




BELOW MAIN DECK



MAIN DECK



PRINCIPAL DIMENSION	
Lwl	18.37 m
Lpp	17 m
Bmid	5 m
Hmid	2.1 m
Tload	1.7 m
Cb	0.54
Vs	8 knot

 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN TEKNIK PERKAPALAN GENERAL ARRANGEMENT			
FISHING VESSEL BRONDONG			
Scale : 1:75	YTD	Tanggal	Ket :
Name : Adelin Stevan Alamin			
Docen : Ir. I. O. M. Sarifosa			

BIODATA PENULIS



Penulis yang bernama lengkap Addin Sirojan Alamia ini lahir di Lumajang, 26 Maret 1983, kota yang dikenal sebagai kota pisang. Dalam sehari-hari biasanya dia dipanggil Addin, namun seiring dengan kemajuan teknologi dan pergaulan kadang dia juga dipanggil Siro oleh teman-temannya.

Dia pertama kali memasuki dunia pendidikan di SDN 1 Kunir Lor (tahun 1989 – 1995), kemudian melanjutkan studinya di SMPN 1 Kunir (tahun 1995 – 1998), setelah itu bersekolah di SMUN 2 Lumajang (tahun 1998 – 2001). Pada tahun 2001 dia mengikuti Ujian Masuk Perguruan Tinggi Negeri (UMPTN) di Surabaya dan Alhamdulillah bisa diterima di Teknik Perkapalan ITS Surabaya di tahun yang sama.

Selama kurang lebih 6 tahun penulis mengerahkan seluruh pikiran dan tenaganya untuk menerima bimbingan dan menimba ilmu dari para dosen Teknik Perkapalan. Selama masa studinya penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Dok dan Perkapalan Kodja Bahari Jakarta (2004) dan di PT. Pelindo III Surabaya (2005). Penulis juga pernah aktif di kegiatan kemahasiswaan yaitu sebagai wakil ketua Departemen SDM Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan. Pada tahun 2006 penulis menikah dengan seorang gadis asal Jember yang bernama Anis Fatatik Nuryana. Satu tahun kemudian dikaruniai seorang anak laki-laki yang diberi nama Haidar Farras Safiy. Kedua orang inilah yang kemudian menjadi tambahan moral dan semangat bagi penulis untuk menyelesaikan studinya di Teknik Perkapalan ITS.