



TUGAS AKHIR - MN 184802

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS INDUSTRI KAPAL
IKAN KONSTRUKSI KAYU LAMINASI DENGAN SISTEM
MODULAR**

**IVANDA WINO M
NRP 0411134000059**

**Dosen Pembimbing
Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



TUGAS AKHIR - MN 184802

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS INDUSTRI KAPAL IKAN
KONSTRUKSI KAYU LAMINASI DENGAN SISTEM
MODULAR**

**Ivanda Wino M
NRP 0411134000059**

**Dosen Pembimbing
Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



FINAL PROJECT - MN 184802

**TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF LAMINATED
WOODEN FISHING VESSELS CONSTRUCTION INDUSTRY
WITH MODULAR SYSTEM**

**Ivanda Wino M
NRP 0411134000059**

**Supervisor
Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS INDUSTRI KAPAL IKAN KONSTRUKSI KAYU LAMINASI DENGAN SISTEM MODULAR

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

IVANDA WINO M
NRP 0411134000059


Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing,



Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.
NIP 196109141987011001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP-19640210 198903 1 001

SURABAYA, Juli 2019

[Jika 1 (satu) Dosen Pembimbing]

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS *VISCOUS RESISTANCE* KAPAL SELAM MINI DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* DAN PENGUJIAN PADA *WIND TUNNEL*

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

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

Oleh:

ARDI NUGROHO YULIANTO
NRP 4109100087

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. I Ketut Suastika
NIP 19691231 200604 1 178

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan

[stempel Departemen]

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 3 JULI 2016

LEMBAR REVISI

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS INDUSTRI KAPAL IKAN KONSTRUKSI KAYU LAMINASI DENGAN SISTEM MODULAR

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 2 Juli 2019

Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

IVANDA WINO M
NRP 0411134000059

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

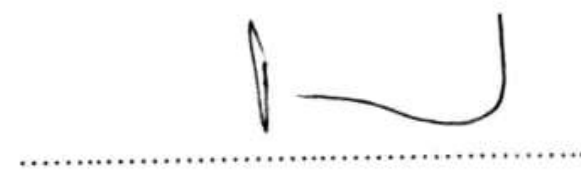
1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.
2. Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc.
3. Imam Baihaqi, S.T., M.T.
4. Muhammad Nurul Misbach, S.T., M.T.



Handwritten signatures of the examiners, each followed by a dotted line for a name or title.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.



Handwritten signature of the supervisor, followed by a dotted line.

SURABAYA, JULI 2019

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

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

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

1. Bapak Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc. yang telah memberikan bimbingannya dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc. yang telah memberikan bimbingan dalam pembangunan *prototype* kapal ikan di Laboraturium Produksi dan Manajemen Perkapalan.
4. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS.
5. Kedua orang tua yang tiada henti-hentinya mendoakan Penulis dan memberikan dukungan baik moral maupun materil
6. Bapak Supardi, Bapak Salim, Mas Joko Iswanto yang telah membantu pembuatan *prototype* kapal ikan di Laboraturium Produksi dan Manajemen Perkapalan
7. Teman seperjuangan Genta Bayu Raharja yang senantiasa menemani saya dalam pembuatan model kapal dan saling memberikan dukungan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Mas Adit, Mas Juki, Mas Hap, Lontong, Ridho, Sono, Hapid, Yoga, Aji serta teman-teman seperjuangan yang senantiasa membantu dan memberikan dukungan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
9. Arip, Nugrah, Obek, Satrio, Ridho yang selalu memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman angkatan 2013 (SUBMARINE-P53) yang telah menemani dan memberikan dukungan sejak menjadi mahasiswa baru sampai sekarang.

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

Surabaya, 27 Juni 2019

Ivanda Wino M

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS INDUSTRI KAPAL IKAN KONSTRUKSI KAYU LAMINASI DENGAN SISTEM MODULAR

Nama Mahasiswa : Ivanda Wino M
NRP : 041113000059
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.

ABSTRAK

Jauhnya galangan kapal dan pemilik kapal membuat pengiriman kapal menjadi mahal dan memakan waktu yang lama. Maka dari itu dilakukan penelitian dengan menganalisa segi teknis proses pembangunan kapal ikan dengan konstruksi kayu laminasi dengan sistem modular dan menganalisa dari segi ekonomis industri galangan kapal ikan dengan konstruksi kayu laminasi menggunakan sistem modular dengan material Mahoni dan Jati. Kayu Mahoni mempunyai potensi sebagai bahan baku alternatif pembangunan kapal dikarenakan pertumbuhan kayu Mahoni 15 hingga 20 tahun sudah bisa di produksi. Analisa teknis yang dilakukan adalah dengan membangun *prototype* kapal ikan dengan konstruksi kayu laminasi dengan sistem modular dimulai dari survei untuk mendapatkan ukuran utama yang dilanjutkan pembuatan desain dan mal. Mal yang telah dibuat dijadikan acuan setiap konstruksi dalam membuat modul-modul konstruksi. Pembentukan modul dilakukan dengan menggunakan metode *cold press planking*. Analisa ekonomis dilakukan dengan menentukan harga kapal ikan dengan konstruksi kayu laminasi menggunakan sistem modular dan menghitung nilai investasi galangan kapal ikan ukuran 3 GT dengan konstruksi kayu laminasi. Berdasarkan pembuatan *prototype* kapal ikan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa membangun kapal dengan sistem modular dapat dilakukan dengan harga lebih murah dibandingkan dengan menggunakan metode tradisional dan untuk harga satu kapal laminasi kayu Mahoni dan Jati dengan sistem modular sebesar Rp 44.927.655,90 sedangkan satu kapal pada umumnya sebesar Rp 30.000.000. berdasarkan analisa kelayakan industri galangan didapatkan nilai investasi galangan kapal ikan dengan konstruksi kayu laminasi menggunakan metode sistem modular sebesar Rp 516.457.593. Untuk nilai *net present value* sebesar Rp 2.804.911.995,79 dan *payback periode* terjadi pada 9 tahun 2 bulan. Nilai *Internal rate of return* sebesar 25,08% lebih besar dari bunga bank yang telah ditetapkan yakni 10,25%. Dapat disimpulkan bahwa investasi galangan kapal ikan dengan konstruksi kayu laminasi menggunakan sistem modular layak dilakukan bila dilihat dari analisa ekonomisnya.

Kata Kunci: Sistem, Modular, Laminasi, Kayu, Mahoni, Jati

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF LAMINATED WOODEN FISHING VESSELS CONSTRUCTION INDUSTRY WITH MODULAR SYSTEM

Author : Ivanda Wino M
Student Number : 0411130000059
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.

ABSTRACT

The length of shipyards and shipowners makes shipping ships expensive and time consuming. Therefore, a study was conducted by analyzing the technical aspects of the fishing vessel construction process with laminated wood construction with a modular system and analyzing the economics of fish shipbuilding industry with laminated wood construction using a modular system with mahogany and teak materials. Mahogany has the potential as an alternative raw material for ship building because the growth of 15 to 20 years of mahogany can be produced. The technical analysis is done by building a prototype of a fishing boat with laminated wood construction with a modular system starting with a survey to get the main size followed by the design and mall construction. The mall that has been made is used as a reference for every construction in making construction modules. Formation of modules is done using the cold press planking method. Economic analysis is done by determining the price of fishing vessels with laminated wood construction using a modular system and calculating the investment value of a 3 GT size shipyard with laminated wood construction. Based on the prototype of the fishing vessel that has been carried out, it can be concluded that building a modular system can be done at a cheaper price than using the traditional method and for the price of a mahogany and teak laminate ship with a modular system of Rp. 44.927.655,90 while one ships in general are Rp. 30,000,000. based on the feasibility analysis of the shipyard industry, the value of investment in shipyard shipyard construction with laminated wood using a modular system method is Rp. 516.457.593. For the value of the net present value of Rp. 2.804.911.995,79 and the payback period occurs at 9 years 2 months. The value of the Internal rate of return is 25,08% greater than the bank interest set at 10.25%. It can be concluded that the investment in fishing shipyard with laminated wood construction using a modular system is feasible when viewed from economic analysis.

Keywords: System, Modular, Lamination, Wood, Mahogany, Teak

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xv
Bab 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat.....	2
1.6. Hipotesis.....	3
Bab 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Dasar Teori.....	5
2.1.1. Gambaran Umum Kayu Mahoni	5
2.1.2. Gambaran Umum Kayu Jati	6
2.1.3. Sifat Fisik Dan Mekanis Kayu Secara Umum.....	7
2.1.4. Potensi Hutan Kayu Mahoni	9
2.1.5. Harga Pasar Kayu Mahoni.....	11
2.1.6. Perhitungan GT Kapal Ikan.....	11
2.1.7. Perhitungan Ukuran Konstruksi Kayu Laminasi.....	12
2.2. Tinjauan Pustaka	22
2.2.1. Teknologi Laminasi Kayu Secara Umum	22
2.2.2. Teknis Laminasi Kayu.....	23
2.2.3. Sambungan Kayu.....	24
2.2.4. Pembangunan Kapal Ikan Tradisional.....	31
2.2.5. Konstruksi Modular	33
2.2.6. Metode Penilaian Investasi	33
Bab 3 METODOLOGI	37
3.1. Metode Penelitian.....	37
3.2. Survei Lapangan.....	37
3.2.1. Pemilihan Lokasi	37
3.2.2. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kegiatan Survei.....	38
3.3. Pengujian Material Laminasi dan Pembuatan Modul	38
3.3.1. Proses Pengerjaan	38

3.3.2.	Bahan dan Alat	39
3.3.3.	Pengolahan Material	39
3.4.	Lokasi Pengerjaan	40
Bab 4	DATA HASIL SURVEI DAN pembangunan protoype	43
4.1.	Data Survei	43
4.1.1.	Waktu dan Lokasi Survei	43
4.1.2.	Hasil Survei	43
4.2.	Pembangunan <i>Prototype</i> Kapal Ikan Laminasi Kayu Jati dan Mahoni dengan Sistem Modular	47
4.2.1.	Perhitungan konstruksi kayu laminasi	47
4.2.2.	Tahap Desain	48
4.2.3.	Tahap Persiapan	52
4.2.4.	Tahap Fabrikasi	56
4.2.5.	Delivery	68
4.2.6.	Tahap Assembly / Perakitan	69
4.2.7.	Tahap <i>Finishing</i>	74
4.2.8.	Perhitungan Jam Orang dalam pembangunan kapal ikan <i>prototype</i>	75
Bab 5	ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS	77
5.1.	Analisa Teknis	77
5.1.1.	Proses Produksi dan Desain Kapal	77
5.1.2.	Pemilihan Lokasi Industri Galangan Kapal Kayu	94
5.1.3.	Perhitungan Jam Orang Dalam Pembangunan Kapal Ikan 3 GT	107
5.1.4.	Analisa Penggunaan Sistem Modular Dalam Pembangunan Kapal Ikan	107
5.2.	Analisa Ekonomis	110
5.2.1.	Perhitungan Kebutuhan Material dan Pembangunan Konstruksi Kapal Ikan Modular Berbahan Kayu Laminasi Mahoni dan Jati	111
5.2.2.	Perhitungan Biaya Produksi dan Perencanaan Galangan Kapal	114
5.2.3.	Analisa Penentuan Harga Penjualan Per Unit Kapal Kayu Ukuran 3 GT	122
5.2.4.	Analisa Perbandingan Biaya Pengiriman Kapal Modular vs Konvensional ...	122
5.2.5.	Analisa Target Produksi dan Pendapatan	123
5.2.6.	Analisa Kelayakan Investasi	125
Bab 6	KESIMPULAN DAN SARAN	127
6.1.	Kesimpulan	127
6.2.	Saran	127
	DAFTAR PUSTAKA	129
	LAMPIRAN	131
	LAMPIRAN A PERHITUNGAN TEKNIS	132
	LAMPIRAN B PERHITUNGAN EKONOMIS	141
	BIODATA PENULIS	148

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pohon Mahoni.....	5
Gambar 2.2 Kayu Jati	7
Gambar 2.3 Diagram Luas Kawasan Hutan Jatim Berdasarkan Peruntukan Tahun 2013	10
Gambar 2.4 Luas Kawasan Hutan Produksi Jawa Timur Berdasarkan Klas Perusahaan Tahun 2013	11
Gambar 2.5 Sambungan Bibir Lurus	25
Gambar 2.6 Sambungan Bibir Lurus Berkait	25
Gambar 2.7 Sambungan Bibir Miring	26
Gambar 2.8 Sambungan Bibir Miring Berkait	26
Gambar 2.9 Sambungan Takikan Lurus	27
Gambar 2.10 Sambugnan Mulut Ikan.....	27
Gambar 2.11 Sambungan Takikan Lurus Rangkap.....	28
Gambar 2.12 Sambungan Purus Lurus	28
Gambar 2.13 Sambungan Lidah dan Alur	29
Gambar 2.14 Sambungan Lidah Lepas dan Alur	30
Gambar 2.15 Sambungan Lidah Bersponing dan Alur.....	30
Gambar 2.16 Sambungan Lidah Miring	31
Gambar 2.17 Sambungan Papan Melebar Arah Tegak	31
Gambar 3.1 <i>Flow chart</i> Pengerjaan Tugas Akhir.....	42
Gambar 4.1 Pengukuran Kapal Ikan di Geronga, Pasuruan	43
Gambar 4.2 Pengerjaan Kapal Ikan di Lokasi Panggungrejo, Pasuruan	45
Gambar 4.3 Kapal Ikan Tradisional di Lokasi Panggungrejo, Pasuruan.....	46
Gambar 4.4 Pengukuran Kapal.....	48
Gambar 4.5 <i>Linesplan</i> Kapal Yang Akan Di Bangun	50
Gambar 4.6 <i>General Arrangement</i> Kapal Yang Akan Di Bangun.....	50
Gambar 4.7 Pembentukan Melintang Kapal.....	51
Gambar 4.8 Pembuatan Modul Untuk Mal	52
Gambar 4.9 Pemilihan Kayu	52
Gambar 4.10 Proses Pemotongan Kayu	54
Gambar 4.11 Pembuatan Mal	54
Gambar 4.12 Proses <i>Planer</i>	55
Gambar 4.13 Persiapan Jig	55
Gambar 4.14 Hasil CNC Laser <i>Cutting</i>	56
Gambar 4.15 Proses Pemotongan Kayu	57
Gambar 4.16 Proses <i>Planer</i> Kayu	57
Gambar 4.17 <i>Bracket</i>	58
Gambar 4.18 Gading	58
Gambar 4.19 Proses Pembuatan Modul Gading dan <i>Bracket</i>	59
Gambar 4.20 Pembentukan Modul Wrang	59
Gambar 4.21 Penempatan Wrang Pada Jig	60
Gambar 4.22 Pembuatan Lajur <i>Keel</i>	61
Gambar 4.23 Pembuatan Lajur <i>Chine Lock</i>	61
Gambar 4.24 Sambungan <i>Chine Lock</i>	62

Gambar 4.25 Proses Pembuatan Modul <i>Chine Lock</i>	63
Gambar 4.26 Proses Pembuatan Modul <i>Keel</i>	63
Gambar 4.27 Sambungan <i>keel</i>	64
Gambar 4.28 Pembuatan Modul Stem	64
Gambar 4.29 Sambungan Pada Stem	65
Gambar 4.30 Lajur Kulit Pada <i>Keel</i>	65
Gambar 4.31 Pembuatan Modul Kulit	66
Gambar 4.32 Sambungan pada modul kulit	67
Gambar 4.33 Proses Pembalikan Kapal	67
Gambar 4.34 Pelepasan Modul Kulit	68
Gambar 4.35 Spesifikasi Truk Pengirim Barang	69
Gambar 4.36 Penyambungan Modul Wrang dan Modul Gading	70
Gambar 4.37 Perakitan menjanggunakan 3D	70
Gambar 4.38 Pemasangan <i>Chine Lock</i>	71
Gambar 4.39 Pemasangan <i>Keel</i>	72
Gambar 4.40 Laminasi <i>Keel</i>	72
Gambar 4.41 Sambungan <i>Keel</i>	73
Gambar 4.42 Proses Pemasangan Kulit	73
Gambar 4.43 Pemasangan cantik-cantik	74
Gambar 4.44 Bentuk Kapal Yang Telah di <i>Finishing</i>	75
Gambar 5.1 <i>Flow chart</i> Proses Produksi	77
Gambar 5.2 Alur Proses Desain	78
Gambar 5.3 Mesin Potong Selendang	84
Gambar 5.4 Mesin <i>Planer</i>	84
Gambar 5.5 Mesin Gerinda Tangan	85
Gambar 5.6 Mesin Bor Tangan	85
Gambar 5.7 Mesin Amplas	86
Gambar 5.8 Mesin <i>Hand Planner</i>	86
Gambar 5.9 Mesin Kompresor	86
Gambar 5.10 Lem <i>Epoxy Propan</i>	87
Gambar 5.11 <i>Gantry Crane</i>	87
Gambar 5.12 Peralatan Elektronik	88
Gambar 5.13 Alat Pelindung Diri	89
Gambar 5.14 <i>Safety Painter</i>	89
Gambar 5.15 <i>Linesplan</i> Kapal	90
Gambar 5.16 <i>General Arrangement</i>	91
Gambar 5.17 <i>Construction Profile</i>	92
Gambar 5.18 Modul Gading	93
Gambar 5.19 Modul <i>Keel</i>	94
Gambar 5.20 Akses Jalan Lokasi 1	97
Gambar 5.21 Kondisi Bibir Pantai di Lokasi 1	97
Gambar 5.22 Tekstur Tanah mendekati bibir pantai	98
Gambar 5.23 Akses Jalan Menuju Lahan	98
Gambar 5.24 <i>Layout</i> Galangan Kapal	106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas Kuat	9
Tabel 2.2 Beban yang bekerja pada kapal	13
Tabel 2.3 Faktor koreksi pembebanan akibat kecepatan	14
Tabel 2.4 Pembebanan geladak dan bangunan atas	14
Tabel 2.5 Tabel penentuan ukuran lunas	16
Tabel 2.6 Tabel penentuan ukuran linggi	17
Tabel 2.7 Tabel penentuan ukuran galar	17
Tabel 2.8 Perhitungan modulus wrang dan gading	18
Tabel 2.9 Perhitungan modulus balok geladak	19
Tabel 2.10 Tabel ukuran konstruksi	20
Tabel 2.11 Daftar jenis kayu yang dapat dipergunakan untuk bagian konstruksi kapal ikan ..	21
Tabel 4.1 Perhitungan konstruksi kapal ikan <i>prototype</i>	47
Tabel 4.2 Estimasi Kebutuhan Material	53
Tabel 4.3 Perhitungan Jam Orang	75
Tabel 5.1 <i>Software Maxsurf</i>	82
Tabel 5.2 <i>Software AutoCAD</i>	83
Tabel 5.3 <i>Personal Computer</i>	83
Tabel 5.4 Pangsa Pasar Untuk Kapal Ikan di Jawa Timur	94
Tabel 5.5 Jumlah Usaha atau Perusahaan Kode C sampai Kode I	99
Tabel 5.6 Jumlah Usaha atau Perusahaan Kode J samai Kode R, S, U	100
Tabel 5.7 Kelas Kemampuan Lahan	101
Tabel 5.8 Penggunaan Lahan	101
Tabel 5.9 Kriteria Tenaga Kerja	101
Tabel 5.10 Kriteria Bahan Baku	102
Tabel 5.11 Kriteria Kontinuitas Bahan Baku	102
Tabel 5.12 Kriteria Jarak Bahan Baku	102
Tabel 5.13 Kriteria Permintaan Pasar	103
Tabel 5.14 Kriteria Kecukupan Sumber Daya Listrik dan Jaringan Komunikasi	103
Tabel 5.15 Kriteria Kecukupan Air Bersih	104
Tabel 5.16 Kriteria Akses Jalan	104
Tabel 5.17 Penilaian Penentuan Lokasi	105
Tabel 5.18 Perhitungan jam orang pada kapal ikan 3 GT	107
Tabel 5.19 Perbandingan Pembangunan Kapal Modular vs Kapal Tradisional	109
Tabel 5.20 <i>Waste Material</i>	111
Tabel 5.21 Biaya Material Kayu	111
Tabel 5.22 Biaya Lem <i>Epoxy</i>	112
Tabel 5.23 Biaya Material Non Kayu	112
Tabel 5.24 Biaya <i>Variable</i>	113
Tabel 5.25 Biaya Tetap/Pokok	113
Tabel 5.26 Biaya Tenaga Kerja	114
Tabel 5.27 Biaya Pembangunan <i>Workshop</i> Galangan Kapal	115
Tabel 5.28 Biaya Pembelian Tanah	115
Tabel 5.29 Biaya Instalasi Kebutuhan Mendasar	115

Tabel 5.30 Biaya Pembelian <i>Software</i> Desain.....	116
Tabel 5.31 Biaya Material <i>Handling</i>	116
Tabel 5.32 Biaya Peralatan Manual.....	116
Tabel 5.33 Biaya Permesinan Galangan Kapal	117
Tabel 5.34 Biaya Perkakas Kantor	117
Tabel 5.35 Biaya Perlengkapan Keselamatan Kerja	118
Tabel 5.36 Total Biaya Investasi Galangan Kapal Kayu.....	118
Tabel 5.37 Daftar Perencanaan Gaji Pegawai	119
Tabel 5.38 Pemakaian Listrik Pada Galangan Kapal	120
Tabel 5.39 Biaya Tagihan Bulanan	120
Tabel 5.40 Harga Pengiriman Menggunakan <i>Container</i>	121
Tabel 5.41 Harga Persewaan Truk CDD	121
Tabel 5.42 Biaya Pengiriman Menggunakan <i>Container</i>	121
Tabel 5.43 Harga Pokok Produksi untuk 1 Unti Kapal Kayu Laminasi Mahoni dan Jati.....	122
Tabel 5.44 Harga Jual Produk	122
Tabel 5.45 Perbandingan Biaya Perbandingan Kapal Modular vs Konvensional.....	123
Tabel 5.46 Jumlah Pendapatan Tahun 2020-2034.....	124
Tabel 5.47 Jumlah Pengeluaran Tahun 2020-2034	124
Tabel 5.48 Perhitungan <i>Net Present Value</i>	125

DAFTAR SIMBOL

Q	= Heat input bersih (Watt)
η	= Koefisien dari efisiensi las
U	= Tegangan yang digunakan pada saat pengelasan (Volt)
I	= Besarnya arus listrik yang digunakan (Ampere)
q_e	= Heat flux (Watt/m ²)
A_f	= Luas area pembebanan yang dihasilkan dari proses pengelasan (m ²)
A_e	= Luas area elektroda yang digunakan (m ²)
λ	= Koefisien dari konduktivitas panas, (J.m ⁻¹ .s ⁻¹ .K ⁻¹)
q_2	= <i>Heat flow density</i> (J.m ⁻² .s ⁻¹)
$\partial T/\partial n$	= Gradien dari temperatur (K.m ⁻¹)
C	= Specific heat capacity (J.kg ⁻¹ .K ⁻¹)
ρ	= Massa jenis material (kg.m ⁻³)
q_3	= Volume jenis dari sumber panas (W.m ⁻³)
α	= Difusi termal, (m ² .s)
J	= Masukan panas = $\frac{60EI}{V}$ (Joule/cm)
T	= Suhu di daerah HAZ (°C)
T ₀	= Suhu mula material las (°C)
t	= Tebal material las (mm)
ε	= Regangan
E	= Modulus Young
σ^I	= Tegangan dalam orde 1
σ^{II}	= Tegangan dalam orde 2
σ^{III}	= Tegangan dalam orde 3
σ	= Tegangan sisa yang terjadi
σ_x	= Tegangan tegak lurus garis las
σ_y	= Tegangan searah garis las
ε_x	= Regangan tegak lurus garis las
ε_y	= Regangan searah garis las
ν	= Angka perbandingan poisson
τ	= Tegangan geser
F _s	= Gaya (N)
A _s	= Luas bidang geser (m ²)
G	= Modulus geser
γ	= Regangan geser
M ₀	= Momen bending
Q ₀	= Gaya geser
Ω	= Angular distortion
w	= Distorsi
σ_y	= Tegangan yield

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Salah satu material dalam pembangunan kapal adalah kayu. Kayu merupakan material serba guna yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat dalam membangun kapal. Tidak hanya membangun kapal, produksi industri di Indonesia yang menggunakan bahan dasar kayu juga banyak sehingga membuat ketersediaan kayu di Indonesia menjadi menipis. Pada pembuatan kapal kayu di Indonesia ketersediaan material terutama kayu jati terkendala oleh mahalnyanya mendatangkan material yang digunakan sebagai bahan baku utama produksi kapal kayu. Ini merupakan pengaruh langsung dari kelangkaan persediaan kayu di pasaran serta harga kayu di pasaran yang semakin hari semakin mahal dan juga penebangan liar yang tidak bertanggung jawab menyebabkan kerusakan hutan dan efek negatif lainnya.

Pada beberapa kasus pembangunan kapal ikan di Indonesia pembuatan kapal jauh dari lokasi operasional kapal sehingga memerlukan biaya *delivery* lebih mahal. Pada proses pembangunan kapal pemilik atau lokasi pengiriman kapal jauh dari lokasi pembuatan kapal (galangan kapal) hal itu menyebabkan proses *delivery* kapal memakan waktu yang lama. Sistem modular adalah sistem pelaksanaan pembangunan dengan memanfaatkan material dan komponen fabrikasi yang dibuat di luar lokasi proyek atau di dalam lokasi proyek namun perlu disatukan lebih dahulu antar komponennya (*erection*) ditempat yang seharusnya / posisi dari komponen tersebut.

Dalam menjawab upaya percepatan pembangunan nasional khususnya dibidang perkapalan yang mengalami peningkatan, hal ini didukung dengan kebijakan pemerintah yang saat ini memberikan perhatian khusus pada industri kemaritiman khususnya dalam bidang produksi kapal ikan. Pertumbuhan pesat ini harus dimanfaatkan, salah satu cara memanfaatkannya yaitu dengan cara menggunakan teknologi alternatif bahan dasar konstruksi kapal kayu yang memiliki daya jual tinggi, menguntungkan, kemudahan pengiriman dan mampu bersaing di pasar bebas.

Dengan adanya pembangunan kapal ikan menggunakan material laminasi kayu dengan sistem modular diharapkan menjadi alternatif bahan dasar pembangunan kapal ikan dan mampu memudahkan pengiriman.

1.2. Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah :

- a. Bagaimana proses produksi kapal ikan konstruksi kayu laminasi ?
- b. Bagaimana analisis teknis pembangunan industri kapal ikan konstruksi kayu laminasi dengan sistem modular?
- c. Bagaimana analisis ekonomis pembangunan industri kapal ikan konstruksi kayu laminasi dengan sistem modular ?

1.3. Tujuan

Tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir ini antara lain:

- a. Melakukan observasi teknis pembangunan kapal ikan dengan bahan laminasi kayu Mahoni dan jati
- b. Membuat *prototype* kapal ikan 3 GT berbahan laminasi kayu Mahoni yang layak dan handal
- c. Menghitung biaya pembangunan kapal dan kelayakan investasi kapal ikan 3 GT dengan laminasi kayu Mahoni dan jati.

1.4. Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah yang ada dalam penelitian ini adalah:

- a. Material yang digunakan adalah kayu Mahoni dan jati.
- b. Lem yang digunakan untuk laminasi kayu Mahoni yaitu lem *Epoxy Marine use*.
- c. Kapal ikan kecil 3 GT.

1.5. Manfaat

Dari pengerjaan Tugas Akhir ini, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat memberi wawasan baru yang dapat menggali lebih dalam mengenai pembangunan kapal ikan konstruksi kayu laminasi dengan sistem modular.

- b. Secara praktisi, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi untuk membuat kapal ikan konstruksi kayu laminasi dengan sistem modular.

1.6. Hipotesis

Penggunaan sistem modular pada pembangunan kapal ikan Konstruksi kayu laminasi dapat diterapkan pada galangan kapal ikan dan layak dari aspek teknis maupun ekonomis.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1. Dasar Teori

Pada Sub bab dasar teori ini membahas tentang dasar teori apa saja yang akan di bahas pada Tugas Akhir ini.

2.1.1. Gambaran Umum Kayu Mahoni

Kayu Mahoni adalah kayu yang sangat dicari untuk membuat furniture serta aplikasi lain seperti perahu, konstruksi, alat musik dan sebagainya. ini dikarenakan penampilannya yang menarik dan kekuatannya yang tidak di ragukan lagi. Dan pohon Mahoni mempunyai pohon yang tingginya mencapai 35-40 m diameternya 125 cm. Ciri-ciri pohon Mahoni adalah batang lurus berbentuk silindris dan tidak berbanir. Kulit luar berwarna coklat kehitaman, beralur dangkal seperti sisik, sedangkan kulit berwarna abu-abu dan halus ketika masih muda, berubah menjadi coklat tua, beralur dan mengelupas setelah tua. (Watson & Dallwitz, 2010)



Gambar 2.1 Pohon Mahoni

Mahoni baru berbunga setelah berumur 7 tahun, mahkota bunganya silindris, kuning kecoklatan, benang sari melekat pada mahkota, kepala sari putih, kuning kecoklatan. Buahnya buah kotak, bulat telur, berlekuk lima, warnanya coklat. Biji pipih, warnanya hitam atau coklat. Mahoni dapat ditemukan tumbuh liar di hutan jati dan tempat-tempat lain yang dekat

dengan pantai, atau ditanam di tepi jalan sebagai pohon pelindung. Tanaman yang asalnya dari Hindia Barat ini, dapat tumbuh subur bila tumbuh di pasir payau dekat dengan pantai.

Mahoni dapat tumbuh dengan subur di pasir payau dekat dengan pantai dan menyukai tempat yang cukup sinar matahari langsung. Tanaman ini termasuk jenis tanaman yang mampu bertahan hidup di tanah gersang sekalipun. Walaupun tidak disirami selama berbulan-bulan, Mahoni masih mampu untuk bertahan hidup. Untuk masa panennya kayu Mahoni sendiri bisa di tebang setelah berumur 7 sampai 15 tahun. Dikarenakan masa panennya yang singkat dalam beberapa kasus kayu Mahoni juga sering digunakan sebagai bahan baku pengganti jati. Ini dilakukan karena, selain jumlah persediaan kayu Mahoni banyak, harganya pun jauh lebih murah dari pada kayu jati. (Watson & Dallwitz, 2010)

2.1.2. Gambaran Umum Kayu Jati

Kayu jati merupakan kayu yang bermutu tinggi tetapi dengan pertumbuhan yang lambat. Kayu jati bisa tumbuh mencapai 30-40 m dan dapat tumbuh didaerah dengan curah hujan 1500-2000 mm/tahun. Tempat paling baik dalam pertumbuhan jati adalah mempunyai tanah dengan pH 0,45-7 dan dibanjiri dengan air. Untuk ciri-ciri jati adalah mempunyai daun berbentuk elips yang lebar dan mencapai 30-60 cm saat dewasa.

Pertumbuhan jati yang lambat membuat kayu ini sangat mahal. Karena pertumbuhan jati yang lambat menjadi tidak cukup untuk menutupi permintaan atas kayu jati. Jati biasanya diproduksi secara konvensional dengan menggunakan biji. Akan tetapi produksi bibit dengan jumlah besar dalam waktu tertentu menjadi terbatas karena adanya lapisan luar biji yang kerjas. Alternatif yang telah dilakukan peneliti untuk mengatasi keterlambatan pertumbuhan adalah merendam biji dalam air, memanaskan biji dengan api kecil atau pasir panas, serta menambahkan asam, basa atau bakteri. Akan tetapi alternatif tersebut masih belum bisa optimal untuk menghasilkan jati dalam waktu yang cepat dan jumlah yang banyak.

Pohon jati dianggap baik adalah pohon yang bergaris lingkaran besar, berbatang lurus, dan sedikit cabangnya. Kayu jati terbaik biasanya berasal dari pohon yang berumur lebih daripada 80 tahun. Dengan tangkai yang sangat pendek dan daun umumnya besar, bulat telut terbalik, berhadapan, dengan tangkai yang sangat pendek juga.



Gambar 2.2 Kayu Jati

2.1.3. Sifat Fisik Dan Mekanis Kayu Secara Umum

Semua jenis kayu akan tumbuh dan mempunyai bentuk fisik tergantung pada jenis, lingkungan pertumbuhan dan asalnya. Sifat fisik kayu dapat dipengaruhi antara lain oleh:

1. Kadar Air

Kadar air kayu merupakan berat air dalam kayu yang biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase dari berat kering tanur kayu. Berat, penyusutan, kekuatan, dan sifat-sifat kayu lainnya tergantung pada kadar air kayunya. (Howard, 1997)

2. Lama Pemakaian

Kayu memiliki *life time* atau waktu guna yang merupakan batas umur pemakaian, hal ini terjadi karena pengaruh *seasoning*, *weathering*, ataupun perubahan kimia disamping lama pembebanan.

3. Struktur Anatomi Kayu

Kayu secara umum mempunyai sifat anisotropic, yaitu sifat kayu yang berbeda pada ketiga arahnya sebagai akibat susunan sel-sel serabut yang membentuk tiga arah yaitu longitudinal, tangensial, dan radial.

4. Lama Pembebanan

Pemberian beban pada kayu akan mempengaruhi besarnya tegangan yang terjadi di dalam kayu tersebut, semakin lama maka semakin besar tegangan yang terjadi.

5. Berat Jenis dan Kerapatan

Kayu disusun oleh zat yang lebih berat daripada air, berat jenis zat kayu sekitar 1,5 yang berlaku untuk semua jenis kayu.

6. Pengaruh Cacat

Lingkungan mempengaruhi pertumbuhan pohon salah satunya yaitu kelainan (cacat) pada kayu. Cacat pada kayu antara lain mata kayu, serat berpilin, kayu reaksi, kayu rapuh, kantung damar dan kulit tersisip.

Sifat mekanik adalah sifat yang berhubungan dengan ukuran kemampuan kayu untuk menahan gaya luar yang membebani kayu. Kayu yang dibebani ini akan menyebabkan tegangan dalam kayu tersebut dan dapat merubah bentuk kayu. Gaya luar tersebut berupa tekanan, tarikan atau gesekan. Beberapa sifat mekanik kayu secara umum adalah sebagai berikut:

1. Keteguhan Tekan

Keteguhan tekan merupakan kemampuan maksimum sampel untuk menahan beban yang diberikan secara perlahan-lahan sampai terjadi kerusakan (tekanan maksimal). Keteguhan tekan dilakukan pada arah sejajar serat dan tegak lurus serat. Pengujian tekan sejajar serat digunakan untuk menentukan beban yang dapat dipikul suatu tiang atau pancang pendek, sedangkan tegak lurus serat penting digunakan untuk rancangan sambungan-sambungan antar kayu dalam suatu bangunan dan pada penyangga gelagar.

2. Keteguhan Lentur Statik

Keteguhan lentur statik merupakan sifat yang digunakan untuk menentukan beban yang dapat dipikul suatu gelagar. Dari pengujian keteguhan lentur akan diperoleh nilai keteguhan kayu pada batas proporsi dan keteguhan kayu maksimum. Di bawah batas proporsi terdapat hubungan garis lurus antara besarnya tegangan dengan regangan, dimana nilai perbandingan antara regangan dan tegangan ini disebut modulus elastisitas (MOE). Keteguhan lengkung maksimum (MOR) dihitung dari beban maksimum (beban pada saat patah) dalam uji keteguhan lengkung dengan menggunakan pengujian yang sama untuk menentukan MOE.

3. Keteguhan Tarik

Keteguhan tarik sangat penting diketahui untuk suku bawah (busur) pada penopang kayu dan dalam rancangan sambungan antara suku-suku bangunan.

4. Keteguhan Geser

Keteguhan geser adalah ukuran kemampuan kayu untuk menahan gaya luar yang bekerja dan berusaha untuk menggeser bagian benda. Tegangan geser tersebut akan timbul akibat adanya gaya geser tersebut. Dalam pengujian geser, tegangan geser cenderung untuk membuat satu bagian bergeser terhadap bagian disebelahnya. Kayu rendah dalam kekuatan geser sejajar serat tetapi sangat tinggi dalam keteguhan geser melintang serat.

5. Kekerasan

Kekerasan tergantung pada cara pengujian dan dalamnya penetrasi. Berdasarkan kekuatannya, BKI tahun 1996 Peraturan Kapal Kayu menggolongkan jenis kayu menjadi lima kelas kuat yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini. Tiap kelas kuat memiliki perbedaan berat jenis kering udara, kukuh lentur mutlak dan kukuh tekanan mutlak. Kukuh lentur mutlak suatu kayu tergantung pada berat jenis kering udara kayu tersebut.

Tabel 2.1 Kelas Kuat

Kelas Kuat	Berat Jenis Kering Udara	Kukuh Lentur Mutlak	Kukuh Tekan Mutlak
		dalam Kg / Cm ²	
I	≥0,9	≥1.100	≥650
II	0,9-0,6	1.100-725	650-425
III	0,6-0,4	725-500	425-300
IV	0,4-0,3	500-360	300-215
V	≤0,3	≤360	≤215

Sumber: (Yap, 1996)

Penggolongan tingkat kekuatan kayu untuk konstruksi kapal kayu dipengaruhi oleh beberapa faktor adalah sebagai berikut :

1. Massa jenis (gr/cm³).
2. Kekuatan lengkung besar (kg/cm²).
3. Kekuatan tekan (kg/cm²).
4. Modulus elastisitas (kg/cm²).

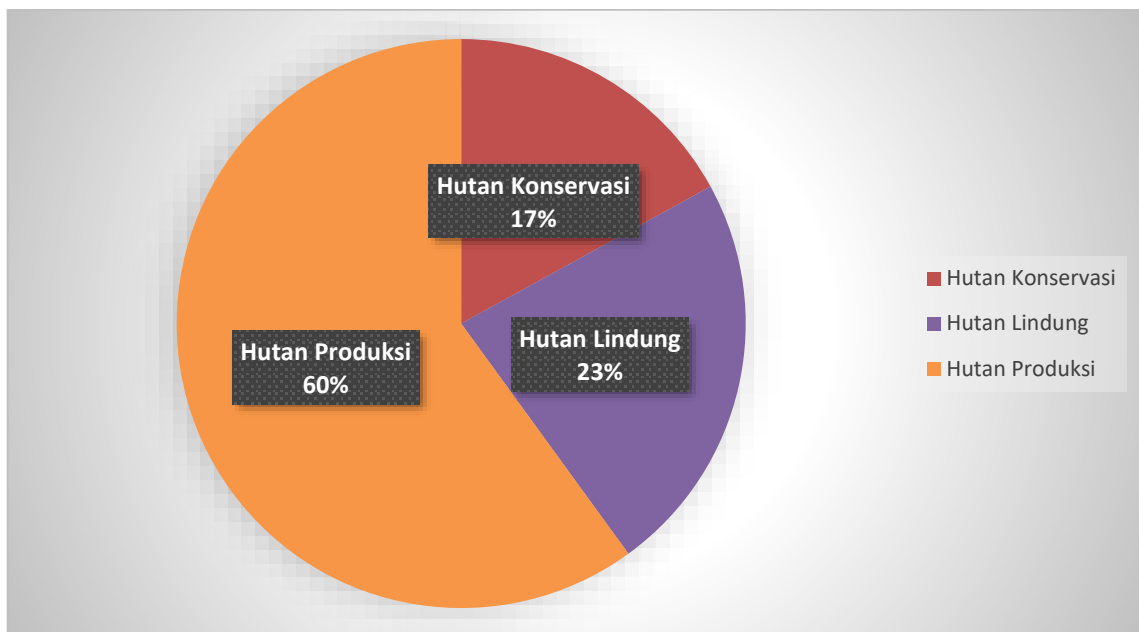
2.1.4. Potensi Hutan Kayu Mahoni

Kayu Mahoni juga sering digunakan sebagai bahan baku pengganti kayu jati. Hal ini dilakukan karena selain jumlah atau persediaan kayu Mahoni banyak, harganya pun jauh lebih murah dari pada kayu jati. Berdasarkan data yang didapat dari Perum Perhutani, didapat beberapa data yang dijabarkan sebagai berikut:

- Data luas kawasan hutan Perum Perhutani di Jawa Timur berdasar peruntukan tahun 2013
- Data luas kawasan hutan Perum Perhutani di Jawa Timur berdasar klas perusahaan tahun 2013
- Data produktifitas tebangan hutan Perum Perhutani di Jawa Timur berdasar klas perusahaan tahun 2013

Data luas kawasan hutan Perum Perhutani di Jawa Timur berdasarkan peruntukan tahun 2013 Perhuni seluas 1.361.056,78 Ha yang dibagi menjadi beberapa peruntukan yang dijelaskan pada gambar 2.2 sampai dengan 2.3 berikut:

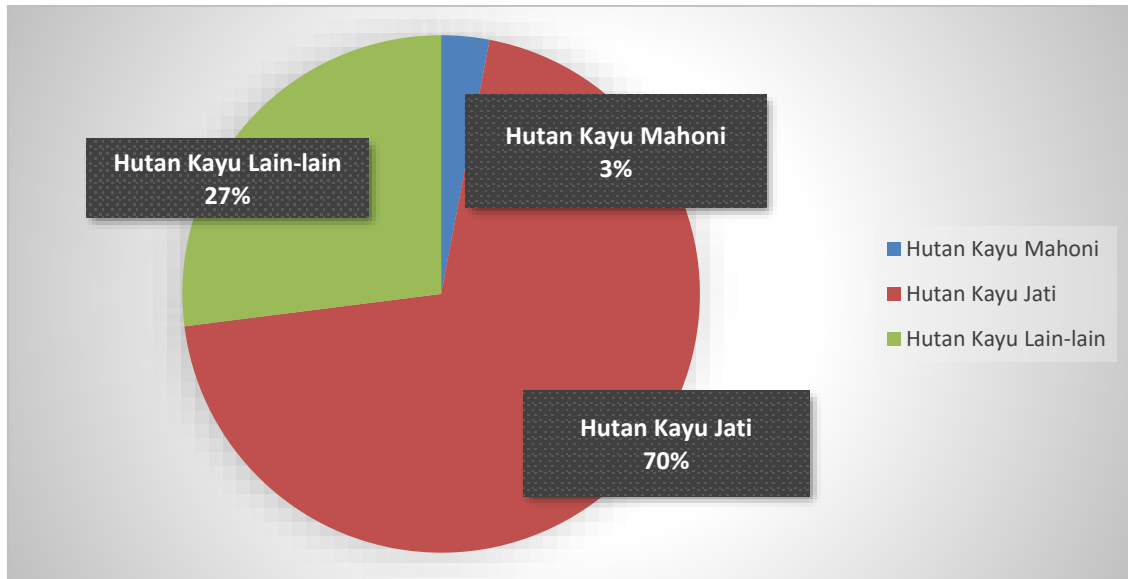
- Hutan konservasi sejumlah 227.223 Ha berkisar 17% dari total luas kawasan
- Hutan lindung sejumlah 321.775 Ha berkisar 23% dari total luas kawasan
- Hutan produksi sejumlah 812.016 Ha berkisar 60% dari total luas kawasan



Gambar 2.3 Diagram Luas Kawasan Hutan Jatim Berdasarkan Peruntukan Tahun 2013

(Sumber: Sim Statistik Perum Perhutani Tahun 2009-2013)

Menurut data luas kawasan hutan Perum Perhutani di Jawa Timur berdasarkan klas perusahaan tahun 2013 seluas 1.133.836,54 Ha, dengan hutan kayu Mahoni sejumlah 30.270,64 Ha berkisar 3% dari total luas kawasan. Lalu dibagi menjadi kawasan hutan produksi dan kawasan hutan lindung, dihasilkan luas kawasan hutan lindung untuk hutan kayu Mahoni mencapai 16.618 Ha atau berkisar 5 % dari total luas kawasan hutan lindung Perhutani sejumlah 321.775,33 Ha. Sedangkan untuk luas kawasan hutan produksi untuk hutan kayu Mahoni mencapai 13.652 Ha atau berkisar 2% dari total luas kawasan hutan produksi Perhutani sejumlah 812.016,21 Ha.



Gambar 2.4 Luas Kawasan Hutan Produksi Jawa Timur Berdasarkan Klas Perusahaan Tahun 2013

(Sumber: Sim Statistik Perum Perhutani Tahun 2009-2013)

2.1.5. Harga Pasar Kayu Mahoni

Berdasarkan survei harga pada web indonesia *wood-database* menunjukkan bahwa harga dari kayu Mahoni dalam relatif terjangkau yang pastinya disesuaikan dengan kualitas dan grade, harga Mahoni dengan spesifikasi sebagai berikut yaitu berada pada kisaran:

Kayu Mahoni (*Log*) : Rp 800.000 – Rp 1.800.000

Kayu Mahoni (Olahan / Lembaran) : Rp 1.600.000 – Rp 3.000.000

(data diambil dari : <http://www.wood-database.com/>)

2.1.6. Perhitungan GT Kapal Ikan

Dalam penentuan GT kapal ikan dengan metode diperla menurut cara pengukuran dalam negeri, dihitung sesuai dengan ketentuan dalam keputusan Dirjen PERLA No. PY.67/1/16-02, dengan rumus sebagai berikut:

$$GT = 0,25 \times V$$

Dimana :

V = Jumlah isi dari ruangan dibawah geladak atas ditambah dengan ruangan-ruangan di atas geladak atas yang tertutup sempurna yang berukuran tidak kurang dari 1 m³

Untuk nilai 0,25 adalah nilai konversi dari satuan m³ ke ton register. Rumus diatas ukuran isi kapal dinyatakan dalam bentuk satuan ton register. Dalam pengukuran volume berdasarkan cara oengukuran dalam negeri, isi ruangan diatas geladak adalah hasil perkalian menjemuk dari ukuran panjang rata-rata, lebar rata-rata dan tinggi rata-rata suatu ruangan. Untuk pengukuran isi ruangan dibawah geladak adalah perkalian semua dari L x B x D x f.

Keterangan:

L = Panjang kapal, yang diukur dari geladak yang terdapat dibelakang linggi haluan sampai geladak yang terdapat didepan linggi buritan secara mendatar

B = Lebar Kapal adalah jarak tegak lurus di tempat yang terlebar, diukur dari sisi bawah gading dasar sampai sisi bawah geladak atau sampai pada ketinggian garis khayal melintang melalui sisi atas dari lambung tetap

D = Dalam kapal adalah jarak tegak lurus di tempat yang terlebar, diukur dari sisi bawah gading dasar sampai sisi bawah geladak atau sampai pada ketinggian garis khayal melintang melalui sisi atas dari lambung tetap.

f = faktor, ditentukan menurut bentuk penampang melintang dan atau jenis kapal, dengan keterangan sebagai berikut:

- 0,85 bagi kapal-kapal dengan bentuk penampang penuh atau bagi kapal-kapal dengan dasar rata, secara umum digunakan bagi kapal tongkang.
- 0,75 bagi kapal-kapal dengan bentuk penampang hampir penuh atau dengan dasar agak miring dari tengah-tengah ke sisi kapal, secara umum digunakan bagi kapal motor
- 0,50 bagi kapal-kapal yang tidak termasuk dua golongan diatas, atau secara umum digunakan bagi kapal layar dibantu motor.

2.1.7. Perhitungan Ukuran Konstruksi Kayu Laminasi

Peraturan BKI 2013 tentang "*Rules for Small Vessels up to 24 m*" terdapat aturan penggunaan kayu laminasi (*cold mould*) sebagai material utama dalam pembangunan kapal. Berkaitan dengan penggunaan kayu laminasi sebagai bahan pembuatan kapal ikan, *workshop* yang digunakan untuk membangun kapal kayu harus sepenuhnya tertutup dengan suhu yang tepat dan memiliki ventilasi yang memadai. Apabila menggunakan kayu laminasi dalam pembangunan kapal, maka beberapa persyaratan ini harus diperhatikan :

1. Aturan dari produsen lem tentang penyimpanan dan penggunaan lem serta pengeras harus diamati. Perekat dan pengeras harus disimpan dalam wadah aslinya yang disegel dengan baik dan ditempatkan di tempat yang sejuk dan kering serta harus memperhatikan masa kadaluarsanya.
2. Kelembapan komponen yang akan direkatkan harus memenuhi persyaratan, yaitu berkisar antara 8%-14%. Kelembapan dari komponen yang akan direkatkan sebaiknya memiliki kelembapan yang hampir sama atau perbedaanya tidak lebih dari 4%.
3. Suhu dari permukaan yang akan direkatkan tidak boleh kurang dari 15° C.

4. Permukaan yang akan direkatkan harus bebas dari segala jenis zat asing atau kontaminasi (misalnya pelumas, minyak, cat, kotoran, debu, bubuk kayu ataupun bubuk logam. Selain itu harus terbebas juga dari bahan pengawet. Apabila komponen yang akan direkatkan terkontaminasi zat pengawet, maka kesesuaian pengawet dengan perekat yang akan digunakan harus terlebih dahulu ditunjukkan dan dilakukan uji prosedur oleh BKI.
5. Selama proses perekatan suhu udara tidak boleh berada dibawah 15°C dan kelembapan udara harus berada diatas 45%.
6. Komposisi antara perekat dan pengeras harus sesuai dengan petunjuk manufaktur.
7. Lem yang sudah siap digunakan dioleskan secara merata dengan menggunakan roller atau kuas cat atau dengan benda lain untuk menyatukan lapisan satu dengan lapisan lainnya. Perekat diaplikasikan sedikit demi sedikit agar mengisi sambungan. Sambungan yang tebalnya lebih dari 1 mm tidak diizinkan. Dilanjutkan dengan proses pengepresan, selama proses ini tekanan yang diberikan harus diperhatikan untuk memastikan bahwa tekanan pada *veneer* memadai.
8. Perusahaan yang memproduksi lambung kayu dan kayu laminasi harus memenuhi persyaratan terkait tentang pekerjaan, peralatan bengkel, pengendalian kualitas, proses manufaktur serta pelatihan dan kualifikasi pegawai yang melaksanakan dan mengawasi pekerjaan.

Selain itu, pada aturan BKI tahun 2013 ini juga mengatur tentang pembebanan yang bekerja pada kapal yang diperoleh dengan menggunakan rumus empiris. Berdasarkan Tabel 2.2 dapat dijelaskan bahwa sepanjang kapal ikan tidak menerima beban yang sama, semakin kedepan beban yang bekerja pada kapal akan bertambah besar. Perhitungan beban yang terdapat pada Tabel 2.2 digunakan sebagai acuan untuk menghitung modulus elemen konstruksi kapal ikan.

Tabel 2.2 Beban yang bekerja pada kapal

Hull area	Design loading [kN/m ²]	
	Motor craft	Sailing craft and motor sailers
Shell bottom	P_{dBM}	P_{dBS}
$\geq 0.4 L \div$ fore	$2.7 L + 3.29$	$3.29 L - 1.41$
$< 0.4 L \div$ aft	$2.16 L + 2.63$	$2.62 - 1.13$
Shell side	P_{dSM}	P_{dSS}
$\geq 0.4 L \div$ fore	$1.88 L + 1.76$	$2.06 L - 2.94$
$< 0.4 L \div$ aft	$1.5 L + 1.41$	$2.63 L - 2.35$

Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

Adapun faktor koreksi pembebanan akibat kecepatan jika kapal mempunyai kecepatan melebihi kecepatan umum (10 knot), maka perlu dilakukan koreksi beban dengan cara mengalikan hasil perhitungan beban sesuai tabel Tabel 2.3 dengan nilai perhitungan penambahan beban pada tabel dibawah nilai koreksi (Cf) dari hasil perhitungan ini akan ditambahkan apabila nilai $C_f > 1$, namun jika nilai $C_f \leq 1$ maka beban yang digunakan adalah sesuai dengan perhitungan beban pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Faktor koreksi pembebanan akibat kecepatan

Loading Area	Correction Factor
Shell Bottom	$F_{vBW} = 0.075 \frac{v}{\sqrt{LWL}} + 0.73 \geq 1$
Shell Side	$F_{vs} = \left(0.024 \frac{v}{\sqrt{LWL}} + 0.91 \right) (1.018 - 0.0024L) \geq 1$
Internal Structural Members / Floors	$F_{VF} = \left(0.78 \sqrt{\frac{v}{\sqrt{LWL}}} - 0.48 \right) (1.1335 - 0.01L) \geq 1$
Web frame at WL bottom longitudinal frames	$F_{vBW} = 0.075 \frac{v}{\sqrt{LWL}} + 0.73 \geq 1$
Transverse frame webs at side	$F_{vSF} = \left(0.1 \frac{v}{\sqrt{LWL}} + 0.52 \right) (1.19 - 0.01L) \geq 1$
Side longitudinal frames	$F_{vSL} = \left(0.14 \frac{v}{\sqrt{LWL}} + 0.47 \right) (1.07 - 0.008L) \geq 1$
LWL and v see A.5 : $v_{max} = 12 \sqrt[4]{L}$ [kN]	

Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

Beban lain yang dialami sebuah kapal adalah beban pada geladak dan bangunan atas. Beban ini secara garis besar terjadi akibat luas area geladak dan bangunan atas, perhitungan ini bisa dilihat pada Tabel 2.4

. Hasil perhitungan beban pada masing-masing daerah merupakan suatu *input* dalam menentukan modulus. Modulus ini merupakan besaran yang dapat menggambarkan kekuatan sebuah konstruksi.

Tabel 2.4 Pembebanan geladak dan bangunan atas

Area			Sailing and motor craft ³ Design loads P_{AD} [kN/m ²]
Main deck			0.26 L + 8.24
Cabins	h ≤ 0.5 m	Deck ¹	0.235 L + 7.42
		Wall	0.26 L + 8.26
Deckhouse	h > 0.5 m	Deck ^{1,2}	(0.235 L + 7.42)(1-h'/10)
		Side wall ²	(0.26 L + 8.24)(1-h'/10)
		Front wall	1.25(0.26 L + 8.24)(1-h'/10)
¹ minimum load for non walk-on cabin decks $P_{AD}=4.0$ [kN/m ²]			
² h'=0.5 h (h=superstructure height above main deck)			

³ in the case of special-purpose craft such as fishing craft, the deck load may have to be corrected as appropriate for additional loads present

Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

1. Kulit, geladak dan sekat

Tebal kulit, geladak dan sekat pada kapal ikan dengan laminasi sebagai material utamanya dapat dihitung menggunakan rumus pendekatan dengan faktor kelengkungan panel pelat, kemudian komponen beban yang bekerja, *unsupported span* dan *ultimate bending strength* yang didapat melalui hasil pegujian.

$$t = 0,0452 \cdot f_k \cdot b \cdot \sqrt{\frac{P_d}{\sigma_{Rm}}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

- t = tebal minimum (mm)
- f_k = faktor kelengkungan panel kulit
- b = jarak gading (m)
- P_d = beban pada konstruksi (kN)
- σ_{Rm} = *ultimate bending strength* [N/mm²]

Berdasarkan persamaan 2.2, dibuat sebuah rumus perbandingan, dimana beban pada konstruksi kapal berbahan Kayu Jati Solid diasumsikan sama dengan beban pada konstruksi kapal berbahan laminasi *hybrid*, sehingga didapatkan rumus sebagai berikut:

$$P_d = \left[\frac{t}{0,0452 \cdot f_k \cdot b} \right]^2 \cdot \sigma_{Rm} \dots\dots\dots(2.2)$$

Karena beban (P_d), faktor kelengkungan (f_k) dan jarak gading (b) pada kedua kapal sama, maka:

$$\left[\frac{t_1}{0,0452 \cdot f_{k1} \cdot b_1} \right]^2 \cdot \sigma_{Rm1} = \left[\frac{t_2}{0,0452 \cdot f_{k2} \cdot b_2} \right]^2 \cdot \sigma_{Rm2} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$t_1^2 \cdot \sigma_{Rm1} = t_2^2 \cdot \sigma_{Rm2} \dots\dots\dots(2.4)$$

1. Lunas, linggi dan galar

Material yang digunakan sebagai lunas, linggi dan galar harus mempunyai massa jenis 0,56 g/cm³. Apabila bahan yang akan digunakan memiliki massa jenis yang berbeda, maka akan digunakan faktor k_s sebagai faktor pengali dari luas penampang member konstruksi yang telah didapatkan.

$$k_s = \frac{0.56}{\rho} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

k_s = faktor pengali

ρ = massa jenis [g/cm^3]

Ukuran dari lunas, linggi dan galar ini terdapat pada tabel yang ada pada BKI Vol VII 2013 yang akan dijelaskan lagi pada Tabel 2.5, Tabel 2.6 dan Tabel 2.7. Pada tabel tersebut sebagai acuannya adalah panjang konstruksi sebagai angka penunjuknya.

Berdasarkan Tabel 2.5, Tabel 2.6 dan Tabel 2.7 ukuran-ukuran yang akan didapatkan dikelompokkan menjadi dua bagian utama, yaitu kapal bermesin dan kapal layar. Ukuran kapal layar lebih besar daripada ukuran konstruksi kapal mesin, hal ini dikarenakan gaya yang bekerja pada kapal layar lebih *fluktuatif*. Dengan demikian terdapat penambahan ukuran konstruksi pada kapal layar. Untuk lunas, ukuran yang didapatkan adalah ukuran tinggi dan lebar (mm). Linggi diasumsikan memiliki bentuk persegi, sehingga seperti yang terlihat pada Tabel 2.6 ukuran linggi yang didapatkan hanya satu ukuran saja dalam satuan milimeter, tidak ada ukuran tinggi dan lebar seperti yang terdapat pada penentuan ukuran lunas. Sedangkan untuk galar, ukuran yang didapatkan berupa luas penampang dengan satuan cm^2 , kemudian ukuran tinggi dan lebarnya dapat dihitung sesuai dengan luas penampang yang telah didapatkan.

Tabel 2.5 Tabel penentuan ukuran lunas

Scantling length L	<i>Keel</i>			
	Sailing yachts amidships		Motor yachts amidships	
	height	width	height	cross-section ¹
[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm ²]
6	75	150	70	80
8	90	185	80	130
10	110	220	90	190
12	125	255	105	250
14	140	285	115	310
16	160	320	125	380
18	175	355	140	450
20	195	385	150	520
22	210	410	165	600
24	230	435	180	690
26	245	455	190	770
28	260	470	205	800
30	280	480	220	950

¹ Applies to internal and external keels

Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

Pengukuran linggi ditentukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia, untuk penentuannya melalui syarat panjang dari kapal yang akan dibangun. Dalam Biro Klasifikasi Indonesia

sudah tertera untuk kategori kapal memakai motor atau menggunakan layar. Berikut adalah Tabel 2.6 untuk syarat penentuan ukuran linggi:

Tabel 2.6 Tabel penentuan ukuran linggi

Scantling length L	Stem foot heights and widths ¹		Stem head&sternpost height and widths ¹	
	Sailing yachts	Motor yachts	Sailing yachts	Motor yachts
[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm ²]
6	90	75	75	75
8	105	90	90	85
10	120	110	100	95
12	140	125	115	105
14	155	140	125	115
16	170	160	140	125
18	190	175	150	140
20	205	195	165	150
22	220	210	175	160
24	240	230	190	170
26	255	245	200	180
28	270	260	215	190
30	290	280	230	200

¹ widths are to be measured halfway up the profile

Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

2. Wrang, gading dan pembujur sekat

Seperti pada galar, hasil perhitungan dari wrang, gading dan pembujur sekat berupa modulus penampang. Menurut aturan dari BKI Vol VII 2013 untuk menghitung modulus dari konstruksi ini terdapat pada Tabel 2.8 dan hasilnya akan dikalikan dengan karakteristik dari material yang digunakan (k_{10}).

$$k_{10} = \frac{152}{\sigma_{Rm}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

k_{10} = karakteristik material

σ_{Rm} = ultimate stress [Mpa]

Tabel 2.7 Tabel penentuan ukuran galar

Scantling length L	Beam shelf cross section	
	Sailing yachts	Motor yachts
[m]	[cm ²]	[cm ²]
6	29	32
8	40	40

Scantling length L	Beam shelf cross section	
	Sailing yachts	Motor yachts
[m]	[cm ²]	[cm ²]
10	50	50
12	70	60
14	90	80
16	110	100
18	130	110
20	150	130
22	170	150
24	190	170
26	220	190
28	250	210
30	280	240

Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

Setelah didapatkan modulus dari masing-masing komponen konstruksi maka akan dilakukan perhitungan dengan persamaan momen, dimana momen yang terjadi pada elemen konstruksi antara kapal kayu dengan kapal laminasi *hybrid* dianggap sama besar.

$$M_1 = M_2 \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\sigma_1 W_1 = \sigma_2 W_2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

M_x : momen yang terjadi pada member konstruksi (Nm)

σ_1 : *tensile strength* material (MPa)

W_x : modulus member konstruksi (m³)

Tabel 2.8 Perhitungan modulus wrang dan gading

Section moduli of floors and transverse frames of motor-, sailing crafts and motorsailers [cm ³]		
Floors	Motor craft	$W_B = 3.21 \cdot e \cdot l^2 \cdot F_{VF} \cdot P_{dBM} \cdot 10^{-3}$ $W_{B(min)} = 3.21 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot F_{VF} \cdot P_{dBM} \cdot 10^{-3} \geq W_S$
	Sailing craft and motorsailer	$W_B = 2.72 \cdot e \cdot l^2 \cdot P_{dBS} \cdot 10^{-3}$ $W_{B(min)} = 2.72 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot P_{dBS} \cdot 10^{-3} \geq W_S$
Transverse frames	Motor craft	$W_S = 2.18 \cdot e \cdot l^2 \cdot F_{VSF} \cdot P_{dSM} \cdot 10^{-3}$ $W_{S(min)} = 2.18 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot F_{VSF} \cdot P_{dSM} \cdot 10^{-3} \geq L$
		$W_S = 2.26 \cdot e \cdot l^2 \cdot P_{dSS} \cdot 10^{-3}$

Section moduli of floors and transverse frames of motor-, sailing crafts and motorsailers [cm ³]	
Sailing craft and motorsailer	$W_{S(min)} = 2.26 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot P_{dSS} \cdot 10^{-3} \geq L$

Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

Dari perhitungan modulus yang ada pada Tabel 2.8 dan Tabel 2.9 dikalikan dengan formula 2.3, kemudian ukuran konstruksi bisa didapatkan dengan melihat Dalam pembangunan kapal kayu perlu mengetahui macam-macam kelas kuat kayu dan ciri-ciri kayu yang akan digunakan. Beberapa kayu mempunyai kelas kuat I dan kelas kuat II, maksud dari kelas kuat adalah tingkat ketahanan alami suatu jenis kayu terhadap kekuatan mekanis yang dikelaskan I, II, III, IV dan V. makin besar angka kelasnya makin rendah kekuatannya. Untuk kelas awet kayu adalah kekuatan alami sesuatu jenis kayu terhadap serangan hama dinyatakan dalam kelas awet I, II, III makin besar angka kelasnya makin rendah keawetannya. Dalam pemakaian kayu pada pembangunan kapal di klasifikasikan menurut kelas kuat dan kelas awet. Berikut adalah daftar jenis kayu yang dapat dipergunakan untuk bagian konstruksi kapal ikan yang dijelaskan pada Tabel 2.11:

Tabel 2.11. Dimana modulus yang didapatkan akan digunakan sebagai angka penunjuk untuk mendapatkan lebar dan tinggi dari item-item konstruksi yang terdapat pada kapal ikan.

Tabel 2.9 Perhitungan modulus balok geladak

Section moduli of main deck beams for motor and sailing craft and motorsailers [cm ³]	
Weather deck beams	$W_{DU} = 2.04 \cdot e \cdot l^2 \cdot P_{dD}$ $W_{DU(min)} = 1.65 \cdot e \cdot P_{dD}$
Beams within deckhouse	$W_{DUI} = 2.04 \cdot k_8 \cdot e \cdot l^2 \cdot P_{dD}$ $W_{DUI(min)} = 1.65 \cdot k_8 \cdot e \cdot P_{dD}$
e	= distance of girders [m]
l	= Unsupported length of girder [m]
P _{dD}	= see A.1.9.4
k ₈	= correction factor for craft whose length L = 10.0 m = 0.9-0.01 L

Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

Ukuran konstruksi pada kapal berbeda panjang akan berbeda ukuran konstruksinya. Dalam Biro Klasifikasi Indonesia telah ada peraturan yang membahas jika volume modulus yang terdapat pada konstruksi akan berbeda tebal dan tinggi disetiap volume-volume modulus yang ada.

Berikut adalah ukuran konstruksi yang terdapat pada Biro Klasifikasi Indonesia yang dijelaskan pada Tabel 2.10:

Tabel 2.10 Tabel ukuran konstruksi

W	Breadth × Height
cm³	mm
3,00	23 · 28 / 23
3,60	24 · 30 / 24
4,44	26 · 32 / 26
5,23	27 · 34 / 27
6,05	28 · 36 / 28
7,21	30 · 38 / 30
8,54	32 · 40 / 32
9,97	33 · 42 / 33
11,20	35 · 44 / 35
12,86	36 · 46 / 36
14,60	38 · 48 / 38
16,69	40 · 50 / 40
18,50	41 · 52 / 41
20,9	43 · 54 / 43
23,0	44 · 56 / 44
25,2	45 · 58 / 45
28,2	47 · 60 / 47
32,4	49 · 63 / 49
37,0	51 · 66 / 51
42,9	54 · 69 / 54
48,5	56 · 72 / 56
54,3	58 · 75 / 58
61,0	60 · 78 / 60
68,0	62 · 81 / 62
75,4	64 · 84 / 64
84,5	67 · 87 / 67
93,0	69 · 90 / 69
106	72 · 94 / 72
120	75 · 98 / 75
135	78 · 102 / 78
149	80 · 106 / 80
167	83 · 110 / 83
186	86 · 114 / 86
209	90 · 118 / 90
232	93 · 122 / 93
254	95 · 126 / 95
276	98 · 130 / 98
303	101 · 134 / 101
328	103 · 138 / 103
358	106 · 142 / 106

The first height given for naturally grown *frames* is that in way of the floors, which may be gradually reduced to the second height towards the deck

Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

Dalam pembangunan kapal kayu perlu mengetahui macam-macam kelas kuat kayu dan ciri-ciri kayu yang akan digunakan. Beberapa kayu mempunyai kelas kuat I dan kelas kuat II, maksud dari kelas kuat adalah tingkat ketahanan alami suatu jenis kayu terhadap kekuatan mekanis yang dikelaskan I, II, III, IV dan V. makin besar angka kelasnya makin rendah kekuatannya. Untuk kelas awet kayu adalah kekuatan alami sesuatu jenis kayu terhadap serangan hama dinyatakan dalam kelas awet I, II, III makin besar angka kelasnya makin rendah keawetannya. Dalam pemakaian kayu pada pembangunan kapal di klasifikasikan menurut kelas kuat dan kelas awet. Berikut adalah daftar jenis kayu yang dapat dipergunakan untuk bagian konstruksi kapal ikan yang dijelaskan pada Tabel 2.11:

Tabel 2.11 Daftar jenis kayu yang dapat dipergunakan untuk bagian konstruksi kapal ikan

No	Nama dagang (huruf besar)	Nama latin (Famili dalam tanda kurung)	Kelas		Berat jenis kering udara (U=15±3%)			Pemakaian	Tempat Tumbuh
			Awet	Kuat	Min	Max	Rata ²		
1	BALAU Damar laut, Balau, Sinantok, Pooti, Benuas, Kelepek, Bangki rai, Resak, Minyak Darnadcre	Sharea Spp, Hopea Celebica, Burck (Dipterocarpaceae)	I(II- III)	I-II	0.65	1.22	0.98	Gading, galar, kulit, papan geladak, balok geladak	Sumatera, Sulawesi, Kalimantan
2	JATI, Teak, Taok, Jatos, Deleg, Dodolan, Jate, Kiati	Tectona grandis Lf (Verbenaceae)	I-(II)	II	0.59	0.82	0.70	Semua bagian kapal	Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara
3	MAHONI	Swietenia mahagoni Jocq, Swietenia Machrophylla King (Meliaceae)	III	II- III	0.56	0.76	0.64	Kulit, papan geladak, gading, galar	Jawa
4	MERANTI MERAH Banio, Damar, Lampung, Seraya lanan, Uban salak	Shorea acuminata Dyer (Dipterocarpaceae)	III-IV	II- IV	0.29	1.01	0.55	Papan geladak, konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku
5	MERANTI PUTIH, Kayu takan, Honi, Damar cermin, Mesegar, Meranti bodat	Shorea lamellate (Dipterocarpaceae)	III-IV	II- IV	0.29	0.96	0.54	Papan geladak, konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku
6	ULIN Bulian	Eusideroxylon Zwageri T et B (Lauraceae)	I	I	0.88	1.19	1.04	Semua bagian kapal, bagian yang memerlukan kekuatan	Jawa, Nusa Tenggara

Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

2.2. Tinjauan Pustaka

Pada Sub Bab ini akan dibahas tinjauan dari literatur atau Sumber lain mengenai teknologi laminasi kayu, teknik laminasi kayu, sambungan kayu, standar uji tarik laminasi kayu Mahoni, pembangunan kapal ikan tradisional, konstruksi modular dan biaya produksi.

2.2.1. Teknologi Laminasi Kayu Secara Umum

Teknologi laminasi adalah teknik penggabungan bahan dengan bantuan perekat, bahan bangunan berukuran kecil dapat direkatkan membentuk komponen bahan sesuai keperluan. Teknik laminasi juga dapat dilakukan untuk menggabungkan bahan baku yang tidak seragam atau dari berbagai kualitas. (Morisco, 2006).

a. Keunggulan dan Kekurangan Teknologi Laminasi

Menurut Manik (1997), keunggulan teknologi laminasi sebagai berikut:

1. Pengadaan material di pasaran mudah karena ketebalan papan pelapis yang digunakan maksimum 2 cm, panjang pelapis tidak dibatasi.
2. Penggunaan material kayu lebih efisien, penyediaan kayu akan lebih cepat dan murah karena potongan kayu yang tipis (sampai 5 mm), pendek, serta ada cacatnya masih bisa digunakan untuk membuat konstruksi.
3. Sedikit menggunakan bahan pengikat mekanis dengan dimensi lebih kecil dan bersifat hanya menyatukan permukaan bidang leman.
4. Mudah dilakukan pemeriksaan cacat karena dimensi bahan baku penyusun laminasi lebih kecil dan tipis. Mudah dalam pemilihan bahan penyusun laminasi yang baik tanpa cacat.
5. Kekedapan dapat terjamin, konstruksi rigid atau kaku, perubahan dimensi kayu dapat teratasi dengan pengaturan arah serat kayu yang efektif.
6. Perlindungan berganda dapat dilaksanakan, kayu yang kering dan dijenuhkan (kayu oven) akan lebih tahan terhadap kerusakan, dan sifat lapisan lem yang diciptakan khusus juga merupakan perlindungan terhadap kerusakan pula.

Namun menurut Wirjomartono (1958) dalam Nurleni (1993) menyatakan bahwa balok laminasi mempunyai beberapa kekurangan:

1. Persiapan pembuatan kayu berlapis majemuk umumnya memerlukan biaya yang lebih besar dari konstruksi biasa.
2. Karena baik buruknya bergantung kepada kekuatan sambungannya, maka pembuatannya memerlukan alat-alat khusus dan orang-orang ahli.

Kesukaran-keaukaran pengangkutan untuk yang besar seperti perlengkungan dan sebagainya.

2.2.2. Teknis Laminasi Kayu

Sebelum dilakukan perekatan kayu laminasi, hal yang perlu diperhatikan adalah kadar air dari bilah kayu yang akan direkatkan. Mengacu pada regulasi BKI tahun 2013 tentang Kapal Kecil ≤ 24 meter, nilai kadar air untuk kayu lapis/laminasi sebelum proses perekatan adalah kurang dari 20%. Bilah kayu Mahoni yang basah (kadar air $\geq 20\%$) menghasilkan perekatan laminasi yang tidak maksimal akibat kandungan air berlebih yang mempengaruhi proses curing dari perekat.

Teknologi laminasi yang digunakan sebagai konstruksi kapal harus memiliki tebal tiap lapisan pada kisaran 5-20 milimeter (BKI Kapal Kecil ≤ 24 m, 2013). Adapun lebar dan panjang lapisan tidak diberi batasan, namun untuk mencapai standar maka ditetapkan ukuran bilah harus seragam.

Menurut BKI tahun 2013 tentang Kapal Kecil ≤ 24 , kayu lapis atau laminasi secara keseluruhan sebagai material konstruksi harus memiliki kuat tarik lebih besar dari **42,169 MPa**, sedangkan untuk kuat tekuk, tegangan izin yang disyaratkan untuk kuat tekuk kayu Kelas Kuat III adalah minimum sebesar **71,098 Mpa**.

Dalam pembuatan kapal kayu tradisional khususnya laminasi kapal, terdapat beberapa teknologi yang telah digunakan untuk pemasangan *planking* atau kulit lambung, diantaranya:

1. *Carvel planking* yaitu metode tradisional pemasangan kulit pada lambung secara umum dengan cara menempelkan papan kayu dengan kerangka (*ribcage/frame*) maupun pembujur (*stringer*) menggunakan paku, sekrup, atau paku keling. Setelah pemasangan papan atau kulit lambung yang menghasilkan bentuk dari badan kapal, kemudian dilakukan pemakalan pada celah papan terpasang yang diisi dengan bilah kayu pinus lalu diberi perekat.
2. *Lapstrake planking* yaitu metode pemasangan kulit lambung dimana papan-papan saling bertumpang tindih atau *overlap*. Pengencangan papan-papan menggunakan paku keling dengan panjang memadai yang dapat mengikat kedua papan yang saling bertumpang tindih atau *overlap*. Pemasangan kulit dengan metode ini menghasilkan lambung menjadi lebih kuat. Celah yang terjadi akibat pemasangan yang bertumpang tindih atau *overlap* dapat dikedapkan dengan cara mengisi celah dengan pengeleman *epoxy* atau sejenisnya.
3. *Strip planking* yaitu metode dimana pada dasarnya metode *strip* adalah bilah. Yang membedakan adalah pada metode ini menggunakan *strip* atau bilah kayu, bukan papan seperti yang digunakan pada metode *carvel*. *Strip* atau bilah yang dibentuk berupa cekungan di bagian atas, cembung pada bagian bawahnya dan diikat (dikencangkan)

dengan paku agar rekat dalam pemasangannya. Agar lebih kuat, maka strip atau bilah dilapisi perekat sebelum diikat. Dapat juga *strip* atau bilah berbentuk persegi empat dengan pengikatan sama seperti diatas. Bentuk ini tidak mudah dalam perbaikan dikarenakan *strip* atau bilah yang digunakan diikat bersama. (BKI, 2013)

2.2.3. Sambungan Kayu

Sambungan kayu adalah dua batang kayu atau lebih yang saling disambungkan satu sama lain sehingga menjadi satu batang kayu yang panjang. Untuk membuat suatu hubungan balok kayu yang kokoh harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- Sambungan kayu dibuat sesederhana mungkin tapi kokoh, agar mudah dapat dikerjakan
- Hindari menggunakan kayu yang rusak atau cacat
- Sifat – sifat kayu terutama terhadap penyusutan, pengembangan maupun penarikan sangat diperhatikan
- Melubangi kayu tidak boleh terlalu dalam karena dapat melemahkan hubungan kayu itu sendiri
- Bentuk sambungan dan hubungan harus tahan terhadap gaya – gaya yang bekerja pada kayu tersebut
- Penempatan sambungan harus diperhatikan untuk ditumpu secara merata atau di tempat – tempat tertentu, karena akan mempengaruhi posisi balok itu sendiri

Ada beberapa jenis sambungan kayu antara lain:

1. Sambungan kayu arah memanjang

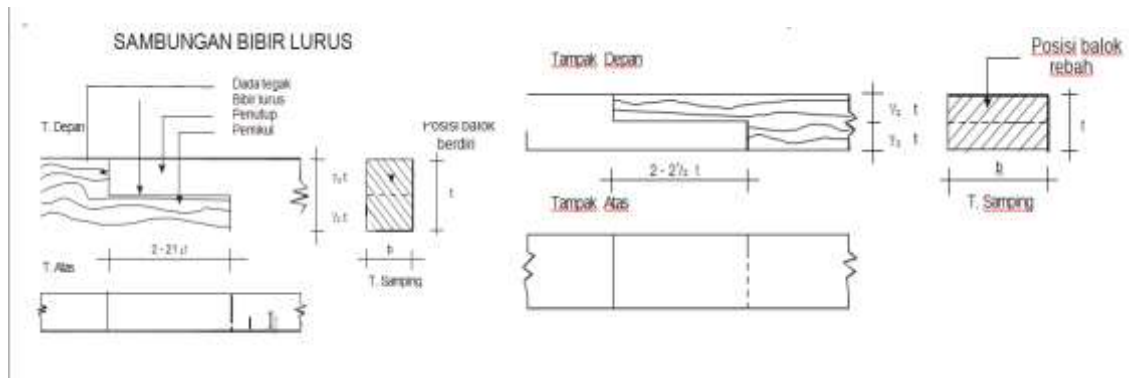
Sambungan kayu arah memanjang ada 2 macam yaitu:

a. Memanjang arah mendatar

Memanjang arah mendatar adalah prinsip dari sambungan dengan bibir lurus, bibir lurus berkait, bibir miring dan bibir miring berkait.

- Sambungan bibir lurus

Sambungan bibir lurus adalah dua batang kayu atau lebih yang disambungkan satu sama lain sehingga menjadi satu batang kayu yang panjang. Jenis sambungan yang paling sederhana, kekuatan sambungan lemah karena masing – masing ditarik separuh seperti yang terlihat pada Gambar 2.5, sehingga digunakan untuk batang yang seluruh permukaannya tertahan. Sambungan diperkuat dengan paku atau baut. Sesuai dengan peraturan BKI tahun 1996, sambungan bibir lurus tidak boleh digunakan untuk konstruksi lunas kapal.

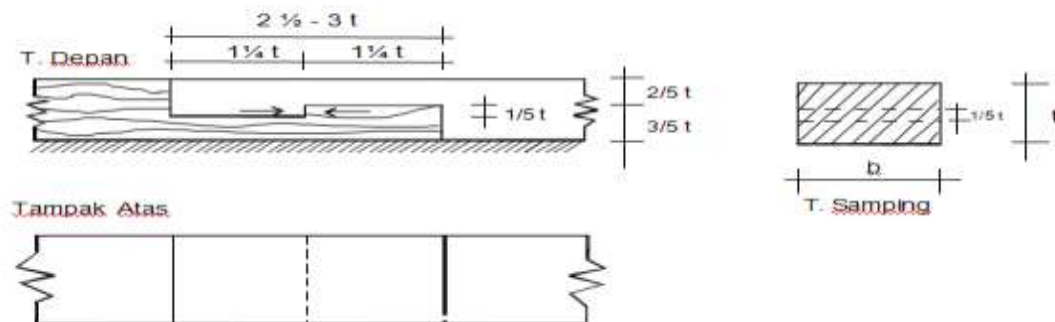


Gambar 2.5 Sambungan Bibir Lurus

Sumber: (Fandi, 2011)

- Sambungan bibir lurus berkait

Sambungan bibir lurus berkait adalah dua batang kayu yang disambungkan satu sama lain dengan kaitan yang ada di Gambar 2.6. Jenis sambungan ini digunakan apabila ada gaya tarik yang timbul pada batang, dan seluruh permukaan batang tertahan. Sambungan diperkuat dengan paku atau baut. Sambungan tipe ini tidak dianjurkan dipakai untuk konstruksi kapal ikan.

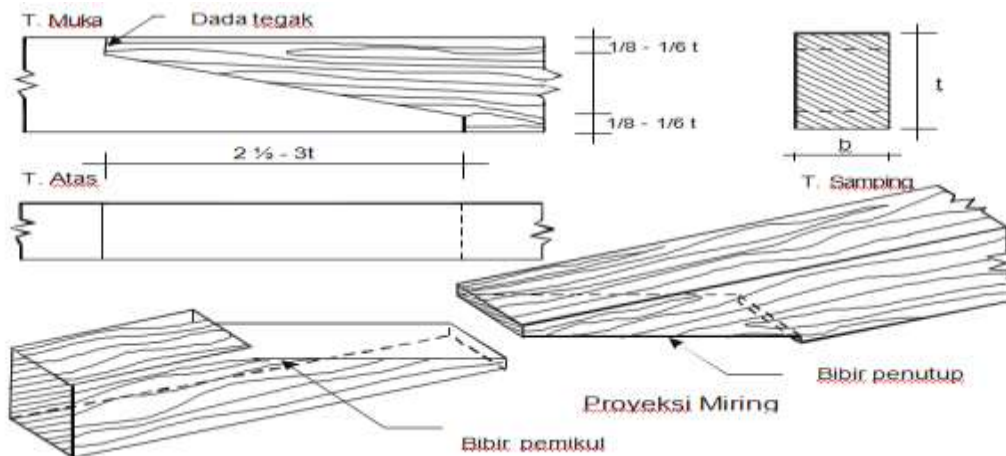


Gambar 2.6 Sambungan Bibir Lurus Berkait

Sumber: (Fandi, 2011)

- Sambungan bibir miring

Sambungan bibir miring adalah dua batang kayu yang disambungkan satu sama lain dengan kemiringan dan di perkuat menggunakan paku atau baut. Jenis sambungan ini digunakan apabila ada gaya tekan yang ada pada permukaan batang. Sambungan tipe ini tidak dianjurkan dipakai untuk konstruksi kapal.

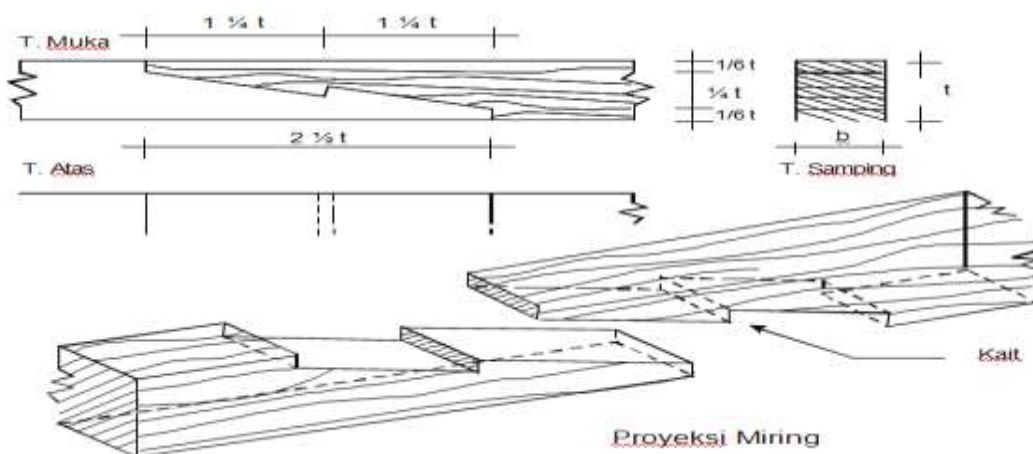


Gambar 2.7 Sambungan Bibir Miring

Sumber: (Fandi, 2011)

- Sambungan bibir miring berkait

Sambungan bibir miring berkait adalah dua batang kayu yang disambungkan dengan kemiringan tetapi mempunyai pengait. Jenis sambungan ini digunakan apabila ada gaya tekan dan tarik. Sambungan ini biasanya di perkuat dengan pasak dan baut. Jenis sambungan ini disyaratkan untuk lunas kapal dengan panjang kurang dari 15 meter.



Gambar 2.8 Sambungan Bibir Miring Berkait

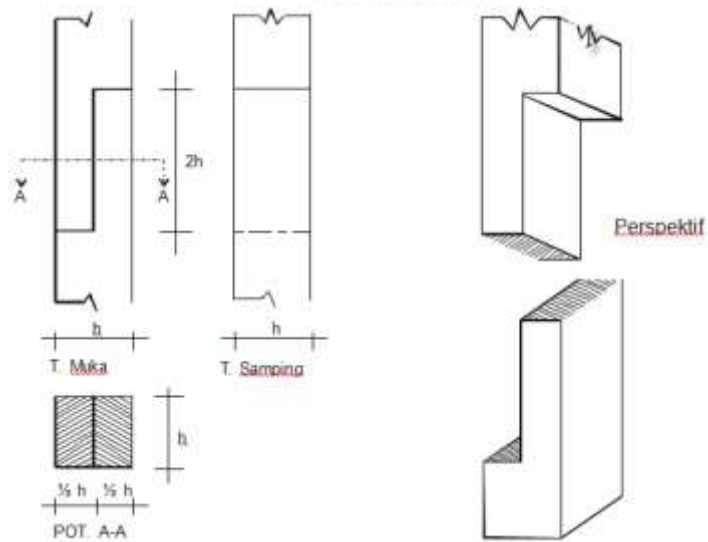
Sumber: (Fandi, 2011)

b. Memanjang arah tegak

Memanjang arah tegak adalah prinsip dari sambungan takikan lurus, sambungan mulut ikan, sambungan takikan lurus rangkap dan sambungan purus lurus.

- Sambungan takikan lurus

Sambungan takikan lurus adalah sambungan dengan dua batang kayu yang dipasang tegak. Jenis sambungan ini digunakan apabila ada gaya tekan. Sambungan ini biasanya diperkuat dengan paku atau baut. Jenis sambungan ini tidak dianjurkan untuk konstruksi kapal.

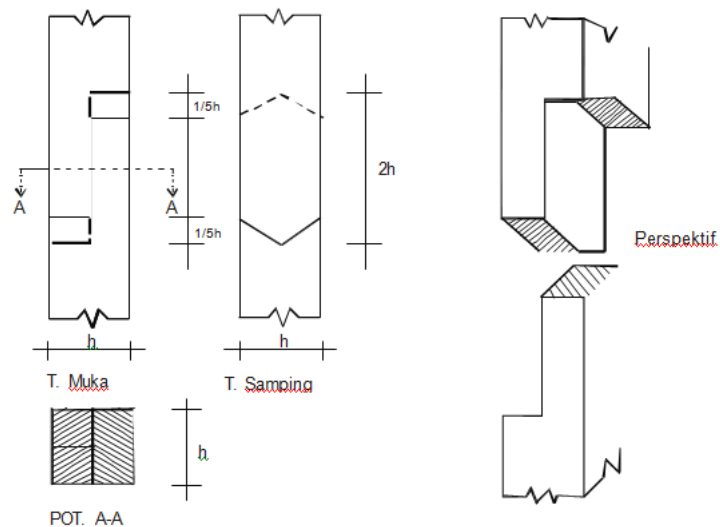


Gambar 2.9 Sambungan Takikan Lurus

Sumber: (Fandi, 2011)

- Sambungan mulut ikan

Sambungan mulut ikan adalah sambungan dua batang yang mempunyai tempat di sisi batang untuk memasukkan lawan batang kayu yang akan di sambung. Jenis sambungan ini biasanya diperkuat dengan paku atau baut. Sambungan jenis ini tidak dianjurkan dalam konstruksi kapal.

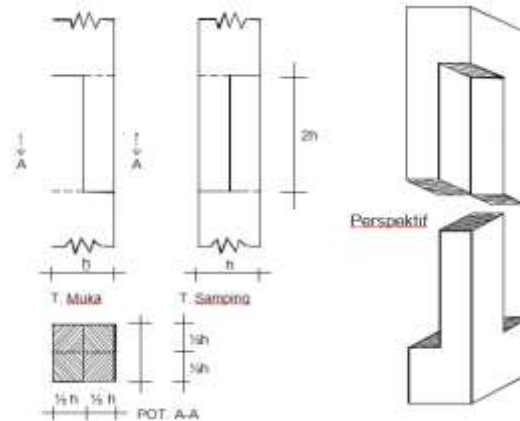


Gambar 2.10 Sambungan Mulut Ikan

Sumber: (Fandi, 2011)

- Sambungan takikan lurus rangkap

Sambungan takikan lurus rangkap adalah sambungan dua batang yang mempunyai perbedaan bentuk dalam setiap batang kayu, satu batang kayu sebagai tempat masuk kayu batang lain yang akan disambungkan. Jenis sambungan ini biasanya diperkuat dengan paku atau baut. Sambungan jenis ini tidak dianjurkan dalam konstruksi kapal.

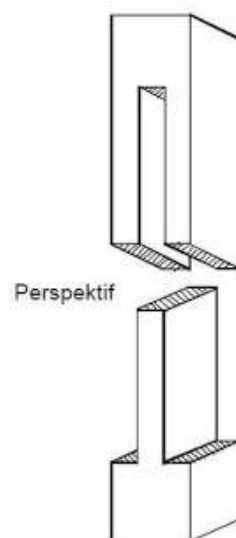


Gambar 2.11 Sambungan Takikan Lurus Rangkap

Sumber: (Fandi, 2011)

- Sambungan purus lurus

Sambungan jenis ini hampir sama dengan sambungan takikan lurus rangkap. Perbedaannya adalah sambungan jenis ini mempunyai penjepit di satu batang yang akan membuatnya lebih kokoh dibandingkan sambungan takikan lurus rangkap. Jenis sambungan ini biasanya diperkuat dengan menggunakan paku atau baut. Sambungan jenis ini bisa digunakan dalam konstruksi kapal.



Gambar 2.12 Sambungan Purus Lurus

Sumber: (Fandi, 2011)

2. Sambungan kayu arah melebar

Sambungan kayu arah melebar ada 2 macam yaitu:

a. Melebar arah horizontal

Sambungan melebar arah horizontal adalah sambungan yang dimana kayu yang digunakan satu arah yaitu horizontal.

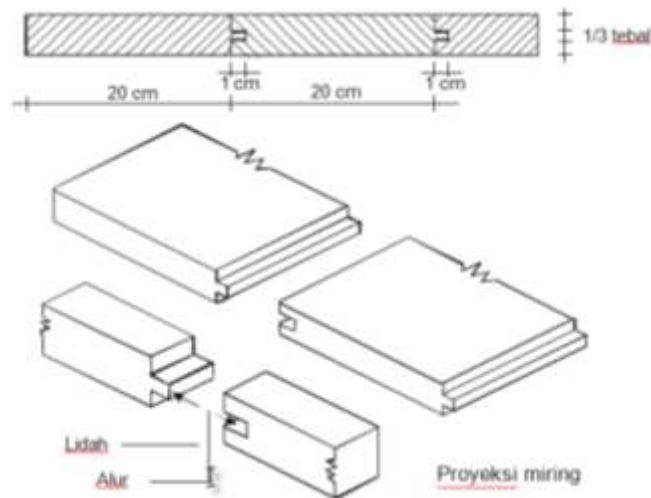
b. Melebar arah vertikal

Sambungan melebar arah horizontal adalah sambungan yang dimana kayu yang digunakan satu arah yaitu vertikal.

Ada beberapa macam sambungan kayu melebar, yaitu:

- Sambungan lidah dan alur

Sambungan lidah dan alur adalah sambungan yang dimana satu batang kayu menjepit yang dinamakan alur dan satu batang kayu sebagai lidah. Jenis sambungan ini biasanya diperkuat dengan paku dan baut. Sambungan jenis ini bisa digunakan dalam konstruksi kapal apabila kapal kurang dari 15 meter.

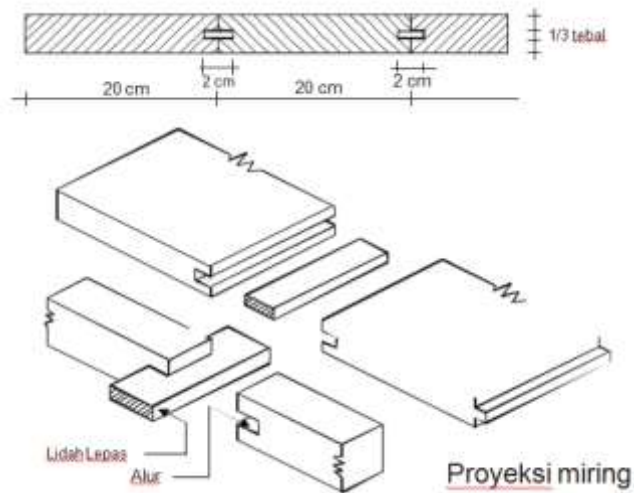


Gambar 2.13 Sambungan Lidah dan Alur

Sumber: (Fandi, 2011)

- Sambungan lidah lepas dan alur

Sambungan lidah lepas dan alur hampir sama dengan sambungan lidah dan alur perbedaannya adalah ada tambahan di bagian lidah yang bisa lepas, dan masing-masing batang kayu yang akan di sambungkan berbentuk alur. Jenis sambungan ini juga bisa digunakan dalam konstruksi kapal. Jenis sambungan ini biasanya diperkuat dengan paku dan baut.

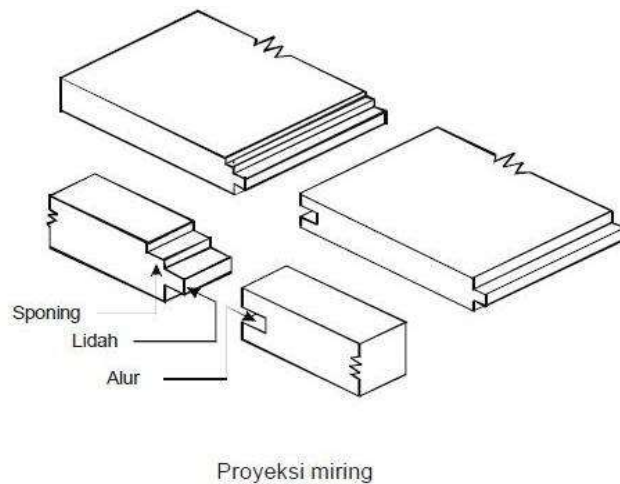


Gambar 2.14 Sambungan Lidah Lepas dan Alur

Sumber: (Fandi, 2011)

- Sambungan lidah bersponing dan alur

Sambungan lidah bersponing dan alur hampir sama dengan sambungan lidah dan alur perbedaannya adalah dibatang bagian lidah ditambahkan sponing dibagian atas lidah untuk pengait. Jenis sambungan ini bisa diperkuat dengan paku dan baut.

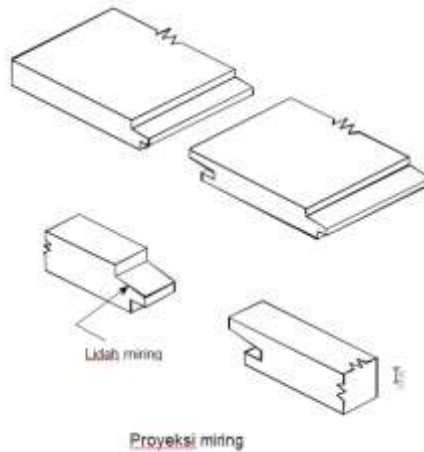


Gambar 2.15 Sambungan Lidah Bersponing dan Alur

Sumber: (Fandi, 2011)

- Sambungan lidah miring

Sambungan lidah miring adalah sambungan kedua batang yang salah satu batangnya yaitu lidah dibuat miring dan otomatis alur yang dibatang satunya dibuat miring juga. Sambungan ini juga diperkuat menggunakan paku dan baut.

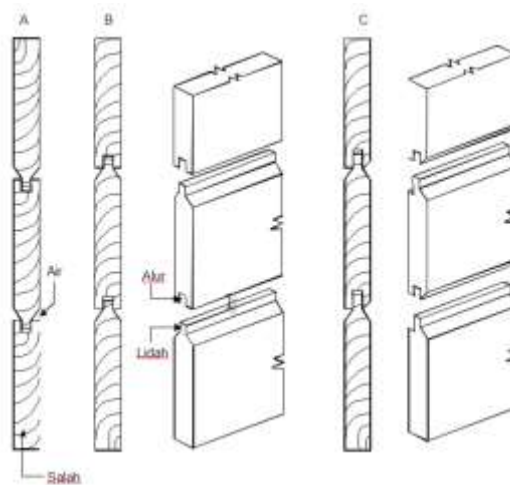


Gambar 2.16 Sambungan Lidah Miring

Sumber: (Fandi, 2011)

- Sambungan papan melebar arah tegak

Sambungan papan melebar arah tegak adalah sambungan kedua batang yang salah satu batangnya berbentuk alur dan batang lainnya berbentuk lidah tetapi dengan arah vertikal atau tegak. Jenis sambungan ini di perkuat menggunakan paku atau baut.



Gambar 2.17 Sambungan Papan Melebar Arah Tegak

Sumber: (Fandi, 2011)

2.2.4. Pembangunan Kapal Ikan Tradisional

Indonesia adalah sebuah negara maritim, negara yang lebih dari setengahnya adalah lautan. Di Indonesia, hampir seluruh penduduk daerah pesisir pantai berprofesi sebagai nelayan. Untuk proses mencari ikan di lautan, penduduk Indonesia sebagian besar masih menggunakan kapal ikan tradisional, walaupun sudah ada kapal ikan yang modern, namun tidak banyak nelayan yang mampu memilikinya. Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia no. 16 tahun 2010, yang termasuk kapal ikan adalah kapal, perahu, atau alat

apung lain yang digunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan, dan penelitian/eksplorasi perikanan. Menurut (Ayodhya, 1972) karakteristik kapal ikan berbeda dengan kapal jenis lainnya sehingga memiliki beberapa keistimewaan antara lain:

1. Alat Bantu Penangkapan (*Fishing Equipment*), *fishing equipment* berbeda untuk setiap kapal dan tidak semua kapal dilengkapi dengan alat bantu, tergantung dari jenis alat tangkap yang digunakan dan target penangkapan.
2. Luas Lingkup Area Pelayaran, kapal memiliki kemampuan jelajah yang baik pada kondisi perairan yang beragam. Luas lingkup area pelayaran ikan ditentukan oleh pergerakan kelompok ikan, daerah, musim ikan, dan migrasi.
3. Kecepatan Kapal (*Speed*), kapal perikanan harus memiliki *Horse Power* (HP) yang lebih besar dibandingkan dengan jenis kapal lainnya pada *Gross Tonnage* (GT) yang sama. Kecepatan yang tinggi pada kapal perikanan digunakan untuk mengejar kumpulan ikan, menuju fishing ground dan mengangkut hasil tangkapan.
4. Mesin Penggerak, kapal perikanan membutuhkan tenaga mesin penggerak yang cukup besar, sedangkan volume mesin diusahakan tidak terlalu besar dengan getaran yang kecil.
5. Kemampuan Olah Gerak Kapal (*Manuver Ability*), kapal harus mampu melakukan olah gerak yang optimal pada saat pengoperasian, seperti kemampuan *steer ability* yang baik pada saat mengejar ikan, radius putaran (*turning circle*) yang kecil, dan daya dorong (*propulsive engine*) yang dapat dengan mudah membuat kapal bergerak maju dan mundur.
6. Konstruksi, konstruksi harus kuat, karena dalam operasi penangkapan ikan akan menghadapi kondisi alam yang berubah-ubah, dan konstruksi kapal harus mampu meminimumkan getaran yang timbul dari mesin yang digunakan.
7. Layak Laut (*Seaworthiness*), kapal dapat digunakan dalam operasi penangkapan ikan secara terus menerus dan cukup tahan untuk melawan kekuatan angin dan gelombang, memiliki stabilitas yang baik, daya apung yang cukup, serta memiliki *periode rolling* dan yang kecil.
8. Fasilitas Penyimpanan dan Pengolahan Ikan, umumnya kapal perikanan dilengkapi dengan fasilitas seperti: *cool room*, *freezing room*, *processing machine*, dan lain-lain. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga mutu hasil tangkapan tetap baik hingga ke *fishing base*.

2.2.5. Konstruksi Modular

Industri galangan kapal Indonesia mempunyai potensi yang cukup besar jika ditinjau dari kebutuhan kapal dari dalam negeri, termasuk banyaknya jumlah kebutuhan kapal ikan. Untuk memenuhi kebutuhan sekaligus meningkatkan daya saing industri galangan kapal Indonesia di mata dunia dibutuhkan pengembangan teknologi produksi kapal. Banyaknya kebutuhan kapal ikan memungkinkan untuk di bangun secara massal dengan sistem modular, dimana teknologi modular adalah implementasi dari konsep *product-oriented work breakdown structure* (PWBS) yang telah diterapkan banyak galangan. Oleh karena itu, jika kapal ikan bisa di memakai sistem modular maka semakin mudahnya pembangunan, pengiriman dan reparasi lebih cepat dibandingkan dengan biasanya.

Secara umum, tujuan utama dari pendekatan sistem modular pada proses produksi kapal adalah, (Bertram, 2005) :

- Mengurangi biaya desain dan produksi.
- Mengurangi waktu desain dan produksi.
- Fleksibilitas yang lebih besar untuk perbaikan kapal, perubahan misi, dan pembaharuan sistem pada kapal di kemudian hari.
- Periode pemeliharaan lebih pendek dan lebih murah.
- Mengurangi biaya pemeliharaan.
- Memungkinkan sinergi antar galangan kapal untuk saling bekerja sama.
- Mengarah ke standarisasi tipe dan ukuran kapal.

Namun, modularisasi juga mengakibatkan:

- Upaya desain awal yang lebih tinggi dan rumit.
- Kebebasan desain berkurang (mungkin memperlambat kemajuan teknologi).
- Berat biasanya lebih tinggi.
- Kebutuhan area bengkel biasanya meningkat.
- Kontrol kualitas yang tinggi.

2.2.6. Metode Penilaian Investasi

Layak atau tidaknya sebuah keputusan investasi dilakukan bisa dianalisis dengan berbagai kriteria. Penilaian investasi yang "layak" bisa diberikan dengan membandingkan dengan kecenderungan rata-rata industri sejenis. Ditinjau dari sudut pandang keuangan, ada beberapa metode penilaian investasi yang bisa dipakai untuk menentukan apakah suatu investasi layak atau tidak layak dilakukan sebuah perusahaan. Masing-masing metode mempunyai kelebihan

dan kelemahan. Metode yang dipakai tergantung dari kebutuhan tiap-tiap perusahaan. Metode yang mana yang cocok untuk digunakan oleh perusahaan. Alam mengukur sebuah investasi sebaiknya tidak hanya mengandalkan satu metode saja, menggunakan beberapa metode sekaligus lebih baik. Semakin banyak metode yang dipakai, maka akan semakin banyak gambaran yang lebih lengkap. Informasi yang didapat lebih banyak. Sehingga keputusan investasi bisa lebih tertarget dan menghasilkan keuntungan yang maksimal. (Nicho, 2017)

Beberapa metode yang umum dipakai perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Metode *Net Present Value* (NPV)

Metode penilaian investasi *net present value* (NPV) adalah selisih antara nilai sekarang dari investasi dengan nilai sekarang dari penerimaan uang kas bersih dimasa mendatang. Dalam perhitungan net present value diperlukan data-data mengenai perkiraan biaya operasi dan pemeliharaan, biaya investasi dan prakiraan keuntungan dari investasi yang sedang direncanakan. Keputusan dengan menggunakan analisa NPV ini ada dua kemungkinan. Apabila selisih antara nilai sekarang dari arus kas lebih besar yang berarti nilai NPV positif. Maka investasi tersebut layak untuk dijalankan. Apabila selisih antara nilai sekarang dari arus kas lebih kecil yang berarti nilai NPV negatif. Maka investasi tersebut tidak layak untuk dijalankan.

Kelebihan Analisa Metode *Net Present Value*.

1. Nilai waktu dari uang turut diperhitungkan
2. Nilai sisa proyek/investasi turut diperhitungkan
3. Arus kas selama masa investasi proyek turut diperhitungkan

Kekurangan Analisa Metode *Net Present Value*

1. Apabila proyek mempunyai nilai investasi yang beda, dan jangka waktu yang juga berbeda. Maka nilai NPV yang lebih tinggi belum tentu menunjukkan investasi tersebut lebih baik
2. Manajer keuangan harus bisa menghitung tingkat biaya modal selama masa investasi
3. Kelayakan investasi tidak hanya dipengaruhi oleh besar kecilnya arus kas. Faktor usia lamanya investasi juga bisa mempengaruhi.

2. Metode *Payback period* (PP)

Analisa metode penilaian investasi *payback period* adalah sebuah metode untuk mengetahui kapan waktu kembalinya dana investasi yang telah dikeluarkan. *Payback period* mengukur lamanya dana investasi yang dikeluarkan perusahaan akan kembali seluruhnya seperti awal mula. Dengan analisa metode *payback period* akan diketahui berapa lama sebuah

investasi bisa dikembalikan ketika terjadi kondisi BEP (*break even point*) atau titik impas. Perhitungan metode ini dilakukan dengan menghitung periode waktu yang dibutuhkan ketika jumlah arus kas yang masuk sama dengan jumlah arus kas yang keluar.

Secara umum, apabila hasil *payback periode* menunjukkan periode pengembalian yang lebih cepat. Maka investasi tersebut layak untuk dijalankan. Begitu juga sebaliknya, apabila *payback period* menunjukkan periode pengembalian yang lebih lama. Maka investasi tersebut tidak layak untuk dijalankan. Apabila ada lebih dari satu jenis investasi yang ditawarkan, periode pengembalian yang paling singkat yang seharusnya dipilih.

Analisa metode *payback period* hanya disarankan untuk memperoleh tambahan informasi mengenai kecepatan waktu pengembalian dana yang akan diinvestasikan. Seperti perusahaan teknologi contohnya *handphone* yang setiap bulan bahkan muncul produk baru yang membuat produk sebelumnya menjadi usang tapi kenyataannya masih baru.

Kelebihan *Payback period*

1. *Payback period* memberi informasi tentang kapan lamanya dana investasi akan kembali.
2. *Payback period* memberi informasi tentang jangka waktu *break even point*
3. *Payback period* bisa menjadi alat pertimbangan sebuah resiko. Semakin pendek *payback period*, semakin kecil resiko kerugian. Begitu juga sebaliknya.
4. *Payback period* bisa membandingkan dua jenis investasi yang mempunyai return dan resiko yang sama dengan hanya melihat lamanya tempo pengembalian atas investasi. *Payback period* yang lebih pendek itulah yang disarankan untuk dipilih.
5. Dampak investasi yang berhubungan dengan masalah likuiditas perusahaan bisa diminialisir.

Kekurangan *Payback period*

1. *Payback period* mengabaikan proceeds atau penerimaan investasi yang diperoleh setelah masa *payback period* tercapai.
 2. *Payback period* tidak memperhitungkan nilai waktu dari uang (*value of money*)
 3. *Payback period* tidak memiliki informasi tentang tambahan value yang bisa diterima perusahaan.
 4. *Payback period* hanya mengukur rentang waktu kembalinya dana investasi. Tidak menganalisa keuntungan investasi/proyek pembangunan yang sudah direncanakan.
3. Metode *Internal rate of return* (IRR)

Analisa metode penilaian *Internal rate of return* (IRR) adalah metode analisa investasi dengan menghitung tingkat suku bunga yang menyamakan present value (nilai sekarang)

investasi saat ini dengan present value dari penerimaan arus kas dimasa yang akan datang. Metode IRR ini mungkin metode yang paling sering dilakukan. Mungkin karena mudah digunakan dan banyak yang beranggapan dan percaya bahwa perhitungan IRR adalah hitungan yang menunjukkan tingkat return yang sebenarnya.

Kelebihan *Internal rate of return*

1. Metode IRR tidak mengabaikan nilai waktu dari uang
2. Dasar perhitungan menggunakan aliran arus kas
3. Tidak berefek pada aliran arus kas selama periode investasi
4. Hasil perhitungan dalam bentuk presentase. Pengambilan keputusan investasi bisa membuat perkiraan apabila *discount rate* tidak diketahui
5. Metode IRR lebih mengutamakan *cash initial* atau kas awal dari pada arus kas belakangan.

Kekurangan *Internal rate of return*

1. Membutuhkan perhitungan biaya modal yang menjadi batas terbawah dari nilai yang kemungkinan bisa dicapai
2. Perhitungan IRR lebih rumit dibandingkan metode yang lain. Harus *trial and error* apabila tidak menggunakan *software*
3. Tidak dapat memberdakan antara proyek/investasi yang memiliki perbedaan dalam ukuran dan keadaan investasi
4. Dalam perhitungan bisa menghasilkan hasil IRR ganda atau bahkan tidak menghasilkan nilai IRR sama sekali.

BAB 3

METODOLOGI

3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Proses pengukuran adalah bagian yang sentral dalam penelitian kuantitatif karena hal ini memberikan hubungan yang fundamental antara pengamatan empiris dan ekspresi matematis dari hubungan-hubungan kuantitatif. Metode penelitian yang akan digunakan penulis untuk penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang paling murni kuantitatif, karena semua prinsip dan kaidah-kaidah penelitian kuantitatif dapat diterapkan pada metode ini. Penelitian eksperimental merupakan penelitian diluar laboratorium, tetapi pelaksanaannya menerapkan prinsip-prinsip penelitian laboratorium, terutama dalam pengontrolan terhadap hal-hal yang mempengaruhi jalannya eksperimen. Metode bersifat *validation* atau menguji, yaitu menguji pengaruh satu atau lebih variabel terhadap variabel lain. Variabel yang memberi pengaruh dikelompokkan sebagai variabel bebas (*independent variables*) dan variabel yang dipengaruhi dikelompokkan sebagai variabel terikat (*dependent variables*) (Kresna, 2017).

3.2. Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk beberapa tujuan, tujuan yang pertama adalah mengetahui kondisi pembangunan kapal ikan tradisional yang beroperasi di Kota Pasuruan, Jawa Timur. Tujuan kedua untuk mengetahui kondisi terkini industri galangan kapal ikan. Tujuan ketiga untuk mengetahui harga material dan yang keempat untuk mengetahui lokasi galangan yang tepat untuk pembangunan kapal ikan.

3.2.1. Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi survei dilakukan dengan beberapa kriteria yang dijelaskan sebagai berikut:

- a) Lokasi survei terletak di daerah Pasuruan
- b) Para nelayan yang menggunakan kapal ikan kayu tradisional
- c) Pembangunan kapal menggunakan kayu jati

3.2.2. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kegiatan Survei

Pelaksanaan survei dilakukan pada tanggal 8 september, 2 Oktober dan 6 oktober 2018 di Kecamatan Panggungrejo dan gerongan, Kota Pasuruan.

a) Lokasi Pertama

Lokasi pertama terletak di Kecamatan Geronga, Kota Pasuruan. Di lokasi ini terdapat pengerajin kapal ikan tradisional yang bernama Bapak Sali.

b) Lokasi Kedua

Lokasi Kedua terletak di Kecamatan Panggungrejo, Kota Pasuruan. Di lokasi ini terdapat pengerajin kapal ikan yang bernama Bapak Bidin.

c) Lokasi Ketiga

Lokasi ketiga terletak sama dengan lokasi kedua hanya berbeda beberapa meter. Di lokasi ini terdapat pengerajin kapal ikan yang bernama Bapak Muthowib

3.3. Pengujian Material Laminasi dan Pembuatan Modul

Pada Sub Bab ini dilakukan beberapa proses yang mendukung proses pengujian material laminasi dan pembuatan modul.

3.3.1. Proses Pengerjaan

Adapun tahapan-tahapan dalam proses pengerjaan kapal ikan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Desain kapal

Desain kapal sangat dibutuhkan dalam pembuatan kapal untuk mempermudah proses pembangunan kapal. Didalam pembuatan desain kapal terdapat ukuran utama kapal yang akan di bangun. Desain kapal terdapat beberapa bagian, pertama adalah pembuatan *linesplan* atau rencana garis untuk mengetahui bentuk kapal yang *streamline*. *Streamline* adalah aliran yang mengikuti suatu garis lurus atau melengkung yang jelas ujung dan pangkalnya. Kedua adalah perhitungan konstruksi untuk mengetahui ukuran kapal. Ketiga adalah pembuatan 3D untuk mengetahui bentuk kapal yang sesungguhnya menggunakan aplikasi yang dapat digunakan dalam pembuatan gambar 3D.

2. Pemilihan dan Pembelian Alat dan bahan

Alat dan bahan sangat penting dalam pembangunan kapal, dalam pemilihan alat disesuaikan dengan kebutuhan yang akan dilakukan.

3. Pembelian alat dan bahan

3.3.2. Bahan dan Alat

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan
 - a) Balok Kayu Mahoni dengan volume 0,65 m³
 - b) Balok Kayu Jati Rakyat dengan volume 0,53 m³
 - c) Balok Kayu Jati TPK dengan volume 0,72 m³
 - d) Lem *Epoxy Resin Marine use*
 - e) *Hardener*
2. Alat:
 - a) Gergaji
 - b) Bor
 - c) Palu
 - d) Paku
 - e) Planner
 - f) *Hand Planner*
 - g) Mur
 - h) Baut

3.3.3. Pengolahan Material

Pengolahan material yang dilakukan melewati beberapa proses. Proses pertama adalah memipihkan papan Mahoni dan jati menggunakan mesin *Planer*. Pemipihan ini berfungsi untuk meratakan ukuran ketebalan dari papan Mahoni dan jati. Pemipihan ini menggunakan alat mesin *Planer*. Tebal yang dibutuhkan dalam pengujian adalah 8 mm.

Proses kedua adalah pemotongan papan Mahoni dan jati sesuai dengan uji yang diinginkan, jika material ingin di uji tarik maka panjang spesimen yang dibutuhkan adalah 406 mm dan untuk pengujian tekuk panjang spesimen yang dibutuhkan adalah 610 mm. Proses pemotongan papan menggunakan gergaji duduk. Setelah dipotong papan akan di *Planer* untuk meratakan sisi-sisinya.

Proses ketiga adalah pengeleman untuk membuat suatu spesimen. Spesimen terdiri dari 3 lapis, untuk lapis pertama menggunakan jati rakyat, lapis kedua adalah kayu Mahoni, dan yang ketiga jati TPK. Sebelum proses pengeleman perlu dipersiapkan dahulu perekat *epoxy* dengan kriteria *marine use*. Lem ini harus sesuai dengan lem yang akan digunakan dalam pembangunan kapal yang akan dibangun. Langkah pertama dalam pengeleman adalah mencari

wadah untuk pencampuran resin dengan hardener, perbandingan campuran resin dengan *hardener* adalah 1:1. Selanjutnya siapkan kapi untuk mengaplikasikan lem pada material yang akan dijadikan spesimen. Setelah pengaplikasian lem maka tumpuk lapisan pertama dengan lapisan kedua yaitu Mahoni. Langkah selanjutnya adalah penekanan pada material yang akan dijadikan spesimen uji. Penekanan dilakukan dengan menggunakan alat *press* yaitu klem atau meja *press*. Penekanan dilakukan dengan menggunakan plat yang rata diletakkan di atas material untuk pemerataan. Setelah itu lakukan hal yang sama dengan lapisan ke 3 untuk proses pengeleman dan penekanan.

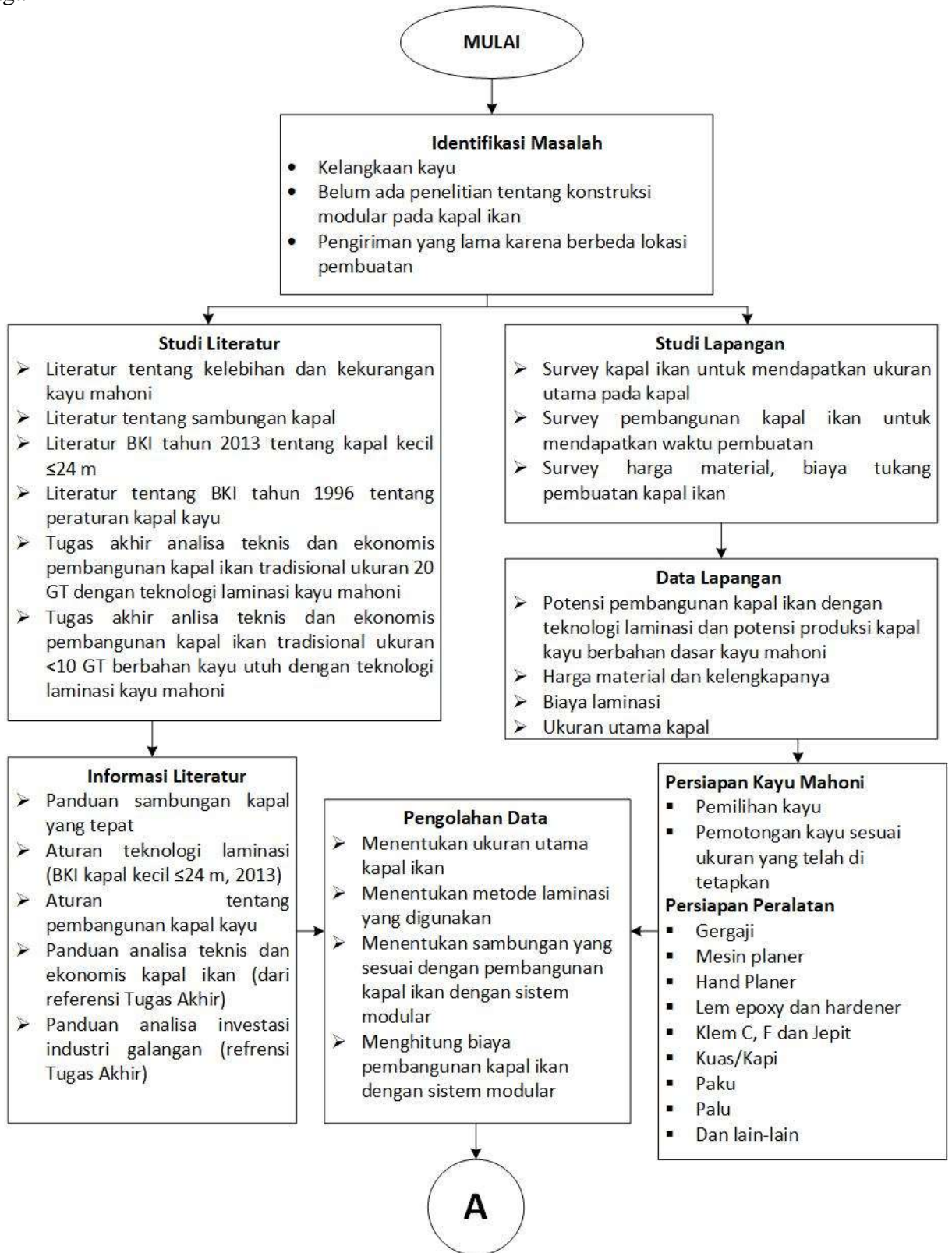
Papan Mahoni dan jati yang sudah siap untuk direkatkan kemudian disusun sesuai arah serat. Tahap selanjutnya adalah proses pengeleman (perekatan). Sebelum dilakukan proses pengeleman perlu dipersiapkan dulu perekat *epoxy* dengan cara dicampurkan antara *hardener* dengan *resin*-nya, perbandingan dari campuran tersebut adalah 1:1. Setelah *hardener* dan *resin* dimasukan dalam satu wadah yang sama dengan takaran yang sesuai proses pencampuran dimulai, pencampuran lem dilakukan dengan menggunakan potongan-potongan Mahoni yang sudah tidak terpakai dan diaduk hingga rata. Proses ini sendiri membutuhkan waktu sedikitnya 12 jam untuk memperoleh hasil yang maksimal.

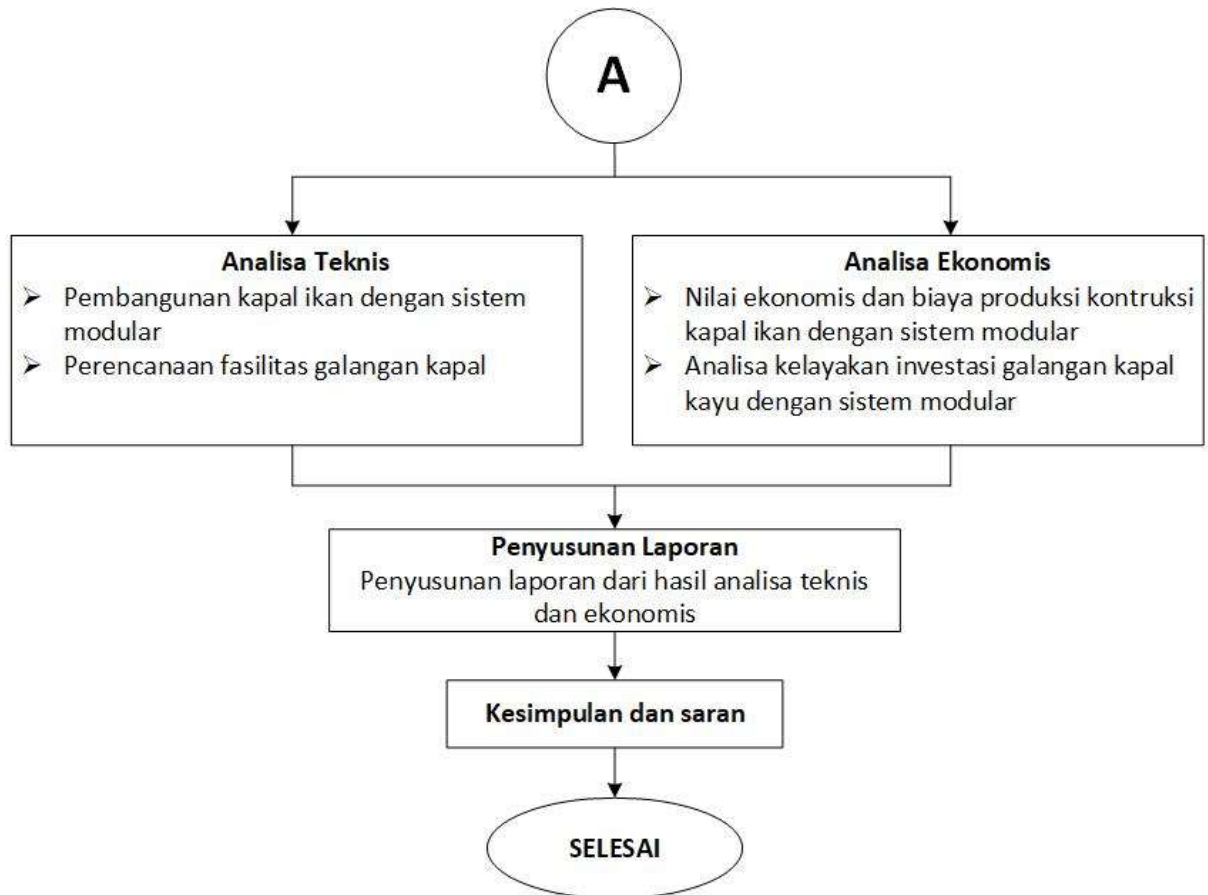
Langkah terakhir dalam pengolahan material adalah pemipihan dengan mesin *Planer* hingga ketebalan 24 mm. Hal ini dikarenakan *grip* pada *Universal Testing Machine* (UTM) yang di miliki memiliki ketebalan 24 mm.

3.4. Lokasi Pengerjaan

Untuk pembangunan *prototype* kapal ikan menggunakan material kayu Jati dan Mahoni ini dilakukan di depan Laboraturium Manajemen dan Produksi kapal ITS.

Bagan Alir





Gambar 3.1 *Flow chart* Pengerjaan Tugas Akhir

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 3.1 dapat diuraikan secara singkat penelitian dalam Tugas Akhir ini dilatar belakangi oleh pemanfaatan teknologi laminasi kayu Mahoni sebagai bahan baku pembuatan kapal dimana juga sebagai teknologi alternatif pada konstruksi kapal ikan dengan sistem modular. Penelitian diawali dengan mempelajari berbagai referensi dan teori berkaitan dengan latar belakang permasalahan pada gambar yang secara berurutan dimulai dari penjelasan umum tentang kayu Mahoni, teknologi laminasi, penjelasan umum tentang kapal kayu, metode sambungan pada kapal dan penjelasan tentang konstruksi modular. Kemudian setelah mempelajari referensi dilakukanlah survei untuk mendapatkan ukuran utama kapal, harga material dan harga jasa pembuatan kapal. Setelah mendapatkan semua yang dibutuhkan dilakukan analisa teknis dan pembahasan untuk pembangunan kapal ikan dengan sistem modular dan nilai ekonomis pembangunan kapal ikan menggunakan laminasi kayu Mahoni dengan sistem modular ukuran 3 GT.

BAB 4

DATA HASIL SURVEI DAN PEMBANGUNAN PROTOYPE

4.1. Data Survei

Pada Sub Bab ini dilakukan survei lapangan terhadap kapal ikan dengan material kayu. Survei ini bertujuan untuk mendapatkan data kapal ikan 3 GT yang sudah dibangun dan sudah beroperasi. Selanjutnya dilakukan wawancara terhadap pemilik kapal sehingga mendapatkan data ukuran utama kapal ikan yang sedang di bangun.

4.1.1. Waktu dan Lokasi Survei

Survei dilakukan pada hari sabtu tanggal 8 September di daerah Geronga, tanggal 2 dan 6 Oktober 2018 di daerah Panggungrejo, Pasuruan.

4.1.2. Hasil Survei

Survei dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting kapal, material dan lokasi yang digunakan nelayan dalam membangun kapal ikan di Pasuruan.

1. Lokasi Geronga, Pasuruan

Lokasi pertama terletak di geronga pasuruan. Di lokasi ini terdapat galangan pengerajin kapal ikan kayu yang di miliki Bapak Sali. Pada lokasi ini terdapat 1 kapal yang sesuai kriteria yaitu kapal. Langkah pertama dalam survei adalah pengukuran kapal.



Gambar 4.1 Pengukuran Kapal Ikan di Geronga, Pasuruan

Dari hasil pengukuran kapal maka didapatkanlah data ukuran utama kapal ikan sebagai berikut:

- Panjang Kapal (LoA) : 8,6 meter
- Panjang Deck : 8 meter
- Tinggi Kapal (H) : 0,5 meter
- Lebar Kapal (B) : 1,3 meter

Metode yang digunakan dalam membangun kapal adalah metode tradisional. Untuk pembangunan kapal tersebut menggunakan alat sebagai berikut:

- Bor
- Gergaji
- Meteran
- Palu
- Peralatan Pahat

Adapun informasi lain yang didapatkan dari survei yaitu material kapal. Untuk material kapal yang dibangun oleh Bapak Sali adalah sebagai berikut:

- 6 pohon kayu jati kelas A1 dimana 1 batang pohon tersebut dapat dipotong menjadi 6 lembar kayu dengan panjang 4 meter
- Kayu jati emas dengan harga kayu perbatang pohon Rp. 400.000,-
- Pasak kayu Rp. 350.000,- per 1000 biji
- Paku yang digunakan sebanyak 3 Kg
- Kapasitas muatan kapal 4 kwintal

Tarif dalam pembangunan kapal ikan tersebut adalah Rp. 8.000.000,-. Pembangunan dengan harga tersebut sudah mencakup semua material, biaya jasa dan pengecatan. Waktu dalam pembuatan kapal tersebut adalah 3 sampai 4 minggu.

2. Lokasi Kedua di Panggungrejo, Pasuruan

Lokasi kedua dilaksanakan pada tanggal 2 Oktober 2018. Di lokasi ini terdapat pengerajin kapal ikan bernama Bapak Hamidin atau lebih di kenal dengan nama Bapak Bidin. Kapal yang sedang dikerjakan Bapak Bidin ada 2 Kapal yang pertama dengan ukuran panjang 10 meter dan yang kedua berukuran 8 meter.



Gambar 4.2 Pengerjaan Kapal Ikan di Lokasi Panggungrejo, Pasuruan

Metode yang digunakan dalam pembangunan kapal adalah metode tradisional juga. Pembangunan kapal dengan metode tradisional ini adalah pembangunan kapal dengan cara kulit dibentuk dahulu lalu dilanjutkan gading yang menyesuaikan kulit. Kulit kapal yang dilengkungkan menggunakan metode pembakaran hingga mendapatkan bentuk kelengkungan yang sesuai atau yang dikenal dengan metode *Hot Planking*. Alat yang digunakan dalam pembuatan kapal ikan pada Gambar 4.2 adalah sebagai berikut:

- Bor
- Gergaji
- Gerinda
- Meteran
- Palu
- Peralatan Pahat

Pembuatan kapal di lokasi ke 2 lebih rapi dan tampak lebih kuat daripada lokasi pertama. Untuk tarif pembangunan kapal juga berbeda dari lokasi pertama. Tarif dalam pembangunan kapal ikan milik Bapak Bidin adalah Rp. 15.000.000,- dengan panjang berukuran 8 meter, Rp. 25.000.000,- dengan panjang 12 meter, harga tersebut sudah termasuk jasa dari pengerajin kapal. Untuk jasa sendiri Bapak Bidin memberikan tarif Rp. 5.000.000,- dalam pembuatan 1 kapal. Waktu pengerjaan yang dibutuhkan dalam membangun 1 kapal adalah 20 hari.

3. Lokasi Ketiga di Panggungrejo, Pasuruan

Lokasi ketiga dilaksanakan pada tanggal 6 Oktober 2018. Di lokasi ini terdapat pengerajin kapal ikan bernama Bapak Muthowib. Kapal yang sedang dikerjakan Bapak Muthowib adalah kapal yang sesuai dengan kriteria yaitu kapal ikan 3 GT.



Gambar 4.3 Kapal Ikan Tradisional di Lokasi Panggungrejo, Pasuruan

Dari hasil pengukuran kapal maka didapatkanlah data ukuran utama kapal ikan sebagai berikut:

- Panjang Kapal (LoA) : 8 meter
- Panjang Deck : 7,4 meter
- Tinggi Kapal (H) : 0,7 meter
- Lebar Kapal (B) : 1,3 meter

Pembangunan kapal di lokasi ke 3 juga rapi sama dengan lokasi ke 2. Untuk tarif pembangunan kapal ikan milik Bapak Muthowib adalah Rp. 35.000.000,- untuk panjang kapal ukuran 7 meter dengan ketebalan kapal 1,4 meter bahan yang digunakan adalah material kayu jati. Untuk harga material kayu Mahoni Rp. 30.000.000,- dengan panjang 7 meter dengan ketebalan 1,4 meter bahan yang digunakan adalah material kayu Mahoni. Untuk ukuran panjang 7 meter dengan ketebalan 1,6 meter Bapak Muthowib memberi tarif Rp. 40.000.000,- bahan

yang digunakan adalah kayu jati, untuk harga dengan menggunakan material kayu Mahoni Rp. 30.000.000,-. Untuk kapal dengan panjang 6 meter Bapak Muthowib memberikan tarif Rp. 25.000.000,- dengan menggunakan material kayu jati dan jika menggunakan material kayu Mahoni harganya Rp. 20.000.000,-. Harga tersebut hanya biaya pembangunan tanpa *finishing*. Sedangkan apabila pekerjaan dilanjutkan dengan *finishing* dan pengecatan maka ada tambahan biaya sebesar Rp. 2.000.000,- per kapal.

Lama waktu pengerjaan yang dibutuhkan dalam membangun 1 kapal adalah 25 hari, akan tetapi Bapak Muthowib bisa membangun 1 kapal dalam waktu 25 hari jika tidak ada kendala.

4.2. Pembangunan *Prototype* Kapal Ikan Laminasi Kayu Jati dan Mahoni dengan Sistem Modular

Pada sub bab ini terdapat beberapa tahap pembangunan *prototype* kapal ikan laminasi kayu Jati dan Mahoni dengan sistem modular diantaranya, perhitungan konstruksi, tahap desain, tahap fabrikasi, dan tahap *assembly*.

4.2.1. Perhitungan konstruksi kayu laminasi

Tahap pertama kali dalam pembangunan kapal adalah perhitungan konstruksi kapal yang akan dibangun.

Tabel 4.1 Perhitungan konstruksi kapal ikan *prototype*

No	Nama	Daerah	Tinggi		Lebar		Tebal		Luas Penampang		Modulus	
1	Lunas	All	7	mm	187	mm			143,99	cm ²	184,7872	cm ³
2	Linggi	All	7	mm	178	mm			137,06	cm ²	175,8937	cm ³
3	Galar	All	50	mm	50	mm			25	cm ²		
4	Kulit Alas	> 0,4 L ÷ fore					3	mm				
5		< 0,4 L ÷ aft					3	mm				
6	Kulit Sisi	> 0,4 L ÷ fore					3	mm				
7		< 0,4 L ÷ aft					3	mm				
8	Geladak	All					50	mm				
9	Sekat	> 0,4 L ÷ fore					4,8	mm				
10		< 0,4 L ÷ aft					4,8	mm				
11	Wrang		53	mm	5	mm			28,567	cm ²		
12	Gading		35	mm	5	mm			12,25	cm ²	7,145833	
13	Balok Geladak											

Dari perhitungan pada Tabel 4.1 didapatkan ukuran konstruksi lunas dengan tinggi 7 cm lebar 18,7 cm. linggi dengan tinggi 7 cm lebar 17,8 cm. galar dengan tinggi 5 cm lebar 5 cm. kulit alas, kulit sisi masing-masing mempunyai tebal 3 cm. Geladak dengan tebal 5 cm. Sekat

dengan tebal 4,8 cm. Wrang dengan tinggi 5,3 cm dan tinggi 5 cm. Gading dengan tinggi 3,5 cm dan tebal 5 cm.

4.2.2. Tahap Desain

1. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Tahap awal dalam pembangunan sebuah kapal, khususnya pada inovasi ini adalah menentukan data utama kapal yang akan dibangun. Data ukuran utama pada tugas akhir ini didapatkan dari mengukur ukuran utama kapal yang telah ada dan akan dijadikan sebagai model yang sama dengan kapal laminasi yang akan dibangun. Sebelumnya telah ditentukan kapal yang akan diukur yaitu yang berlokasi di Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Pada tahap ini, selain dilakukannya pengukuran ukuran utama kapal, dilakukan juga pengukuran pada lambung kapal yang tujuannya untuk data awal dalam pembuatan *lines plan*. Dari hasil wawancara, didapat harga kapal ikan yang akan diukur sebesar Rp 15.000.000. Data yang didapat hanyalah biaya total pembangunan dikarenakan pada saat pembuatan kapal tersebut belum ada perencanaan maupun rincian anggaran biaya.



Gambar 4.4 Pengukuran Kapal

Alat- alat yang diperlukan saat pengukuran kapal diantaranya bandul, tali, selotip, meteran, gunting, mistar, dan atk lainnya. Berikut langkah- langkah pengukuran kapal.

- 1) Pengukuran kapal dilakukan di darat yang ditunjukkan pada Gambar 4.4
- 2) Sebelum pengukuran dimulai, kapal dipastikan dalam posisi tegak atau tidak miring untuk mempermudah pengukuran.
- 3) Lalu dilakukan pengukuran panjang konstruksi kapal LPP dengan menggunakan meteran. Pengukuran meliputi panjang, lebar dan tinggi kapal.

- 4) Setelah didapat panjang kapal, panjang kapal dibagi 20 untuk nantinya akan dijadikan jarak *station*.
- 5) Setiap jarak *station* yang didapat ditandai dengan selotip.
- 6) Dilakukan pengukuran jarak antara lengkung lambung kapal dengan *center line* pada setiap *station* yang telah ditandai dengan selotip. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui lebar gading disetiap gadingnya.
- 7) Pengukuran jarak lengkung kapal dengan *center line* dilakukan per 10 cm pada setiap *station*.
- 8) Selanjutnya dilakukan pengukuran pada cadik kapal dan tiang atap kapal.

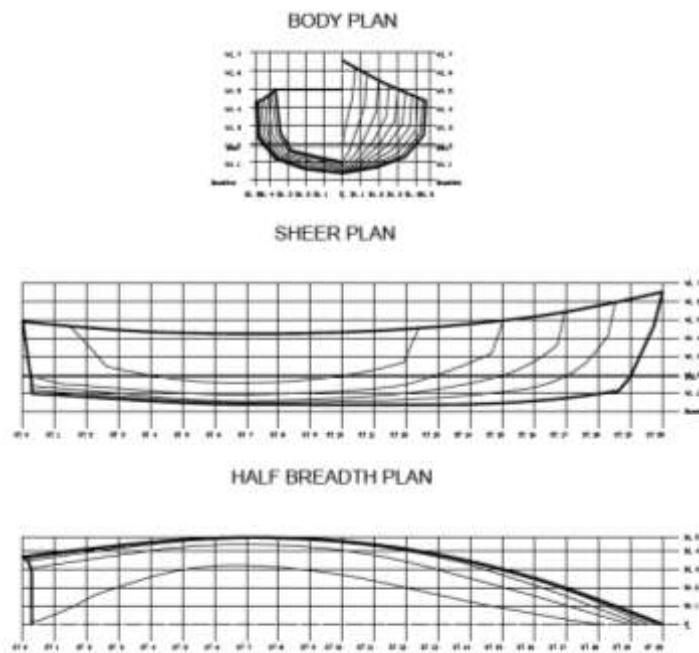
Dari tahap proses pengukuran kapal diatas, didapatkan ukuran utama kapal yaitu:

Ukuran Utama kapal

- Panjang Kapal (Loa) :7,5 m
- Tinggi Kapal (H) :0,8 m
- Lebar Kapal (B) :1,9 m
- Sarat Kapal (T) :0,3 m

2. Pembuatan Lines Plan

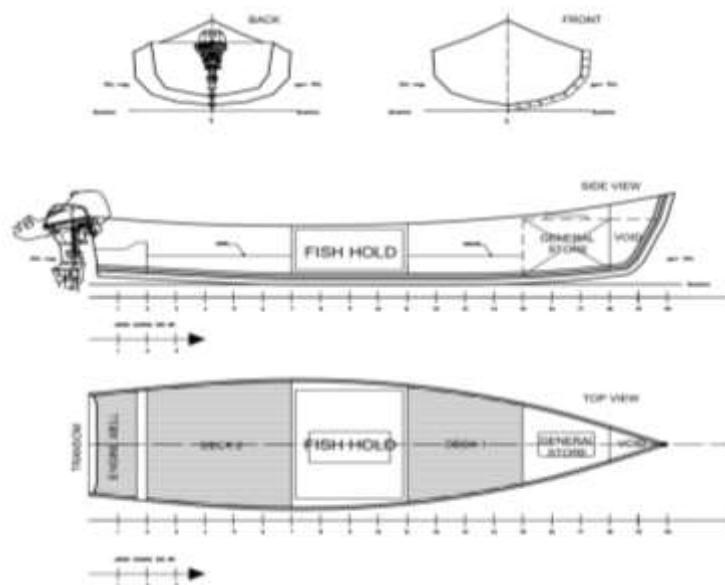
Pada tahap pembuatan desain kapal, hasil pengukuran kapal dilapangan digunakan sebagai data awal dalam pembuatan desain. Data tersebut diolah menggunakan *software* dengan membuat *lines plan* berupa *body plan*, *sheer plan* dan *halfbreadth plan* ditunjukkan pada Gambar 4.6. Pembuatan *lines plan* dilakukan dengan membuat *body plan* terlebih dahulu dengan melakukan proyeksi dari data pengukuran jarak *center line* dengan lengkung lambung dilapangan. Dilanjutkan dengan pembuatan *sheer plan* dan *half breadth plan* dengan memproyeksi garis dari *body plan*. Lengkung *station* pada *body plan* dilakukan *extend* 4 cm dikarenakan lengkung *station* yang diperlukan adalah lengkung lambung kapal bagian luar sedangkan pada saat pengukuran dilapangan dilakukan pengukuran lengkung lambung kapal bagian dalam. Dilakukannya *extend* 4 cm dikarenakan tebal kulit kapal adalah 4 cm.



Gambar 4.5 *Linesplan* Kapal yang akan Dibangun

3. Pembuatan *General Arrangement*

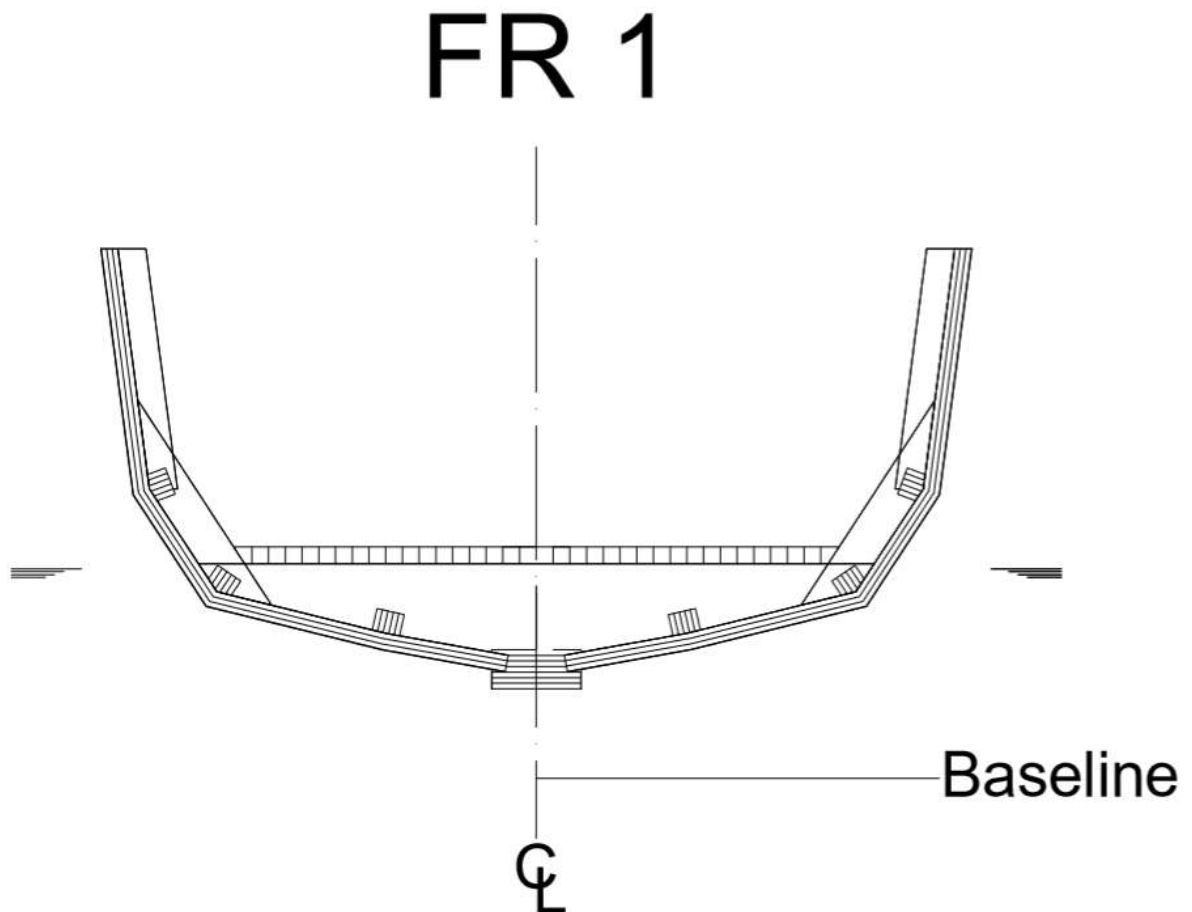
Pembuatan *General Arrangement* dilakukan menggunakan aplikasi *AutoCAD*. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan cara mengambil data dari *linesplan* yang telah dibuat pada Gambar 4.5. *General Arrangement* atau GA dibuat dengan tujuan untuk mengetahui bentuk kapal dengan gambar 2 dimensi.



Gambar 4.6 *General Arrangement* Kapal yang akan Dibangun

4. Pembuatan Melintang Kapal

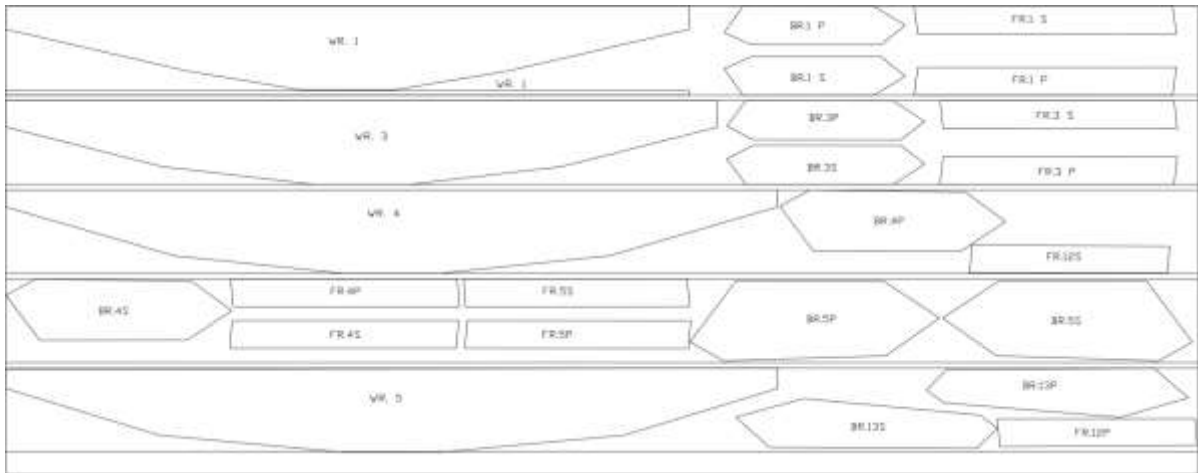
Pembuatan gambar melintang kapal merupakan potongan gambar yang menunjukkan detail dari kapal dengan potongan melintang. Pada sub bab ini di berikan contoh 1 gambar pada *frame 1* untuk mengetahui detail pembangunan kapal. Berikut adalah bentuk melintang kapal pada *frame 1* yang terdapat pada Gambar 4.7:



Gambar 4.7 Pembentukan Melintang Kapal

5. Pembuatan Desain per Modul

Pembuatan desain per modul dilakukan untuk mengetahui modul apa saja yang ingin dibuat. Selain itu pembuatan modul juga berfungsi untuk pembuatan mal untuk mempermudah proses pengerjaan kapal. Modul yang akan dibuat antara lain modul gading, modul *keel*, modul kulit, modul sekat, modul transom, modul *Chine Lock*, dan modul cantik-cantik.



Gambar 4.8 Pembuatan Modul Untuk Mal

Gambar 4.8 menunjukkan modul gading yang ingin dibuat. Dalam 1 modul gading terdapat wrang, *bracket* dan gading.

4.2.3. Tahap Persiapan

1. Pembelian Material

Material utama yang diperlukan dalam penelitian ini adalah kayu Mahoni dimana kayu Mahoni di dapat dari supplier kayu di daerah pasuruan. Kayu Mahoni yang digunakan berusia tanam diatas 15 tahun karena yang dibutuhkan dalam penelitian ini kayu Mahoni berdiameter 20 cm. Material kedua dari penelitian ini adalah kayu jati untuk laminasi. Kayu jati yang digunakan ada 2 macam yaitu jati rakyat dan jati TPK. Gambar 4.9 dibawah ini merupakan gambar pemilihan kayu Mahoni di daerah pasuruan yang masih berupa kayu utuh.



Gambar 4.9 Pemilihan Kayu

2. Pemotongan Kayu Utuh

Dari balok kayu utuh diatas, balok dipotong secara melintang untuk mendapatkan panjang yang dibutuhkan. Dari panjang kayu yang telah dipotong menjadi yang dibutuhkan, kayu di tipiskan dengan mesin potong atau biasa di sebut mesin *Planer* untuk mendapatkan ketebalan rata-rata 1 cm dan 3 cm.

Tabel 4.2 Estimasi Kebutuhan Material

Part	Jati Rakyat		Jati TPK		Mahoni	
	P x L x t (Cm)	Jumlah	P x L x t (Cm)	Jumlah	P x L x t (Cm)	Jumlah
Chine	400 x 15 x 1	40	400 x 15 x 1	40	400 x 15 x 1	40
Deck 2	200 x 15 x 1	15	200 x 15 x 1	15	200 x 15 x 1	15
General Store & Void		7		7		7
Sekat Fr 2		5		5		5
Sekat Fr 7		5		5		5
Sekat Fr 11		5		5		5
Sekat Fr 18		1		1		1
Bracket		3		3		200 x 15 x 3
Wrang		11		11	11	
Gading		3		3	3	
Transom		5		5	5	
Deck 1	150 x 15 x 1	11	150 x 15 x 1	11	150 x 15 x 1	11
Fish Hold Cover		13		13		13
Inner Fish Hold		13		13		13
Sekat Fr 15		6		6		6
<i>Keel</i>	-	-	400 x 16 x 16	2	-	-
Cantik - Cantik	200 x 15 x 5	1	-	-	-	-

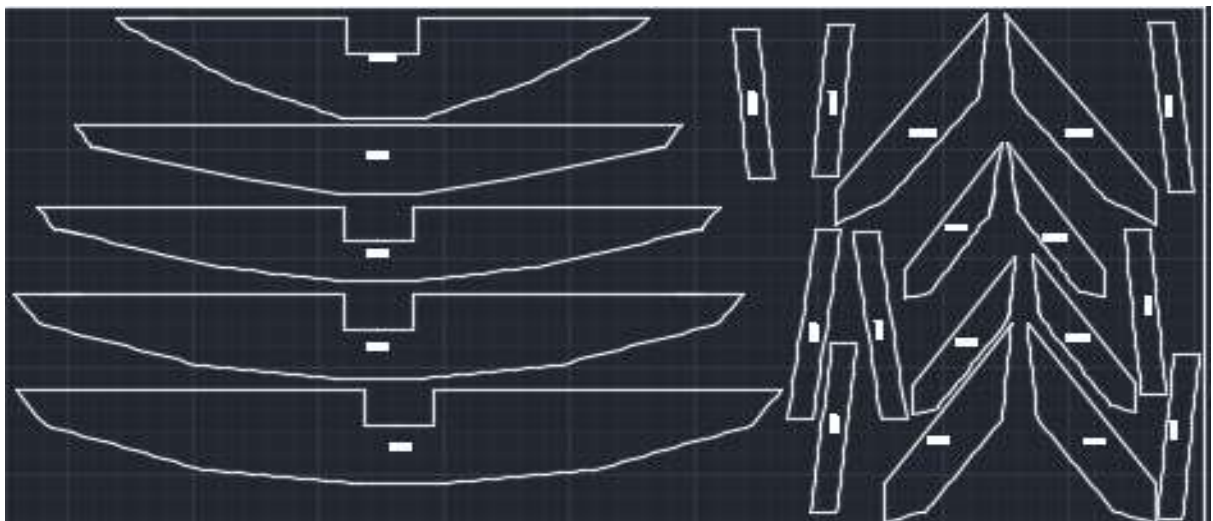
Tabel 4.2 Estimasi Kebutuhan Material adalah ukuran balok kayu yang akan di potong sesuai dengan yang dibutuhkan dari masing-masing bagian. Proses pemotongan kayu dilakukan di Kota Pasuruan. Dari panjang kayu yang telah di potong menjadi beberapa potongan sesuai tabel diatas, kayu ditipiskan dengan mesin potong untuk mendapatkan ketebalan yang sesuai dengan yang dibutuhkan. Ukuran kayu yang telah dipotong akan lebih besar dari pada ukuran yang telah di tetapkan.



Gambar 4.10 Proses Pematongan Kayu

3. Pembuatan Cetakan Mal Kapal

Mal lambung kapal dibuat menggunakan *CNC laser cutting* dengan desain yang telah dibuat di *Autocad*. Cetakan lambung kapal sengaja dibuat agar mempermudah jalannya fabrikasi material dan pemasangannya. Bagian cetakan lambung kapal sendiri ada beberapa *part* yang telah diberikan kode masing-masing untuk dibagi sesuai dengan rencana bentuk bagian konstruksi kapal. Berikut adalah rencana gambar yang ditunjukkan pada Gambar 4.11 yang akan dibuat menggunakan mesin *CNC*:



Gambar 4.11 Pembuatan Mal

4. Proses *Planer*

Mesin *Planer* berfungsi untuk menghaluskan permukaan kayu yang telah melewati proses pematongan kayu, sehingga ukuran yang akan dihasilkan sama dengan ukuran yang diminta. Untuk itu didalam proses *Planer* material dibutuhkan ketelitian dalam pengecekan

ukuran. Proses *Planer* dilakukan setelah mengetahui tebal dari modul yang akan dibuat. Berikut adalah proses *planer* yang terdapat pada Gambar 4.12:



Gambar 4.12 Proses *Planer*

5. Persiapan Jig

Jig adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengarahkan sebuah atau lebih alat potong pada posisi yang sesuai dengan proses pengerjaan. Pada penelitian ini jig menggunakan balok beton dan U-bar, dimana U-bar berfungsi untuk menopang konstruksi memanjang kapal dan balok beton untuk menopang konstruksi melintang. Balok beton U-bar yang dipakai mempunyai panjang 7,5 meter. Jig yang telah dipasang di cat untuk menghindari korosi. Penentuan ukuran pada jig disesuaikan dengan panjang kapal yang akan dibangun. Berikut adalah proses persiapan jig yang terdapat pada Gambar 4.13:



Gambar 4.13 Persiapan Jig

4.2.4. Tahap Fabrikasi

Proses Fabrikasi adalah serangkaian kegiatan pengolahan dari material mentah sampai dengan bentuk sub-modul. Proses ini terdiri dari beberapa kegiatan antara lain:

1. *Marking*

Pada proses marking diperlukan mal untuk menyesuaikan ukuran bagian kapal yang akan di bangun. Mal yang telah di buat di tempelkan ke kayu utuh yang telah di potong dan memotong bagian kayu utuh sesuai dengan mal yang telah di buat. Proses marking sangat penting untuk *accuracy control* dimana ukuran yang akan dibuat sama dengan ukuran yang telah dibuat. Gambar 4.14 menunjukkan mal yang telah melalui proses CNC.



Gambar 4.14 Hasil CNC *Laser Cutting*

2. *Cutting*

Pada proses *cutting* diperlukan beberapa alat yaitu:

- Gergaji meja
- Penggaris (siku)
- Meteran

Kayu yang telah di marking akan di potong sesuai bentuk marking, untuk menyesuaikan bentuk yang akan dibuat, alat selanjutnya yang akan digunakan adalah penggaris (siku) untuk mempresisikan ukuran kayu agar tidak salah potong dan hasilnya akan sesuai dengan mal. Pada proses pemotongan material semua bentuk mal termasuk wrang, gading, bracket, kulit, *Chine Lock*, *keel*, cantik-cantik pasti melewati proses ini. Ini adalah proses yang paling penting dalam pembangunan kapal. Proses pemotongan bisa saja menggunakan gergaji manual akan tetapi membutuhkan waktu yang banyak, hanya beberapa detail saja jika kayu memiliki bentuk

terbilang susah maka digunakan gergaji manual. Berikut adalah proses pemotongan kayu yang telah melewati proses *marking* yang terdapat pada Gambar 4.15:



Gambar 4.15 Proses Pemotongan Kayu

3. *Planer*

Proses *Planer* ini berfungsi untuk menghaluskan kayu dan menyamakan ketebalan kayu sesuai yang diharapkan. Dalam proses ini dibutuhkan ketekunan dalam menyamakan ketebalan kayu dimana kayu hanya bisa di ambil 1 mm setiap proses *Planer*, sehingga pada saat *Planer* harus dengan ketelitian jika tidak hasil dari ukuran kayu lebih kecil dari pada yang diinginkan. Berikut adalah gambar proses penghalusan kayu atau *Planer* yang akan di tunjukkan pada Gambar 4.16:



Gambar 4.16 Proses *Planer* Kayu

4. Pembentukan modul gading

Pembentukan modul dilakukan setelah kayu-kayu telah melewati proses marking hingga planner. Dalam proses ini dibutuhkan ketelitian untuk membentuk modul sehingga mempermudah proses *accuracy control* dalam proses *assembly*. Alat yang dibutuhkan dalam pembentukan modul adalah paku, palu, kapi, lem dan hardener. Modul yang akan dibentuk adalah sebagai berikut:

- Gading dengan *bracket*



Gambar 4.17 *Bracket*

Gambar 4.17 adalah contoh *bracket* yang telah melewati proses *cutting* dan *planner*. *Bracket* yang telah jadi di beri nomor untuk mempermudah proses *assembly*. *Bracket* yang akan di pasang dengan gading akan dicek ulang untuk mengetahui bentuk presisi. Berikut adalah gading yang telah dibuat yang terdapat pada Gambar 4.18:



Gambar 4.18 Gading

Setelah bentuk gading dan *bracket* jadi, langkah selanjutnya adalah memasang kedua benda ini menjadi 1 modul untuk mempermudah proses *assembly*. Gading dan *bracket* disesuaikan dengan nomor-nomor yang telah dibuat untuk mempermudah pembentukan modul.

Kemudian setelah di cocokan gading dan bracket maka dilakukan proses pemasangan dengan menggunakan paku dan di rekatkan menggunakan lem sehingga jadi seperti Gambar 4.19 dibawah ini:



Gambar 4.19 Proses Pembuatan Modul Gading dan *Bracket*

- **Wrang**

Dalam proses ini tingkat kesulitannya berbeda dengan pembuatan gading dan bracket, pembuatan modul wrang lebih susah dibandingkan pembuatan modul gading dan *bracket* dikarenakan harus mengetahui sudut dari bracket untuk membentuk menjadi 1 modul. Wrang dibentuk seperti Gambar 4.20 menurut *general arrangement* yang telah dibuat. Berikut adalah bentuk wrang yang terdapat pada Gambar 4.20:



Gambar 4.20 Pembentukan Modul Wrang

5. Penempatan Wrang

Setelah melewati proses penyambungan wrang dengan gading dilakukanlah penempatan wrang diatas jig yang telah disiapkan. Langkah dalam penempatan wrang yang pertama adalah pemberian tanda jarak pada setiap wrang yang akan di pasang pada jig. Pemberian tanda dilakukan agar penempatan wrang bisa berlangsung sesuai rencana pembangunan kapal yang telah dibuat dan lebih mudah. Posisi pemberian tanda dilakukan ditatas jig dan juga di bawah

wrang yang diambil garis tengahnya, sehingga dalam penempatan wrang akan sesuai dengan jarak yang telah ditentukan. Wrang diletakkan pada posisi terbalik sehingga didapatkan alas yang rata dengan jig.



Gambar 4.21 Penempatan Wrang Pada Jig

6. Pembuatan lajur *keel* dan lajur *Chine Lock*

Setelah pemasangan wrang diatas jig, langkah selanjutnya adalah pembuatan lajur *keel* di atas wrang. Fungsi dari pembuatan lajur ini adalah untuk mempermudah pemasangan *keel*, karena setiap ukuran *keel* yang terpasang dalam gading-gading berbeda-beda. Alat yang dibutuhkan dalam hal ini adalah bolpoin untuk memberi tanda ukuran yang harus dilubangi, pemahat untuk memberi lubang kedalam wrang yang akan dijadikan lajur *keel*.



Gambar 4.22 Pembuatan Lajur *Keel*

Sedangkan untuk pembuatan lajur *Chine Lock* disesuaikan dengan bentuk lambung kapal. Lajur *Chine Lock* berfungsi untuk tempat dari *Chine Lock* itu sendiri dan pembentukan *Chine Lock*. Alat yang dibutuhkan dalam pembuatan lajur *Chine Lock* adalah alat pahat, gergaji, tali dan bolpoin. Kegunaan dari tali dalam pembuatan lajur *Chine Lock* adalah untuk mengetahui bentuk *Chine Lock* yang akan dibuat, setelah itu lajur yang telah ditentukan di tandai menggunakan bolpoin.



Gambar 4.23 Pembuatan Lajur *Chine Lock*

7. Proses Pembuatan Modul *Chine Lock*

Pada pembuatan kapal dengan sistem modular proses pembuatan modul sangat diutamakan. Pemasangan *Chine Lock* dilakukan dengan metode *press planking* yang dimana papan-papan dibentuk dan direkatkan sesuai dengan lajur yang telah didesain pada modul wrang. Pada saat melakukan proses laminasi modul *Chine Lock* alat yang dibutuhkan adalah klem C, klem jepit, paku dan sekrup.

Pembuatan modul *Chine Lock* dilakukan dengan cara mengikuti lajur yang telah dibuat di gading. *Chine Lock* dengan sistem laminasi berguna untuk mempermudah membentuk lengkungan dari *Chine Lock* tersebut. Material yang digunakan dalam pembuatan *Chine Lock* adalah kayu jati rakyat yang telah di potong menjadi 1 cm. Tebal *Chine Lock* adalah 5 cm jadi untuk membentuk 1 modul *Chine Lock* dibutuhkan 5 lapisan. Dalam 1 lajur *Chine Lock* terdapat 2 sambungan *Chine Lock*. Berikut adalah sambungan *Chine Lock* yang terdapat pada Gambar 4.24:



Gambar 4.24 Sambungan *Chine Lock*

Langkah-langkah dalam pembuatan *Chine Lock* adalah memasang 1 lapisan dahulu hingga membentuk 1 lajur *Chine Lock* setelah itu 1 lapisan pertama di paku ke wrang agar tidak lepas saat di lepas. Langkah kedua adalah memberi lem terhadap lapisan ke 2. Langkah ketiga adalah memasang lapisan ke 2 yang telah di beri lem ke lapisan pertama lalu di jepit menggunakan klem jepit maupun klem C agar membentuk 1 modul. Pengeringan lem terjadi berkisar 3 jam. Berikut adalah proses penjepitan modul *Chine Lock* yang dijelaskan pada Gambar 4.25:



Gambar 4.25 Proses Pembuatan Modul *Chine Lock*

8. Proses Pembuatan Modul *Keel* dan Stem

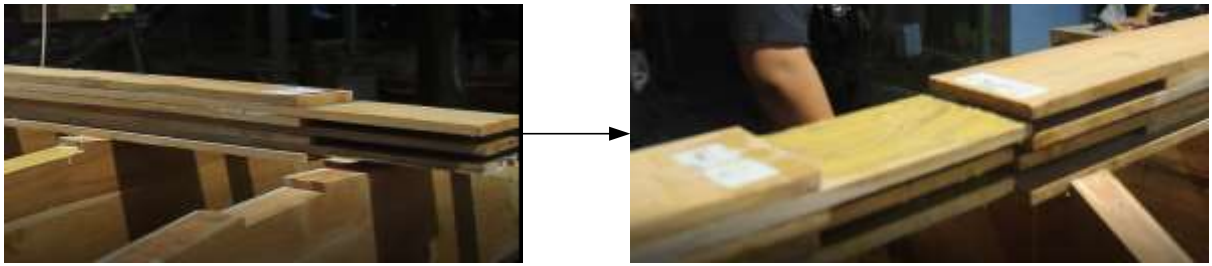
Pada proses pembuatan modul *keel* ini digunakanlah proses *cold press planking* untuk melaminasi lapisan-lapisan pada *keel*. Modul *keel* terdapat 7 lapisan yang harus di laminasi. *Keel* dibagi menjadi 2 modul sehingga terdapat sambungan diantara *keel*. Pembuatan modul *keel* tersebut dilakukan di atas lajur *keel* yang telah dibuat agar memudahkan proses pembuatan *keel*. Setelah lapisan pertama dipasang diatas lajur *keel*, lapisan kedua diberi lem dan langsung dipasangkan ke lapisan pertama. Setelah dipasang ke lapisan pertama terdapat proses penjepitan lapisan pertama dan kedua, alat yang digunakan adalah klem jepit, klem F dan klem C. berikut adalah proses penjepitan yang terdapat pada Gambar 4.26:



Gambar 4.26 Proses Pembuatan Modul *Keel*

Dalam proses pembuatan modul terdapat sambungan *keel* karena untuk mencari material kayu dengan panjang 7 meter langsung sangat susah. Sambungan yang terdapat pada *keel* ada 2 dan masing-masing sambungan mempunyai ukuran 20 cm panjang. Sambungan yang

kedua berfungsi menyambungkan ke bagian stem. Berikut adalah gambar sambungan *keel* yang tertera pada Gambar 4.27:



Gambar 4.27 Sambungan *keel*

Pembuatan stem pada pembuatan kapal ini terdapat perbedaan dikarenakan tidak adanya lajur pada wrang untuk memasang seperti halnya memasang *keel* dan *Chine Lock*. Untuk memudahkan pemasangan stem memerlukan alat bantu yaitu *span screw*. Fungsi dari *span screw* adalah untuk membentuk kelengkungan pada stem sesuai dengan yang diinginkan. Metode laminasi yang digunakan dalam pembuatan stem ini adalah dengan cara metode *cold press planking*. Berikut adalah proses pembuatan modul stem yang terdapat pada Gambar 4.28:



Gambar 4.28 Pembuatan Modul Stem

Laminasi untuk stem sama dengan laminasi *keel* dengan cara memberikan lem pada setiap lapisan dan dilakukan penjepitan disetiap step pemasangan lapisan. Untuk peralatan penjepitan juga sama memakai klem jepit, klem C dan klem F. Untuk sambungan yang terdapat pada stem ke sambungan *keel* terdapat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.29 Sambungan Pada Stem

Adapula sambungan untuk kulit pada modul *keel* yang terdapat pada sisi-sisi *keel*. Sambungan tersebut juga berfungsi untuk lajur dari modul kulit. Lajur tersebut berada pada lapisan ke 2 hingga ke 3 lapisan *keel*. Pada lapisan *keel* ke 2 hingga ke 3 dipotong sisi-sisinya untuk membentuk lajurnya seperti yang terdapat pada Gambar 4.29. Adapula gambar yang menunjukkan lajur kulit yang berada pada *keel* terdapat pada Gambar 4.30:



Gambar 4.30 Lajur Kulit Pada *Keel*

9. Proses Pembuatan Modul Kulit

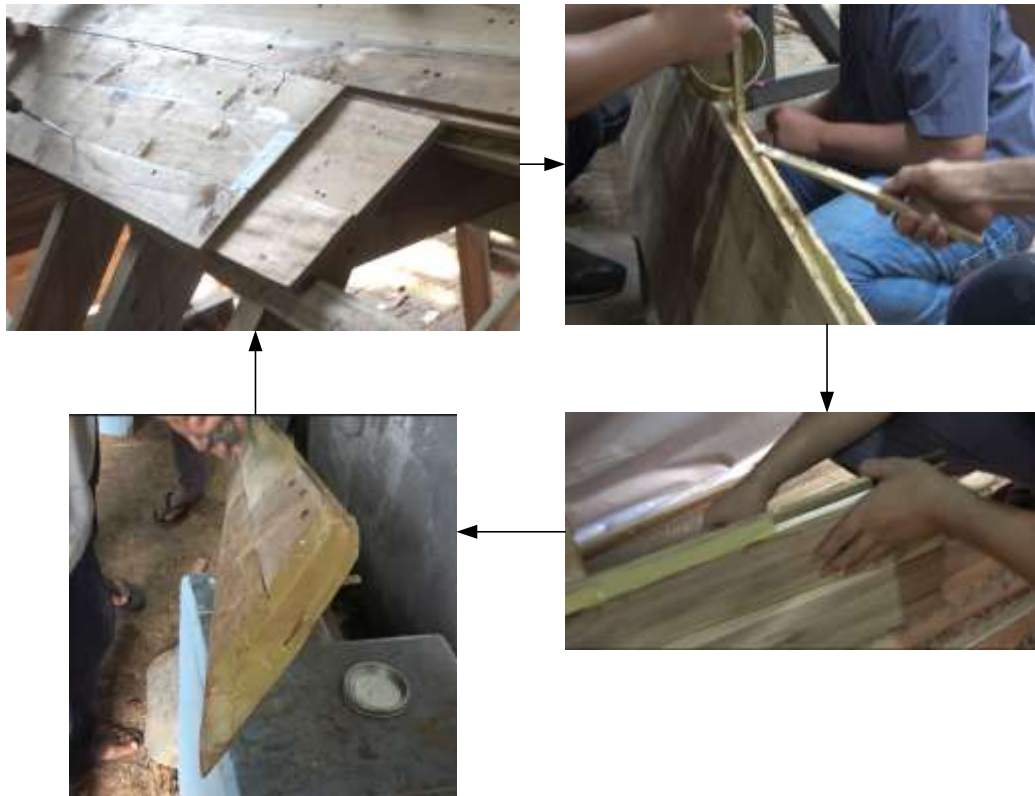
Pada proses pembuatan modul kulit, papan-papan kulit terdiri dari tiga jenis bahan yaitu kayu jati rakyat yang berada pada lapisan pertama atau lapisan dalam, kayu Mahoni yang berada pada lapisan kedua, dan kayu jati TPK yang berada pada lapisan ketiga atau terluar. Dalam proses pembuatan modul kulit sama halnya dengan membuat modul lainnya dengan

menggunakan metode *cold press planking*. Adapun cara pembuatan modul kulit ini lapisan pertama dipasang dahulu mengikuti bentuk cetakan dari wrang yang telah dipasang. Setelah ditempatkan pada cetakan wrang, proses ini dilanjutkan dengan pengeleman dengan lapisan kedua. Proses ini dilanjutkan dengan proses penjepitan antar modul lapisan satu dengan lapisan kedua dengan menggunakan klem C dan Klem F. Untuk proses pelapisan terakhir yaitu lapisan ketiga sama halnya dengan proses lapisan pertama dan kedua. Berikut ini adalah proses pembuatan modul kulit yang terdapat pada Gambar 4.31:



Gambar 4.31 Pembuatan Modul Kulit

Pada Gambar 4.31 adalah proses penjepitan pembentukan modul kulit. Pada modul kulit terdapat juga sambungan-sambungan setiap modul kulit. Sambungan yang berada pada modul kulit ada 6 modul. Untuk modul yang berada pada *port side* kulit ada 3 bagian yaitu modul kulit bagian depan, modul kulit bagian tengah dan modul kulit bagian belakang. Dan untuk setiap bagian terdapat 2 modul yaitu modul atas dan bawah. Berikut adalah gambar sambungan pada bagian modul kulit yang terdapat pada Gambar 4.32 dibawah ini:



Gambar 4.32 Sambungan pada modul kulit

Untuk pemasangan kulit atas dilakukan pembalikan kapal terlebih dahulu untuk pembentukan kulit atas. Hal ini dilakukan agar posisi pemasangan lebih baik dari pada pemasangan di bawah. Berikut adalah gambar pembalikan kapal yang terdapat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.33 Proses Pembalikan Kapal

Pembalikan kapal hanya dilakukan oleh 9 orang saja tanpa menggunakan alat bantu apapun. Setelah pembalikan kapal mulailah pemasangan kulit bagian atas untuk pembentukan modul kulit bagian atas.

10. Pelepasan modul-modul

Dalam pembuatan kapal ikan dengan sistem modular dilakukan pelepasan pada modul-modul yang telah terpasang agar memudahkan pengiriman. Pada proses ini kulit, *keel*, *Chine Lock*, wrang akan dilepas dan sudah dalam bentuk modul. Berikut adalah contoh gambar pelepasan modul-modul yang terdapat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.34 Pelepasan Modul Kulit

4.2.5. Delivery

Proses delivery adalah proses dimana modul-modul yang telah jadi di kirim ke pemesan kapal. Proses ini melewati beberapa proses lagi, salah satunya adalah proses *packing*. Dalam pemesanan kapal ikan dengan sistem modular sangat memudahkan pemesan kapal dalam pengiriman. Proses *packing* dilakukan saat modul-modul telah selesai di *setting* pada kapal. Untuk pengiriman modul-modul kapal terdapat banyak agen yang menjual jasa dalam pengiriman. Pengiriman modul-modul kapal bisa menggunakan *countainer* untuk pengiriman lewat darat dan laut. Adapula pengiriman jika jarak dekat dengan menggunakan truk. Modul terpanjang yang dimiliki kapal ikan ini adalah modul *keel*, panjang modul *keel* sebesar 3 meter. Maka dari itu hanya dengan menggunakan truk *countainer* maupun mobil *pickup* sangat memungkinkan. Berikut adalah contoh gambar truk yang digunakan dalam pengiriman kapal dengan sistem modular ini yang terdapat pada Gambar 4.35:

Dimensi: 24 CBM
Berat Max: 8 Ton



Ukuran Karoseri	Berat	Ukuran Mobil	Mesin	Roda dan Ban
Panjang : 560 cm	Berat Kosong : 2,5 Ton	Panjang : 670 cm	Model : 4D34-2AT7	Ukuran Ban: -
Lebar : 200 cm	Berat Maksimal : 8 Ton	Lebar : 200 cm	Kapasitas Silinder : 3.908 CC	Ukuran Roda: 7.50-16-14PR
Tinggi : 220 cm		Tinggi : 220 cm	Kecepatan Maksimum (Km/Jam) : 112	
Dimensi : 24 CBM			Tenaga Maksimum (PS/rpm) : 136/2.900	

Gambar 4.35 Spesifikasi Truk Pengirim Barang

Sumber: kargo.tech.com

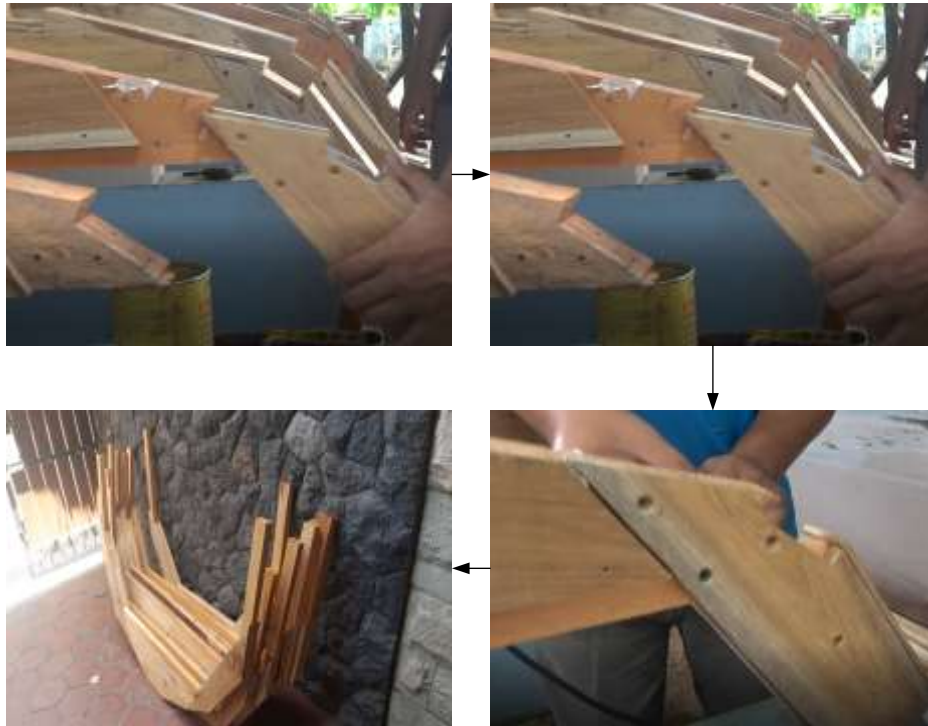
Saat pengiriman, pemesan kapal bisa menawarkan pelatihan terhadap pembangunan tahap *assembly* atau perakitan, dikarenakan perakitan sendiri mempunyai tingkat kesulitan jika pemesan kapal tidak mengerti cara menyatukan kapal dengan baik dan benar. Dalam hal ini sangatlah penting pelatihan pekerja untuk mengetahui tahap perakitan dalam membangun kapal ikan dengan sistem modular.

4.2.6. Tahap Assembly / Perakitan

Proses assembly adalah proses penggabungan dari modul-modul kapal menjadi kapal utuh. Dalam proses assembly ada beberapa kegiatan sebagai berikut:

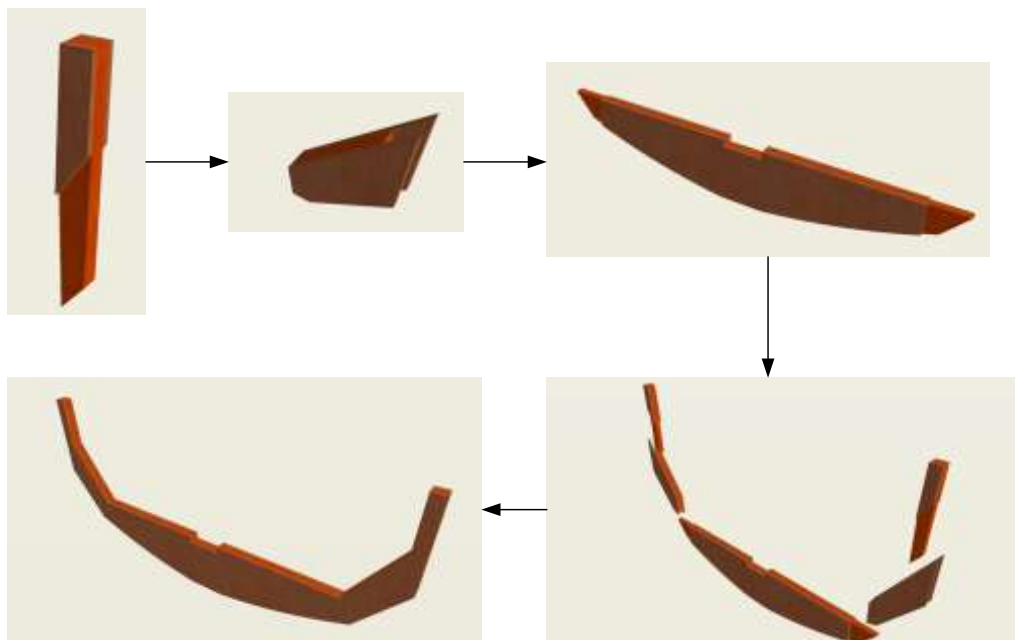
1. Penyambungan modul wrang dengan modul gading

Penyambungan wrang dengan gading menggunakan baut sesuai ukuran yang ditentukan. Dalam hal ini dibutuhkan *accuracy control* untuk penyambungan, karena tingkat kesulitan dalam penyambungan ini sangat tinggi. Untuk mengatasi masalah itu pembuatan modul gading dilebihkan ukurannya sehingga dapat dipotong dengan sesuai ukuran wrang. Berikut adalah gambar penyambungan modul wrang dan modul gading yang akan ditunjukkan pada Gambar 4.36:



Gambar 4.36 Penyambungan Modul Wrang dan Modul Gading

Untuk bentuk masing-masing part pemasangan gading, bracket dan wrang akan di tunjukkan pada Gambar 4.37 dibawah ini. Pemasangan menggunakan mur dan memakai lem *epoxy* dengan kriteria *marine use*. Perakitan wrang, gading dan bracket hanya membutuhkan 15 menit dalam merakit menjadi 1 kesatuan gading. Berikut adalah gambar 3D yang telah dibuat untuk menjelaskan *part-part* dalam merakit menjadi 1 modul yang terdapat pada Gambar 4.37:



Gambar 4.37 Perakitan menjanggunakan 3D

2. Pemasangan *Chine Lock*

Proses pemasangan *Chine Lock* dilakukan setelah pemasangan *keel* dan gading selesai. *Chine Lock* adalah bagian konstruksi kapal yang fungsinya mengikat gading yang satu dengan yang lainnya, selain itu fungsinya untuk memperkuat kekuatan konstruksi memanjang pada kapal. Pembuatan *Chine Lock* juga dengan cara laminasi dikarenakan dalam membengkokkan kayu dengan kelengkungan ekstrem itu sangat susah maka dengan cara laminasi adalah cara yang tepat, karena dengan itu pelengkungan yang dimaksud menjadi lebih kecil ukurannya sehingga kayu mudah di tekuk. Dalam pembuatan *Chine Lock* ukuran yang digunakan adalah 5x5 cm. Berikut adalah gambar dimana proses pembuatan *Chine Lock* berlangsung:



Gambar 4.38 Pemasangan *Chine Lock*

3. Pemasangan *keel* dengan gading-gading

Setelah memberikan lajur *keel* di wrang maka saatnya untuk memasang *keel*. Pemasangan *keel* dilakukan bertahap, tahapan yang dimaksud adalah pemasangan *keel* dengan pemasangan berlapis. Pemasangan *keel* dalam penelitian ini adalah dengan cara laminasi. Ada 7 lapis kayu yang akan dipasangkan diatas wrang dan setelah itu setiap pelapisan di laminasi sehingga ukuran dari *keel* yang akan di bangun sesuai dengan yang dirancang. Berikut adalah gambar pemasangan *keel*:



Gambar 4.39 Pemasangan *Keel*

4. Laminasi *Keel*

Setelah pemasangan lapisan pertama dalam pemasangan *keel* dilakukan lah pemasangan lapisan kedua. Lapisan kedua dan seterusnya sebelum pemasangan akan dilakukan pengeleman terlebih dahulu untuk proses laminasi. Dalam hal ini alat yang dibutuhkan adalah lem, hardener, klem C, klem F, paku dan palu. Setelah lapisan kedua diberi lem langkah selanjutnya adalah merekatkan setiap lapisan *keel* tersebut dengan kayu dan juga di tekan selama 4 jam menggunakan klem C dan klem F untuk menunggu keringnya lem tersebut. Berikut adalah gambar proses laminasi *keel*:

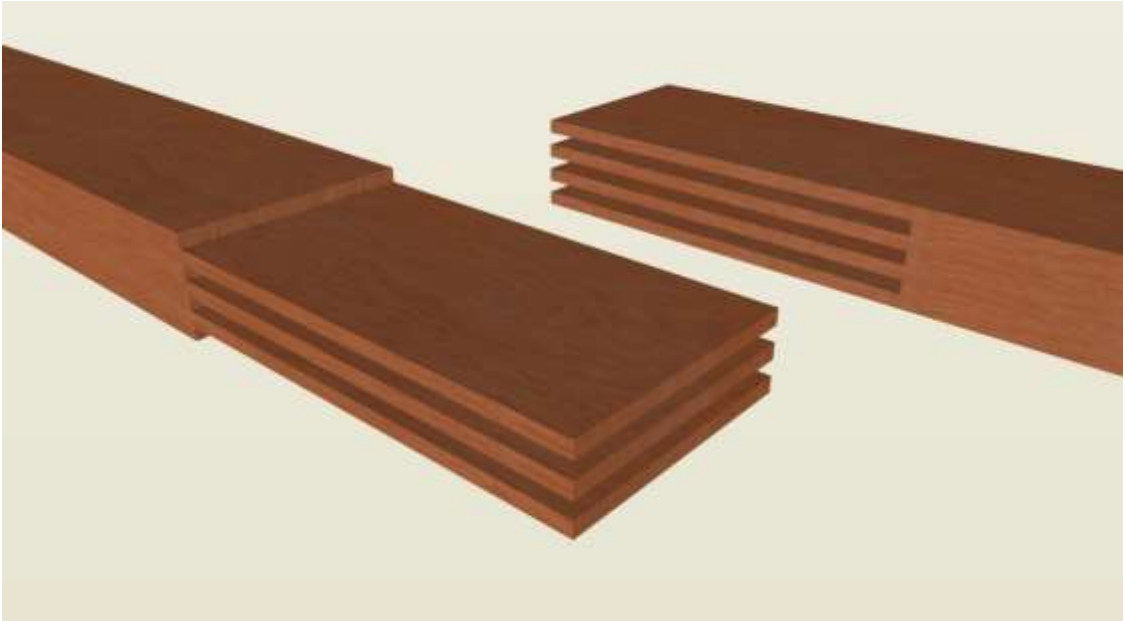


Gambar 4.40 Laminasi *Keel*

5. Proses penyambungan *keel*

Proses penyambungan *keel* dilakukan sesuai dengan sambungan yang telah dibuat. sambungan yang terdapat pada *keel* sebanyak 2 sambungan. Dari 2 sambungan tersebut terdapat 3 sub modul yaitu sambungan *keel* FP, sambungan *keel* midship, sambungan *keel*

AP. Berikut adalah gambar 3D proses penyambungan *keel* yang terdapat pada Gambar 4.41:



Gambar 4.41 Sambungan *Keel*

6. Proses pemasangan kulit

Setelah semua *Chine Lock* terpasang langkah selanjutnya adalah pemasangan kulit. Pemasangan kulit dilkakukan dengan cara berlapis juga, ada 3 lapis kulit yang akan di laminasi. Ukuran ketebalan dari kayu 3 lapis tersebut adalah 1 cm per lapis. Peralatan yang digunakan daam proses pemasangan kulit adalah klem C, klem F, Paku, Palu, *Hand Planer*, Lem, *Hardener*, *Tinner*. Berikut adalah proses pemasangan kulit yang terdapat pada Gambar 4.42:



Gambar 4.42 Proses Pemasangan Kulit

7. Pemasangan Cantik-cantik

Pemasangan cantik-cantik dilakukan setelah pemasangan *keel*. Tahap pertama yang dilakukan dalam pemasangan cantik-cantik adalah memasang baut tembus dari *keel* ke cantik-cantik. Pemasangan cantik-cantik dilakukan dari posisi kapal saat masih terbalik. Berikut adalah langkah-langkah pada proses pemasangan cantik-cantik yang terdapat pada Gambar 4.43 dibawah ini:



Gambar 4.43 Pemasangan cantik-cantik

4.2.7. Tahap *Finishing*

Pada tahap *finishing* ini material yang tajam atau tidak sesuai dengan bentuk yang diinginkan seperti ketebalan kayu yang berlebih, tumpahan lem *epoxy* dan ketidak sesuaian lainnya dibersihkan dengan cara diampelas bertahap menggunakan beberapa *grade* amplas dengan urutan *grade* 60, *grade* 80 dan *grade* 100. Selain itu pemberian lengkungan (penumpulan) di sisi-sisi konstruksi untuk mengurangi resiko pengguna kapal terluka oleh sudut-sudut yang tajam. Berikut adalah gambar dimana setelah dilakukan proses pengamplasan pada kapal ikan laminasi kayu Mahoni dan jati yang terdapat pada Gambar 4.44:



Gambar 4.44 Bentuk Kapal Yang Telah di *Finishing*

Selain menghaluskan bentuk lambung dan konstruksi lainnya, penambalan menggunakan lem *epoxy* pada bagian yang terdapat baut atau sekrup yang ada. Setelah itu dilakukan lagi penghalusan dibagian tersebut agar menjadi halus dan menyatu dengan bentuk kapal lain.

4.2.8. Perhitungan Jam Orang dalam pembangunan kapal ikan *prototype*

Dalam pengerjaan *prototype* kapal ikan ada perhitungan jam orang untuk mengetahui lama kerja dalam pembangunan kapal mulai dari tahap awal pembangunan sampai tahap akhir pembangunan. Berikut adalah perhitungan jam orang dalam pembangunan kapal ikan *prototype* yang dijelaskan pada Tabel 4.3:

Tabel 4.3 Perhitungan Jam Orang

No	Nama Pengerjaan	Durasi pekerjaan				Total Pembuatan
		Persiapan	Fabrikasi	Assembly	Finishing	
1	Kulit	20	160	32	0	212
2	Wrang	18	102,7	4,5	0	125,2
3	Gading	36	54	9	0	99
4	Transom	2	32	3	0	37
5	Sekat	8	48	8	0	64
6	Lunas dan Linggi	10	28	3,5	0	41,5
7	Chinelock	32	104	8	0	144
8	Gunwale	8	12	2	0	22

No	Nama Pengerjaan	Durasi pekerjaan				Total Pembuatan
		Persiapan	Fabrikasi	Assembly	Finishing	
9	Cantik-cantik	6	4	16	0	26
Total Pengerjaan						770,7

Dalam pembangunan kapal ikan *prototype* didapatkan hasil perhitungan jam orang pada Tabel 4.3 sebesar 771 jam untuk pembuatan kapal dengan 1 pekerja.

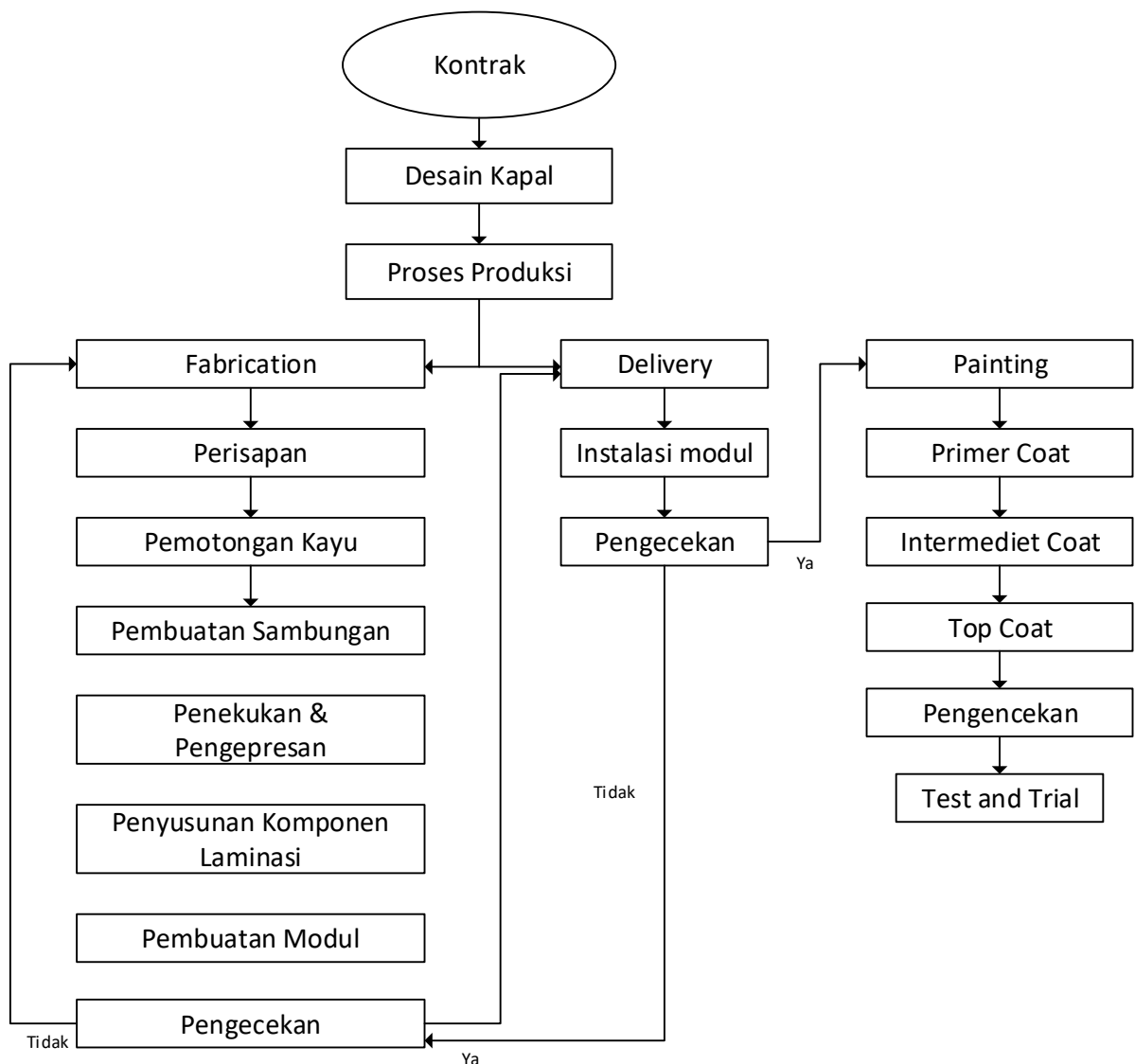
BAB 5 ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS

5.1. Analisa Teknis

Dalam analisis teknis dilakukan beberapa analisis mengenai proses produksi kapal, desain kapal, pembangunan kapal ikan dengan sistem modular, perencanaan *layout* galangan kapal, dan analisa penggunaan sistem modular dalam pembangunan kapal ikan.

5.1.1. Proses Produksi dan Desain Kapal

1) Proses Produksi Kapal



Gambar 5.1 Flow chart Proses Produksi

1. Kontrak

Kontrak adalah tahap yang ada kesepakatan antara dua belah pihak atau lebih mengenai suatu hal untuk mencapai keputusan yang disetujui antara kedua belah pihak. Kontrak berisikan spesifikasi kapal kayu ukuran utama kapal kayu, waktu penyelesaian kapal dan juga beserta harganya. Jika melewati batas pembayaran atau mengenai metode pembayaran terdapat kontrak juga.

2. Desain

Tahap desain produksi ini pihak pelanggan memberikan spesifikasi kapal kayu yang akan dibangun, kemudian akan diberikan saran-saran perancangan, data kebutuhan material, gambar produksi yang dikerjakan oleh desainer. Untuk selanjutnya pihak pelanggan akan memeriksa rancangan gambar produksi berdasarkan *owner requirment* pihak pelanggan yang dijelaskan pada Gambar 5.2 berikut:



Gambar 5.2 Alur Proses Desain

3. Fabrikasi dan Assembly

Fabrikasi dan Assembly terdapat beberapa proses diantaranya:

A. Persiapan

Dalam proses persiapan dibutuhkan beberapa peralatan, diantaranya: gambar kerja, alat *marking*, perkakas untuk tukang, alat ukur, penyediaan cat, penyediaan lem dan hardener, dll. Berikut adalah rincian kegiatannya:

- Persiapan material
- Membuat perencanaan gambar kerja

- Penandaan material dengan teliti menggunakan alat penanda sesuai dengan spesifikasi gambar kerja

B. Pemotongan

Dalam proses ini dibutuhkan beberapa peralatan, diantaranya: mesin potong, mesin *Planer*, mesin bor, peralatan *press*, mesin gerinda tangan, mesin amplas, mesin *hand Planer*, mesin kompresor, gergaji tangan, gergaji meja, mesin CNC. Berikut adalah rincian kegiatannya:

- Menggunakan alat keselamatan kerja, seperti: masker, sarung tangan, *cattle pack*, kacamata *safety*, sepatu *safety*, dll.
- Pemotongan dilakukan dengan menyesuaikan penandaan yang sudah dilakukan
- Pengikiran dengan mesin *Planer* bagian sisi yang tajam dari hasil pemotongan.

C. Pembuatan modul-modul

Dalam proses ini dibutuhkan beberapa peralatan, diantaranya: paku, palu, mal yang telah melalui proses CNC, penggaris, gergaji tangan, gergaji meja, mesin *Planer* dan *hand Planer*. Berikut adalah rincian kegiatannya:

- Menggunakan alat keselamatan kerja, seperti: masker, sarung tangan, *cattle pack*, kacamata *safety*, sepatu *safety*, dll.
- Pembuatan modul dilakukan dengan menyesuaikan mal yang telah dirancang sebelumnya
- Pengikiran dengan mesin *Planer* bagian yang kurang sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

D. Pembuatan sambungan

Dalam proses pembuatan sambungan membutuhkan peralatan, diantaranya: gergaji tangan, gergaji mesin, lem *epoxy* beserta *hardener*, penggaris, mesin *Planer*, *hand Planer*, paku, palu, dll. Berikut adalah rincian kegiatannya:

- Menggunakan alat keselamatan kerja, seperti: masker, sarung tangan, *cattle pack*, kacamata *safety*, sepatu *safety*, dll.
- Pembuatan sambungan dilakukan dengan menyesuaikan pasangan sambungan yang telah dirancang sebelumnya
- Pengikiran dengan mesin *Planer* bagian kurang sesuai dengan ukuran yang diinginkan
- Pengecekan presisi terhadap sambungan

E. Pengeleman

Dalam proses ini dibutuhkan beberapa peralatan, diantaranya: lem *epoxy marine use*, kuas lem, kapi, tempat pengaduk lem beserta alat pengaduknya. Berikut adalah rincian kegiatannya:

- Menggunakan alat keselamatan kerja, seperti: masker, sarung tangan, *cattle pack*, kacamata *safety*, sepatu *safety*.
- Pengeleman bagian sisi yang akan di lem

F. Penekukkan dan Penjepitan

Dalam proses ini komponen kayu yang sudah diberikan lem dijepit menggunakan klem F, klem C atau alat jepit lain. Berikut adalah rincian kegiatannya adalah sebagai berikut:

- Menggunakan alat keselamatan kerja, seperti: masker, sarung tangan, apron, kacamata *safety*, sepatu *safety*, dll.
- Setelah proses pengeleman dilakukanlah proses penjepitan dan penekukkan, kemudian dibentuk sesuai dengan rancangan gambar kerja, dalam proses penekukkan menggunakan metode *cold moulding* agar permukaan lem cepat mengering. Jika menggunakan *hot press*, maka permukaan lem akan meleleh.

G. Penyusunan Komponen Laminasi (*Assembly*)

Dalam melakukan proses ini penyusunan komponen laminasi membutuhkan beberapa peralatan, diantaranya: perkakas tukang, peralatan pemindah barang, alat ukur, dll. Berikut adalah rincian kegiatannya:

- Pemasangan modul-modul dan kulit yang telah melalui proses pembentukan
- Setelah modul-modul dan kulit terpasang, selanjutnya penghalusan terhadap sisi atau bagian yang tajam dan kasar
- Dilakukan *visual check* terhadap kapal dengan cara tes kebocoran laminasi dengan cara mengisi air kedalam deck dan ditunggu. Jika terjadi kebocoran, maka kembali kedalam proses pengeleman.

4. Delivery

Tahap *delivery* dilakukan setelah modul-modul menjalani serangkaian pengecekan yang dilakukan oleh pembangun kapal. Pengiriman modul-modul dilakukan ditempat yang telah ditetapkan dalam kontrak owner dan pembangun kapal. Pengiriman dilaksanakan sesuai dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan (*time schedule*) yang telah ditetapkan dalam kontrak.

5. Instalasi modul

Pada tahap ini dilakukan pemasangan semua modul menjadi kapal utuh. Tahap ini dilakukan dengan pihak owner beserta tukangnyanya dengan pengawasan dari pembangun kapal (jika dibutuhkan).

6. Pengecekan

Pengecekan di tahap ini berbeda dengan sebelumnya, pengecekan disini dilakukan oleh pihak owner mengenai modul-modul yang telah dibuat oleh pihak pembangun kapal. Apabila setelah di cek modul ada yang tidak sesuai maka owner berhak mengembalikan modul yang tidak sesuai ke pembangun kapal untuk diganti oleh pembangun kapal.

7. *Painting*

Pada tahap ini membutuhkan beberapa peralatan, diantaranya: mesin kompresor, spray gun, amplas, cat *epoxy marine use*, dan dempul. Berikut adalah rincian kegiatannya:

- *Primer Coat*: Cat yang akan dipakai dalam pengecatan ini adalah *wash primer* yang merupakan cat dasar untuk melindungi permukaan kayu.
- *Intermediet Coat*: Pengecatan dengan *epoxy filler* ini dilakukan untuk menambah ketebalan dari cat dasar. Setelah itu dilakukan pendempulan pada permukaan yang tidak rata dan dibiarkan sampai benar-benar kering. Dempul yang sudah kering digosok dengan menggunakan amplas sampai halus dan rata. Pengecatan *epoxy filler* dilakukan secara merata pada seluruh permukaan lambung kapal.
- *Top Coat*: Setelah cat lapis 2 sudah kering, permukaan bagian yang di cat digosok lagi menggunakan amplas. Lakukan pengecatan *top coating* tahap I secara merata. Proses pengeringan dilakukan ± 24 jam untuk hasil yang lebih maksimal. Setelah kering, dilakukanlah pengecatan *top coating* tahap II. Pengecatan akhir ini berfungsi sebagai cat pelindung paling luar, pengecatannya dilakukan 2 kali untuk menghasilkan warna mengkilap yang bagus dengan ketebalan ± 2 mikron.
- Kemudian dilakukan *visual check* untuk memeriksa bagian cat yang kurang sempurna untuk selanjutnya diperbaiki.

8. *Launching*

Dalam tahap ini dilakukan pelepasan kapal ke laut untuk memeriksa kondisi kapal kayu diatas air secara keseluruhan.

9. *Commissioning*

Dalam tahap *commissioning* merupakan tahapan dimana dilakukan pengujian operasional dari suatu pekerjaan secara nyata maupun secara simulasi untuk memastikan

bahwa pekerjaan tersebut dilaksanakan dengan memenuhi peraturan yang berlaku dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

2) Peralatan dan Mesin


Peralatan dan mesin ditentukan sesuai dengan proses produksi kapal kayu yang akan dibangun. Peralatan dibagi menjadi beberapa bengkel kerja atau *workshop* sesuai dengan fungsi masing-masing. Berikut merupakan peralatan dan mesin yang dibutuhkan untuk proses produksi kapal kayu:

a. *Software* untuk Desain dan *Personal Computer*

Menentukan dimensi ukuran utama kapal dan bahan material kapal kayu adalah langkah awal sesuai dengan keinginan konsumen. Menggunakan Maxsurf untuk mendapatkan pandangan tampak depan, samping, dan desain rencana garis. Langkah selanjutnya mengekspor ke *software* AutoCAD untuk selanjutnya dilakukan dalam bentuk 2D maupun 3D, kemudian dilanjutkan lagi mendesain ukuran konstruksi kapal kayu berdasarkan regulasi yang berlaku. Penjelasan sekaligus spesifikasi dari *software* yang digunakan adalah sebagai berikut:


- *Software Maxsurf* merupakan *software design* yang sering digunakan untuk membuat model dan gambar 2D maupun 3D khusus pada bidang *naval architecture* yang dilengkapi dengan fitur-fitur untuk mengetahui perhitungan kekuatan yang memudahkan bagi para desainer kapal. Spesifikasi Maxsurf adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1 *Software Maxsurf*

	Equipment:	Maxsurf
	Publisher:	Bentley
	Software:	Maxsurf 20 V8i (SELECTSeries 3)
	Total Price:	USD 188.58
	Feature 1:	2D and 3D Design, and Analysis
	Feature 2	Integrated Naval Architecture Software
	Feature 3	Marine Vessel Analysis and Design

- *Software AutoCAD* merupakan *software design* yang sering digunakan untuk membuat model dan gambar secara 2D maupun 3D. Penggunaan *AutoCAD* dipilih karena *software* ini mudah dalam pengoperasiannya. Gambar kerja dapat dibuat dengan menggunakan *AutoCAD* dengan detail ukuran dan potongan dari setiap bagian dari produk. Spesifikasi dari *Software AutoCAD* dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut:


Tabel 5.2 *Software AutoCAD*

	Equipment:	AutoCAD
	Publisher:	Autodesk, Inc
	Software:	AutoCAD Design Suite Standard 2017 New
	Total Price:	USD 2,750.35
	Feature 1:	2D and 3D Design
	Feature 2	Access and Collaboration on design from almost anywhere
	Feature 3	It's easier than ever to customize your AutoCAD experience

- *Personal Computer*

Pemakaian *software* dibutuhkan media untuk mengoperasikan *software* tersebut maka dipilih *personal computer*. Pemilihan *personal computer* dipilih dikarenakan untuk mengoperasikan *software-software* tersebut membutuhkan spesifikasi yang tinggi untuk mendukung grafis masing-masing *software* dan dalam waktu yang lama. Oleh karena itu, dipilih *personal computer* dibandingkan dengan *notebook* kurang baik jika digunakan dalam waktu yang lama.

Tabel 5.3 *Personal Computer*

	Equipment:	Personal Computer
	Publisher:	Lenovo
	Software:	Lenovo ThinkCentre Edge 92-3 JA Microtower
	Total Price:	11,139,000 IDR
	Specification	Core i7-3770 2,6 Ghz
	Feature 2	Monitor LED 18.5"
	Feature 3	8 GB DDR3, 1 TB AMD Radeon HD 7450 2 GB

b. Peralatan Manual (*Hand Tools*)

Dalam proses produksi peralatan manual sangatlah mendukung prinsip produksi kapal kayu, dan juga merupakan persyaratan awal yang harus terpenuhi dalam proses produksi kapal kayu. Contoh dari peralatan manual adalah sebagai berikut:

- Peralatan penanda (*marking tools*), seperti: pensil, spidol, dll
- Perkakas pertukangan, seperti: palu, obeng, mur, gergaji, baut, kunci inggris, dll
- Peralatan ukur (*measuring tools*), seperti: penggaris, meteran, jangka sorong, dll.

B. Permesinan

Permesinan merupakan alat berat yang digunakan untuk mempermudah dan mempercepat proses produksi yang dikerjakan oleh manusia. Adapun contoh peralatan permesinan adalah sebagai berikut:

- Mesin Potong

Mesin potong kayu mempunyai jenis yang berbeda-beda dengan fungsi yang berbeda juga. Jenis mesin potong yang digunakan dalam perencanaan fasilitas galangan adalah mesin potong *circle*, mesin potong selendang.



Gambar 5.3 Mesin Potong Selendang

(Sumber: www.astromesin.com)

- Mesin *Planer*

Mesin *Planer* merupakan mesin yang berfungsi untuk mengurangi ketebalan benda kerja ataupun dapat juga merapikan permukaan benda kerja dengan ketebalan tertentu. Mesin *Planer* sangat dibutuhkan dalam pembuatan kapal ikan kayu.



Gambar 5.4 Mesin *Planer*

(Sumber: www.bukalapak.com)

- Mesin Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Awalnya mesin gerinda hanya ditujukan untuk benda kerja berupa logam yang keras seperti baja dan *stainless steel*, namun pada akhirnya dapat dipergunakan untuk material yang lain seperti kayu, dan juga fiberglass. Menggerinda dapat bertujuan untuk membentuk benda kerja seperti merapikan hasil pemotongan.



Gambar 5.5 Mesin Gerinda Tangan

(Sumber: monotaro.id)

- Mesin Bor Tangan

Mesin bor tangan merupakan mesin bor yang portable, bisa digunakan dilokasi manapun yang dekat dengan sumber listrik, pengoperasiannya sama dengan mesin bor besar, untuk melubangi benda kerja sesuai diameter yang diinginkan.



Gambar 5.6 Mesin Bor Tangan

(Sumber: www.bukalapak.com)

- Mesin Amplas

Mesin amplas adalah mesin yang digunakan untuk mengamplas permukaan benda kerja, umumnya mesin *Planer* digunakan pada tahap akhir untuk penghalusan. Mesin amplas juga bisa diganti dengan mesin gerinda hanya dengan cukup mengganti bagian mata.



Gambar 5.7 Mesin Amplas

(Sumber: bhineka.com)

- *Mesin Hand Planer*

Mesin Hand Planer merupakan bentuk portable dari mesin *Planer* besar, penggunaan dan fungsinya sama untuk mengurangi ketebalan benda kerja atau merapikan permukaan benda kerja dengan skala kecil.



Gambar 5.8 Mesin *Hand Planner*

(Sumber: maktec.com)

- *Mesin Kompresor*

Kompresor berfungsi untuk menghasilkan tekanan udara atau angin yang baik dan bersih selama berjalannya proses pengecatan. Lubang hisap udara dilengkapi dengan filter yang dapat mencegah uap air, debu dan kotoran masuk.



Gambar 5.9 Mesin Kompresor

(Sumber: indotrading.com)

C. Peralatan pengecatan dan pengeleman

Peralatan pengecatan dan pengeleman sangatlah penting untuk proses produksi kapal kayu laminasi. Proses pengeleman dalam produksi kapal kayu laminasi tidak bisa dihindari karena proses ini adalah inti dari laminasi. Berikut adalah contoh dari peralatan manual:

- Peralatan Pengecatan: cat *epoxy*, spray gun, kuas, *tinner*, pengaduk, dll.
- Peralatan pengeleman: lem *epoxy marine user*, *hardener*, kuas, pengaduk, tempat mengaduk, dll.



Gambar 5.10 Lem Epoxy Propan

D. Peralatan Angkut Material

Peralatan angkut material berfungsi untuk proses material *handling*, memindahkan material dari lokasi satu ke lokasi lainnya dengan bantuan alat berat, contoh peralatan angkut material sebagai berikut:

- *Gantry Crane*

Dalam proses produksi penggunaan *crane* sangat berpengaruh, *crane* berfungsi untuk material *handling*, barang jadi, dan pengemasan. Sehingga mempercepat dan mempermudah proses produksi. *Crane* yang dibutuhkan dalam perencanaan fasilitas galangan kapal kayu yaitu berkapasitas 1 ton dengan tinggi 3 meter dan lebar 3 meter.



Gambar 5.11 *Gantry Crane*
(Sumber: cisco-eagle.com)

- Peralatan Kelistrikan

Peralatan kelistrikan dalam proses produksi merupakan peralatan penunjang untuk memudahkan pengerjaan yang menggunakan mesin, contoh peralatan kelistrikan yaitu: kabel listrik, saklar, *power controller*, dll.



Gambar 5.12 Peralatan Elektronik

(Sumber: akriko.com)

- 1) Standar Keselamatan Kerja

Sesuai konsep pada sistem Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) adalah upaya untuk meminimalisir efek buruk dan bahaya yang terjadi pada saat bekerja. Peralatan keselamatan kerja yang disebut dengan Alat Pelindung Diri (APD). Peralatan standar kerja didalam suatu proyek di lapangan biasanya memakai *safety helm*, *cattle pack*, dan *safety boots*. Selain ketiga peralatan utama keselamatan ada beberapa peralatan tambahan khusus yang diperlukan dalam suatu pekerjaan di *workshop* galangan kapal kayu. Peralatan keselamatan kerja khusus di dalam area *workshop* galangan kapal kayu ini terbagi menjadi beberapa bagian:

- Operator

Operator adalah pekerja yang menjalankan semua peralatan, mesin dan kendaraan yang bergerak baik dengan manual, semi otomatis, ataupun otomatis. Operator rentan dengan bahaya kecelakaan kerja yang ada di *workshop* galangan kapal pada setiap proses produksi khususnya pada tahap *Assembly* dan *electrical*. Pekerjaan-pekerjaan tersebut perlu dilengkapi dengan kaca mata (*googles*), helm, pelindung telinga, dan sarung tangan.

Alat Pelindung Diri



Gambar 5.13 Alat Pelindung Diri

(Sumber: semuanya.weebly.com)

- *Painter*

Painter adalah pekerja yang melakukan pekerjaan pengecatan. Pekerjaan *Painter* ini berada di area *painting* galangan. Sangat diperlukan *safety painter* pada pekerjaan ini dikarenakan pengecatan banyak menimbulkan polusi udara yang berupa bau dan aroma bahan kimia pada *painting*.



Gambar 5.14 *Safety Painter*

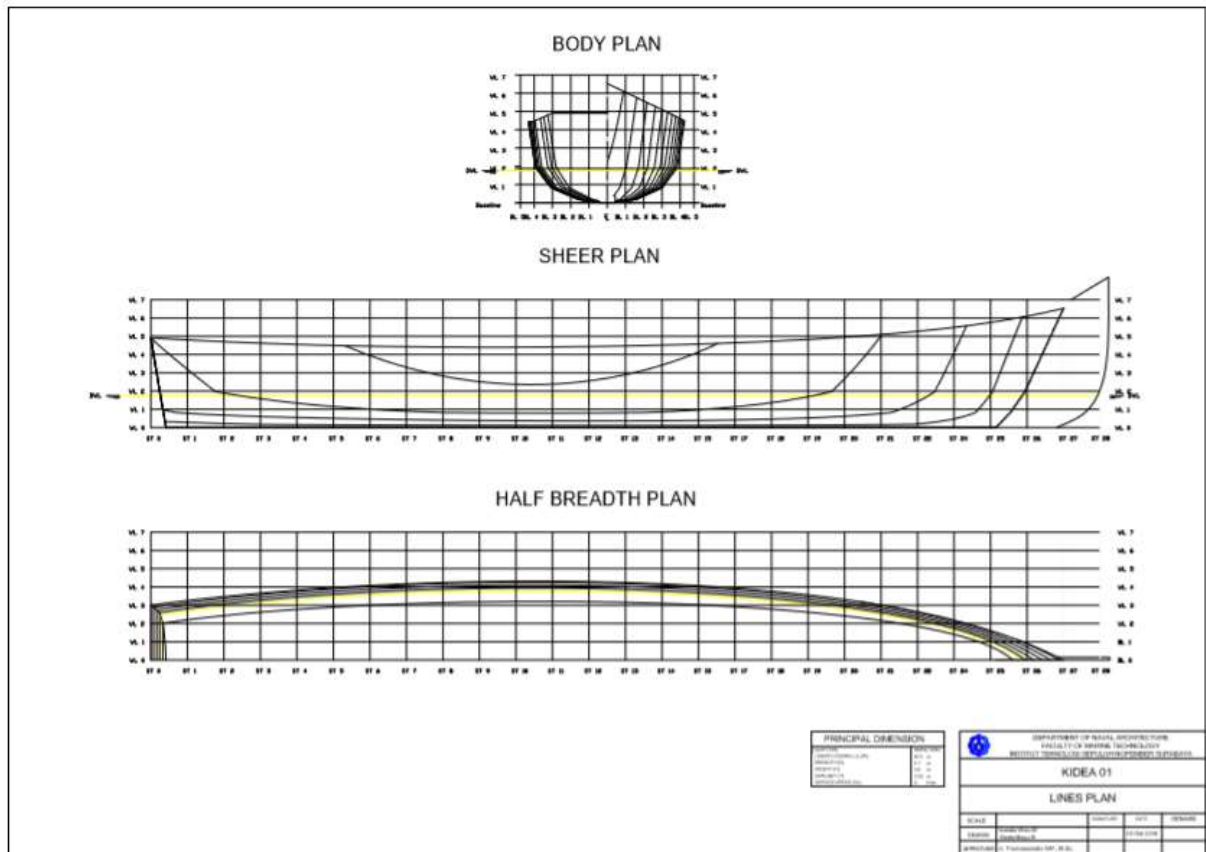
(Sumber: indotrading.com)

2) Desain Kapal

Tahap-tahap yang dilakukan pada desain kapal ini adalah pembuatan *linesplan* dan pembuatan *General Arrangement*.

A. Pembuatan *Linesplan*

Pembuatan desain kapal ini berdasarkan pembuatan kapal *prototype* kapal ikan seperti pada sub bab 4.2. Desain kapal yang akan dibuat berukuran 3 GT dengan panjang 10,5 m. Tahap pertama adalah pembuatan *linesplan* yang terdapat pada Gambar 5.15 dibawah ini:



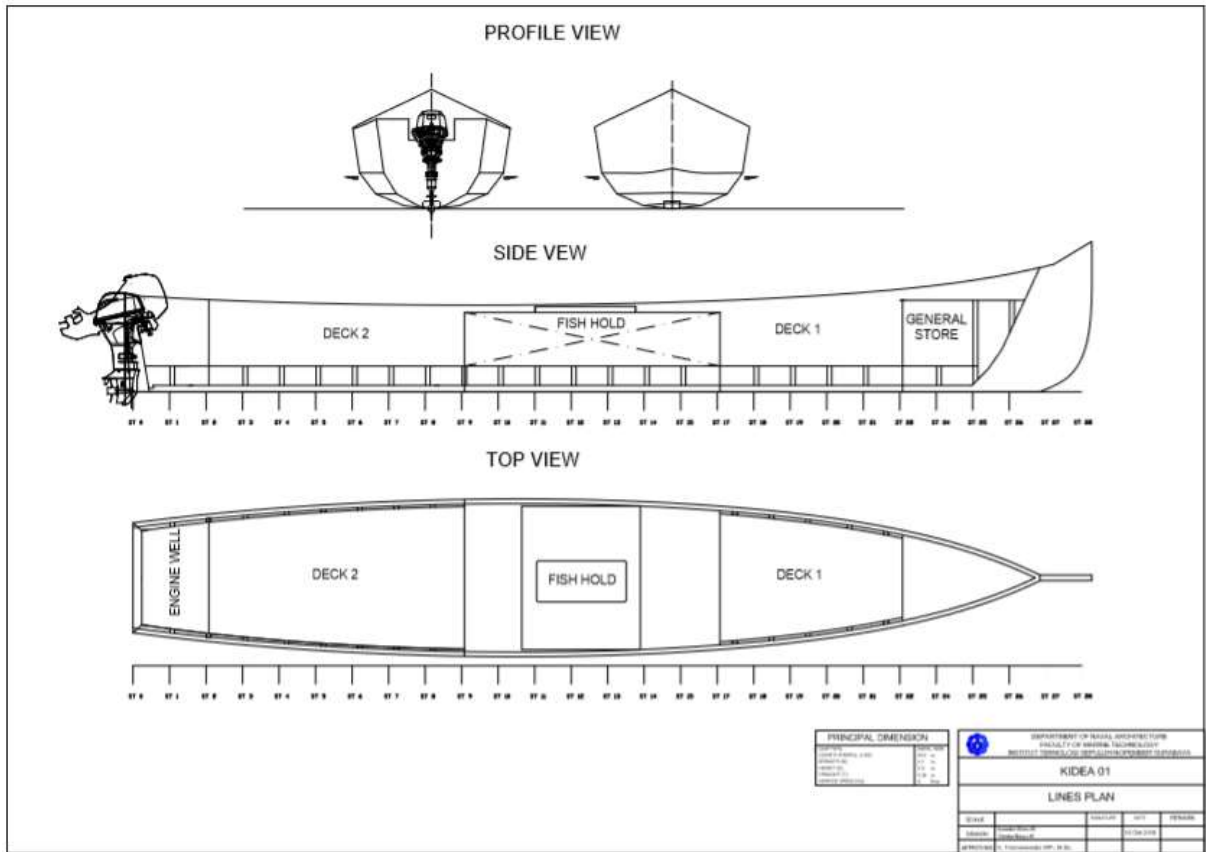
Gambar 5.15 *Linesplan* Kapal

Ukuran utama pada *linesplan* Gambar 5.15 diatas adalah:

- Panjang Keseluruhan (LOA) : 10,5 m
- Lebar (B) : 1,7 m
- Tinggi (H) : 0,9 m
- Sarat Kapal (T) : 0,35 m

B. Pembuatan *General Arrangement*

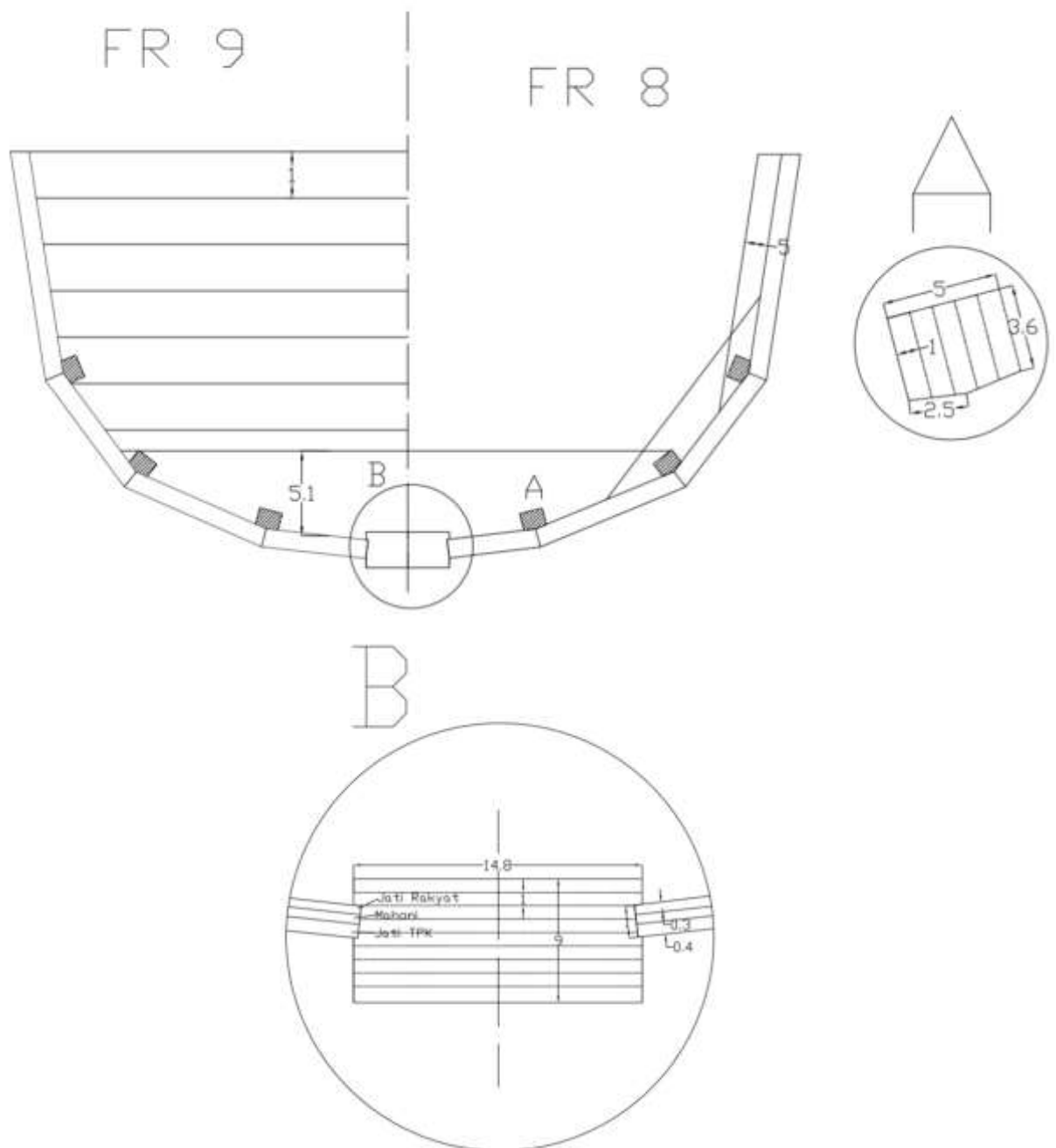
Pembuatan *general arrangement* dilakukan setelah pembuatan *linesplan*. Dalam pembuatan *general arrangement* dibutuhkan data dari *lineplan* untuk mengetahui bentuk kapal. Berikut adalah *general arrangement* yang terdapat pada Gambar 5.16 dibawah ini:



Gambar 5.16 General Arrangement

C. Construction Profile

Sebelum membangun kapal perlu diketahui detail-detail dari kapal untuk memudahkan dalam pembangunan kapal. Detail ini perlu dibuat setelah mengetahui ukuran-ukuran pada kapal, mulai dari ukuran tebal kulit, wrang, lunas dan lain-lain. *Construction profile* diambil dari contoh gambar yang telah dilakukan dan berikut adalah *construction profile* yang telah dibuat berada pada Gambar 5.17:



Gambar 5.17 Construction Profile

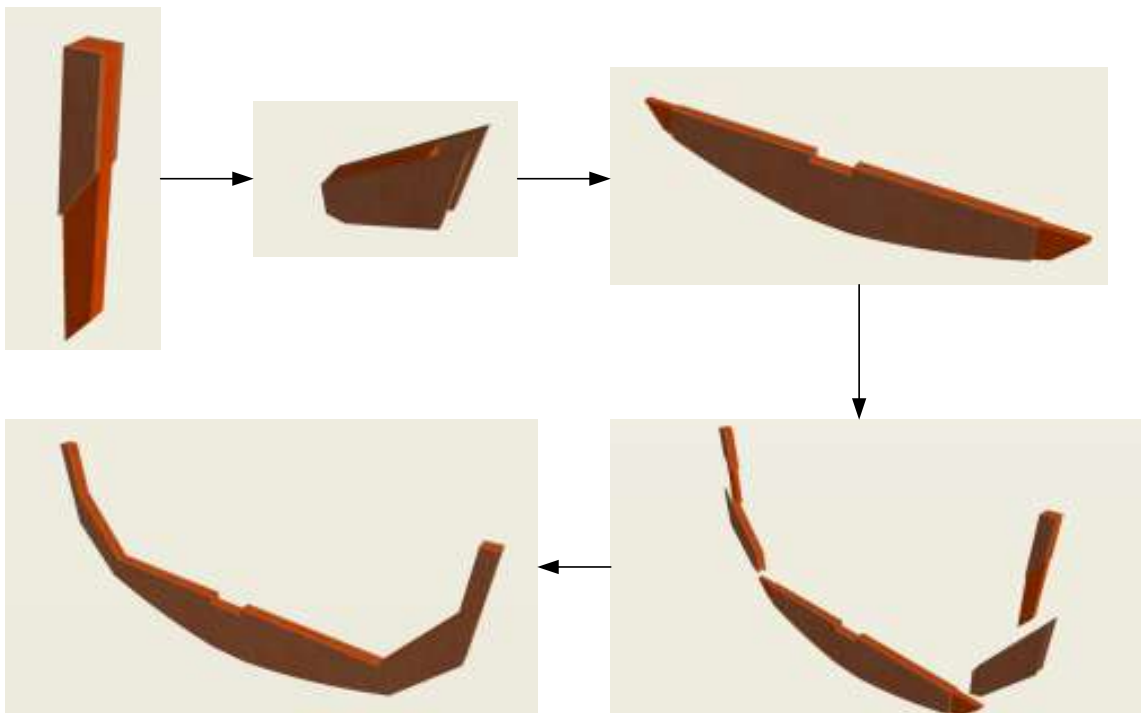
Untuk pembangunan kapal ikan dengan sistem modular sama dengan Sub Bab 4.2. Untuk memperjelas dari pembangunan modul-modul dilakukan pembuatan 3D setiap modul. Modul yang akan dijelaskan adalah modul gading, modul *keel* dan modul kulit.

- Modul Gading

Modul gading dibuat dengan menggunakan konstruksi kayu laminasi Mahoni dan jati.

Untuk ukuran tebal gading adalah 5 cm. Material yang di pakai untuk membangun modul

gading adalah jati rakyat 1 cm, Mahoni 3 cm, dan jati TPK 1 cm. Berikut adalah gambar 3D yang terdapat pada gambar dibawah ini:

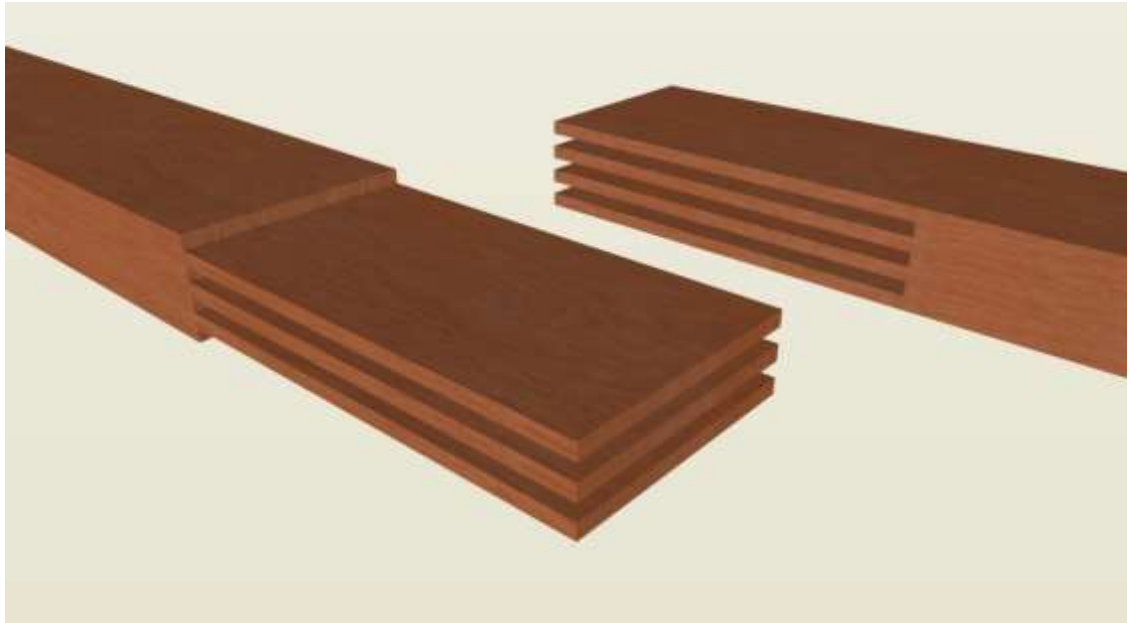


Gambar 5.18 Modul Gading

- Modul *Keel*

Modul *keel* dibuat dengan laminasi jati TPK dikarenakan diyakini lebih kokoh dan tidak mudah lapuk jika terkena air laut. Modul *keel* mempunyai 7 lapis dan alasan untuk di laminasi adalah untuk memudahkan dalam penekukkan kayu. Penekukkan *keel* dengan metode *cold press planking* per lapisan sehingga *keel* tidak bisa kembali ke bentuk awal. Berikut adalah model 3 dimensi dari modul *keel* kapal ikan 3 GT yang terdapat pada Gambar 5.19

Gambar 5.19 Modul *Keel*:



Gambar 5.19 Modul *Keel*

5.1.2. Pemilihan Lokasi Industri Galangan Kapal Kayu

- Pangsa Pasar Penjualan Kapal Ikan

Pada tahun 2016 Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) menargetkan pembangunan kapal sebanyak 1.917 Unit. Seperti diketahui, jumlah pembangunan kapal nelayan 1.917 unit adalah revisi dari target awal yang sudah ditentukan KKP, yang sebelumnya target pembangunan kapal sebanyak 3.325 unit kapal bantuan untuk para nelayan. Pengurangan jumlah target KKP karena Anggaran KKP dalam APBNP (Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Perubahan) di potong Rp 3.4 triliun dari sebelumnya Rp 13.9 triliun menjadi Rp 10.5 triliun. Sebagaimana diketahui, tahun ini Kementerian Kelautan dan Perikanan menganggarkan sekitar Rp2,5 triliun untuk membangun 3.325 kapal penangkap ikan beragam ukuran, lengkap dengan alat tangkapnya. Rinciannya, kapal berukuran di bawah 5 GT sebanyak 1.020 unit, kapal 5 GT sebesar 1.020 unit, kapal berbobot 10 GT sebanyak 1.000 unit, kapal 20 GT sejumlah 250 unit, kapal berukuran 30 GT 35 sebesar unit. Berdasarkan data produksi kapal atau perahu berdasarkan jenisnya di Provinsi Jawa Timur yang didapat dari Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur tahun 2013 pada Tabel 5.4:

Tabel 5.4 Pangsa Pasar Untuk Kapal Ikan di Jawa Timur

Kabupaten/Kota	Perahu tanpa		Kapal Motor	Jumlah
	Motor	Tempel		
Kabupaten				
01. Pacitan		2 711	124	2 835

Kabupaten/Kota	Perahu tanpa	Perahu Motor	Kapal Motor	Jumlah
	Motor	Tempel		
02. Ponorogo	-	-	-	-
03. Trenggalek	166	-	1 019	1 185
04. Tulungagung	-	-	374	374
05. Blitar	49	248	11	308
06. Kediri	-	-	-	-
07. Malang	198	387	401	986
08. Lumajang	152	359	-	511
09. Jember	132	-	2 140	2 272
10. Banyuwangi	-	5 357	672	6 029
11. Bondowoso	-	-	-	-
12. Situbondo	1 524	20	910	2 454
13. Probolinggo	178	1 719	183	2 080
14. Pasuruan	-	3 904	-	3 904
15. Sidoarjo	-	906	-	906
16. Mojokerto	-	-	-	-
17. Jombang	-	-	-	-
18. Nganjuk	-	-	-	-
19. Madiun	-	-	-	-
20. Magetan	-	-	-	-
21. Ngawi	-	-	-	-
22. Bojonegoro	-	-	-	-
23. Tuban	-	-	3 187	3 187
24. Lamongan	-	2 408	5 119	7 527

Kabupaten/Kota	Perahu tanpa	Perahu Motor	Kapal Motor	Jumlah
	Motor	Tempel		
25. Gresik	397	-	4 122	4 519
26. Bangkalan	14	1 779	980	2 773
27. Sampang	406	2 633	1 120	4 159
28. Pamekasan	-	1 967	96	2 063
29. Sumenep	276	1 118	5 916	7 310
Kota				
71. Kediri	-	-	-	-
72. Blitar	-	-	-	-
73. Malang	-	-	-	-
74. Probolinggo	-	-	409	409
75. Pasuruan	214	333	112	659
76. Mojokerto	-	-	-	-
77. Madiun	-	-	-	-
78. Surabaya	331	1 659	-	1 990
Jawa Timur	4 037	27 508	26 895	58 440

(Sumber : Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur)

Dengan sasaran 78 kabupaten di Jawa Timur dengan perhitungan total seluruh produksi yaitu 58.440 kapal dibagi 78 kabupaten kemudian dibagi periode dalam per tahun yaitu 12 bulan, didapatkan rata-rata produksi per tahun yaitu 62 kapal berbagai ukuran. Maka berdasarkan perolehan data di atas ditetapkan target perencanaan produksi galangan kapal kayu yang dalam setahun yaitu berjumlah 115 kapal berukuran 3 GT

- Penentuan Lokasi Galangan Kapal

Penentuan lokasi galangan kapal dibangun pada kabupaten pasuruan dikarenakan permintaan pasar pada kabupaten pasuruan terdapat 3904 kapal ikan menggunakan motor tempel data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan juga lokasi dekat dengan penjualan material kayu dan Mahoni sehingga mengurangi biaya pengiriman. Penentuan lokasi galangan kapal kayu mempunyai beberapa kriteria yang di harus dipertimbangkan, yaitu: kondisi dan ketersediaan lahan, ketersediaan tenaga kerja, ketersediaan bahan baku, pemasaran, modal, dan

infrastruktur. Lokasi pertama yang ditentukan adalah Kecamatan Panggungrejo, Kabupaten Pasuruan di jalan Hangtuah. Lokasi pertama ini berada pada bibir pantai. Kondisi penduduk sekitar rata-rata bekerja sebagai nelayan, tukang kayu dan tukang bangunan yang memungkinkan untuk menjadi tambahan SDM dalam galangan ini. Jika mengacu pada aspek ekonomis, lokasi ini seharga Rp. 650.000 per m² dengan status kepemilikan warga. Berikut adalah gambar dari akses jalan lokasi I yang ada pada Gambar 5.20:



Gambar 5.20 Akses Jalan Lokasi 1

Pada lokasi ini, bibir pantai yang akan digunakan memiliki infrastruktur yang cukup baik, hal ini dikarenakan berbatasan langsung dengan jalan raya yang cukup luas untuk dilalui truk besar. Berikut adalah kondisi bibir pantai di lokasi 1 yang ada pada Gambar 5.21:



Gambar 5.21 Kondisi Bibir Pantai di Lokasi 1

Lokasi kedua masih di Kecamatan Panggungrejo, Kabupaten pasuruan, tepatnya berada di jalan Komodor Yos Sudarso , ditunjukkan Gambar 5.22 kondisi penduduk sekitar rata-rata bekerja sebagai PNS. Jika mengacu pada aspek ekonomis, lokasi ini di hargai sebesar Rp. 650.000 per m² dengan status kepemilikan warga.



Gambar 5.22 Tekstur Tanah mendekati bibir pantai

Pada lokasi ini, terdiri dari lahan, persawahan dan perumahan. Pada lokasi ini memiliki infrastruktur yang cukup baik, hal ini dikarenakan berbatasan langsung dengan jalan raya yang cukup luas untuk dilalui truk besar.



Gambar 5.23 Akses Jalan Menuju Lahan

Untuk jumlah usaha atau perusahaan di Kota Pasuruan dari data yang diperoleh Badan Pusat Statistik Kota Pasuruan sangat baik, lapangan usaha di kota pasuruan terdiri dari beberapa

kategori yaitu industri pengolahan, pengadaan listrik, gas, uap atau air panas dan udara dingin, pertambangan dan penggalian, pengelolaan air, pengelolaan air limbah, pengelolaan air limbah, pengelolaan dan daur ulang sampah dan aktivitas remediasi, konstruksi, perdagangan besar dan eceran, reparasi dan perawatan mobil dan sepeda motor, pengangkutan dan pergudangan, penyediaan akomodasi dan penyediaan makan minum, informasi dan komunikasi, aktivitas keuangan dan asuransi, *real estate*, jasa perusahaan, pendidikan, aktivitas kesehatan manusia dan aktivitas sosial dan jasa lainnya. Jumlah usaha atau perusahaan di Kota Pasuruan dijelaskan pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6.

Tabel 5.5 Jumlah Usaha atau Perusahaan Kode C sampai Kode I

No	Kecamatan	KODE						
		C	D	B, E	F	G	H	I
1	Gadingrejo	2025	11	32	18	3188	542	1321
2	Purworejo	1166	12	14	122	3153	392	1617
3	Bugulkidul	587	6	37	63	1379	313	680
4	Panggungrejo	1561	21	45	82	5188	745	2510
5	Kota Pasuruan	5339	50	128	285	12908	1992	6128

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2013)

Dari Tabel 5.5 di atas dapat diketahui bahwa jumlah usaha industri pengolahan pada kecamatan Gadingrejo 2.025, Kecamatan Purworejo 1.166, Kecamatan bugulkidul 587, Kecamatan Panggungrejo 1.561 dan Kota Pasuruan sendiri mempunyai jumlah usaha dalam bidang industri pengolahan 5.339. Untuk jumlah usaha dalam bidang pengadaan listrik, gas, uap atau air panas dan udara dingin pada Kecamatan Gadingrejo 11, Kecamatan Purworejo 12, Kecamatan Bugulkidul 6, Kecamatan Panggungrejo 21 dan di Kota Pasuruan 50. Untuk jumlah usaha pertambangan dan penggalian, pengolaan air, pengolaan air limbah, pengolahan dan daur ulang sampah dan aktivitas remediasi pada Kecamatan Gadingrejo 32, Kecamatan Purworejo 14, Kecamatan Bugulkidul 37, Kecamatan Panggungrejo 45 dan di Kota Pasuruan 128. Untuk jumlah usaha konstruksi pada Kecamatan Gadingrejo 18, Kecamatan Purworejo 122, Kecamatan Bugulkidul 63, Kecamatan Panggungrejo 82 dan di Kota Pasuruan 285. Untuk jumlah usaha perdagangan besar dan eceran, reparasi dan perawatan mobil dan sepeda motor pada Kecamatan Gadingrejo 3.188, Kecamatan Purworejo 3.153, Kecamatan 1.379, Kecamatan Panggungrejo 5.188 dan di Kota Pasuruan 12.908. Untuk jumlah usaha pengangkutan dan pergudangan pada Kecamatan Gadingrejo 542, Kecamatan Purworejo 392, Kecamatan Bugulkidul 313, Kecamatan Panggungrejo 745 dan di Kota Pasuruan 1.992. Untuk jumlah usaha penyediaan akomodasi dan penyediaan makan minum pada Kecamatan Gadingrejo

1.321, Kecamatan Purworejo 1.617, Kecamatan Bugulkidul 680, Kecamatan Panggungrejo 2.510 dan di Kota Pasuruan 6.128.

Tabel 5.6 Jumlah Usaha atau Perusahaan Kode J samai Kode R, S, U

No	Kecamatan	KODE						
		J	K	L	M, N	P	Q	R, S, U
1	Gadingrejo	279	28	70	134	180	48	536
2	Purworejo	279	63	114	161	285	73	580
3	Bugulkidul	152	61	76	72	140	32	253
4	Panggungrejo	355	54	116	154	260	71	669
5	Kota Pasuruan	1065	206	376	521	865	224	2038

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2013)

Untuk jumlah usaha informasi dan komunikasi pada Kecamatan Gadingrejo 279, Kecamatan Purworejo 279, Kecamatan Bugulkidul 152, Kecamatan Panggungrejo 355 dan di Kota Pasuruan 1.065. Untuk jumlah usaha aktivitas keuangan dan asuransi pada Kecamatan Gadingrejo 28, Kecamatan Purworejo 63, Kecamatan Bugulkidul 61, Kecamatan Panggungrejo 54 dan di Kota Pasuruan 206. Untuk jumlah usaha real estate pada Kecamatan Gadingrejo 70, Kecamatan Purworejo 114, Kecamatan Bugulkidul 76, Kecamatan Panggungrejo 116 dan di Kota Pasuruan 376. Untuk jumlah usaha jasa perusahaan pada Kecamatan Gadingrejo 134, Kecamatan Purworejo 161, Kecamatan Bugulkidul 72, Kecamatan Panggungrejo 154 dan di Kota Pasuruan 521. Untuk jumlah usaha dalam kategori pendidikan pada Kecamatan Gadingrejo 180, Kecamatan Purworejo 285, Kecamatan Bugulkidul 140, Kecamatan Panggungrejo 260 dan di Kota Pasuruan 865. Untuk jumlah usaha aktivitas kesehatan manusia dan aktivitas sosial pada Kecamatan Gadingrejo 48, Kecamatan Purworejo 73, Kecamatan Bugulkidul 32, Kecamatan Panggungrejo 71 dan di Kota Pasuruan 224. Dan untuk kategori terakhir jumlah usaha jasa lainnya pada Kecamatan Gadingrejo 536, Kecamatan Purworejo 580, Kecamatan Bugulkidul 253, Kecamatan Panggungrejo 669 dan di Kota Pasuruan 2.038.

Hasil penilaian masing-masing lokasi berdasarkan kriteria:

1. Kondisi lahan

Kondisi lahan di dalam penentuan lokasi suatu industri terdiri dari kemampuan lahan dan penggunaan lahan. Penjelasannya sebagai berikut:

a. Kemampuan lahan

Kemampuan lahan ditentukan berdasarkan data kemiringan yang sudah ada. Data diperoleh berdasarkan klasifikasi tiga kelas yaitu lahan rendah (kelas 1) yaitu kemiringan $\geq 15\%$, lahan sedang (kelas 2) kemiringan 5%-15%, lahan tinggi (kelas 3) kemiringan 0%-5%. Kriteria dari kemiringan di simpulkan pada Tabel 5.7 berikut:

Tabel 5.7 Kelas Kemampuan Lahan

Kelas Kemampuan Lahan	Nilai	Faktor Pertimbangan
Kelas 1	1	Rendahnya kemampuan lahan disebabkan kondisi topografi yang curam sehingga rawan bencana
Kelas 2	2	daya dukung lahan cukup baik, merupakan daerah rawa-rawa
Kelas 3	3	daya dukung lahan sangat baik, kondisi tipografi landa, jenis tanah dengan tekstur sedang, bukan daerah rawan bencana

b. Penggunaan lahan

Penggunaan lahan berpengaruh bagi penentuan lokasi industri galangan kapal kayu. Penggunaan lahan tersebut diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu: kawasan perumahan, kawasan industri, kawasan pelabuhan. Penggunaan lahan mempunyai kriteria yang dijelaskan pada berikut:

Tabel 5.8 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan	Nilai	Faktor Pertimbangan
Kawasan Perumahan	1	Peruntukan yang kurang sesuai untuk industri galangan kapal kayu
Kawasan Industri	2	Peruntukan lokasi yang cukup baik, meningkatkan daya saing usaha
Kawasan Pelabuhan	3	Peruntukan yang sangat baik, karena berhubungan dengan laut secara langsung

2. Ketersediaan Tenaga Kerja

Suatu lokasi industri ditentukan dengan mempertimbangkan ketersediaan tenaga kerja, seberapa banyak jumlah angkatan kerja yang secara resmi terdaftar sebagai pengangguran atau sedang mencari pekerjaan. Hal ini ditunjukkan untuk tenaga kerja secara keseluruhan, tenaga kerja yang mempunyai kualitas, tingkat pendidikan, keterampilan kerja, dan lain-lain. Tabel 5.9 berikut merupakan kriteria dalam menentukan lokasi berdasarkan ketersediaan tenaga kerja:

Tabel 5.9 Kriteria Tenaga Kerja

Kriteria Tenaga Kerja	Nilai	Faktor Pertimbangan
Ketersediaan tenaga kerja tidak memadai	1	Tidak mendukung industri yang dibangun
ketersediaan tenaga kerja terbatas	2	Cukup mendukung industri yang dibangun
ketersediaan tenaga kerja melimpah	3	Sangat mendukung industro yang dibangun

3. Ketersediaan Bahan Baku

Untuk menentukan lokasi industri juga harus mempertimbangkan ketersediaan bahan baku. Dalam hal ini penilaian kuantitas bahan baku mengacu kepada jarak bahan baku ke lokasi dan kontinuitas bahan baku. Penilaian ketersediaan bahan baku sebagai berikut:

a. Secara kuantitas

Kuantitas dan kualitas bahan baku yang baik merupakan cerminan dari suatu produksi atau industri yang baik juga. Klasifikasi lokasi berdasarkan kuantitas ketersediaan bahan baku dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 5.10 Kriteria Bahan Baku

Kuantitas	Nilai	Faktor Pertimbangan
Jumlah bahan baku tidak memadai	1	Tidak mendukung industri yang dibangun
Jumlah bahan baku terbatas	2	Cukup mendukung industri yang dibangun
Jumlah bahan baku melimpah	3	Sangat mendukung industri yang dibangun

b. Secara Kontinuitas

Ketersediaan bahan baku yang dilakukan secara kontinu pada periode tertentu sangat mendukung proses produksi suatu industri. Kriteria Kontinuitas bahan baku dijelaskan pada Tabel 5.11 berikut:

Tabel 5.11 Kriteria Kontinuitas Bahan Baku

Tingkat kontinuitas	Nilai	Faktor Pertimbangan
Kontinuitas bahan baku rendah	1	Tidak mendukung industri yang dibangun
Kontinuitas bahan baku sedang	2	Cukup mendukung industri yang dibangun
Kontinuitas bahan baku tinggi	3	Sangat mendukung industri yang dibangun

c. Jarak lokasi bahan baku

Jarak lokasi bahan baku merupakan faktor yang mendukung proses produksi suatu industri. Jarak lokasi industri dengan lokasi bahan baku yang dekat bisa menurunkan biaya pengiriman bahan baku sehingga memangkas biaya operasional suatu industri. Kriteria penentuan lokasi bahan baku dijelaskan pada Tabel 5.12 berikut:

Tabel 5.12 Kriteria Jarak Bahan Baku

Jarak bahan baku	Nilai	Faktor Pertimbangan
Lokasi bahan baku sangat jauh	1	Tidak mendukung industri yang dibangun
Lokasi bahan baku sedang	2	Cukup mendukung industri yang dibangun
Lokasi bahan baku dekat	3	Sangat mendukung industri yang dibangun

4. Pemasaran

Kedekatan lokasi dengan bahan baku sangat berpengaruh tetapi ada faktor lain yaitu permintaan pasar yang juga mempengaruhi suatu industri. Lokasi pasar yang dekat dengan daerah nelayan dan juga minimnya pesaing industri sejenis. Semakin dekat lokasi dengan sumber produk dan juga minimnya usaha yang sama maka dapat meningkatkan minat permintaan pasar. Permintaan pasar dapat diklasifikasikan dan dijelaskan pada Tabel 5.13 berikut:

Tabel 5.13 Kriteria Permintaan Pasar

Permintaan Pasar	Nilai	Faktor Pertimbangan
Tidak ada nelayan disekitar lokas, tidak ada pesaing usaha	1	Tidak mendukung industri yang dibangun
Beberapa nelayan di sekitar lokasi, adanya pesaing usaha	2	Cukup mendukung industri yang dibangun
Dekat dengan pemukiman nelayan, tidak ada pesaing usaha	3	Sangat mendukung industri yang dibangun

5. Kecukupan Infrastruktur

Adapun infrastruktur penunjang untuk suatu industri adalah sumber daya listrik, air bersih, komunikasi, jaringan jalan. Infrastruktur yang memadai dapat mendukung proses produksi industri galangan kapal kayu. Penjelasan masing-masing infrastruktur adalah sebagai berikut:

a. Kecukupan sumber daya listrik dan jaringan komunikasi

Dalam memaksimalkan proses produksi dibutuhkan energi listrik untuk menjalankan mesin, lampu penerangan, untuk melakukan proses operasional dan lain-lain. Adapun kriteria kesesuaian lokasi berdasarkan energi listrik dan jaringan komunikasi dijelaskan pada Tabel 5.14 berikut:

Tabel 5.14 Kriteria Kecukupan Sumber Daya Listrik dan Jaringan Komunikasi

Kecukupan energi listrik dan jaringan komunikasi	Nilai	Faktor Pertimbangan
Tidak terpenuhi	1	Tidak terpenuhinya energi listrik dan jaringan komunikasi, tidak mendukung industri yang dibangun
Terlayani	3	Terlayani kecukupan energi listrik dan jaringan komunikasi yang mendukung industri galangan kapal kayu

b. Kecukupan air bersih

Air bersih digunakan untuk proses produksi, konsumsi pekerja, kebutuhan MCK, dan kebutuhan lainnya. Maka dari itu air bersih sangat dibutuhkan pada setiap industri. Untuk kriteria kesesuaian lokasi berdasarkan kecukupan air bersih dijelaskan pada Tabel 5.15 berikut:

Tabel 5.15 Kriteria Kecukupan Air Bersih

Kecukupan air bersih	Nilai	Faktor Pertimbangan
Tidak terpenuhi	1	Tidak terpenuhinya air bersih, tidak mendukung industri yang dibangun
Terlayani	3	Terlayani kecukupan air bersih yang mendukung industri galangan kapal kayu

c. Jaringan Jalan

Akses jalan yang mudah dapat mendukung proses produksi yang dilakukan. Proses produksi yang didukung seperti pengiriman barang baku kapal kayu, pengiriman cat, pengiriman lem *epoxy* dan lain-lain. Kriteria kesesuaian lokasi berdasarkan jaringan jalan yang mudah dijelaskan pada Tabel 5.16 berikut:

Tabel 5.16 Kriteria Akses Jalan

Jaringan jalan	Nilai	Faktor Pertimbangan
Tidak terpenuhi	1	Tidak memadai akses jalan yang mendukung industri yang dibangun
Terlayani	3	Kecukupan akses jalan yang memadai dan mendukung industri galangan kapal kayu

6. Modal

Modal yang dimaksud adalah harga tanah per meter persegi pada lokasi tersebut. Kriteria lokasi berdasarkan harga tanah dijelaskan pada tabel berikut:

Harga tanah	Nilai	Faktor Pertimbangan
Harga > 2 juta	1	Harga tanah pada lokasi tersebut lebih dari 3 juta per meter perseginya
Harga 1 juta-2juta	2	Harga tanah pada lokasi tersebut antara 1,5 juta sampai dengan 3 juta per meter perseginya
Harga < 1 juta	3	Harga tanah pada lokasi tersebut kurang dari 1,5 juta per meter perseginya

Langkah selanjutnya setelah menentukan kriteria pemilihan lokasi adalah pembobotan. Pembobotan ini menjadi pertimbangan untuk lokasi pengembangan industri galangan kapal kayu di Indonesia. Pembobotan pertimbangan pemilihan lokasi industri galangan kapal kayu dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 5.17 Penilaian Penentuan Lokasi

Pertimbangan	Bobot	Sub Pertimbangan	Bobot	Skor Lokasi Pertama	Skor Lokasi Kedua	Penilaian Lokasi 1	Penilaian Lokasi 2
Kondisi Lahan	0,157	Kemampuan Lahan	0,079	2	2	0,052	0,052
		Penggunaan Lahan	0,079	2	3	0,053	0,079
Ketersediaan Tenaga Kerja	0,095	Ketersediaan Tenaga Kerja	0,095	3	2	0,095	0,063
Ketersediaan Bahan Baku	0,169	Kuantitas Bahan Baku	0,056	3	3	0,056	0,056
		Kontinuitas Bahan Baku	0,056	3	3	0,056	0,056
		Jarak Bahan Baku	0,056	3	2	0,056	0,038
Pemasaran	0,161	Dekat Tidaknya Dengan Pemukiman Nelayan, Ada Tidaknya Pesaing	0,161	3	2	0,161	0,107
Modal	0,255	Harga Tanah Per M	0,255	2	3	0,170	0,255
Kecukupan Struktur	0,163	Kecukupan Listrik dan Telepon	0,054	3	3	0,054	0,054
		Kecukupan Air	0,054	3	3	0,054	0,054
		Kecukupan Jaringan	0,054	3	3	0,054	0,054
Total	1		1	30	29	0,863	0,870

Berdasarkan hasil perhitungan penilai dalam penentuan lokasi, maka didapatkan bahwa pemilihan lokasi untuk pengembangan industri galangan kapal kayu adalah lokasi 2 dengan nilai.

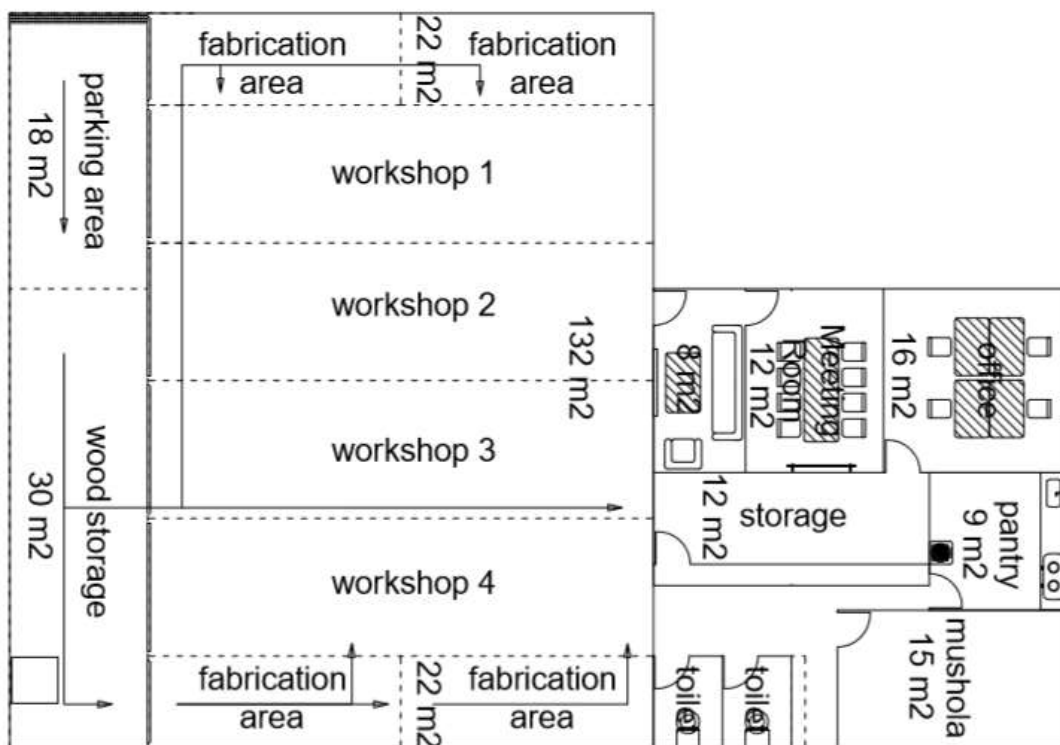
3) *Layout* Galangan Kapal

Perencanaan letak pengerjaan produksi kapal kayu dan alur produksi perlu dibuat dengan efisien. *Layout* tersebut harus mencakup tahapan produksi utama kapal kayu, yaitu

fabrikasi dan *assembly*, *painting*, dan *finishing*. Selain itu, perlu adanya alokasi tempat untuk gudang penyimpanan material, *painting*, dan perkakas pertukangan. Melalui perencanaan penyusunan mesin-mesin dan alur produksi dalam *workshop* dapat dihasilkan proses produksi yang teratur serta optimal, seperti:

- Teraturnya aliran kerja (*line production*)
- Mengurangi perpindahan bahan (*material handling*)
- Mendapatkan ruang kerja yang leluasa
- Mengurangi biaya produksi
- Memungkinkan pengawasan produksi dan komunikasi yang baik
- Menjaga kondisi kesehatan fisik dan psikis para pekerja.

Desain denah galangan kapal kayu dapat direncanakan dan dikembangkann seperti pada Gambar 5.24 dibawah ini:



Gambar 5.24 *Layout Galangan Kapal*

Untuk *flow of material* pada *layout galangan* yang akan dibangun, dapat dilihat pada Gambar 5.24. Material pada pembangunan kapal ikan yang akan dibangun yaitu kayu Mahoni, jati rakyat, jati tpk, lem *epoxy* beserta hardener, mur dan lain-lain. Untuk material berupa kayu datang akan langsung masuk kedalam *wood storage*, dan untuk material yang lain akan masuk pada *storage*. Jika ingin menggunakan kayu untuk dilakukan proses fabrikasi akan langsung bisa di proses pada *fabrication area* yang terdapat pada kanan galangan. *Fabrication area* yang

terdapat pada *layout* galangan kapal ini terdapat 4 tempat untuk *fabrication area* dalam memudahkan proses maka diberikan 2 tempat yang berbeda. 2 tempat *fabrication area* berbeda untuk memberikan luasan pekerja dalam melakukan proses fabrikasi. Setelah menjalani proses fabrikasi proses selanjutnya adalah menuju ke *workshop area* yang bertujuan untuk meng-*assembly* material yang telah dilakukan proses fabrikasi.

5.1.3. Perhitungan Jam Orang Dalam Pembangunan Kapal Ikan 3 GT

Dalam pengerjaan kapal ikan 3 GT ada perhitungan jam orang untuk mengetahui lama kerja dalam pembangunan kapal mulai dari tahap awal pembangunan sampai tahap akhir pembangunan. Berikut adalah perhitungan jam orang dalam pembangunan kapal ikan 3 GT yang dijelaskan pada Tabel 5.18:

Tabel 5.18 Perhitungan jam orang pada kapal ikan 3 GT

No	Nama Bagian	M ³ /JO	volume (m3)	Kebutuhan JO
1	Kulit	0,0025	0,089	35,52
2	Wrang	0,0011	0,137	124,238
3	Gading	0,0007	0,112	160,252
4	Transom	0,0019	0,069	36,233
5	Sekat	0,0032	0,125	39,196
6	Lunas dan Linggi	0,0011	0,064	58,182
7	Chinelock	0,0008	0,139	174,28
8	Gunwale	0,005	0,129	25,783
9	Cantik-cantik	0,0007	0,017	25,440
10	overhead 10%			
Total Pengerjaan				679

Dalam pembangunan kapal ikan 3 GT didapatkan hasil perhitungan jam orang pada Tabel 5.18 sebesar 679 jam untuk pembuatan kapal dengan 1 pekerja. Untuk pembangunan kapal yang efektif dan mengurangi jumlah jam orang yang terdapat pada Tabel 5.18 dilakukan dengan 4 pekerja dan mendapatkan total pengerjaan 169,78 JO. Dari total pengerjaan dengan 4 pekerja didapatkan total pengerjaan 21,23 hari dalam membangun 1 kapal ikan 3 GT laminasi kayu Mahoni dan jati.

5.1.4. Analisa Penggunaan Sistem Modular Dalam Pembangunan Kapal Ikan

Dalam pembangunan kapal ikan laminasi kayu Mahoni dan jati dengan sistem modular dilakukan laminasi kayu Mahoni, jati rakyat dan jati tpk. Dilakukan laminasi ketiga jenis kayu ini dikarenakan dalam mengurangi biaya pembuatan yang pada awalnya jati selalu di gunakan dalam pembangunan kapal ikan dengan material kayu. Untuk kekuatan yang telah dihasilkan

oleh jati tpk karena sudah teruji jati adalah termasuk kelas kuat II pada Biro Klasifikasi Indonesia maka jati tpk di letakkan di daerah yang tercelup air atau berada pada kulit paling luar.

Lapisan kedua diletakkan kayu Mahoni untuk mengurangi biaya material yang terbilang cukup berbeda dengan kayu jati yang terbilang harga kayu jati sangat tinggi dibandingkan dengan kayu Mahoni. Tetapi untuk pertumbuhan kayu jati dan Mahoni juga berbeda, kayu Mahoni dalam waktu 15 tahun sudah bisa dipanen sedangkan kayu jati harus menunggu 20 tahunan untuk bisa dipanen dan di gunakan dalam membangun kapal. Kayu Mahoni termasuk dalam *fast growth* dikarenakan masa panen lebih cepat dibandingkan kayu jenis lain. Kelas kuat untuk kayu Mahoni pun juga kelas kuat II-III sehingga masih bisa dibilang mampu menggantikan kayu jati. Dan selanjutnya untuk lapisan ketiga yaitu lapisan paling dalam adalah kayu jati dengan jenis kayu jati rakyat. Disebut dengan jati rakyat disebabkan karena jati jenis ini adalah jati muda yang berarti masih belum benar-benar siap dipanen dan masih dalam keadaan basah. Warna yang dihasilkan oleh jati rakyat cenderung lebih pucat dibandingkan dengan jati tpk yang terlihat sangat indah dan memperlihatkan motif kayu berwarna coklat tua. Untuk harga material jati rakyat sendiri sedikit lebih murah dibandingkan dengan jati tpk.

Pemilihan kayu yang digunakan untuk membangun kapal ikan ini adalah kayu berukuran A2. Dalam pemilihan kayu tentunya telah diperhitungkan sebelum membeli, untuk kayu berukuran A2 ini mempunyai diameter 20 cm. Pemilihan kayu berukuran A2 ini disebabkan oleh semakin langkahnya kayu berukuran A3 setelah dilakukan survei. Untuk kayu berukuran A3 mempunyai diameter 30 cm yang dimana pertumbuhannya lebih lama dibandingkan dengan kayu berukuran A2. Dalam pembangunan kapal ikan konvensional di Pasuruan seluruhnya menggunakan material kayu jati, sehingga untuk pembuatan kapal ikan harganya cukup mahal dikarenakan materialnya yang mahal juga. Dalam sub bab analisa penggunaan sistem modular dalam pembangunan kapal ikan ini dijelaskan keuntungan dan kelebihan menurut data dari analisa teknis diatas. Berikut adalah tabel perbandingan pembangunan kapal ikan menggunakan sistem modular dengan pembangunan kapal ikan menggunakan metode konvensional yang dijelaskan pada Tabel 5.19:

Tabel 5.19 Perbandingan Pembangunan Kapal Modular vs Kapal Tradisional

Tahapan	Pembuatan Kapal Dengan Sistem Modular	Pembangunan Kapal Dengan Metode Tradisional
Desain	Desain dengan menggunakan gambar kerja (<i>linesplan, general arrangement, 3 dimensi</i>)	Desain sesuai permintaan pembeli
Persiapan	<ul style="list-style-type: none"> • Pemilihan kayu • Pembuatan cetakan mal kapal dengan menggunakan mesin CNC • Proses planner pada kayu sesuai dengan ukuran yang ditentukan • Mempersiapkan jig untuk dudukan kapal 	Pada tahap persiapan ini pembangunan dengan metode tradisional hanya menjemur kayu
Fabrikasi	<ul style="list-style-type: none"> • Penandaan pada kayu sesuai dengan mal yang telah dibuat • Pemotongan sesuai dengan mal yang telah dibuat • Pembuatan semua modul (<i>gading, wrang, bracket, kulit, Chine Lock, cantik-cantik</i>) • Pembuatan lajur <i>keel</i> dan lajur <i>Chine Lock</i> pada wrang • Pembuatan sambungan pada setiap modul-modul 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemotongan kayu • Pembentukan konstruksi dengan menggunakan metode <i>hot planking</i> • Pembuatan pasak
Assembly	Penyambungan modul-modul menjadi kapal utuh	<ul style="list-style-type: none"> • Pembuatan <i>keel</i> • Pembuatan kulit lambung • Penyambungan pasak pada kulit dengan kulit
Finishing	<ul style="list-style-type: none"> • Pengamplasan • Pengecatan • Penambalan 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengecatan • Penambalan menggunakan pakal
Kendala	<ul style="list-style-type: none"> • Memakan waktu pada tahap fabrikasi • Menunggu lem untuk kering membutuhkan waktu lama 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengiriman kapal hanya bisa secara kapal utuh • Sambungan tidak presisi karena mengikuti lengkung alami kayu

Tahapan	Pembuatan Kapal Dengan Sistem Modular	Pembangunan Kapal Dengan Metode Tradisional
		<ul style="list-style-type: none"> • Karakteristik desain lambung berbeda karena pembuatan tidak memakai gambar kerja (<i>linesplan</i>) • Pada tahap assembly relatif lebih lama
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> • Pengiriman kapal secara modul sehingga dapat dikirim lewat darat dengan dimensi kecil • Sambungan presisi karena sudah di ukur terlebih dahulu • Desain menggunakan gambar kerja (<i>linesplan</i>) sehingga pembuatan lambung tidak berdasarkan lengkung alami kayu • Pada tahap assembly cepat hanya dengan memasang modul-modul yang telah dibuat 	Proses fabrikasi terbilang cepat dikarenakan tidak adanya pembuatan modul

5.2. Analisa Ekonomis

Setelah dilakukan perancangan kapal ikan, selanjutnya perlu dilakukan analisa secara ekonomis. Hal ini harus diperhitungkan mengingat laminasi kayu Mahoni dengan sistem modular merupakan alternatif baru untuk pembangunan kapal ikan. Perhitungan ekonomis sangat dibutuhkan untuk mendapatkan fakta bahwa material alternatif ini mampu bersaing dengan material kayu jati yang pada umumnya digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kapal ikan dalam segi ekonomis.

Analisa ekonomis dalam Tugas Akhir ini menggunakan beberapa kriteria, yang pertama biaya kebutuhan material dan pembangunan konstruksi kapal ikan modular berbahan kayu laminasi Mahoni, kedua adalah biaya produksi dan perencanaan galangan kapal, ketiga adalah penentuan harga penjualan per unit kayu ukuran 3 GT, keempat adalah analisa target produksi dan pendapatan, dan untuk yang terakhir adalah analisa kelayakan investasi.

5.2.1. Perhitungan Kebutuhan Material dan Pembangunan Konstruksi Kapal Ikan Modular Berbahan Kayu Laminasi Mahoni dan Jati

Dalam pembuatan kapal ikan 3 GT terdapat kebutuhan material dan alat-alat yang digunakan pada proses pembuatan kapal ikan. Dalam proses ini kebutuhan material yang dimaksud adalah bahan baku yang digunakan dalam pembangunan kapal ikan 3 GT.

1. Biaya Material Kayu

Dalam pembuatan kapal ikan berbahan dasar material kayu laminasi Mahoni dan jati ini untuk pembuatan modul-modul membutuhkan perhitungan pembelian kayu Mahoni dan jati mulai dari kebutuhan kayu, *waste material*, kayu yang akan terpasang. Untuk perhitungan *waste material* akan dijelaskan pada Tabel 5.20 dibawah ini:

Tabel 5.20 Waste Material

No	Nama	Volume Pembelian	Volume Terpakai	Sisa		Kerugian
				m3	%	
1	Jati TPK	0,50	0,33	0,179	35%	Rp 1.737.977,87
2	Jati Rakyat	0,26	0,17	0,092	36%	Rp 634.108,20
3	Mahoni	0,91	0,59	0,322	35%	Rp 990.487,54
Total		1,67	1,08	0,594	55%	Rp 3.362.573,60

Pada Tabel 5.20 dijelaskan pembelian material yang akan dibeli, untuk jati tpk volume pembeliannya 0,50 m³ dan volume terpakainya 0,33 m³. Untuk Jati rakyat volume pembeliannya sebanyak 0,26 m³ dan volume terpakainya 0,17 m³. Untuk kayu Mahoni volume pembeliannya 0,91 m³ dan volume terpakainya 0,59 m³. Untuk kerugian dalam pembelian kayu Mahoni, jati tpk dan jati rakyat sebesar Rp. 3.362.573,60. Untuk biaya material kayu yang akan dikeluarkan akan dijelaskan pada Tabel 5.21 dibawah ini:

Tabel 5.21 Biaya Material Kayu

Nama	Terpasang (m3)	Kebutuhan (m3)	Harga/m3	Total (Rp)
Mahoni	0,325	0,504	3.072.232 Rp	1.549.212,27
Jati Rakyat	0,168	0,260	6.862.643 Rp	1.783.241,28
Jati TPK	0,587	0,909	9.725.674 Rp	8.843.394,37
Total Biaya Material Kayu			Rp	12.175.847,92

Dari Tabel 5.21 dapat dilihat bahwa material kayu yang digunakan untuk Mahoni yang terpasang adalah 0,325 m³, untuk harga per m³ dari Mahoni adalah Rp. 3.072.232. Kayu jati rakyat yang terpasang 0,168 m³, untuk harga per m³ dari kayu jati rakyat adalah Rp. 6.862.643. Dan untuk kayu jati TPK yang terpasang adalah 0,522 m³, untuk harga per m³ Rp. 6.846.498,87. Untuk total dari biaya material kayu adalah Rp. 12.175.847,92.

2. Biaya Lem Epoxy

Dalam pembuatan kapal ikan dengan laminasi dibutuhkan perhitungan lem untuk mengetahui jumlah biaya dan kebutuhan yang digunakan dalam pembuatan kapal. Pada tabel dibawah ini akan dijelaskan biaya lem epoxy yang dikeluarkan:

Tabel 5.22 Biaya Lem Epoxy

Nama	Jumlah	Satuan
Harga/Kg	Rp 110.000,00	rupiah
Coverage Area (m ² /kg)	0,5	m ² /kg
Biaya Lem/m ²	55000	rupiah/m ²
berat lem dibutuhkan per-m2	0,5	kg/m ²
Total Luasan Lem	100,2319494	m ² /kg
Berat Lem	50,11597469	kg/m ²
Total Biaya Lem	Rp 5.512.757,22	rupiah

3. Biaya Material Non Kayu

Biaya material non kayu adalah biaya material pokok yang terpasang pada kapal ikan. Pada material non kayu terdapat paku, stud bolt dengan ukuran m12, sekrup, baut dengan ukuran m12 dan O ring. Material-material tersebut dibutuhkan pada pembangunan kapal ikan dengan sistem modular. Berikut adalah perhitungan biaya material non kayu yang dijelaskan pada Tabel 5.23:

Tabel 5.23 Biaya Material Non Kayu

Nama	Jumlah	Satuan	Harga	Total
Paku	5	kg	Rp 18.500,00	Rp 92.500,00
Stud Bolt M12	8	pcs	Rp 90.000,00	Rp 720.000,00
Sekrup	1	pack	Rp 250.000,00	Rp 250.000,00
Baut M12	44	Pcs	Rp 4.000,00	Rp 176.000,00
O Ring	44	kg	Rp 2.500,00	Rp 110.000,00
Total Biaya Material Non Kayu				Rp 1.348.500,00

Dapat dilihat pada Tabel 5.23 kebutuhan material non kayu yang digunakan dalam pembuatan kapal ikan 3 GT adalah paku berjumlah 5 kg total biaya paku adalah Rp 92.500, stud bolt dengan ukuran M12 berjumlah 8 Pcs, per pcs ukurannya adalah 1 meter, total biaya stud bolt adalah Rp. 720.000. Sekrup berjumlah 1 pack dengan isi 600 biji, total biaya sekrup Rp. 250.000. Baut dengan ukuran M12 berjumlah 44 pcs dengan total biaya Rp. 176.000. dan yang terakhir O ring berjumlah 44 pcs dengan total Rp. 110.000.

4. Biaya Variabel

Biaya variabel adalah biaya yang selalu berubah sesuai dengan perubahan volume produksi. Dalam pengerjaan pembangunan kapal ikan 3 GT. Beberapa biaya variabel yang dibutuhkan antara lain digunakan untuk biaya pembelian barang habis pakai. Barang habis pakai yang dibutuhkan dalam pengerjaan ini antara lain adalah *thinner*, *sandisk*, kapi, selotip, masker, sarung tangan dan gergaji *bandsaw*.

Tabel 5.24 Biaya variabel

Jenis	Nama	Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Total
Consumable	Thinner	5	liter	Rp 25.500,00	Rp 127.500,00
	Sandisk	10	buah	Rp 8.000,00	Rp 80.000,00
	Kapi	4	buah	Rp 15.000,00	Rp 60.000,00
	Selotip	4	buah	Rp 10.000,00	Rp 40.000,00
	masker	20	buah	Rp 1.500,00	Rp 30.000,00
	sarung tangan	5	buah	Rp 15.000,00	Rp 75.000,00
Jasa/sewa	Transportasi Material	1	buah	Rp 3.250.000,00	Rp 3.250.000,00
	Gergaji Bandsaw	1	Paket	Rp 500.000,00	Rp 500.000,00
Total Biaya Variable					Rp 4.162.500,00

Dari Tabel 5.24 dapat dilihat bahwa total biaya variabel yang dibutuhkan pada pembuatan kapal ikan 3 GT ini Rp. 4.162.500.

5. Biaya Tetap/pokok

Biaya tetap atau pokok adalah investasi peralatan yang digunakan dalam pembuatan kapal ikan 3 GT sistem modular ini. Peralatan yang digunakan antara lain jig, mesin *Planer*, gergaji tangan, *hand planner*, palu, alat pahat, klem C, klem F, *Span Screw* dan Siku *stainless*. Berikut adalah perhitungan biaya tetap atau pokok yang akan dijelaskan pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.25 Biaya Tetap/Pokok

Nama	Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Total
Jig	1	Set	Rp 1.400.000,00	Rp 1.400.000,00
Mesin <i>Planer</i>	1	Buah	Rp 13.000.000,00	Rp 13.000.000,00
Gergaji Tangan	2	Buah	Rp 60.000,00	Rp 120.000,00
Hand Planner	1	Buah	Rp 300.000,00	Rp 300.000,00
Palu	2	Buah	Rp 50.000,00	Rp 100.000,00
Alat Pahat	2	Buah	Rp 60.000,00	Rp 120.000,00
Klem C	18	Buah	Rp 60.000,00	Rp 1.080.000,00
Klem F	8	Buah	Rp 80.000,00	Rp 640.000,00
Span Screw	1	Buah	Rp 120.000,00	Rp 120.000,00
Siku Stainless	40	Buah	Rp 8.000,00	Rp 320.000,00
Total Biaya Tetap				Rp 17.200.000,00

Dapat dilihat pada tabel Tabel 5.25 total dari biaya tetap atau pokok adalah Rp. 17.200.000 untuk pembangunan kapal ikan 3 GT.

6. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membayar pekerja. biaya tenaga kerja atau upah adalah biaya yang dibebankan kepada sebuah perusahaan yang harus dibayarkan kepada tenaga kerja langsung. Berikut ini adalah rekap perhitungan waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan kapal ikan 3 GT berbahan dasar laminasi kayu Mahoni dengan sistem modular.

Tabel 5.26 Biaya Tenaga Kerja

Nama Bagian	M ³ /JO	volume	Kebutuhan JO	Sub Biaya
Kulit	0,0025	0,089	35,5	Rp 799.200,00
Wrang	0,0011	0,137	124,2	Rp 2.795.364,65
Gading	0,0007	0,112	160,3	Rp 3.605.663,93
Transom	0,0019	0,069	36,2	Rp 815.246,28
Sekat	0,0032	0,125	39,2	Rp 881.926,64
Lunas dan Linggi	0,0011	0,064	58,2	Rp 1.309.090,91
Chinelock	0,0008	0,139	174,3	Rp 3.921.300,00
Gunwale	0,005	0,129	25,8	Rp 580.122,00
Cantik-cantik	0,0007	0,018	25,4	Rp 572.395,26
overhead 10%				Rp 1.528.030,97
TOTAL			679,1	Rp 16.808.340,63

Dapat dilihat pada Tabel 5.26 total biaya tenaga kerja yang dikeluarkan dalam pembangunan kapal ikan 3 GT ini adalah Rp. 16.808.340,63.

5.2.2. Perhitungan Biaya Produksi dan Perencanaan Galangan Kapal

- Perhitungan Biaya Pembangunan Galangan Kapal Ikan

Investasi atau model usaha untuk membangun galangan kapal kayu perlu dilakukan analisa. Hal ini dilakukan untuk menentukan besarnya investasi pembangunan industri galangan kapal kayu. Tentuknya analisa tersebut dilakukan dengan efektif dan efisien untuk pengembangan usaha dari industri galangan kapal. Besarnya investasi awal untuk pembangunan industri galangan kapal kayu terbagi menjadi beberapa biaya keperluan, diantaranya:

1. Biaya Pembangunan, biaya pembelian tanah, dan instalasi keperluan mendasar.

Biaya pembangunan gedung, *workshop*, dan instalasi galangan kapal kayu dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 5.27 Biaya Pembangunan *Workshop* Galangan Kapal

Nama Ruangan	Luas Ruangan m ²	Unit Harga Per m ²	Total Harga
Gudang Kayu	30	Rp 500.000,00	Rp 15.000.000,00
Gudang Keperluan Lem	12	Rp 500.000,00	Rp 6.000.000,00
Gudang Keperluan Cat			
Fabrikasi dan <i>Assembly Area</i>	176	Rp 500.000,00	Rp 88.000.000,00
Mushola	15	Rp 750.000,00	Rp 11.250.000,00
Tempat Wudhu	1,13	Rp 750.000,00	Rp 847.500,00
Toilet	6	Rp 750.000,00	Rp 4.500.000,00
Area Parkir Pekerja	18	Rp 450.000,00	Rp 8.100.000,00
Kantor	16	Rp 750.000,00	Rp 12.000.000,00
Pantry	9	Rp 750.000,00	Rp 6.750.000,00
Meeting room	20	Rp 750.000,00	Rp 15.000.000,00
Total			Rp 167.447.500,00

Dari Tabel 5.27 bisa diketahui harga total biaya pembangunan *workshop* galangan kapal adalah Rp. 167.447.500. Untuk harga tanah per m² sebesar Rp. 625.000,- didapatkan survei lokasi dan penentuan lokasi industri menggunakan pembobotan maka rincian harga tanah sebagai berikut pada:

Tabel 5.28 Biaya Pembelian Tanah

Keterangan	Luasan Ruangan	Unit Harga Per m ² (IDR)	Total Harga (IDR)
Pembelian tanah untuk galangan	314	Rp 625.000,00	Rp 196.250.000,00

Dengan luas tanah 314 m² harga yang diperoleh adalah Rp. 196.250.000 Untuk hasil survei keperluan instalasi listrik, air, dan sarana komunikasi akan di jelaskan pada tabel berikut:

Tabel 5.29 Biaya Instalasi Kebutuhan Mendasar

Keterangan	Harga	Jumlah Instalasi	Total Harga (IDR)
Instalasi air, listrik, AC, dan sarana komunikasi	Rp 10.000.000,00	1	Rp 10.000.000,00

Hasil yang didapatkan dari biaya instalasi untuk keperluan mendasar adalah Rp.10.000.000,-. Sehingga didapatkan untuk seluruh total biaya bangunan, biaya pembelian tanah, dan instalasi keperluan mendasar adalah Rp. 373.697.500.

2. Biaya Perlengkapan Desain produksi, peralatan dan mesin

Biaya-biaya yang dibutuhkan untuk pembelian peralatan dan mesin produksi pada galangan kapal kayu merupakan biaya investasi tetap atau tidak berubah. Berikut adalah biaya pembelian *software* desain yang dijelaskan pada Tabel 5.30:

Tabel 5.30 Biaya Pembelian *Software* Desain

<i>Software</i>	Harga	Jumlah	Total Harga (Idr)
Maxsurf /Tahun	Rp 2.555.636,00	1	Rp 2.555.636,00
Autocad/Tahun	Rp 37.272.743,00	1	Rp 37.272.743,00
Total			Rp 39.828.379,00

Setelah dilakukan survei harga *software* dan *personal computer* didapatkan rincian *software* yang digunakan adalah AutoCAD dan Maxsurf. Total biaya untuk keperluan desain produksi sebesar Rp. 39.828.379.

Tabel 5.31 Biaya Material *Handling*

Peralatan Angkut	Harga	Jumlah	Total Harga
Granty Crane	Rp 7.500.000,00	1	Rp 7.500.000,00
Total			Rp 7.500.000,00

Setelah dilakukan survei harga *material handling* didapatkan rincian total biaya untuk keperluan produksi, harga *granty crane* adalah Rp.7.500.000,- Dari biaya pembelian *material handling* adalah Rp. 7.500.000,-

Tabel 5.32 Biaya Peralatan Manual

Peralatan Manual	Harga	Jumlah	Total Harga
Peralatan Ukur	Rp 500.000,00	1	Rp 500.000,00
Peralatan Marking	Rp 500.000,00	1	Rp 500.000,00
Perkakas Tukang	Rp 3.000.000,00	2	Rp 6.000.000,00
Total			Rp 7.000.000,00

Setelah dilakukan survei harga peralatan manual didapatkan rincian total biaya untuk keperluan produksi, harga untuk peralatan ukur Rp. 500.000, untuk harga peralatan *marking* Rp. 500.000,-, untuk harga perkakas tukang Rp. 3.000.000,-. Dan total biaya peralatan manual adalah Rp. 7.000.000.

Tabel 5.33 Biaya Permesinan Galangan Kapal

Mesin	Harga	Jumlah	Total Harga (IDR)
Mesin Gergaji Selendang	Rp 4.349.713,50	1	Rp 4.349.713,50
Mesin <i>Planer</i>	Rp 13.000.000,00	2	Rp 26.000.000,00
Hand <i>Planer</i>	Rp 786.000,00	4	Rp 3.144.000,00
Mesin Gergaji Meja	Rp 2.885.000,00	2	Rp 5.770.000,00
Mesin Kompresor	Rp 4.202.000,00	1	Rp 4.202.000,00
Gerinda	Rp 659.000,00	4	Rp 2.636.000,00
Mesin Amplas	Rp 550.000,00	4	Rp 2.200.000,00
Bor	Rp 710.000,00	4	Rp 2.840.000,00
Total			Rp 51.141.713,50

Untuk biaya permesinan galangan kapal mendapatkan total Rp.51.141.713,50,-. Didapatkannya biaya permesinan melalui survei harga dan survei di lapangan. Biaya permesinan galangan kapal termasuk biaya tetap atau biaya investasi galangan. Maka total keseluruhan biaya perlengkapan desain produksi, peralatan, dan mesin ialah sebesar Rp. 105.470.092,50,-

Tabel 5.34 Biaya Perkakas Kantor

Perkakas Kantor	Harga	Jumlah	Total Harga
ATK Lengkap	Rp 100.000	2	Rp 200.000
Kabinet	Rp 250.000	6	Rp 1.500.000
Meja	Rp 350.000	3	Rp 1.050.000
Kursi	Rp 200.000	12	Rp 2.400.000
Meja Panjang	Rp 1.500.000	1	Rp 1.500.000
Papan Tulis	Rp 600.000	1	Rp 600.000
Personal Computer	Rp 7.000.000	1	Rp 7.000.000
Printer	Rp 1.000.000	1	Rp 1.000.000
Peralatan Sholat	Rp 100.000	2	Rp 200.000
Proyektor	Rp 2.500.000	1	Rp 2.500.000
Peralatan MCK	Rp 500.000	2	Rp 1.000.000
AC	Rp 2.000.000	3	Rp 6.000.000
Televisi	Rp 3.000.000	1	Rp 3.000.000
Kompas	Rp 300.000	1	Rp 300.000
Dispenser	Rp 300.000	1	Rp 300.000

Perkakas Kantor	Harga	Jumlah	Total Harga
Total			Rp 28.550.000

Setelah dilakukan survei harga perkakas kantor yang terdiri dari ATK, kabinet, meja, kursi, meja panjang, papan tulis, *personal computer*, printer, peralatan sholat, proyektor, peralatan MCK, AC, televisi, kompor dan dispenser didapatkan rincian total biaya untuk keperluan kantor sebesar Rp. 28.550.000.

Tabel 5.35 Biaya Perlengkapan Keselamatan Kerja

Nama Perlengkapan	Harga	Jumlah	Total Harga
Helm Safety	Rp 50.000	15	Rp 750.000
Sarung Tangan	Rp 7.000	15	Rp 105.000
Masker Cartride	Rp 2.000	15	Rp 30.000
Kacamata Safety	Rp 55.000	15	Rp 825.000
Sepatu Safety	Rp 100.000	15	Rp 1.500.000
Pelindung Telinga	Rp 2.000	15	Rp 30.000
Tabung Pemadam Kebakaran	Rp 350.000	6	Rp 2.100.000
Sistem/Alarm Pemadam Api	Rp 1.200.000	2	Rp 2.400.000
Peralatan P3K	Rp 250.000	4	Rp 1.000.000
Total			Rp 8.740.000

Rincian untuk total biaya keperluan perlengkapan keselamatan kerja sebesar Rp. 8.740.000,-. Untuk total keseluruhan biaya perkakas kantor, dan peralatan keselamatan kerja ialah sebesar Rp. 37.290.000,-.

4. Total biaya investasi pembangunan galangan kapal kayu

Dari total keseluruhan biaya didapatkan biaya total investasi untuk pembangunan galangan kapal, rinciannya dijelaskan pada Tabel 5.36 berikut:

Tabel 5.36 Total Biaya Investasi Galangan Kapal Kayu

No	Biaya Investasi	Harga (Rp)
1	Total biaya pembangunan dan instalasi	Rp 373.697.500,00
2	Total biaya peralatan dan mesin	Rp 105.470.092,50

No	Biaya Investasi	Harga (Rp)
3	Total perkakas kantor dan APD	Rp 37.290.000,00
4	Total biaya operasional	Rp 1.130.352.914,62
5	Perawatan peralatan dan mesin per tahun (5% biaya peralatan dan mesin)	Rp 7.138.004,63
	Total Biaya Investasi	Rp 516.457.592,50
	Modal Sendiri (30%)	Rp 154.937.277,75
	Pinjaman (70%)	Rp 361.520.314,75
	Bunga Pinjaman (CIMB NIAGA)	10,25%
	Masa Pinjaman (Tahun)	10
	Asumsi Umur Ekonomis Industri	15
	Nilai Akhir Industri	Rp 51.645.759,25
	Depresiasi per Tahun	Rp 30.987.455,55

Total biaya investasi yang dikeluarkan untuk pembangunan galangan kapal bernilai sebesar Rp. 516.457.592,50.

- Perhitungan Biaya Operasional Galangan Kapal Ikan

Biaya operasional adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan untuk melaksanakan kegiatan pokok. Biaya operasional pada Tabel 5.37 adalah biaya bulanan para pegawai, gaji pegawai akan di jelaskan pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.37 Daftar Perencanaan Gaji Pegawai

Jabatan	Gaji Pokok/Bulan	Jumlah	Total Harga
Direktur Utama (S1)	Rp 8.000.000,00	1	Rp 8.000.000,00
Manager Marketing dan Finance (S1)	Rp 5.000.000,00	1	Rp 5.000.000,00
Manager Desain & teknis	Rp 5.000.000,00	1	Rp 5.000.000,00
Tukang	Rp 4.500.000,00	16	Rp 72.000.000,00
Total		19	Rp 90.000.000,00

Berdasarkan tabel diatas didapatkan total gaji pegawai selama sebulan untuk operasional industri galangan kapal kayu adalah sebesar Rp. 90.000.000. Kebutuhan

operasional bukan hanya gaji pegawai tetapi ada biaya lain yaitu biaya bulanan seperti biaya listrik, air, telepon, dan internet. Untuk mencari biaya listrik yang dibutuhkan dan di bayarkan oleh galangan akan dijelaskan pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.38 Pemakaian Listrik Pada Galangan Kapal

Peralatan yang menggunakan listrik	Jumlah	Waktu Pemakaian Per Hari (Jam)	Penggunaan Daya (watt)	Kwh Per Bulan
Komputer	1	8	120,08	24,016
Bor	4	3	550	165
Mesin <i>Planer</i>	2	4	2000	400
Hand <i>Planer</i>	4	4	500	200
Gergaji Selendang	1	2	350	17,5
Televisi	1	4	50	5
Dispenser	1	8	350	70
Printer	1	1	11	0,275
Proyektor	1	4	180	18
AC	3	8	1170	702
Mesin Kompresor	1	4	500	50
Gerinda	4	6	670	402
Mesin Amplas	4	2	160	32
Mesin Gergaji meja	2	2	600	60
Total			7211,08	2145,791

Berdasarkan tabel diatas galangan kapal membutuhkan 7211,08 watt dan untuk mengetahui harga pemakaian bulanan dari galangan kapal maka dikonversikanlah penggunaan daya menjadi 2145,791 Kwh untuk satu bulan pemakaian listrik. Berikut penjelasan biaya tagihan bulanan:

Tabel 5.39 Biaya Tagihan Bulanan

Kebutuhan Bulanan Kantor	Harga	Jumlah	Total Harga (IDR)
Listrik VA/Kwh	Rp 1.467,28	2145,791	Rp 3.148.476,22
Tarif Air/m ³	Rp 2.700,00	200	Rp 540.000,00
Telefon	Rp 57.600,00	1	Rp 57.600,00
Internet	Rp 450.000,00	1	Rp 450.000,00
Total			Rp 4.196.076,22

Berdasarkan data pada tabel diatas didapatkan total tagihan bulanan selama sebulan untuk operasional industri galangan kapal kayu adalah sebesar Rp. 4.196.076,22. Setelah mengetahui kebutuhan bulanan untuk kantor maka total biaya operasional yang dikeluarkan oleh galangan setiap bulannya adalah Rp. 94.196.076,22.

- Perhitungan Pengiriman Kapal

Pada perhitungan pengiriman kapal terdapat 2 jenis pengiriman, yang pertama adalah pengiriman menggunakan *container* dan pengiriman menggunakan CDD (*colt diesel double*). *Container* sendiri terdapat 2 ukuran *container* yang pertama 20 feet mempunyai panjang 6 meter, lebar 2,2 meter dan tinggi 2,2 meter. Untuk 40 feet mempunyai panjang 12 meter, lebar 2,2 meter dan tinggi 2,2 meter. Perbedaannya hanya pada panjang *container* saja. Untuk perhitungan pada pengiriman menggunakan *container* dijabarkan pada Tabel 5.40 dibawah ini:

Tabel 5.40 Harga Pengiriman Menggunakan *Container*

Jenis <i>Container</i>	Biaya (per m ³)	Biaya Tambahan
<i>Container</i> 20 Feet	Rp 895.000,00	Rp 200.000,00
<i>Container</i> 40 Feet	Rp 1.000.000,00	Rp 200.000,00

Sumber: (Logistik, n.d.)

Untuk biaya pengiriman menggunakan *container* harga per m³ 20 feet sebesar Rp. 895.000 dan untuk *container* ukuran 40 feet sebesar Rp. 1.000.000. Biaya tambahan yang dimaksud adalah biaya alat dan jasa untuk mengangkat barang yang akan di masukkan kedalam *container*. Untuk pengiriman CDD mempunyai beberapa dimensi yang berbeda ukuran yang terkecil adalah panjang 5,6 m, lebar 2 meter dan tinggi 2,2 meter. Untuk dimensi yang terbesarnya mempunyai panjang 7,2 m, lebar 2,3 m dan tinggi 2,5 meter. Untuk biaya penyewaan truk CDD akan dijabarkan pada Tabel 5.41 dibawah ini:

Tabel 5.41 Harga Persewaan Truk CDD

Ukuran Truk CDD	Harga
L : 7,2 m	
B : 2,3 m	Rp 2.200.000,00
T : 2,5 m	

Sumber: (Tech, n.d.)

Setelah mendapatkan biaya untuk pengiriman barang maka dilanjutkan perhitungan pengiriman jika mengirim kapal ikan menggunakan sistem modular. Dalam hal ini dibutuhkan volume kapal yang akan di kirim untuk memperhitungkan biaya. Perhitungan biaya akan di jabarkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.42 Biaya Pengiriman Menggunakan *Container*

Jenis <i>Container</i>	Biaya (per m ³)	Biaya Tambahan	Total Volume Kapal (m ³)	Harga Pengiriman Kapal
20 Feet	Rp 895.000,00	Rp 200.000,00	1,079608921	Rp 1.166.249,98

Biaya pengiriman pada Tabel 5.43 untuk menggunakan jenis *container* 20 feet harga pengirimannya sebesar Rp. 1.166.249,98.

5.2.3. Analisa Penentuan Harga Penjualan Per Unit Kapal Kayu Ukuran 3 GT

Untuk menentukan harga penjualan per unit produksi kapal kayu yang lebih tepat adalah menggunakan metode *full costing*. Dalam hal ini diperlukan rincian biaya material kayu, biaya material non kayu, biaya bahan perekat, biaya pengecatan, biaya variabel dan tenaga kerja. Berikut merupakan perhitungan memperoleh harga pokok produk dan harga jual produk yang dijabarkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.43 Harga Pokok Porduksi untuk 1 Unti Kapal Kayu Laminasi Mahoni dan Jati

Jenis Biaya	Nilai
Biaya Material Kayu	Rp 12.175.847,92
Biaya Material Non Kayu	Rp 1.348.500,00
Biaya Bahan Perekat	Rp 5.512.757,22
Biaya Pengecatan	Rp 835.377,78
Biaya Variabel	Rp 4.162.500,00
Biaya Tenaga Kerja	Rp 16.808.340,63
Total Biaya	Rp 40.843.323,55

Total hasil perhitungan biaya pembangunan kapal ikan dengan material kayu laminasi Mahoni dan jati ukuran 3 GT membutuhkan total biaya sebesar Rp. 40.843.323,55. Sedangkan biaya pembangunan kapal ikan pada umumnya yang didapat dari survei pembangun kapal di pasuruan sebesar Rp 30.000.000.

Untuk menentukan harga jual 1 unit kapal ikan laminasi Mahoni dan jati dengan sistem modular dibuatlah margin 15% dalam menentukannya. Berikut adalah Tabel 5.44 yang menjelaskan tentang harga jual prduksi:

Tabel 5.44 Harga Jual Produk

HPP	Rp 40.843.323,55
Keuntungan 15%	Rp 4.084.332,35
Harga Jual Produk	Rp 44.927.655,90

Lebih tingginya harga kapal ikan dengan teknologi laminasi Mahoni dan jati dengan sistem modular dikarenakan adanya material tambahan yang digunakan namun tidak digunakan pada kapal pada umumnya. Salah satu faktor yang membuat mahalnya pada pembangunan kapal ikan laminasi Mahoni dan jati dengan sistem modular adalah penggunaan lem *epoxy* dan menggunakan *stainless steel* dalam penggunaan sekrup beserta baut dalam pembangunan kapal.

5.2.4. Analisa Perbandingan Biaya Pengiriman Kapal Modular vs Konvensional

Biaya pengiriman berbeda-beda tergantung volume yang akan di kirim, maka dari itu dari perhitungan biaya yang telah dilakukan pada Tabel 5.42 didapatkan harga pengiriman yang

telah di jelaskan pada tabel tersebut. Untuk menentukan biaya pengiriman yang lebih murah dari pengiriman kapal ikan menggunakan metode modular dengan kapal ikan menggunakan metode konvensional dengan mengetahui volume barang yang akan di kirim dan di realisasikan ke dalam *container* dengan ukuran *container* tersebut. Untuk tperbandingan biaya pengiriman menggunakan *container* akan di jelaskan pada Tabel 5.45 berikut:

Tabel 5.45 Perbandingan Biaya Perbandingan Kapal Modular vs Konvensional

Jenis Kapal	Jenis <i>Container</i>	Biaya (per m3)	Biaya Tambahan	Volume Kapal	Harga Pengiriman
Kapal 3 GT Modular	20 Feet	Rp 895.000,00	Rp 200.000,00	1,4098	Rp 1.461.771,00
Kapal Konvensional	20 Feet	Rp 895.000,00	Rp 200.000,00	5,59	Rp 5.203.050,00

Dari perbandingan biaya pengiriman menggunakan *container* yang ada pada Tabel 5.45 disimpulkan bahwa kapal modular lebih murah dalam biaya pengiriman, harga pengiriman kapal modular sebesar Rp. 1.461.771 untuk ukuran *container* 20 Feet. Harga pengiriman kapal konvensional sebesar Rp. 5.203.050 untuk ukuran 20 Feet.

Perhitungan diatas dihitung melalui volume *container* yang terpakai, jika kapal modular karena keunggulannya tidak dipasang menjadi kapal utuh melainkan berbentuk modul-modul maka dapat diletakkan dengan cara ditumpuk hingga setinggi tinggi *container* dengan memberikan ruangan kosong yang telah di asumsikan akan tetapi untuk perhitungan kapal konvensional dilakukan hanya dengan menggunakan volume kapal yang diasumsikan kapal berbentuk persegi. Kapal konvensional di asumsikan berbentuk persegi dikarenakan pengambilan ruang kosong yang terlalu banyak.

5.2.5. Analisa Target Produksi dan Pendapatan

Untuk menentukan target produksi, pada produk ini diasumsikan industri galangan dapat membuat 115 kapal dalam setahun. Setelah mengetahui target produksi, selanjutnya adalah mengetahui estimasi pendapatan dari penjualan produk kapal. Besarnya pendapatan dapat diketahui dari banyaknya produk yang terjual dikalikan dengan harga produk. Dari harga produk kapal sebelumnya, untuk penjualan tahun pertama diasumsikan pembuatan kapal mencapai 80% dari target yang akan di bangun dan di dapatkan jumlah pendapatan untuk 15 tahun ke depan yang akan di jelaskan pada Tabel 5.46 dibawah ini:

Tabel 5.46 Jumlah Pendapatan Tahun 2020-2034

Tahun	Total Pendapatan
2020	Rp 4.133.344.342,80
2021	Rp 5.166.680.428,50
2022	Rp 5.425.014.449,93
2023	Rp 5.696.265.172,42
2024	Rp 5.981.078.431,04
2025	Rp 6.280.132.352,59
2026	Rp 6.594.138.970,22
2027	Rp 6.923.845.918,74
2028	Rp 7.270.038.214,67
2029	Rp 7.633.540.125,41
2030	Rp 8.015.217.131,68
2031	Rp 8.415.977.988,26
2032	Rp 8.836.776.887,67
2033	Rp 9.278.615.732,06
2034	Rp 9.794.192.277,91

Dari Tabel 5.46 didapatkan data pendapatan dari tahun 2020-2034. Dalam target pendapatan diasumsikan terjadi kenaikan pendapatan setiap tahunnya sebesar 5%. Untuk hasil rekapan dari pengeluaran pada tahun pertama hingga 15 tahun kedepan yaitu tahun 2034 akan ditunjukkan pada Tabel 5.47 berikut:

Tabel 5.47 Jumlah Pengeluaran Tahun 2020-2034

Tahun	Total Pengeluaran
2020	Rp 4.652.010.401,81
2021	Rp 4.524.285.185,05
2022	Rp 4.806.104.117,49
2023	Rp 5.336.863.106,96
2024	Rp 6.067.996.816,18
2025	Rp 6.116.644.015,41
2026	Rp 6.205.340.689,88
2027	Rp 6.298.472.198,06
2028	Rp 6.396.260.281,65
2029	Rp 6.498.937.769,43
2030	Rp 6.606.749.131,59
2031	Rp 6.719.951.061,86
2032	Rp 6.838.813.088,64
2033	Rp 6.963.618.216,77
2034	Rp 7.142.788.058,78

Uang yang keluar pada Tabel 5.47 rinciannya adalah harga pokok produksi, biaya operasional, biaya perawatan, depresiasi dan investasi ulang.

5.2.6. Analisa Kelayakan Investasi

Dalam menganalisa kelayakan pembangunan suatu perusahaan diperlukan analisa secara ekonomi, dalam hal ini yang digunakan adalah *Net Present Value*, dan *Internal rate of return*. Pada tabel dibawah ini akan dijelaskan tentang perhitungan kelayakan investasi dilakukan berdasarkan biaya investasi, biaya produksi, biaya operasional, tax, inflasi dan pendapatan. Dengan biaya investasi awal dengan nilai sebesar Rp 516.457.593 yang dibebankan 30% dari modal pribadi sebesar Rp 154.937.277,75 dan 70% merupakan pinjaman dari bank CIMB NIAGA sebesar Rp 361.520.314,75. Langkah pertama yang akan di lakukan adalah menghitung *cash flow* industri galangan kapal kayu yang akan dibangun. Untuk perhitungan *cash flow* tertera pada lampiran. Berikut adalah perhitungan NPV yang ada pada Tabel 5.48 dibawah ini:

Tabel 5.48 Perhitungan *Net Present Value*

Tahun ke- (n)	<i>Net Cashflow</i> (Rp)	Faktor Diskonto	<i>Net Present Value</i> (Rp)
0	(Rp516.457.593)	1,000	(Rp516.457.592,50)
1	Rp518.666.059	0,907	Rp470.445.405,00
2	(Rp642.395.243)	0,823	(Rp528.500.156,58)
3	(Rp618.910.332)	0,746	(Rp461.840.419,20)
4	(Rp359.402.065)	0,677	(Rp243.257.464,70)
5	(Rp86.918.385)	0,614	(Rp53.360.348,61)
6	Rp163.488.337	0,557	Rp91.036.423,58
7	Rp388.798.280	0,505	Rp196.369.551,58
8	Rp625.373.721	0,458	Rp286.490.906,99
9	Rp873.777.933	0,416	Rp363.072.778,94
10	Rp1.134.602.356	0,377	Rp427.619.695,21
11	Rp1.408.468.000	0,342	Rp481.484.604,26
12	Rp1.696.026.926	0,310	Rp525.883.524,85
13	Rp1.997.963.799	0,281	Rp561.908.807,24
14	Rp2.314.997.515	0,255	Rp590.541.136,15
15	Rp2.651.404.219	0,231	Rp613.475.143,58
Penilaian Investasi		NPV	Rp2.804.911.995,79
Metode NPV		IRR	25,08%
Layak			
Metode IRR			
Layak			

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

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

1. Berdasarkan pembangunan model kapal yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa teknologi laminasi kayu Mahoni dan Jati dengan sistem modular dapat digunakan untuk membangun kapal ikan tradisional dengan ukuran 3 GT yang di dukung oleh ketersediaan hutan produksi kayu Mahoni dan Jati yang tinggi di Jawa Timur.
2. Dalam aspek ekonomis berdasarkan hasil perhitungan biaya investasi yang diperlukan dalam pembangunan industri galangan kapal ikan laminasi kayu Mahoni dan jati dengan sistem modular sebesar **Rp 516.457.593**. Harga jual produk sebesar **Rp 44.927.655,90** lebih tinggi dari harga kapal pada umumnya sebesar **Rp 30.000.000,00**. Nilai *Net Present Value* sebesar **Rp 2.804.911.995,79**. *Payback period* terjadi dalam 9 tahun 2 bulan. Nilai IRR sebesar **25,08%** lebih besar dari bunga bank yang telah ditetapkan yakni 10,25% sehingga investasi ini layak dilakukan bila dilihat dari analisa ekonomisnya.
3. Perhitungan biaya pengiriman *prototype* kapal ikan laminasi kayu Mahoni dan jati dengan sistem modular telah dilakukan dan dibandingkan dengan kapal ikan kayu dengan metode konvensional. Harga pengiriman kapal ikan laminasi kayu Mahoni dan jati dengan sistem modular sebesar **Rp. 1.461.771**. Harga pengiriman kapal ikan dengan metode konvensional sebesar **Rp. 5.203.050** untuk ukuran 20 Feet. Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa biaya pengiriman kapal ikan laminasi kayu Mahoni dan jati dengan sistem modular lebih murah dibandingkan dengan kapal ikan kayu dengan metode konvensional.

6.2. Saran

Dalam penelitian ini terdapat beberapa saran diantaranya:

1. Perlu dilakukan analisis teknis pembuatan mal kulit dan serongan gading
2. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut terhadap proses pembuatan modular

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Astro Mesin. (2019, June 19). *Harga Mesin Bandsaw*. Retrieved from <https://astromesin.com/harga-mesin-bandsaw/>
- Badan Pusat Statistik Kota Pasuruan. (n.d.). *Badan Pusat Statistik*. Retrieved from www.pasuruankota.bps.go.id
- BIRO KLASIFIKASI INDONESIA. (2013). *RULES FOR SMALL VESSEL UP TO 24 M*. JAKARTA: BIRO KLASIFIKASI INDONESIA.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2015). *GUIDANCE FOR FRP AND WOODEN FISHING VESSEL UP TO 24 M*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Bukalapak. (2019, June 20). *Mesin Bor Tangan*. Retrieved from <https://www.bukalapak.com/p/rumah-tangga/perkakas-rumah-tangga/9lix-y-jual-promo-mesin-bor-tangan-bor-listrik-maktec-mt-606-2-arah-450-watt-10-mm-by-makita-japan>
- Bukalapak. (2019, June 19). *Mesin Serut Planner*. Retrieved from <https://www.bukalapak.com/p/industrial/mesin/mesin-lainnya/d62c01-jual-mesin-serut-planner-ketam-kayu-meja-makita-2012nb-gpthq>
- Fandi. (2011, June 6). *Jenis-jenis Sambungan Kayu*. Retrieved from fandicivilba89.com
- Febrimargadinata, M. (2017). *Analisa Teknis dan Ekonomis Pembangunan Kapal Ikan Tradisional Ukuran 20 GT dengan Teknologi Laminasi Kayu Mahoni*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Howard, J. L. (1997). *Forest product laboratory. timber production, trade, consumption, and price statistics*, 1-30.
- Kho, B. (2018, April 23). *Pengertian NPV dan Runu Nod*. Retrieved from ilmumanajemenindustri.com
- Latif, S. (2017). *ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGUNAN GALANGAN KAPAL UNTUK PRODUKSI FPU (FLOATING PRODUCTION UNIT)*. Surabaya: ITS.
- Logistik, K. (n.d.). *Kirim Barang Biaya Murah Hitung Per Kubik Atau Per Ton Bisa Layani Ke Semua Tujuan Di Indonesia*. Retrieved from <http://kliklogistics.co.id/kirim-barang-biaya-murah-hitung-per-kubik/>
- monotaro. (2019, June 19). *Maktec Gerinda Tangan*. Retrieved from https://www.monotaro.id/corp_id/s000051046.html
- Nagoro, M. W. (2010). *tarif pph badan anomali*. Jakarta, Jawa barat, Indonesia .
- Nicho. (2017, December 02). *Metode Penilaian Investasi*. Retrieved from <http://nichonotes.blogspot.com/2017/12/metode-penilaian-investasi.html>
- Patria, A. A. (2017). *ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGUNAN KAPAL IKAN TRADISIONAL UKURAN <10GT BERBAHAN KAYU UTUH DENGAN TEKNOLOGI LAMINASI KAYU MAHONI*. Surabaya: Departemen Teknik Perkapalan.
- PT Kargo Online System. (2019, June 25). *jasa cargo*. Retrieved from kargotech.com
- Rumus, F. (2019, June 20). *Rumus IRR, Internal rate of return*. Retrieved from rumus.co.id
- Sjahrir, A. (1993, Maret 22). *Prospek Ekonomi Indonesia*. Jawa Pos. Surabaya.

- Tech, K. (n.d.). *Berita logistik dan transportasi Indonesia*. Retrieved from kargo tech:
<https://kargo.tech/artikel/harga-sewa-truk-dari-surabaya/>
- Watson, L., & Dallwitz, J. (2010, Mey 07). *The Families of Flowering Plants*. Retrieved from
delta-intkey: <https://www.delta-intkey.com/angio/index.htm>
- Yap, I. K. (1996). *Peraturan Kapal Kayu*. Biro Klasifikasi Indonesia.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A PERHITUNGAN TEKNIS
LAMPIRAN B PERHITUNGAN EKONOMIS

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN TEKNIS

NO	Kapal Kayu Laminasi (BKI Vol VII; Section 1 E - Cold-Moulded Wood Construction)																									
1	Ukuran Lunas, Linggi dan Galar																									
	$ks=0,56/p$	=	0.8																							
1.1	Lunas																									
	Panjang (L) Motor Yacht	=	10 m	Index dalam Tabel	=	10																				
				<table border="1"> <tr> <td>Tinggi</td> <td>x</td> <td>Lebar</td> <td>mm</td> <td>Luas Penampang</td> <td>cm2</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td></td> <td>148</td> <td></td> <td>133.2</td> <td></td> </tr> </table>	Tinggi	x	Lebar	mm	Luas Penampang	cm2	90		148		133.2											
Tinggi	x	Lebar	mm	Luas Penampang	cm2																					
90		148		133.2																						
1.2	Linggi																									
	Panjang L	=	10 m	Index dalam Tabel	=	10																				
	Motor yacht Linggi Haluan Bawah Linggi haluan atas			<table border="1"> <tr> <td>Tinggi</td> <td>x</td> <td>Lebar</td> <td>mm</td> <td>Luas Penampang</td> <td>cm2</td> </tr> <tr> <td>75</td> <td></td> <td>75</td> <td></td> <td>56.25</td> <td></td> </tr> </table>	Tinggi	x	Lebar	mm	Luas Penampang	cm2	75		75		56.25											
Tinggi	x	Lebar	mm	Luas Penampang	cm2																					
75		75		56.25																						
1.3	Galar																									
	Panjang L	=	m	Index dalam Tabel	=	10																				
	Motor yacht			<table border="1"> <tr> <td>Tinggi</td> <td>x</td> <td>Lebar</td> <td>mm</td> <td>Luas Penampang</td> <td>cm2</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td></td> <td>50</td> <td></td> <td>30</td> <td></td> </tr> </table>	Tinggi	x	Lebar	mm	Luas Penampang	cm2	20		50		30											
Tinggi	x	Lebar	mm	Luas Penampang	cm2																					
20		50		30																						
2	Tebal Kulit, Geladak dan Sekat																									
	Faktor untuk panel ditekuk	h/s	=	0	$fk=$	1																				
					$t = 0.0425*fk*b*((pd/rm)^{0.5})$																					
		<table border="1"> <tr> <td>h/s</td> <td>fk</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1.15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.65</td> </tr> </table>	h/s	fk		1		1.15		0.65																
h/s	fk																									
	1																									
	1.15																									
	0.65																									
2.1	Kulit																									
	Motor yacht	b	=	400																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Hull area</th> <th>Thickness</th> <th>diambil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Shell Bottom</td> </tr> <tr> <td>$> 0,4 L \div fore$</td> <td>11.22122 mm</td> <td>12 mm</td> </tr> <tr> <td>$< 0,4 L \div aft$</td> <td>10.03616 mm</td> <td>12 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Shell Side (150mm diatas sarat)</td> </tr> <tr> <td>$> 0,4 L \div fore$</td> <td>9.249 mm</td> <td>12 mm</td> </tr> <tr> <td>$< 0,4 L \div aft$</td> <td>8.262944 mm</td> <td>12 mm</td> </tr> </tbody> </table>	Hull area	Thickness	diambil	Shell Bottom			$> 0,4 L \div fore$	11.22122 mm	12 mm	$< 0,4 L \div aft$	10.03616 mm	12 mm	Shell Side (150mm diatas sarat)			$> 0,4 L \div fore$	9.249 mm	12 mm	$< 0,4 L \div aft$	8.262944 mm	12 mm			
Hull area	Thickness	diambil																								
Shell Bottom																										
$> 0,4 L \div fore$	11.22122 mm	12 mm																								
$< 0,4 L \div aft$	10.03616 mm	12 mm																								
Shell Side (150mm diatas sarat)																										
$> 0,4 L \div fore$	9.249 mm	12 mm																								
$< 0,4 L \div aft$	8.262944 mm	12 mm																								
2.2	Geladak																									
	Motor yacht	b	=	700																						
	Area																									
		<table border="1"> <tr> <td>Main deck</td> <td>13.20749 mm</td> <td>15 mm</td> </tr> </table>	Main deck	13.20749 mm	15 mm																					
Main deck	13.20749 mm	15 mm																								
2.3	Sekat																									
	Motor yacht	b	=	1640																						
		<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Hull area</td> <td>Thickness</td> <td>diambil</td> </tr> <tr> <td>52.63913 mm</td> <td>60 mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>47.07999 mm</td> <td>60 mm</td> </tr> </table>	Hull area	Thickness	diambil	52.63913 mm	60 mm		47.07999 mm	60 mm																
Hull area	Thickness	diambil																								
	52.63913 mm	60 mm																								
	47.07999 mm	60 mm																								
3	Wrang, Gading dan Balok Geladak																									
	Semua Modulus Penampang yang didapatkan harus dikalikan dengan K10																									
	Ks	=	2.111111111	=	1																					
3.1	Wrang																									
	Motor yacht	e	=	400 mm																						
		l	=	0.5 m																						
	$0.045*L+0.1$	$K4$	=	0.568																						
	152/ORM	$K10$	=	2.111111111																						

$$3.21 \cdot E \cdot I^2 \cdot FV_{BW} \cdot Pd_{BM} \quad WB = 10.24136511 \text{ cm}^3$$

$$3.21 \cdot E \cdot K4^2 \cdot FV_{BW} \cdot Pd_{BM} \quad |WB(\text{min}) = 13.2164407 \text{ cm}^3$$

10.3	cm ³
13.3	cm ³

$$W = 13.3 \text{ cm}^3$$

$$W \cdot x_{K10} = 28.07777778 \text{ cm}^3$$

Index BKI Tabel 1.27

23		cm ³	
Lebar	x	Tinggi	
50		1750	mm

Index Tabel =	18.5		
Lebar	x	Tinggi	
5		175	cm
luas Penampang			
875			cm ³
Section moduli = $b \cdot h^2 / 6$			
25520.83333			cm ³

3.2 Gading

Motor yacht

$$e = 400 \text{ mm}$$

$$l = 0.4 \text{ mm}$$

$$K4 = 0.568$$

$$K10 = 2.111111111$$

$$2.18 \cdot e \cdot l^2 \cdot F_{vsf} \cdot Pd_{BM} / 1000 \quad WS = 6.83866 \text{ cm}^3$$

$$2.18 \cdot e \cdot K4^2 \cdot F_{vsf} \cdot Pd_{BM} / 1000 \quad Ws(\text{min}) = 8.825263375 \text{ cm}^3$$

6.9	cm ³
8.9	cm ³

$$W = 8.9 \text{ cm}^3$$

$$W \cdot x_{K10} = 18.78888889 \text{ cm}^3$$

Face	x	Web	
50		50	mm

Face	x	Web	
5		5	cm
luas Penampang			
25			cm
Section moduli = $b \cdot h^2 / 6$			
20.8			cm ³

Volume Material Kayu Terpasang Pada Prototype Kapal Laminasi

No	Nama Modul	Ukuran					Jumlah Piece Part	Luasan Lem m ²	Volume per kayu			Total Volume	Berat (kg)
		Jumlah	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Luasan (cm ²)	Tebal (mm)			Mahoni	Jati Rakyat	Jati TPK		
1	Wrang fr 1	1			133659.8	50	3	0.2673	0.0040	0.0013	0.0013	0.01	5.01
2	Wrang fr 3	1			164503.9	50	3	0.3290	0.0049	0.0016	0.0016	0.01	6.17
3	Wrang fr 4	1			205725.5	50	3	0.4115	0.0062	0.0021	0.0021	0.01	7.71
4	Wrang fr 5	1			243943.4	50	3	0.4879	0.0073	0.0024	0.0024	0.01	9.15
5	Wrang fr 6	1			267163.9	50	3	0.5343	0.0080	0.0027	0.0027	0.01	10.02
6	Wrang fr 8	1			296797.5	50	3	0.5936	0.0089	0.0030	0.0030	0.01	11.13
7	Wrang fr 9	1			267163.9	50	3	0.5343	0.0080	0.0027	0.0027	0.01	10.02
8	Wrang fr 10	1			259454.7	50	3	0.5189	0.0078	0.0026	0.0026	0.01	9.73
9	Wrang fr 12	1			194935.9	50	3	0.3899	0.0058	0.0019	0.0019	0.01	7.31
10	Wrang fr 13	1			154926.8	50	3	0.3099	0.0046	0.0015	0.0015	0.01	5.81
11	Wrang fr 14	1			116377.3	50	3	0.2328	0.0035	0.0012	0.0012	0.01	4.36
12	Wrang fr 16	1			160905.3	50	3	0.3218	0.0048	0.0016	0.0016	0.01	6.03
13	Wrang fr 17	1			89056.1	50	3	0.1781	0.0027	0.0009	0.0009	0.00	3.34
14	Wrang fr 18	1			84046.1	50	3	0.1681	0.0025	0.0008	0.0008	0.00	3.15
15	Gading fr 1	2			38638.5	50	6	0.1932	0.0023	0.0008	0.0008	0.00	2.90
16	Gading fr 3	2			48970.1	50	6	0.2449	0.0029	0.0010	0.0010	0.00	3.67
17	Gading fr 4	2			59301.7	50	6	0.2965	0.0036	0.0012	0.0012	0.01	4.45
18	Gading fr 5	2			78020.7	50	6	0.3901	0.0047	0.0016	0.0016	0.01	5.85
19	Gading fr 6	2			38638.5	50	6	0.1932	0.0023	0.0008	0.0008	0.00	2.90
20	Gading fr 8	2			69143.9	50	6	0.3457	0.0041	0.0014	0.0014	0.01	5.19
21	Gading fr 9	2			60883.5	50	6	0.3044	0.0037	0.0012	0.0012	0.01	4.57
22	Gading fr 10	2			58036.5	50	6	0.2902	0.0035	0.0012	0.0012	0.01	4.35
23	Gading fr 12	2			90578.0	50	6	0.4529	0.0054	0.0018	0.0018	0.01	6.79
24	Gading fr 13	2			60755.4	50	6	0.3038	0.0036	0.0012	0.0012	0.01	4.56
25	Gading fr 14	2			55924.3	50	6	0.2796	0.0034	0.0011	0.0011	0.01	4.19
26	Gading fr 16	2			30308.4	50	6	0.1515	0.0018	0.0006	0.0006	0.00	2.27
27	Gading fr 17	2			4692.6	50	6	0.0235	0.0003	0.0001	0.0001	0.00	0.35
28	Gading fr 18	2			3128.4	50	6	0.0156	0.0002	0.0001	0.0001	0.00	0.23
29	Gading fr 19	2			1564.2	50	6	0.0078	0.0001	0.0000	0.0000	0.00	0.12
31	Sekat 1	1			975090.6	50	3	1.9502	0.0293	0.0098	0.0098	0.05	36.57
32	Sekat 2	1			1170733.6	50	3	2.3415	0.0351	0.0117	0.0117	0.06	43.90
33	Sekat 3	1			1058099.0	50	3	2.1162	0.0317	0.0106	0.0106	0.05	39.68
34	Sekat 4	1			714477.5	50	3	1.4290	0.0214	0.0071	0.0071	0.04	26.79
35	Fish Hold cover	1			252000.0	30	3	0.5040	0.0025	0.0025	0.0025	0.01	5.67
36	Fore Storage cover	1			147000.0	30	3	0.2940	0.0015	0.0015	0.0015	0.00	3.31
37	Kulit kiri	1			8880000.0	30	3	17.7600	0.0888	0.0888	0.0888	0.27	199.80

38	Kulit kanan	1			8880000.0	30	3	17.7600	0.0888	0.0888	0.0888	0.27	199.80
30	Transom	1			983471.7	70	7	5.9008			0.0688	0.07	51.63
39	Lunas	1	6200	80	496000.0	80	3	0.9920			0.0397	0.04	29.76
40	Stem	1	1200	80	96000.0	8	3	0.1920			0.0077	0.01	5.76
41	Chine lock A	2	8402	50	840200.0	20	10	7.5618			0.0336	0.03	25.21
42	Chine lock B	2	9530	50	953000.0	20	10	8.5770			0.0381	0.04	28.59
43	Chine lock C	2	11924	50	1192400.0	20	10	10.7316			0.0477	0.05	35.77
44	Gunwale P&S	1	12324	90	1109160.0	50	14	14.4191			0.1109	0.11	83.19
45	Cantik-Canrtik	1			296797.5	60	7	1.7808			0.0178	0.02	13.36
Total								103.0801	0.4202	0.2611	0.6255	1.3	980.12

Volume Material Kayu Terpasang Pada Prototype Kapal Laminasi

No	Nama Modul	Jumlah	Ukuran				Jumlah Piece Part	Luasan Lem m2	Volume per kayu			Total Volume	Berat (kg)
			Panjang (mm)	Lebar (mm)	Luasan (cm ²)	Tebal (mm)			Mahoni	Jati Rakyat	Jati TPK		
1	Wrang fr 1	1			85852.2102	50	3	0.1717	0.0026	0.0009	0.0009	0.004	3.22
2	Wrang fr 2	1			99533.3544	50	3	0.1991	0.0030	0.0010	0.0010	0.005	3.73
3	Wrang fr 3	1			110442.1176	50	3	0.2209	0.0033	0.0011	0.0011	0.006	4.14
4	Wrang fr 4	1			119837.433	50	3	0.2397	0.0036	0.0012	0.0012	0.006	4.49
5	Wrang fr 5	1			128084.1714	50	3	0.2562	0.0038	0.0013	0.0013	0.006	4.80
6	Wrang fr 6	1			134720.0724	50	3	0.2694	0.0040	0.0013	0.0013	0.007	5.05
7	Wrang fr 7	1			140169.1488	50	3	0.2803	0.0042	0.0014	0.0014	0.007	5.26
8	Wrang fr 8	1			144506.006	50	3	0.2890	0.0043	0.0014	0.0014	0.007	5.42
9	Wrang fr 9	1			161673.0308	50	3	0.3233	0.0049	0.0016	0.0016	0.008	6.06
10	Wrang fr 10	1			147733.834	50	3	0.2955	0.0044	0.0015	0.0015	0.007	5.54
11	Wrang fr 11	1			150925.5952	50	3	0.3019	0.0045	0.0015	0.0015	0.008	5.66
12	Wrang fr 12	1			149887.2176	50	3	0.2998	0.0045	0.0015	0.0015	0.007	5.62
13	Wrang fr 13	1			149533.2928	50	3	0.2991	0.0045	0.0015	0.0015	0.007	5.61
14	Wrang fr 14	1			146968.9958	50	3	0.2939	0.0044	0.0015	0.0015	0.007	5.51
15	Wrang fr 15	1			143187.0942	50	3	0.2864	0.0043	0.0014	0.0014	0.007	5.37
16	Wrang fr 16	1			143187.0942	50	3	0.2864	0.0043	0.0014	0.0014	0.007	5.37
17	Wrang fr 17	1			130373.6724	50	3	0.2607	0.0039	0.0013	0.0013	0.007	4.89
18	Wrang fr 18	1			121096.0446	50	3	0.2422	0.0036	0.0012	0.0012	0.006	4.54
19	Wrang fr 19	1			109239.6714	50	3	0.2185	0.0033	0.0011	0.0011	0.005	4.10
20	Wrang fr 20	1			93959.6246	50	3	0.1879	0.0028	0.0009	0.0009	0.005	3.52
21	Wrang fr 21	1			73703.8464	50	3	0.1474	0.0022	0.0007	0.0007	0.004	2.76
22	Wrang fr 22	1			48631.907	50	3	0.0973	0.0015	0.0005	0.0005	0.002	1.82
23	Gading fr 1	2			49622.1	50	6	0.2481	0.0030	0.0010	0.0010	0.005	3.72
24	Gading fr 2	2			48394.2	50	6	0.2420	0.0029	0.0010	0.0010	0.005	3.63
25	Gading fr 3	2			47776.5	50	6	0.2389	0.0029	0.0010	0.0010	0.005	3.58
26	Gading fr 4	2			47127.8	50	6	0.2356	0.0028	0.0009	0.0009	0.005	3.53
27	Gading fr 5	2			46841.2	50	6	0.2342	0.0028	0.0009	0.0009	0.005	3.51
28	Gading fr 6	2			46673.9	50	6	0.2334	0.0028	0.0009	0.0009	0.005	3.50
29	Gading fr 7	2			46596.9	50	6	0.2330	0.0028	0.0009	0.0009	0.005	3.49
30	Gading fr 8	2			46577.5	50	6	0.2329	0.0028	0.0009	0.0009	0.005	3.49
31	Gading fr 9	2			46608.4	50	6	0.2330	0.0028	0.0009	0.0009	0.005	3.50
32	Gading fr 10	2			46608.4	50	6	0.2330	0.0028	0.0009	0.0009	0.005	3.50
33	Gading fr 11	2			46785.4	50	6	0.2339	0.0028	0.0009	0.0009	0.005	3.51
34	Gading fr 12	2			46678.4	50	6	0.2334	0.0028	0.0009	0.0009	0.005	3.50
35	Gading fr 13	2			47129.1	50	6	0.2356	0.0028	0.0009	0.0009	0.005	3.53
36	Gading fr 14	2			47387.0	50	6	0.2369	0.0028	0.0009	0.0009	0.005	3.55
37	Gading fr 15	2			47725.5	50	6	0.2386	0.0029	0.0010	0.0010	0.005	3.58

38	Gading fr 16	2			48757.6	50	6	0.2438	0.0029	0.0010	0.0010	0.005	3.66
39	Gading fr 17	2			48757.6	50	6	0.2438	0.0029	0.0010	0.0010	0.005	3.66
40	Gading fr 18	2			49541.0	50	6	0.2477	0.0030	0.0010	0.0010	0.005	3.72
41	Gading fr 19	2			50602.7	50	6	0.2530	0.0030	0.0010	0.0010	0.005	3.80
42	Gading fr 20	2			52083.2	50	6	0.2604	0.0031	0.0010	0.0010	0.005	3.91
43	Gading fr 21	2			54247.1	50	6	0.2712	0.0033	0.0011	0.0011	0.005	4.07
44	Gading fr 22	2			57737.2	50	6	0.2887	0.0035	0.0012	0.0012	0.006	4.33
45	Gading fr 23	2			51503.4	50	6	0.2575	0.0031	0.0010	0.0010	0.005	3.86
46	Sekat 1	1			970075.5928	50	3	1.9402	0.0291	0.0097	0.0097	0.049	36.38
47	Sekat 2	1			936621.5	50	3	1.8732	0.0281	0.0094	0.0094	0.047	35.12
48	Sekat 3	1			601894.3	50	3	1.2038	0.0181	0.0060	0.0060	0.030	22.57
49	Fish Hold cover	1			252000.0	30	3	0.5040	0.0076	0.0025	0.0025	0.013	9.45
50	Fore Storage cover	1			147000.0	30	3	0.2940	0.0044	0.0015	0.0015	0.007	5.51
51	Kulit kiri	1			8880000.0	15	3	17.7600	0.0444	0.0444	0.0444	0.133	99.90
52	Kulit kanan	1			8880000.0	15	3	17.7600	0.0444	0.0444	0.0444	0.133	99.90
53	Transom	1			983471.7	70	7	5.9008			0.0688	0.069	51.63
54	Lunas	1	10000	80	800000.0	80	3	1.6000			0.0640	0.064	48.00
55	Chine lock A	2	10402	50	1040200.0	20	10	9.3618			0.0416	0.042	31.21
56	Chine lock B	2	11530	50	1153000.0	20	10	10.3770			0.0461	0.046	34.59
57	Chine lock C	2	12924	50	1292400.0	20	10	11.6316			0.0517	0.052	38.77
58	Gunwale P&S	1	14324	90	1289160.0	50	3	2.5783			0.0645	0.064	48.34
59	Cantik-Canrtik	1			296797.5	60	3	0.5936			0.0178	0.018	13.36
Total								94.4536	0.3253	0.1676	0.5222	1.015	761.36

Perhitungan Jam Orang

No	Nama Pekerjaan	Persiapan	Fabrikasi	Assembly	Finishing	Total
		Realita	Realita	Realita	Realita	
1	Kulit ljr A-P (FP)	1	8	2	0	11
2	Kulit ljr A-P (AP)	1	8	1.5		10.5
3	Kulit ljr A-S (AP)	1	8	1.5		10.5
4	Kulit ljr A-S (FP)	1	8	2		11
5	Kulit ljr B-P (FP)	1	8	2		11
6	Kulit ljr B-P (MS)	1	8	1		10
7	Kulit ljr B-P (AP)	1	8	1.5		10.5
8	Kulit ljr B-P (FP)	1	8	2		11
9	Kulit ljr B-P (MS)	1	8	1		10
10	Kulit ljr B-P (AP)	1	8	1.5		10.5
11	Kulit ljr C-P (FP)	1	8	2		11
12	Kulit ljr C-P (AP)	1	8	1.5		10.5
13	Kulit ljr C-S (FP)	1	8	2		11
14	Kulit ljr C-S (AP)	1	8	1.5		10.5
5	Kulit ljr D-P (FP)	1	8	2		11
6	Kulit ljr D-P (MS)	1	8	1		10
7	Kulit ljr D-P (AP)	1	8	1.5		10.5
8	Kulit ljr D-P (FP)	1	8	2		11
9	Kulit ljr D-P (MS)	1	8	1		10
10	Kulit ljr D-P (AP)	1	8	1.5		10.5
15	Wrang 1	1	4.5	0.25		5.75
16	Wrang 2	1	4.5	0.25		5.75
17	Wrang 3	1	4.5	0.25		5.75
18	Wrang 4	1	4.5	0.25		5.75
19	Wrang 5	1	5	0.25		6.25
20	Wrang 6	1	6.5	0.25		7.75
21	Wrang 7	1	6.5	0.25		7.75
22	Wrang 8	1	8	0.25		9.25
23	Wrang 9	1	8	0.25		9.25
24	Wrang 10	1	8	0.25		9.25
25	Wrang 11	1	8	0.25		9.25
26	Wrang 12	1	7	0.25		8.25
27	Wrang 13	1	6.5	0.25		7.75
28	Wrang 14	1	5	0.25		6.25
29	Wrang 15	1	5	0.25		6.25
30	Wrang 16	1	5	0.25		6.25
31	Wrang 17	1	3.2	0.25		4.45
32	Wrang 18	1	3	0.25		4.25
33	Gading 1 S	1	1.5	0.25		2.75
34	Gading 1 P	1	1.5	0.25		2.75
35	Gading 2 S	1	1.5	0.25		2.75
36	Gading 2 P	1	1.5	0.25		2.75
37	Gading 3 S	1	1.5	0.25		2.75
38	Gading 3 P	1	1.5	0.25		2.75
39	Gading 4 S	1	1.5	0.25		2.75
40	Gading 4 P	1	1.5	0.25		2.75
41	Gading 5 S	1	1.5	0.25		2.75
42	Gading 5 P	1	1.5	0.25		2.75
43	Gading 6 S	1	1.5	0.25		2.75
44	Gading 6 P	1	1.5	0.25		2.75
45	Gading 7 S	1	1.5	0.25		2.75

46	Gading 7 P	1	1.5	0.25		2.75
47	Gading 8 S	1	1.5	0.25		2.75
48	Gading 8 P	1	1.5	0.25		2.75
49	Gading 9 S	1	1.5	0.25		2.75
50	Gading 9 P	1	1.5	0.25		2.75
51	Gading 10 S	1	1.5	0.25		2.75
52	Gading 10 P	1	1.5	0.25		2.75
53	Gading 11 S	1	1.5	0.25		2.75
54	Gading 11 P	1	1.5	0.25		2.75
55	Gading 12 S	1	1.5	0.25		2.75
56	Gading 12 P	1	1.5	0.25		2.75
57	Gading 13 S	1	1.5	0.25		2.75
58	Gading 13 P	1	1.5	0.25		2.75
59	Gading 14 S	1	1.5	0.25		2.75
60	Gading 14 P	1	1.5	0.25		2.75
61	Gading 15 S	1	1.5	0.25		2.75
62	Gading 15 P	1	1.5	0.25		2.75
63	Gading 16 S	1	1.5	0.25		2.75
64	Gading 16 P	1	1.5	0.25		2.75
65	Gading 17 S	1	1.5	0.25		2.75
66	Gading 17 P	1	1.5	0.25		2.75
67	Gading 18 S	1	1.5	0.25		2.75
68	Gading 18 P	1	1.5	0.25		2.75
69	Transom	2	32	3		37
70	Sekat 1	2	12	2		16
71	Sekat 2	2	12	2		16
72	Sekat 3	2	12	2		16
73	Sekat 4	2	12	2		16
74	Fish Hold cover	0	0	0		0
75	Fore Storage cover	0	0	0		0
76	Lunas Belakang	3	8	1		12
77	Lunas Depan	3	8	1		12
78	Stem	4	12	1.5		17.5
79	Chine lock 1 AP-S	2	6.5	0.5		9
80	Chine lock 1 FP-S	2	6.5	0.5		9
81	Chine lock 1 AP-P	2	6.5	0.5		9
82	Chine lock 1 FP-P	2	6.5	0.5		9
83	Chine lock 2 AP-S	2	6.5	0.5		9
84	Chine lock 2 MS-S	2	6.5	0.5		9
85	Chine lock 2 FP-S	2	6.5	0.5		9
86	Chine lock 2 AP-P	2	6.5	0.5		9
87	Chine lock 2 MS-P	2	6.5	0.5		9
88	Chine lock 2 FP-P	2	6.5	0.5		9
89	Chine lock 3 AP-s	2	6.5	0.5		9
90	Chine lock 3 MS-s	2	6.5	0.5		9
91	Chine lock 3 FP-s	2	6.5	0.5		9
92	Chine lock 3 AP-P	2	6.5	0.5		9
93	Chine lock 3 MS-P	2	6.5	0.5		9
94	Chine lock 3 FP-P	2	6.5	0.5		9
95	Gunwale P	4	6	1		11
96	Gunwale S	4	6	1		11
97	Cantik-Canrtik	6	4	16		26
TOTAL		140	544.7	86	0	770.7

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN EKONOMIS

No	Jenis Kayu	quantity	Ukuran			Total
			Diameter	Panjang	Volume(m ³)	
Lokasi 1	Jati TPK	10	22	290	1.102	Rp 10,716,000.00
Lokasi 2	Jati	1	25	210	0.103	Rp 64,900.00
		2	25	200	0.196	Rp 1,221,000.00
		1	25	150	0.074	Rp 456,500.00
	Mahoni	1	33	200	0.171	Rp 646,000.00
		1	32	200	0.161	Rp 612,000.00
		1	30	200	0.141	Rp 544,000.00
Lokasi 3	Mahoni	1	33	400	0.342	Rp 874,000.00
		1	34	400	0.363	Rp 943,000.00
Lokasi 4	Jati	2	25	250	0.245	Rp 2,500,000.00
Total					2.8979845	Rp 18,577,400.00

HARGA KAYU

Pembelian				
No	Nama	Volume Total	Harga Keseluruhan	Harga Rata-rata/m3
1	Jati TPK	1.102	Rp 10,716,000.00	Rp 9,725,673.564
2	Jati Rakyat	0.618	Rp 4,242,400.00	Rp 6,862,642.807
3	Mahoni	1.178	Rp 3,619,000.00	Rp 3,072,231.829

BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL IKAN LAMINASI MAHONI DAN JATI PROTOTYPE

1. Biaya Material Kayu

Biaya Material Kayu					
Nama	Terpasang (m ³)	Waste Material	Kebutuhan(m ³)	Harga/m ³	Total (Rp)
Mahoni	0.420	56%	0.656	Rp 3,072,231.83	Rp 2,013,965.84
Jati Rakyat	0.261		0.407	Rp 6,862,642.81	Rp 2,795,610.02
Jati TPK	0.625		0.976	Rp 10,716,000.00	Rp 10,456,177.18
Total Biaya Material Kayu					Rp 15,265,753.04

18577400

2. Biaya Lem Epoxy

Biaya Kebutuhan Lem		
Nama	Jumlah	Satuan
Harga/Kg	Rp 110,000.00	rupiah
Coverage Area (m ² /kg)	0.5	m ² /kg
Biaya Lem/m ²	55000	rupiah/m ²
berat lem dibutuhkan per-m2	0.5	kg/m ²
Total Luasan Lem	103.0801402	m ²
Berat Lem	51.54007008	kg
Total Biaya Lem	Rp 5,669,407.71	rupiah

3. Biaya Material Non Kayu

Nama	Jumlah	Satuan	Harga	Total
Paku	5	kg	Rp 18,500.00	Rp 92,500.00
Stud Bolt M12	8	pcs	Rp 90,000.00	Rp 720,000.00
Sekrup	1	pack	Rp 250,000.00	Rp 250,000.00
Baut M12	44	Pcs	Rp 4,000.00	Rp 176,000.00
O Ring	44	kg	Rp 2,500.00	Rp 110,000.00
Total Biaya Material Non Kayu				Rp 1,348,500.00

4. Biaya Coating

Nama	Luasan Cat	Aplikasi cat (L/m2)	Kebutuhan (L)	Harga	Total
Primer coating	35.52	9	3.95	Rp 100,000.00	Rp 394,666.67
Anti Fouling	11.84	9	1.32	Rp 85,000.00	Rp 111,822.22
Top Coating	23.68	9	2.63	Rp 125,000.00	Rp 328,888.89
Total Biaya Coating					Rp 835,377.78

5. Biaya Variable

Jenis	Nama	Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Total
Consumable	Thinner	5	liter	Rp 25,500.00	Rp 127,500.00
	Sandisk	10	buah	Rp 8,000.00	Rp 80,000.00
	Kapi	4	buah	Rp 15,000.00	Rp 60,000.00
	Selotip	4	buah	Rp 10,000.00	Rp 40,000.00
	masker	20	buah	Rp 1,500.00	Rp 30,000.00
	sarung tangan	5	buah	Rp 15,000.00	Rp 75,000.00
Jasa/sewa	Gergaji Bandsaw	1	Paket	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00
	Sewa Motor roda 3	1	kali jalan	Rp 100,000.00	Rp 100,000.00
	Sewa Truck	1	kali jalan	Rp 3,000,000.00	Rp 3,000,000.00
Total Biaya Variable					Rp 4,012,500.00

6. Biaya Tetap/Pokok

Nama	Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Total
------	--------	--------	--------------	-------

Jig	1	Set	Rp 1,400,000.00	Rp 1,400,000.00
Mesin Planer	1	Buah	Rp 13,000,000.00	Rp 13,000,000.00
Gergaji Tangan	2	Buah	Rp 60,000.00	Rp 120,000.00
Hand Planner	1	Buah	Rp 300,000.00	Rp 300,000.00
Palu	2	Buah	Rp 50,000.00	Rp 100,000.00
Alat Pahat	2	Buah	Rp 60,000.00	Rp 120,000.00
Klem C	18	Buah	Rp 60,000.00	Rp 1,080,000.00
Klem F	8	Buah	Rp 80,000.00	Rp 640,000.00
Span Screw	1	Buah	Rp 120,000.00	Rp 120,000.00
Siku Stainless	40	Buah	Rp 8,000.00	Rp 320,000.00
Total Biaya Tetap				Rp 17,200,000.00

7. Biaya Tenaga Kerja

Biaya Tenaga Kerja			
Item Pekerjaan	Kebutuhan JO	Biaya per Jam	Total
Preparation	140		Rp 3,150,000.00
Fabrication	545	Rp 22,500.00	Rp 12,262,500.00
Assembly	86		Rp 1,935,000.00
Overhead 10%			Rp 1,734,750.00
Total Biaya Tenaga Kerja			Rp 19,082,250.00

Harga Pokok Produksi

Jenis Biaya	Nilai
Biaya Material Kayu	Rp 18,577,400.00
Biaya Material Non Kayu	Rp 1,348,500.00
Biaya Bahan Perekat	Rp 5,669,407.71
Biaya Pengecatan	Rp 835,377.78
Biaya Variabel	Rp 4,012,500.00
Biaya Tenaga Kerja	Rp 19,082,250.00
Total Biaya	Rp 49,525,435.49

Estimasi Harga Jual Produk

HPP	Rp 49,525,435.49
Keuntungan 15%	Rp 4,952,543.55
Harga Jual Produk	Rp 54,477,979.04

BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL IKAN LAMINASI MAHONI DAN JATI 3GT

1. Biaya Material Kayu

Nama	Terpasang (m ³)	Waste Material	Kebutuhan(m ³)	Harga/m ³	Total (Rp)
Mahoni	0.325	20%	0.390	3,072,232	Rp 1,199,390.14
Jati Rakyat	0.168		0.201	6,862,643	Rp 1,380,573.90
Jati TPK	0.522		0.627	9,725,674	Rp 6,094,221.88
Total Biaya Material Kayu					Rp 8,674,185.91

2. Biaya Lem Epoxy

Biaya Kebutuhan Lem		
Nama	Jumlah	Satuan
Harga/Kg	Rp 110,000.00	rupiah
Coverage Area (m ² /kg)	0.5	m ² /kg
Biaya Lem/m ²	55000	rupiah/m ²
berat lem dibutuhkan per-m2	0.5	kg/m ²
Total Luasan Lem	94.45362938	m ² /kg
Berat Lem	47.22681469	kg/m ²
Total Biaya Lem	Rp 5,194,949.62	rupiah

3. Biaya Material Non Kayu

Nama	Jumlah	Satuan	Harga	Total
Paku	5	kg	Rp 18,500.00	Rp 92,500.00
Stud Bolt M12	8	pcs	Rp 90,000.00	Rp 720,000.00
Sekrup	1	pack	Rp 250,000.00	Rp 250,000.00
Baut M12	44	Pcs	Rp 4,000.00	Rp 176,000.00
O Ring	44	kg	Rp 2,500.00	Rp 110,000.00
Total Biaya Material Non Kayu				Rp 1,348,500.00

4. Biaya Coating

Nama	Luasan Cat	Aplikasi cat (L/m2)	Kebutuhan (L)	Harga	Total
Primer coating	35.52	9	3.95	Rp 100,000.00	Rp 394,666.67
Anti Fouling	11.84	9	1.32	Rp 85,000.00	Rp 111,822.22
Top Coating	23.68	9	2.63	Rp 125,000.00	Rp 328,888.89
Total Biaya Coating					Rp 835,377.78

5. Biaya Variable

Jenis	Nama	Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Total
Consumable	Thinner	5	liter	Rp 25,500.00	Rp 127,500.00
	Sandisk	10	buah	Rp 8,000.00	Rp 80,000.00
	Kapi	4	buah	Rp 15,000.00	Rp 60,000.00
	Selotip	4	buah	Rp 10,000.00	Rp 40,000.00
	masker	20	buah	Rp 1,500.00	Rp 30,000.00
	sarung tangan	5	buah	Rp 15,000.00	Rp 75,000.00
Jasa/sewa	Gergaji Bandsaw	1	Paket	Rp 250,000.00	Rp 250,000.00
Total Biaya Variable					Rp 662,500.00

6. Biaya Tetap/Pokok

Nama	Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Total
Jig	1	Set	Rp 1,400,000.00	Rp 1,400,000.00

Mesin Planer	1	Buah	Rp 13,000,000.00	Rp 13,000,000.00
Gergaji Tangan	2	Buah	Rp 60,000.00	Rp 120,000.00
Hand Planner	1	Buah	Rp 300,000.00	Rp 300,000.00
Palu	2	Buah	Rp 50,000.00	Rp 100,000.00
Alat Pahat	2	Buah	Rp 60,000.00	Rp 120,000.00
Klem C	18	Buah	Rp 60,000.00	Rp 1,080,000.00
Klem F	8	Buah	Rp 80,000.00	Rp 640,000.00
Span Screw	1	Buah	Rp 120,000.00	Rp 120,000.00
Siku Stainless	40	Buah	Rp 8,000.00	Rp 320,000.00
Total Biaya Tetap				Rp 17,200,000.00

7. Biaya Tenaga Kerja

Biaya Tenaga Kerja			
Item Pekerjaan	Kebutuhan JO	Biaya per Jam	Total
Preparatiom	27.52	Rp 22,500.00	Rp 619,200.00
Fabrication	128.5		Rp 2,891,250.00
Assembly	34.5		Rp 776,250.00
Finishing	8.15		Rp 183,375.00
Overhead 10%			Rp 447,007.50
Total Biaya Tenaga Kerja			Rp 4,917,082.50

	Efektif	Tidak Efektif
Volume Kapal	1.015	1.015
Volume/	0.00498	0.00169
kebutuhan JO	205.0	602.0
Biaya/JO	Rp 22,500.00	Rp 22,500.00
Total Biaya	Rp 4,612,500.00	Rp 13,545,000.00

Harga Pokok Produksi

Jenis Biaya	Nilai	
Biaya Material Kayu	Rp 8,674,185.91	
Biaya Material Non Kayu	Rp 1,348,500.00	
Biaya Bahan Perekat	Rp 5,194,949.62	Rp 4,644,949.62
Biaya Pengecatan	Rp 835,377.78	
Biaya Variabel	Rp 662,500.00	
Biaya Tenaga Kerja	Rp 4,612,500.00	Rp 3,370,500.00
Total Biaya	Rp 21,328,013.31	Rp 18,700,635.53

Estimasi Harga Jual Produk

HPP	Rp 21,328,013.31	Rp 18,700,635.53
Keuntungan 15%	Rp 2,132,801.33	Rp 2,805,095.33
Harga Jual Produk	Rp 23,460,814.64	Rp 21,505,730.86

No	Nama	Volume Pembelian	Volume Terpakai	Sisa		Kerugian
				m ³	%	
1	Jati TPK	1.10	0.62	0.484	44%	Rp 4,707,448.02
2	Jati Rakyat	0.62	0.26	0.357	58%	Rp 2,450,342.29
3	Mahoni	1.18	0.42	0.758	64%	Rp 2,327,996.26
Total		2.90	1.30	1.599	55%	Rp 9,485,786.56

PROTOTYPE

No	Nama	Volume Pembelian	Volume Terpakai	Sisa		Kerugian
				m ³	%	
1	Jati TPK	0.50	0.33	0.179	35%	Rp 1,737,977.87
2	Jati Rakyat	0.26	0.17	0.092	36%	Rp 634,108.20
3	Mahoni	0.91	0.59	0.322	35%	Rp 990,487.54
Total		1.67	1.08	0.594	55%	Rp 3,362,573.60

KAPAL IKAN 3 GT

Deskripsi	Tahun (Rupiah)								
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
	0	1	2	3	4	5	6	7	
Dana Awal									
Modal Sendiri	Rp154,937,278								
Pinjaman	Rp361,520,315								
Investasi									
Total biaya pembangunan dan instalasi	(Rp373,697,500)								
Total biaya peralatan dan mesin	(Rp105,470,093)								
Total perkakas kantor dan APD	(Rp37,290,000)								
Total	(Rp516,457,593)								
Uang Masuk									
Pendapatan		Rp4,133,344,343	Rp5,166,680,429	Rp5,425,014,450	Rp5,696,265,172	Rp5,981,078,431	Rp6,280,132,353	Rp6,594,138,970	
Uang Keluar									
Harga Pokok Produk		(Rp2,348,491,104)	(Rp4,696,982,208)	(Rp4,931,831,319)	(Rp4,943,573,774)	(Rp4,955,903,352)	(Rp4,968,849,410)	(Rp4,982,442,770)	
Biaya Operasional		(Rp1,130,352,915)	(Rp1,130,352,915)	(Rp1,130,352,915)	(Rp1,130,352,915)	(Rp1,130,352,915)	(Rp1,130,352,915)	(Rp1,130,352,915)	
Biaya Perawatan		(Rp7,138,005)	(Rp7,138,005)	(Rp7,138,005)	(Rp7,138,005)	(Rp7,138,005)	(Rp7,138,005)	(Rp7,138,005)	
Cash Flow (aktivitas operasional)	(Rp516,457,593)	Rp647,362,319	(Rp667,792,699)	(Rp644,307,788)	(Rp384,799,521)	(Rp112,315,841)	Rp173,792,024	Rp474,205,281	
Depresiasi		(Rp30,987,456)	(Rp30,987,456)	(Rp30,987,456)	(Rp30,987,456)	(Rp30,987,456)	(Rp30,987,456)	(Rp30,987,456)	
Pajak 25% (cash flow-depresiasi)	25.00%	(Rp154,093,716)	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	(Rp35,701,142)	(Rp110,804,456)	
Investasi Ulang (aktivitas investasi)		(Rp5,590,000)	(Rp5,590,000)	(Rp5,590,000)	(Rp5,590,000)	(Rp5,590,000)	(Rp5,590,000)	(Rp5,590,000)	
Free Cash Flow		Rp518,666,059	(Rp642,395,243)	(Rp618,910,332)	(Rp359,402,065)	(Rp86,918,385)	Rp163,488,337	Rp388,798,280	
Kumulatif	(Rp516,457,593)	Rp2,208,467	(Rp640,186,777)	(Rp1,259,097,109)	(Rp1,618,499,175)	(Rp1,705,417,560)	(Rp1,541,929,223)	(Rp1,153,130,942)	

Perhitungan Net Present Value

Nilai Investasi	(Rp516,457,593)
Umur Ekonomis	15
Nilai Akhir Industri	51645759.25
Tingkat Diskonto (i)	10.25%
Faktor Diskonto	$1 / (1+i)^n$

Tahun ke- (n)	<i>Net Cashflow</i> (Rp)	Faktor Diskonto	<i>Net Present Value</i> (Rp)
0	(Rp516,457,593)	1.000	(Rp516,457,592.50)
1	Rp518,666,059	0.907	Rp470,445,405.00
2	(Rp642,395,243)	0.823	(Rp528,500,156.58)
3	(Rp618,910,332)	0.746	(Rp461,840,419.20)
4	(Rp359,402,065)	0.677	(Rp243,257,464.70)
5	(Rp86,918,385)	0.614	(Rp53,360,348.61)
6	Rp163,488,337	0.557	Rp91,036,423.58
7	Rp388,798,280	0.505	Rp196,369,551.58
8	Rp625,373,721	0.458	Rp286,490,906.99
9	Rp873,777,933	0.416	Rp363,072,778.94
10	Rp1,134,602,356	0.377	Rp427,619,695.21
11	Rp1,408,468,000	0.342	Rp481,484,604.26
12	Rp1,696,026,926	0.310	Rp525,883,524.85
13	Rp1,997,963,799	0.281	Rp561,908,807.24
14	Rp2,314,997,515	0.255	Rp590,541,136.15
15	Rp2,651,404,219	0.231	Rp613,475,143.58

Penilaian Investasi **NPV** **Rp2,804,911,995.79**

Metode NPV **IRR** **25.08%**

Layak

Metode IRR

Layak

BIODATA PENULIS



Ivanda Wino Maditiara, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Surabaya pada 3 Agustus 1995 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Al-Muslim, kemudian melanjutkan ke SDS Al- Muslim I, SMPN 1 Waru dan SMAN 1 Waru. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui jalur SNMPTN tulis.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Industri Perkapalan. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen Kewirausahaan BEM FTK ITS 2014/2015.

Email: ivandawinomaditiara@yahoo.com