TUGAS AKHIR – MN 184802

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI LAMBUNG KAPAL IKAN

Genta Bayu Raharja
NRP 04111340000066

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 PENGGUNAAN LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI LAMBUNG KAPAL IKAN

Genta Bayu Raharja
NRP 04111340000066

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 ECONOMICAL ANALYSIS OF THE LAMINATED MAHOGANY AND TEAK AS CONSTRUCTION MATERIALS FOR FISHING VESSELS

Genta Bayu Raharja
NRP 04111340000066

Supervisor
Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc

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

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI LAMBUNG KAPAL IKAN

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:

GENTA BAYU RAHARJA
NRP 04111340000066

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing

Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc
NIP 19610914 198701 1001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan

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

SURABAYA, 3 JULI 2016

LEMBAR REVISI

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI LAMBUNG KAPAL IKAN

TUGAS AKHIR
Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 02 Juli 2019

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

Oleh:

GENTA BAYU RAHARJA
NRP 04111340000066

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. .....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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

SURABAYA, JULI 2019

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas rahmatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul " **Analisa Teknis Dan Ekonomis Penggunaan Laminasi Kayu Mahoni Dan Jati Sebagai Bahan Konstruksi Lambung Kapal Ikan** " yang merupakan salah satu syarat kelulusan pada Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

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

1. Bapak Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc. selaku dosen pembimbing, atas ilmu dan kesabarannya dalam mengarahkan dan *member*i nasehat kepada Penulis selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Ibu Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T. selaku koordinator bidang studi Industri Perkapalan, terima kasih atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan selama ini.
3. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M. Sc., Ph. D. selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS.
4. Bapak Dr.Ir. Heri Supomo, M.Sc. yang telah membantu penulis dalam proses pembangunan model kapal di Laboratorium Teknologi Produksi dan Manajemen Perkapalan.
5. Kedua orang tua yang tiada henti-hentinya mendoakan Penulis dan *member*ikan dukungan baik moril maupun materiil.
6. Bapak Supardi dan Mas Joko Iswanto yang telah membantu Penulis dalam persiapan spesimen uji dan pembagunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati di Laboratorium Teknologi Produksi dan Manajemen Perkapalan.
7. Bapak Fairil, Mas Agil, dan Bapak Didik yang telah membantu Penulis dalam pelaksanaan pengujian di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan.
8. Teman-teman seperjuangan Ivanda Wino Maditiara yang senantiasa menemani saya dalam pembuatan model kapal dan saling *member*ikan dukungan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
9. Aprilia Nur Azizah, terima kasih atas waktu, perhatian, dan dukungan yang tiada henti-hentinya diberikan kepada Penulis hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman angkatan 2013 (SUBMARINE-P53) yang telah menemani dan *member*ikan dukungan sejak menjadi mahasiswa baru sampai penulis lulus.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik dari segi pembahasan maupun penyusunan didalamnya. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi perkembangan positif dimasa yang akan datang.

Besar harapan penulis bahwa laporan Tugas Akhir ini dapat *member*ikan informasi dan manfaat yang seluas-luasnya bagi pembaca pada khususnya dan mahasiswa Teknik Perkapalan pada umumnya.

Surabaya, 25 Januari

Genta Bayu Raharja

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI LAMBUNG KAPAL IKAN

Nama Mahasiswa	:	Genta Bayu Raharja
NRP	:	04111340000066
Departemen / Fakultas	:	Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing	:	Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc,

.

ABSTRAK

Semakin mahalnya kayu Jati menyebabkan mahalnya harga kapal ikan berbahan Kayu Jati utuh sehingga diperlukan material pengganti Kayu Jati utuh sebagai bahan utama pembuatan kapal ikan. Pembangunan kapal ikan secara tradisional mengakibatkan turunnya kualitas material yang digunakan akibat perlakuan panas pada kayu sehingga teknologi kayu laminasi dengan tanpa perlakuan dingin menjadi salah satu solusi untuk mempertahankan dan memperkuat material kayu. Kayu Mahoni adalah salah satu kayu yang bisa dijadikan alternatif bahan pembuatan kapal ikan menurut Biro Klasifikasi Indonesia, namun sebagian masyarakat beranggapan bahwa Kayu Mahoni tidak cocok dijadikan pengganti Kayu Jati karena perbedaan tingkat keawetan kayu terhadap air laut sehingga akan dilakukan penelitian laminasi Kayu Mahoni dan Jati sebagai bahan pembuatan Kapal Ikan. Pada penelitian ini dilakukan Pengujian tarik dan tekuk sesuai dengan standar ASTM untuk material laminasi. Berdasarkan hasil pengujian material laminasi Kayu Mahoni dan Jati memiliki rata-rata kuat tarik sebesar 96,56Mpa dan uat tekuk sebesar 72,38Mpa serta berat jenis 0,82gr/cm2 sehingga menurut peraturan Biro Klasifikasi Indonesia material laminasi Kayu Mahoni dan Jati memenuhi kuat tarik dan kuat tekuk minimum, memiliki kelompok kuat laminasi F1, setara kayu dengan Kelas Kuat II dan Kelas Awet III, dan dapat digunakan untuk keseluruhan bagian konstruksi kapal.. Dari aspek ekonomis diperkirakan biaya penjualan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT dibutuhkan biaya sebesar Rp. 44,927,655.90

Kata kunci:, Kayu, Laminasi, Mahoni, Jati

TECHNICAL AND ECONOMICAL ANALYSIS OF THE LAMINATED MAHOGANY AND TEAK AS CONSTRUCTION MATERIALS FOR FISHING VESSELS

Author	: Genta Bayu Raharja
Student Number	: 04111340000066
Department / Faculty	: Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor	: Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc,

ABSTRACT

The increasingly high quality of teak wood causes the high price of fishing vessels made from intact teak wood so that it is necessary to replace intact teak wood as the main ingredient in fishing boats. Traditional construction of fishing boats has resulted in a decrease in the quality of the material used due to heat treatment of wood so that laminated wood technology with no cold treatment is one solution to maintain and strengthen wood material. Mahogany wood is one of the wood that can be used as an alternative material for fishing boats according to the Indonesian Classification Bureau, but some people assume that Mahogany is not suitable as a substitute for teak wood due to differences in the durability of wood to seawater so that it will be researched material for making Fish Ships. In this study carried out tensile and bending tests in accordance with ASTM standards for laminated material. Based on the results of testing the laminate material of Mahogany and Teak has an average tensile strength of 96.56 MPa and buckling strength of 72.38 MPa and specific gravity of 0.82 gr / cm2 so according to the regulations of the Indonesian Classification Bureau the laminate material of Mahogany and Teak meets strong tensile and minimum buckling strength, has a strong F1 lamination group, wood equivalent with strong class II and durable III class, and can be used for the entire construction section of the ship. From the economic aspect it is estimated that the cost of Rp. 44,927,655.90

Keywords: Construction, Wood, Lamination, Mahogany, Teak

DAFTAR ISI

LEMBAR REVISI iv
HALAMAN PERUNTUKAN v
KATA PENGANTAR vi
ABSTRAK viii
ABSTRACT ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR SIMBOL xvi
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 3
1.6. Hipotesis 3
Bab 2 STUDI LITERATUR 5
2.1. Kapal Penangkap Ikan 5
2.2. Kelas Kuat dan Kelas Awet Kayu 7
2.3. Karakteristik Kayu Mahoni 8
2.4. Karakteristik Kayu Jati 9
2.5. Kayu Laminasi Kayu Mahoni 12
2.6. Standar Uji Tarik Material Kayu Laminasi ASTM D-3500 dan D-3043 12
2.7. Peraturan Material Non-Metal Sesuai dengan BKI Untuk Kayu Laminasi 14
2.7.1. Ketentuan Umum 14
2.7.2. Sambungan Lapisan Papan Laminasi dengan *Scraft Joint* 16
2.7.3. Kelas Kuat 17
2.8. Peraturan Kapal Kapal Kecil ≤ 24m 18
2.9. Perhitungan Gross Tonnage (GT) Untuk Kapal Perikanan 28
Bab 3 METODOLOGI 31
3.1. Pembuatan Spesimen Uji dan Pengujian Material Laminasi 31
3.1.1. Alat dan bahan 31
3.1.2. Pemilihan Kayu 31
3.1.3. Pengolahan Material Menjadi Papan Laminasi 32
3.1.4. Pembuatan Spesimen Uji 33
3.1.5. Pengujian Tarik 34
3.1.6. Pengujian Tekuk 34
3.2. Survei Lapangan 35
3.3. Pemilihan Lokasi 35
3.3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kegiatan Survei 35
3.4. Perancangan dan Pembuatan *Prototype* Kapal Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT 36

3.5. Analisa Teknis 37
3.6. Analisa Ekonomis 37
3.7. Bagan Alir Penelitian 38
Bab 4 Pengujian Material Dan Hasil Survei 41
4.1. Pendahuluan 41
4.2. Pengujian Tarik 41
4.2.1. Hasil Pengujian Tarik 41
4.2.2. Hasil Pengujian Tekuk 43
4.3. Survei Pembangunan Kapal Ikan Tradisional 44
4.3.1. Lokasi dan Waktu Survei 44
4.3.2. Hasil Survei 44
Bab 5 Perancangan dan Pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT 50
5.1. Pendahuluan 50
5.2. Tahap Desaim 50
5.2.1. Penentuan Ukuran Utama 50
5.2.2. Pembuatan *Linesplan* 51
5.2.3. Pembuatan General Arrangement 51
5.2.4. Perhitungan Konstruksi 52
5.3. Tahap Persiapan 53
5.3.1. Pemilihan Material 53
5.3.2. Pemotongan Log Kayu 54
5.3.3. Tahap Penipisan Kayu 55
5.3.4. Pembuatan Jig/dudukan 56
5.4. Tahap Fabrikasi 56
5.4.1. Pembuatan *Mock-up*/Mal 56
5.4.2. Pembuatan Modul Wrang Sebagai Cetakan 57
5.4.3. Pembuatan Modul *Chinelock* 58
5.4.4. Pembuatan Modul Lunas dan stem 60
5.4.5. Pembuatan Modul Kulit 62
5.4.6. Pembuatan Modul Transom dan Sekat 63
5.5. Tahap Assembly 64
5.5.1. Pemasangan Modul Gading dan Wrang 64
5.5.2. Pemasangan *Chinelock* 65
5.5.3. Pemasangan Modul Lunas 66
5.5.4. Pemasangan Cantik-cantik 68
5.5.5. Pemasangan Modul Kulit 69
5.5.6. Pembalikan Kapal 70
5.5.7. Pemasangan Modul Transom 72
5.5.8. Tahap Finsihing 73
5.6. Biaya Material Untuk Pembangunan Kapal *Prototype* 74
5.6.1. Harga Kayu Berdasarkan Pembelian Material 74
5.6.2. Penggunaan Material Kayu 75
5.6.3. Material Sisa 75
5.6.4. Material Non-kayu dan *Fastener* 76
5.7. Produktifitas dan Biaya Tenaga Kerja Untuk Pembangunan Kapal *Prototype* 76
5.8. Biaya variabel (Jasa Dan Consumable) 78
5.9. Total Biaya Pembanguna Kapal *Prototype* 78
Bab 6 Analisa Teknis dan Ekonomis 80
6.1. Analisa Teknis 80

6.1.1. Nilai Mekanis Berdasarkan Hasil Pengujian 80
6.1.2. Kebolehan Penggunaan Material Laminasi Kayu Mahoni dan Jati Menurut BKI 83
6.1.3. Perhitungan Ukuran Konstruksi Kapal kayu utuh 85
6.1.4. Perhitungan Ukuran Konstruksi Kapal Kayu Laminasi 85
6.1.5. Perbandingan Kapal Berbahan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati dengan Kapal Kayu Utuh Tradisional 86
6.2. Analisa Ekonomis.....88
6.2.1. Biaya Pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT 88
6.2.2. Perbandingan Harga Jual Kapal.....92
Bab 7 KESIMPULAN DAN SARAN 94
7.1. Kesimpulan.....94
7.2. Saran 94
DAFTAR PUSTAKA 96
LAMPIRAN
Lampiran A Dokumentasi Survei Pusat Penjualan Kayu
Lampiran B Survei Pengrajin Kapal Ikan Tradisional
Lampiran C Dokumentasi Pengujian Material Laminasi Kayu Mahoni dan Jati
Lampiran D Hasil Pengujian Material Laminasi Kayu Mahoni dan Jati
Lampiran E Hasil Analisis Pengujian Material Laminasi Kayu Mahoni dan Jati
Lampiran F Linesplan, General Arrangement, Dan Gambar Konstruksi Prototype Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni Dan Jati
Lampiran G Perhitungan Dan Rekap Ukuran Konstruksi Prototype Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati
Lampiran H Perhitungan Berat dan Volume Prototype Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati
Lampiran I Perhitungan Produktivitas Pembangunan Prototype Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati
Lampiran J Perhitungan Biaya Pembangunan Prototype Kapal ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati
Lampiran K Linesplan, General Arrangement, dan Gambar Konstruksi Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT
Lampiran L Perhitungan Konstruksi Kapal Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT
Lampiran M Perhitungan Berat dan Volume Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT
Lampiran N Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati
BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal Penangkap Ikan Tradisional Pasuruan, Jawa Timur 5
Gambar 2.2 Kayu Jati 10
Gambar 2.3 Scraft Joint Pada Tiap Lapisan Panel Laminasi..... 16
Gambar 3.1 Ilustrasi Spesimen uji tarik 33
Gambar 3.2 Ilustrasi Spesimen uji tekuk 33
Gambar 3.3 Pengujian Tarik Menggunakan *Universal Testing Machine* 34
Gambar 3.4 Pengujian Tekuk Mengguunakan *Universal Testing Machine* 35
Gambar 3.5 Bagan Alir Penelitian 39
Gambar 4.1 Grafik Beban Tarik Pada Spesimen TR 1 42
Gambar 4.2 Grafik Beban Tekuk Pada Spesimen TK 2 43
Gambar 4.3 Kegiatan Produksi Kapal Di Lokasi Survei 44
Gambar 4.4 Kapal Ikan Tradisional Khas Pasuruan..... 45
Gambar 4.5 Metode pengeringan kayu dengan cara dijemur 46
Gambar 4.6 Proses pelengkungan kayu secara tradisional 47
Gambar 4.7 Sambungan konstruksi keel dan stem 48
Gambar 4.8 Penyambungna kulit menggunakan pasak 48
Gambar 5.1 Linesplan *Prototype* Kapal Ikan Laminasi 3GT 51
Gambar 5.2 General Arrangement *Prototype* Kapal Ikan Laminasi 3GT 52
Gambar 5.3 Lokasi Penjualan Kayu Jati dan Mahoni 53
Gambar 5.4 Proses pengukuran material 54
Gambar 5.5 Proses Pemotongan Kayu Jati dan Mahoni..... 54
Gambar 5.6 Log kayu yang sudah dipotong menjadi papan-papan kayu..... 55
Gambar 5.7 Proses Penipisan Papan Kayu Menggunakan Mesin Planner 55
Gambar 5.8 Jig Untuk *Prototype* Kapal Ikan 3 GT 56
Gambar 5.10 Mal yang digunakan untuk proses *marking*..... 57
Gambar 5.11 Hasil pemotongan *piece part* 57
Gambar 5.12 Peletakan Wrang Dengan Bantuan Siku 58
Gambar 5.13 Hasil Pemasangan Wrang Pada Jig 58
Gambar 5.14 Proses Pembentukan Laminasi *Chinelock* 59
Gambar 5.15 Modul *Chinelock* Pada Modul Wrang Dan Gading..... 59
Gambar 5.16 Modul *Chinelock* yang Sudah Dilepas Dari Cetakan 60
Gambar 5.17 Proses Planking Modul Lunas 60
Gambar 5.18 Proses Pelengkungan Stem Dengan Bantuan *Span Screw*..... 61
Gambar 5.19 Modul Lunas dan Linggi yang Sudah dilepas Dari Cetakan 61
Gambar 5.20 Proses Planking Bagian Kulit Kapal..... 62
Gambar 5.21 Pembersihan Sisa Paku yang tembus pada Modul kulit 63
Gambar 5.22 Pembuatan Modul Transom..... 63
Gambar 5.23 Pemasangan Modul Gading Pada Wrang 64
Gambar 5.24 Seluruh Gading dan Wrang terpasang 65
Gambar 5.25 Pemasangan Modul *Chinelock*..... 65
Gambar 5.26 Pengeleman Sambungan Lunas 66
Gambar 5.27 Baut Lunas 67

Gambar 5.28 Pemasangan Baut Untuk Lunas 67
Gambar 5.29 Pemasangan Modul cantik- Cantik Bagian Bawah..... 68
Gambar 5.30 Modul Cantik-cantik Atas Terpasang 69
Gambar 5.31 Pemasangan Kulit Lajur B 69
Gambar 5.32 Pemasangan Sekrup Pada Kulit 70
Gambar 5.33 Kapal Posisi Terbalik 71
Gambar 5.34 Kapal Posisi Miring 71
Gambar 5.35 Kapal Posisi Tegak 72
Gambar 5.36 Pemotongan Kayu Kulit *Margin* 72
Gambar 5.37 Transom Terpasang pada Buritan Kapal 73
Gambar 5.38 Kondisi Akhir *Prototype* 73
Gambar 5.39 Grafik Perbandingan Produktifitas Tiap *Member* Konstruksi 77
Gambar 6.1 Diagram *Stress-strain* untuk Spesimen TR 1 81
Gambar 6.2 Perbandingan Kuat Tarik Spesimen 82
Gambar 6.3 Grafik Perbandingan Kuat Tekuk Spesimen 83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas Kuat Kayu 7
Tabel 2.2 Kelas Awet Kayu 7
Tabel 2.3 Harga Kayu Jati 10
Tabel 2.4 Ketentuan Ukuran Lapisan Untuk Kayu Laminasi 15
Tabel 2.5 Kelompok Kuat Kayu Laminasi 17
Tabel 2.6 Kelas Kuat Kayu Laminasi yang sudah disetujui BKI 18
Tabel 2.7 Beban Pada Kulit 19
Tabel 2.8 Koreksi Beban Akibat Kecepatan 20
Tabel 2.9 Pembebanan Geladak dan Bangunan Atas 20
Tabel 2.10 Penentuan Ukuran Linggi BKI 22
Tabel 2.11 Perhitungan Modulus Wrang dan Gading 24
Tabel 2.12 Perhitungan Modulus Pembujur dan Pembujur sisi 24
Tabel 2.13 Perhitungan Modulus Penguat sekat 25
Tabel 2.14 Tabel Rekomendasi Ukuran Konstruksi 25
Tabel 2.15 Daftar Mutu Kayu 27
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tarik Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 42
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tekuk Laminasi Kayu Mahoni Dan Jati 43
Tabel 5.1 Perhitungan Ukuran Konstruksi Kapal Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT 52
Tabel 5.2 Detail Harga Kayu di Setiap Lokasi Pembelian 74
Tabel 5.3 Rata-rata Harga Per Jenis Kayu 75
Tabel 5.4 Volume Material Terpasang Pada Kapal *Prototype* 75
Tabel 5.5 Material Sisa 76
Tabel 5.6 Penggunaan dan Kebutuhan Lem *Epoxy* Resin 76
Tabel 5.7 Biaya Material untuk *Fasteteners* 76
Tabel 5.8 Produktifitas Pengerjaan Kapal *Prototype* 77
Tabel 5.9 Detail Biaya Variabel 78
Tabel 5.10 Total Biaya Pembangunan Kapal *Prototype* 78
Tabel 6.1 Mechanical Properties Berdasarkan Pengujian Tarik 81
Tabel 6.2 Perhitungan Hasil Pengujian tekuk 82
Tabel 6.3 Kelayakan Penggunaan Material Berdasarkan Berat Jenis 84
Tabel 6.4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Konstruksi Kapal Kayu Utuh 85
Tabel 6.5 Rekap Perhitungan Konstruksi Kapal Kayu Laminasi 85
Tabel 6.6 Perbandingan Pembangunan Kapal Laminasi dan Kapal Pada Umumnya 86
Tabel 6.7 Biaya Material Kayu 88
Tabel 6.8 Biaya Kebutuhan Lem *Epoxy* Resin 89
Tabel 6.9 Biaya Material Selain Bahan Laminasi 89
Tabel 6.10 Biaya Pengecatan 90
Tabel 6.11 Biaya Pokok/Tetap 90
Tabel 6.12 Biaya variabel 91
Tabel 6.13 Biaya Tenaga Kerja Langsung 91
Tabel 6.14 Biaya Pembangunan Kapal 92
Tabel 6.15 Harga Jual Produk 92

DAFTAR SIMBOL

I	=	Momen Inersia
ρ	=	Massa jenis material (kg/m^3)
ε	=	Pemuluran
σ	=	Kuat tarik
F_{ult}	=	Beban maksimum (kN)
ΔL	=	Selisih pertambahan panjang
A_0	=	Luas penampang
L_0	=	Panjang awal
Δ	=	Defleksi
c	=	jarak netral axis ke lapisan serat terdalam

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Sampai saat ini mayoritas bahan baku pembuatan kapal ikan berbahan kayu masih menggunakan Kayu Jati utuh sebagai bahan dasar pembuatan kapal kayu. Kayu Jati memiliki harga yang lebih mahal daripada kayu-kayu lain yang bisaa digunakan dalam pembuatan kapal kayu. Sedangkan di Indonesia tersedia berbagai macam jenis kayu yang jumlahnya melimpah dan harganya lebih murah dari pada kayu Jati, salah satunya adalah kayu Mahoni.

Dalam Ketentuan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) tentang kapal kayu terdapat kebolehan menggunakan Kayu Mahoni sebagai material untuk konstruksi kapal kayu. Berdasarkan BKI Volume VII tahun 2013. Kayu Mahoni tercantum sebagai Kayu Kelas Kuat II dan Kelas Awet III. Kayu Mahoni utuh tidak dapat digunakan untuk keseluruhan konstruksi kapal karena Kelas Awetnya hanyalah kelas awet III sehingga Kayu Mahoni utuh hanya diperbolehkan digunakan untuk konstruksi-konstruksi yang tidak selalu berinteraksi dengan air. Walaupun BKI memperbolehkan penggunaan Kayu Mahoni Pemanfaatan kayu Mahoni sebagai bahan pembuatan Kapal Kayu, namun sampai saat ini penggunaan Kayu Mahoni masih terbilang sangat sedikit di Indonesia dikarenakan keraguan produsen maupun konsumen akan kekuatan dan keawetan kayu Mahoni.

Kayu Mahoni memiliki salah satu kekurangan yaitu mudah mengalami deformasi dan penyusutan. Kekurangan ini dapat ditanggulangi dengan metode laminasi yang sudah beberapa kali dilakukan. Dengan penggunaan *Epoxy* Resin, laminasi Kayu Mahoni dapat mempertahankan bentuk hasil cetakan dan mendapatkan penambahan kekuatan sampai setara dengan kayu kelas kuat I.

Penelitian telah dilakukan membuktikan bahwa Laminasi Kayu Mahoni dengan menggunakan *Epoxy* resin memberikan penambahan kekuatan pada material Laminasi Kayu Mahoni yaitu 115 MPa dimana kuat tarik Kayu Mahoni utuh adalah 90,833 MPa dan kayu Jati utuh 97,1 MPa (Patria & Pribadi, 2017). Untuk menyempurnakan penelitian maka dirasa perlu untuk *member*ikan penguatan tambahan pada konstruksi yang dibuat dari bahan kayu

Mahoni dengan kayu yang terbukti lebih kuat dan lebih awet dari Kayu Mahoni. Kayu Jati adalah kayu yang memiliki kelas kuat I dan kelas Awet I dan diperkirakan dapat meningkatkan keawetan Laminasi Kayu Mahoni dengan menjadikan kayu Jati sebagai pelapis terluar dari Material Laminasi Kayu Mahoni karena ketahanan kayu Jati sudah terbukti baik untuk bagian konstruksi yang mengalami kontak langsung dengan air laut. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian dengan menambahkan lapisan Kayu Jati pada laminasi Kayu Mahoni .

1.2. Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang yang telah disampaikan, permasalahan yang akan Diteliti dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara pembuatan kapal ikan menggunakan kayu utuh dan menggunakan laminasi kayu Mahoni dan Jati?
2. Bagaimana analisa teknis penggunaan Material Laminasi Kayu Mahoni dan Jati pada konstruksi lambung kapal ikan?
3. Bagaimana analisa ekonomis Kapal Laminasi Kayu Mahoni dan Jati?

1.3. Tujuan

1. Melakukan survei dan evaluasi pembuatan kapal ikan menggunakan kayu utuh dan menentukan metode pembuatan kapal ikan menggunakan laminasi kayu Mahoni dan Jati.
2. Melakukan analisa teknis terhadap kelayakan material Laminasi Kayu Mahoni dan Jati dan penentuan konstruksi untuk Lambung Kapal Ikan dengan material tersebut.
3. Melakukan analisa ekonomis penggunaan laminasi kayu Mahoni dan Jati pada konstruksi lambung kapal ikan dengan menentukan harga pokok produksi.

1.4. Batasan Masalah

1. Standar pengujian material menggunakan ASTM D-3500 untuk pengujian tarik dan ASTM D-3043 untuk pengujian tekuk.
2. Standar perhitungan ukuran konstruksi mengacu pada peraturan Biro Klasifikasi Indonesia tahun 2013 tentang ”*Rules for Small Vessels up to 24 m”*.
3. Ukuran kapal yang digunakan dalam pembahasan Tugas akhir adalah kapal ikan kecil ukuran 3 GT desain khas Jawa Timur.

4. Analisa ekonomis dilakukan sampai dengan mendapatkan harga pokok produksi Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT

1.5. Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut :

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat *member*i wawasan baru yang dapat memacu para ahli dan peneliti untuk menggali lebih dalam mengenai kemampuan kayu laminasi sebagai bahan utama kontruksi lambung kapal ikan.
2. Secara praktis, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi para owner dan galangan untuk membuat kapal ikan berbahan Kayu Mahoni dan Jati.

1.6. Hipotesis

Penggunaan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati layak digunakan sebagai bahan pembangunan kapal ikan sesuai dengan ketentuan Biro Klasifikasi Indonesia.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2
STUDI LITERATUR

2.1. Kapal Penangkap Ikan

Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis apapun yang digerakkan dengan tenaga mekanik, angin atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah (PP No.51 tahun 2002 Tentang Perkapalan). Selanjutnya dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER 05/MEN/2008 menyebutkan kapal perikanan adalah kapal, perahu atau alat apung lain yang dipergunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidaya ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan dan penelitian atau eksplorasi perikanan. Kapal penangkap ikan adalah kapal yang secara khusus dipergunakan untuk menangkap ikan, termasuk menampung, menyimpan, mendinginkan dan/atau mengawetkan.

Gambar 2.1 Kapal Penangkap Ikan Tradisional Pasuruan, Jawa Timur

Sebesar 70% dari luas Indonesia adalah lautan. Hampir seluruh penduduk yang menghuni daerah pesisir pantai berprofesi sebagai nelayan. Dalam proses melaut mencari ikan, umumnya para nelayan masih menggunakan kapal ikan tradisional. Walaupun sudah ada kapal ikan modern namun tidak banyak nelayan yang 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 Ayodhyoa (1972) karakteristik kapal ikan berbeda dengan jenis lainnya sehingga memiliki beberapa keistimewaan, antara lain :

1. Alat bantu penangkapan ikan (*Fishing Gear*)

   Fishing Gear 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

   Kapal perikanan harus memiliki *Horse Power* (HP) yang lebih besar dibandingkan dengan jenis kapal lainnya pada *Gross Tonage* (GT) yang sama. Kecepatan tinggi pada kapal ikan digunakan untuk mengejar kumpulan ikan, menuju *fishing ground* dan mengangkut hasil tangkapan.

4. Mesin penggerak

   Kapal perikanan membuthkan tenaga mesin penggerak yang cukup besar, sedangkan volume mesin diusahakan tidak terlalu besar dengan getaran yang kecil.

5. Kemampuan olah gerak kapal

   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 kapal ikan harus kuat, hal ini dikarenakan 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

   Kapal dapat digunakan dalam operasi pengkapan 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* 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. Kelas Kuat dan Kelas Awet Kayu

Kelas kuat dan kelas awet material perlu diketahui guna mengetahui kelayakan material yang digunakan untuk konstruksi kapal yang telah diatur oleh Klas. Biro Klasifikasi Indonesia menetapkan kelas kuat kayu dan Kelas Awet yang sama dengan Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) tahun 1961 dan Badan Standarisasi Nasional (BSN) 1979. Kelas Kuat Kayu didapatkan berdasarkan indikator yang telah ditetapkan oleh badan-badan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Kelas Kuat Kayu

Kelas Kuat	**Berat Jenis**	**Tekan-Tarik // Serat Kg/cm^2**	**Kuat Lentur Kg/cm^2**
		Absolut	**Absolut**
I	≥ 0.900	> 650	> 1100
II	0.60-0.90	425-650	725-1100
III	0.40-0.60	300-425	500-725
IV	0.30-0.40	215-300	360-500
V	≤0.300	<215	<360

Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 1979

Kelas Awet Kayu menggambarkan ketahanan kayu pada kondisi alam. Kondisi alam yang dimaksud adalah kondisi-kondisi yang memungkinkan terjadinya kerusakan pada kayu dalam jangka waktu tertentu. Untuk detail kelas awet pada kayu dapat dilihat pada .Tabel 2.2

Tabel 2.2 Kelas Awet Kayu

Kondisi konstruksi	**Kelas Awet / Umur Konstruksi**				
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**

Kondisi konstruksi	Kelas Awet / Umur Konstruksi				
	I	II	III	IV	V
Berhubungan dengan tanah lembab	8	5	3	Pendek	Pendek
Terbuka namun terlindung dari matahari dan hujan	20	15	10	Pendek	Pendek
Terlindung dari udara bebas tapi tidak di coating	Tak Terbatas	Tak Terbatas	Cukup Lama	Pendek	Pendek
Terlindung dari udara bebas dan dipelihara/dicoating	Tak Terbatas	Tak Terbatas	Tak Terbatas	20 tahun	20 tahun
Diserang hama/rayap	Tidak	Jarang	Agak Cepat	Cepat	Cepat

Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 1979

2.3. Karakteristik Kayu Mahoni

Kayu yang tumbuh akan mempunyai bentuk fisik tergantung pada jenis, lingkungan pertumbuhan dan asalnya. Sifat fisik kayu antara lain:

1. Kadar Air

Kadar air kayu merupakan berat air dalam kayu yang baisanya dinyatakan dalam bentuk persentase dari berat kering tanur kayu. Berat, penyusustan, kekuatan, dan sifat –sifat kayu lainnya tergantung pada kadar air kayunya.

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 salahs satunya yaitu kelainan (cacat) pada kayu. Cacat pada kayu antara lain mata kayu, serat berpilin, kayu reaksi, kayu rapuh, kantung damar dan kulit tersisip.

2.4. Karakteristik Kayu Jati

Pohon Jati *(Tectona grandis)* adalah salah satu pohon penghasil kayu bermutu tinggi. Pohon ini memiliki dapat memiliki ukuran besar, memiliki batang yang lurus, dan dapat tumbuh sepanjang 40m. Pohon Jati memiliki daun yang besar, yang akan gugur apabila musim kemarau. Jati dapat tumbuh di daerah dengan curah hujan 1 500 – 2 000 mm/tahun dan suhu 27 – 36 °C baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Tempat yang paling baik untuk pertumbuhan Jati adalah tanah kapur yang memiliki tingkat keasaman pH 4.5 – 7 dan tidak dibanjiri dengan air. Pohon Jati memiliki daun berbentuk lonjong yang lebar dan dapat mencapai ukuran hingga 60 cm. (Heyne, 1987)

Di Indonesia, selain di Pulau Jawa, Jati juga dikembangkan di Pulau Bali dan Nusa Tenggara. Dalam beberapa tahun terakhir, ada upaya untuk mengembangkan Jati di Provinsi Sumatera Selatan dan Kalimantan Selatan. Namun memiliki hasil yang kurang baik. Pohon Jati tersebut mati setelah berumur dua sampai tiga tahun. Masalahnya, tanah di kedua tempat ini sangat asam. Jati sendiri adalah jenis yang membutuhkan zat kalsium dalam jumlah besar, juga zat fosfor. Selain itu, Jati membutuhkan cahaya matahari yang berlimpah. (Nandika, 2005)

Gambar 2.2 Kayu Jati

Kayu Jati merupakan kayu kelas satu karena kekuatan, keawetan dan keindahannya. Secara teknis, kayu Jati memiliki kelas kekuatan I dan kelas keawetan I. Kayu ini sangat tahan terhadap serangan rayap. Kayu teras Jati berwarna coklat muda, coklat kelabu hingga coklat merah tua. Kayu gubal, di bagian luar, berwarna putih dan kelabu kekuningan. Meskipun keras dan kuat, kayu Jati mudah dipotong dan dikerjakan, sehingga disukai untuk membuat furniture dan ukir-ukiran. Kayu yang dihaluskan memiliki permukaan yang licin dan seperti berminyak. Pola-pola lingkaran tahun pada kayu teras nampak jelas, sehingga menghasilkan gambaran yang indah.

Tabel 2.3 Harga Kayu Jati

Panjang (m)	Harga Per m3 (Dalam Ribuan Rupiah)					
	Diameter (cm)					
	s/d 19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-up
MUTU PERTAMA (P)						
0.5-0.9	1063	3689	7716	9645	11574	13793
1.0-1.9	1205	4408	8533	10667	12800	15253
2.0-2.9	1418	4791	9078	11347	13617	16227
3.0-3.9	1631	5510	10984	13730	16476	19634
4.0 ke atas	2836	7205	13481	16476	19472	23367
MUTU KEDUA (D)						
0.5-0.9	975	3332	6826	8532	10239	12201
1.0-1.9	1105	3981	7549	9436	11323	13493

Panjang (m)	Harga Per m3 (Dalam Ribuan Rupiah)					
	Diameter (cm)					
	s/d 19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-up
2.0-2.9	1300	4327	8030	10038	12046	14354
3.0-3.9	1495	4976	9717	12146	14575	17369
4.0 ke atas	2600	6508	11925	14575	17225	20670
MUTU KETIGA (T)						
0.5-0.9	886	2975	5936	7419	8903	10610
1.0-1.9	1004	3555	6564	8205	9846	11733
2.0-2.9	1182	3864	6983	8729	10475	12482
3.0-3.9	1359	4443	8449	10562	12674	15103
4.0 ke atas	2363	5811	10370	12674	14979	17974
MUTU KEEMPAT (M)						
0.5-0.9	815	2550	5164	6455	7746	9231
1.0-1.9	924	3046	5711	7138	8566	10208
2.0-2.9	1087	3311	6075	7594	913	10859
3.0-3.9	1250	3808	7351	9189	11027	13140
4.0 ke atas	2174	5230	9022	11027	13031	15638

Sumber : dutarimba.blogspot.co.id

Dengan kehalusan tekstur dan keindahan warna kayunya, Jati digolongkan sebagai kayu mewah. Oleh karena itu, Jati banyak diolah menjadi mebel taman, mebel interior, kerajinan, panel, dan anak tangga yang berkelas. Sekalipun relatif mudah diolah, Jati terkenal sangat kuat dan awet, serta tidak mudah berubah bentuk oleh perubahan cuaca. Atas alasan itulah, kayu Jati digunakan juga sebagai bahan dok pelabuhan, bantalan rel, jembatan, kapal niaga, dan kapal perang. (Lincoln, 1989)

Kelebihan dari Kayu Jati adalah :

1. Tergolong pada kayu dengan kelas awet I, dan kelas kuat I-II.
2. Memiliki daya tahan yang kuat terhadap jamur, busuk karena udara lembab atau serangan serangga.
3. Memiliki serat dan tekstur yang unik, sehingga menarik dalam pengaplikasiannya.
4. Adanya kandungan minyak pada Kayu Jati menyebabkan kekuatan Jati lebih baik daripada kayu jenis lain

Sedangkan kekurangan Kayu Jati adalah :

1. Pertumbuhan lambat yang menyebabkan jumlah yang dihasilkan sedikit.
2. Harganya yang sangat mahal.

Berdasarkan data yang didapatkan dari HJD kayu Jati (KPH Pati dan Balapulang, 2016) harga kayu Jati gelondongan sortimen AI (kayu bulat kecil diameter 4-19cm), AII (kayu bulat sedang diameter 20-29cm), dan AIII (kayu bulat besar diameter >30cm).

2.5. Kayu Laminasi Kayu Mahoni

Laminasi kayu Mahoni memiliki nilai kuat tarik rata-rata yaitu 115.625 MPa yang nilainya lebih besar dibanding dengan kuat tarik rata-rata kayu Mahoni utuh yaitu 90.833 MPa,. Pada percobaan tersebut adalah material dengan ketebalan bilah 20 mm yang diijinkan BKI 2013 adalah ketebalan bilah yang efektif untuk pembangunan kapal. Teknologi laminasi dapat mengurangi kebutuhan bahan baku karena material yang terbuang dari kayu log menjadi bilah lebih sedikit dibandingkan dengan kayu log menjadi papan dimana papan adalah bahan baku pembuatan kapal pada umumnya (Patria & Pribadi, 2017).

2.6. Standar Uji Tarik Material Kayu Laminasi ASTM D-3500 dan D-3043

Dalam standar pengujian tarik, Kayu Mahoni dan Jati termasuk dalam standar ASTM mengenai Kayu dan Komposit yang meliputi material *plywood*, papan laminasi, papan komposit dan papan lapis lainnya yang berbahan dasar kayu dengan kode D-3500 untuk Standar Metode Pengujian Tarik.

Pada ASTM D-3500, metode pengujian dibagi menjadi dua ketegori, yaitu kategori A dan kategori B. Kategori A untuk spesimen berukuran kecil dan ketegori B untuk spesimen berukuran besar. Kayu Mahoni dan Jati termasuk dalam kategori A. Pada kategori A, dimensi spesimen dibagi menjadi tiga tipe, A, B dan C. Tipe A untuk papan dengan tebal lebih dari ¼ inchi atau 6 mm, tipe B untuk tebal papan yang kurang dari ¼ inchi atau 6 mm, sedangkan tipe C untuk *plywood* dengan sudut susunan serat diluar 0 ataupun 90 terhadap panjang spesimen.

Nilai kuat tarik *(stress)* dan regangan (*strain*) spesimen Mahoni laminasi dihitung dengan menggunakan rumus berikut (ASTM D-3500, 2004) :

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \qquad \text{.....(2.1)}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta_L}{L_0} \quad \text{.....(2.2)}$$

Dimana :

σ : kuat tarik [N/mm2]

P : beban maksimum [N]

A_0 : luas penampang spesimen [mm2]

Ɛ : *strain* [mm]

Δ_L : selisih panjang setelah dilakukan pengujian dan sesudah dilakukan pengujian (L_1–L_0) [mm]

L_0 : panjang awal [mm]

Modululs elastisitas tarik spesimen Kayu Mahoni dan Jati dihitung dengan menggunakan rumus berikut (ASTM D-3500, 2004) :

$$MoE = \frac{l}{A}\varepsilon \quad \text{.....(2.3)}$$

Dimana :

MoE : Modulus elastisitas tarik [N/mm2]

l : panjang spesimen [mm]

A : luas penampang spesimen[mm^2]

Ɛ : pemuluran (mm)

Modululs elastisitas tarik spesimen laminasi *hybrid* dihitung dengan menggunakan rumus berikut (ASTM D-3500, 2004) :

$$MoE = \frac{l}{A}\varepsilon \quad \text{.....(2.3)}$$

Dimana :

MoE : Modulus elastisitas tarik [N/mm2]

l : panjang spesimen [mm]

A : luas penampang spesimen[mm^2]

Ɛ : pemuluran (mm)

Pada ASTM D-3043, metode pengujian dibagi menjadi 4 kategori, yaitu kategori A, kategori B, kategori C dan kategori D. Kategori A untuk pengujian tekuk di titik *tengah (center-point test)*, kategori B untuk pegujian tekuk di dua titik *(two-point test)*, kategori C untuk pengujian momen murni *(pure moment test)* dan kategori D untuk pengujian tekuk

sebagai persyaratan jaminan mutu. Untuk laminasi Kayu Mahoni dan Jati termasuk pada pengujian kategori A.

Nilai kuat tekuk spesimen laminasi dihitung dengan menggunakan rumus berikut (ASTM D-3043, 2004) :

$$MoR = \frac{3}{2}\frac{Pl}{bt^2} \quad \text{.....(2.4)}$$

Dimana :

MoR : *bending strength* [Mpa]

Pl : beban [N] x panjang spesimen [mm]

b : lebar spesimen [mm]

t : ketebalan spesimen[mm]

Modulus elastisitas laminasi hybrid dihutung dengan menggunakan rumus berikut (ASTM D-3043, 2004) :

$$MoE = \frac{l^3}{4bt^3}\delta \quad \text{..... (II.5)}$$

Dimana :

MoE : modulus elastisitas [N/mm^2]

l : panjang spesimen [mm]

b : lebar spesimen [mm]

t : tebal spesimen[mm]

δ : defleksi [mm]

2.7. Peraturan Material Non-Metal Sesuai dengan BKI Untuk Kayu Laminasi

Biro Klasifikasi Indonesia telah menentukan peraturan untuk material baik untuk material metal maupun non-metal. Peraturan tentang material non-metal telah diatur pada BKI Volume XIV *Rules For Non-Metalic Materials* 2014 *Edition*". Pada edisi peraturan BKI tersebut, peraturan tentang material kayu dan laminasi kayu sudah diatur dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku. Kelayakan material kayu laminasi yang ditentukan berdasarkan peraturan ini adalah kelas awet dan kelompok awetnya.

2.7.1. Ketentuan Umum

Seluruh Bahan Kayu Laminasi yang berinteraksi langsung degan air dan cuaca, atau yang digunakan pada konstruksi utama (kulit, sekat, dan deck) harus terbuat dari bahan

laminasi yang telah diuji.Kayu Laminasi untuk pembangunan kapal harus terdiri dari minimal tiga lapisan yang direkatkan oleh resin sintetis. Resin yang digunakan sebagai perekat tersebut harus sudah terbukti dengan pengujian diluar ruangan dengan jangka waktu yang lama. Material yang dipilih untuk kayu laminasi dalam kondisi tertentu dapat dirusak oleh kondisi alam seperti hewan dan hama tumbuhan, jadi material yang digunakan sebaiknya memiliki ketahanan terhadap kondisi alam tersebut. Pengujian material harus disetujui oleh BKI.

Pemilihan kayu dan struktur panel (jumlah lapisan laminasi) harus layak pada aplikasi lapangan. Tergantung pada aplikasinya diperbolehkan memakai kayu kelas kuat dan kelas awet yang sudah ditentukan oleh BKI. Pada umumnya lapisan dari Kayu Laminasi adalah lapisan dengan ketebalan 1,5 mm untuk lapisan terluar. Bagaimanapun untuk lapisan bagian terluar sebisa mungkin menggunakan lapisan yang lebih tebal karena akan adanya pekerjaan ulang (*reworking* atau *finishing*) tetapi ketebalan lapisan tersebut tidak boleh lebih tebal dari 2,6 mm karena material yang terlalu tebal tersebut memiliki potensi kecacatan yang besar. Untuk Panel Laminasi yang lebih tebal dari 15 mm ketebalan maksimum lapisan laminasi adalah 3,8 mm. Pada Tabel 2.4 berikut diberikan daftar dari jumlah minimum dan ketebalan lapisan dari panel laminasi.

Tabel 2.4 Ketentuan Ukuran Lapisan Untuk Kayu Laminasi

Ketebalan Laminasi (mm)	**Jumlah Lapisan Minimum**	**Ketebalan Minimum Lapisan Terluar**	**Ketebalan Maksimum Lapisan Terdalam**
$t \leq 6$	3	1.5 mm	2.6 mm
$6 < t \leq 10$	5		
$10 < t \leq 15$	7		
$15 < t \leq 20$	7	1.5 mm	3.8 mm
$20 < t \leq 26$	9		
$26 < t \leq 34$	11		
$34 < t \leq 40$	13		
$40 < t \leq 48$	15		
$48 < t \leq 55$	17		

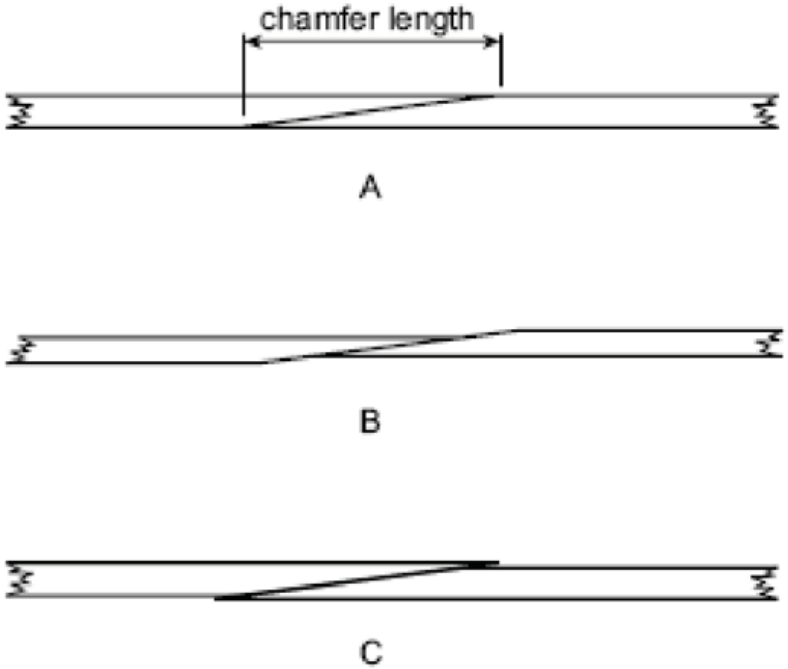
Sumber : Biro Klasifikasi Indonesia, 2014

Lapisan dari papan laminasi sebaiknya simetris terhadap daerah lapisan tengah, termasuk arah serat bergantung pada ketebalan lapisan. Kekuatan dari papan laminasi dapat bertambah atau *property* dari strukturnya dapat diadaptasikan sesuai dengan kebutuhan yang spesifik. Penambahan kekuatan dapat terjadi karena penambahan lapisan, penambahan lem,

dan penambahan kekuatan saat proses *pressing* atau juga karena penambahan material lain. Untuk produksi panel laminasi untuk pembuatan kapal, hanya kayu berkualitas terbaik, tanpa cacat, sehat, dan bebas dari kecatatan bentuk yang sebaiknya digunakan untuk lapisan terdalam dan terluar kapal.

2.7.2. Sambungan Lapisan Papan Laminasi dengan *Scraft Joint*

Sambungan harus kedap sempurna dan harus mengikat lapisan-lapisan dengan *butt joint atau scraft joint*. Sambungan harus dilem pada mesin atau alat sambung yang sesuai. Bilah/papan lapisan pada lapisan terluar harus dipasangkan bersamaan untuk meraih kesesuaian serat dan warna. Sambungan yang kedap antara semua lapisan adalah pra-kondisi dari papan laminasi sebagai bahan pembangunan kapal. Selotip kertas maupun plastik tidak diperbolehkan untuk mengamankan atau memperbaiki lapisan paling dalam dari laminasi. Sambungan dari lapisan yang berbeda harus terhuyung (terikat kuat)Klem yang terbuat dari logam boleh digunakan untuk penguat pada sudut-sudut panel laminasi tetapi tidak termasuk dalam perhitungan dimensi *member* konstruksi.



Gambar 2.3 Scraft Joint Pada Tiap Lapisan Panel Laminasi
(Sumber : Biro Klasifikasi Indonesia, 2014)

Untuk Sambungan panel laminasi menggunakan scraft joint, rasio dari ketebalan panel terhadap *chamfer length* harus memenuhi persyaratan dimana untuk panel dengan ketebalan sampai dengan 10mm harus memiliki rasio 1:10 sedangkan apabila panel memiliki ketebalan diatas 10mm minimal memiliki rasio 1:8. Pada saat pengeleman bagian sambungan harus

ditekan dengan minimal kuat tekan 4kg/cm^2. Pembentukan sambungan harus dilakukan dengan presisi untuk menghindari kecacatan pengeleman.

2.7.3. Kelas Kuat

Pada aturan BKI untuk material non-metal sudah terdapat kelas kuat material Kayu Laminasi. Untuk kekuatan kayu laminasi dibagi menjadi dua kelas kuat yaitu kelompok kuat F1 dan Kelas Kuat F2. Kayu kelas kuat F1 boleh digunakan untuk bagian-bagian konstruksi utama yang menanggung beban-beban utama pada perhitungan konstruksi(lunas, linggi, wrang, gading, kulit, geladak, dan lain-lain). Sedangkan kelompok kuat dua dapat digunakan untuk badan kapal yang tidak menanggung beban besar. Kayu laminasi kelompok kuat 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kelompok Kuat Kayu Laminasi

Nama Kayu	**Nama Botanical**	**Massa Jenis [g/cm^3]**	**Kelas Kuat**	**Rata-rata Kuat Tarik Laminasi**	
				Longitudinal [N/mm^2]	**Transverse [N/mm^2]**
Strength group : F1 (Untuk Konstruksi Penumppu)					
Teak	Tectona grandis	0.64	I	40 ≤	30 ≤
Makore	Dumoria hekelii	0.62	I	40 ≤	30 ≤
Douka	Dumoria Africana	0.62	I	40 ≤	30 ≤
Utile	Entandrophragma utile	0.57	II	40 ≤	30 ≤
Sapele mahogany	Entandrophragma cylindricum	0.59	III	40 ≤	30 ≤
Oak	Quercus sp.	0.63	II	40 ≤	30 ≤
Strength group : F2 [1)]					
Bigleaf mahogany	Switenia macrophylla	0.49	II	30 < □ < 40	20 < □ < 30
Khaya mahogany	Khaya ivorensis	0.45	II – III	30 < □ < 40	20 < □ < 30
Okume (Gaboon)	Aucoumea klaineana	0.41	IV - V	30 < □ < 40	20 < □ < 30
[1)] Hanya untuk selain konstruksi penumpu					

(Sumber : Biro Klasifikasi Indonesia, 2014)

Berkenaan dengan kesesuaiannya untuk pembuatan papan laminasi sebagai bahan pembuatan kapal jenis kayu yang tercantum pada Tabel 2.6 saat ini telah di setujui oleh BKI. Kayu dibagi menjadi dua kelompok kelas kuat. Yang ditunjukan dari kelas kuat adalah daya tahan alami dan ketahanan terhadap pelapukan dari jenis kayu yang disebutkan. Papan

laminasi dapat dibuat dari satu atau beberapa jenis kayu yang disetujui. Jika panel terdiri dari jenis kayu yang berbeda dari kedua kelas kuat, maka semua kayu penyusun panel dianggap mengikuti kelas kuat yang lebih rendah. Semua panel laminasi untuk pembuatan kapal yang dibuat sesuai dengan spesifikasi dan kondisi khusus pelanggan, atau menyimpang dari persyaratan BKI, ditugaskan pada kelompok yang sesuai dan distempel sesuai dengan jenis laminasi. Jenis kayu lain hanya dapat digunakan untuk membuat panel kayu laminasi berdasarkan kesepakatan dengan BKI. Produsen harus selalu bertanggung jawab untuk pemilihan kualitas dan jenis kayu yang benar.

Tabel 2.6 Kelas Kuat Kayu Laminasi yang sudah disetujui BKI

Kayu	**Strength group**	**Rata-rata kuat tarik kayu laminasi MPa**		
		Long.	**Transv.**	**Long. + Transv. (added)**
Birch	F1	≥ 70	≥ 45	≥ 140
Beech		≥ 70	≥ 45	≥ 140
Alder		≥ 70	≥ 45	≥ 140
Okume (Gaboon)	F2	≥ 45	≥ 30	≥ 90
Poplar		≥ 45	≥ 30	≥ 90

2.8. Peraturan Kapal Kapal Kecil ≤ 24m

Pada peraturan Biro Klasifikasi Indonesia tahun 2013 tentang ”*Rules for Small Vessels up to 24 m”* terdapat aturan untuk penggunaan kayu laminasi sebagai material dalam pembangunan kapal ikan. 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 secra 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, selam 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 2.7 dapat dijelaskan bahwa sepanjang kapal ikan tidak menerima beban yang sama, semakin depan, beban yang bekerja pada kapal akan bertambah besar. Perhitungan beban yang terdapat pada Tabel 2.7 Beban Pada Kulit digunakan sebagai acuan untuk menghitung modulus elemen konstruksi kapal ikan.

Tabel 2.7 Beban Pada Kulit

Hull area	**Design loading [kN/m^2]**	
	Motor craft	**Sailing craft and motor sailers**
Shell bottom	P_{dBM}	P_{dBS}

≥ 0.4 L ÷ fore	2.7 L + 3.29	3.29 L – 1.41
< 0.4 L ÷ aft	2.16 L + 2.63	2.62 – 1.13
Shell side	P_{dSM}	P_{dSS}
≥ 0.4 L ÷ fore	1.88 L + 1.76	2.06 L – 2.94
< 0.4 L ÷ aft	1.5 L + 1.41	2.63 L – 2.35

(Sumber : Biro Klasifikasi Indonesia, 2013)

Untuk menghitung konstruksi perlu dilakukan koreksi beban dengan cara mengalikan hasil perhitungan beban sesuai Tabel 2.8 Dengan nilai perhitungan penambahan beban pada Tabel 2.8 Nilai koreksi (Cf) dari hasil perhitungan ini akan ditambahkan apabila nilai Cf > 1, namun jika nilai Cf ≤ 1 maka beban yang digunakan adalah sesuai dengan perhitungan beban pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Koreksi Beban 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 *Member*s / 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 2.9. Hasil perhitungan beban pada masing-masing daerah merupakan suatu *input* dalam menentukan modulus. Modulus ini merupakan besaran yang dapat menggambarkan kekuatan sebuah konstruksi.

Tabel 2.9 Pembebanan Geladak dan Bangunan Atas

Area	**Sailing and motor craft[3]** **Design loads P_{dD}[kN/m^2]**

Area			Sailing and motor craft[3] Design loads P_{dD}[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_{dD}=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 pengujian.

$$t = 0{,}0452.f_k.b.\sqrt{\frac{P_d}{\sigma_{Rm}}} \quad \text{.....(2.6)}$$

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/mm^2]

Berdasarkan persamaan 2.6, bisa dibuat sebuah rumus perbandingan, dimana beban pada konstruksi kapal berbahan Kayu Jati Utuh diasumsikan sama dengan beban pada konstruksi kapal berbahan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati, sehingga didapatkan rumus sebagai berikut :

$$P_d = \left[\frac{t}{0{,}0452.f_k.b_2}\right]^2 . \sigma_{Rm} \quad \text{.....(2.7)}$$

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

$$\left[\frac{t_1}{0{,}0452.f_{k1}.b_1}\right]^2.\sigma_{Rm1} = \left[\frac{t_2}{0{,}0452.f_{k2}.b_2}\right]^2.\sigma_{Rm2} \quad \text{.....(2.8)}$$

$$t_1^2.\sigma_{Rm1} = t_2^2.\sigma_{Rm2} \quad \text{.....(2.9)}$$

2. 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 ks sebagai faktor pengali dari luas penampang *member* konstruksi yang telah didapatkan.

$$k_s = \frac{0.56}{\rho} \quad \text{..... (II.10)}$$

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 2.10 dan Pada tabel tersebut sebagai acuannya adalah panjang konstruksi sebagai angka penunjuknya. Berdasarkan, Tabel 2.10 dan 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 2.10 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 cm2, kemudian ukuran tinggi dan lebarnya dapat dihitung sesuai dengan luas penampang yang telah didapatkan.

Tabel 2.10 Penentuan Ukuran Linggi BKI

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] lebar dihitung berdasarkan ukuran pada setengah Panjang profil				

(Sumber : Biro Klasifikasi Indonesia, 2013)

3. 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 2.11, Tabel 2.12 Tabel 2.13 dan hasilnya akan dikalikan dengan karakteristik dari material yang digunakan (k_{10}).

$$k_{10} = \frac{152}{\sigma_{Rm}} \quad \text{(II.11)}$$

Keterangan :

k_{10} = karakteristik material

σ_{Rm} = ultimate *stress* [MPa]

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 Kayu Mahoni dan Jati dianggap sama besar.

$$M_1 = M_2 \quad \text{(2.12)}$$

$$\sigma_1 W_1 = \sigma_2 W_2 \quad \text{(2.13)}$$

Dimana :

M_x : momen yang terjadi pada *member* konstruksi (Nm)

σ_1 : *tensile strength* material (MPa)

W_x : modulus *member* konstruksi (m^3)

Tabel 2.11 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	$W_S = 2.18 \cdot e \cdot l^2 \cdot F_{VSF} \cdot P_{dSM} \cdot 10^{-3}$ $W_{S(min)} = 2.18 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot F_{VSF} \cdot P_{dSM} \cdot 10^{-3} \geq L$
	Sailing craft and motorsailer	$W_S = 2.26 \cdot e \cdot l^2 \cdot P_{dSS} \cdot 10^{-3}$ $W_{S(min)} = 2.26 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot P_{dSS} \cdot 10^{-3} \geq L$

Sumber : Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

Dari perhitungan modulus yang ada pada Tabel 2.11, Tabel 2.12, Tabel 2.13 dan Tabel 2.14dikalikan dengan rumus 2.8, kemudian ukuran konstruksi bisa didapatkan dengan melihat Tabel 2.15. Dimana modulus yang didapatkan akan digunakan sebagai angka penunjuk untuk mendapatkan lebar dan tinggi dari item-item konstruksi yang terdapat pada kapal ikan.

Tabel 2.12 Perhitungan Modulus Pembujur dan Pembujur sisi

Section moduli of longitudinal frames of motor, sailing crafts and motorsailers [cm^3]		
Bottom longitudinal	Motor craft	$W_{BL} = 2.14 \cdot e \cdot l^2 \cdot F_{VL} \cdot P_{dBM} \cdot 10^{-3}$ $W_{BL(min)} = 2.14 \cdot e \cdot k_5^2 \cdot F_{VL} \cdot P_{dBM} \cdot 10^{-3} \geq L$
	Sailing craft and motorsailer	$W_{BL} = 1.82 \cdot e \cdot l^2 \cdot P_{dBS} \cdot 10^{-3}$ $W_{BL(min)} = 1.82 \cdot e \cdot k_5^2 \cdot P_{dBS} \cdot 10^{-3} \geq L$
Side longitudinal frames	Motor craft	$W_{SL} = 2.07 \cdot e \cdot l^2 \cdot F_{VSL} \cdot P_{dSM} \cdot 10^{-3} \geq L$ $W_{SL} = 2.16 \cdot e \cdot l^2 \cdot P_{dSS} \cdot 10^{-3} \geq L$
	Sailing craft and motorsailer	$W_{SL(min)} = 2.07 \cdot e \cdot k_5^2 \cdot F_{VSL} \cdot P_{dSM} \cdot 10^{-3} \geq L$ $W_{SL(min)} = 2.16 \cdot e \cdot k_5^2 \cdot P_{dSS} \cdot 10^{-3} \geq L$

Sumber : Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

Pada perhitungan modulus penguat sekat dipengaruhi oleh ketinggian sekat beserta lengan dari unsupported span. Penguat sekat bias saja dipakai maupun tidak. Bila penguat sekat tidak dipakai maka unsupported span pada sekat diukur bedasarkan jarak tertinggi atau terlebar dari sekat.

Tabel 2.13 Perhitungan Modulus Penguat sekat

Section moduli of water-and fuel tank wall stiffeners of motor, sailing craft and motorsailers [cm^3]		
Section moduli vertical stiffeners		$W_{QV} = 0.017 \cdot \boldsymbol{a} \cdot l^2 \cdot F_{fV} \cdot \left(h' + \frac{l}{2}\right)$ $W_{QV(\min)} = 6.0 \cdot (350 + 5 \cdot \boldsymbol{L}) \cdot F_{fV} \cdot 10^{-3}$
Section moduli horizontal stiffeners		$W_{QH(\min)} = 10.3 \cdot (350 + 5 \cdot \boldsymbol{L}) \cdot F_{fH} \cdot 10^{-3}$ $W_{QH} = 0.03 \cdot b \cdot l^2 \cdot F_{fH} \cdot h_4$
a	=	stiffener spacing [mm]
b	=	Unsupported length
l	=	stiffener length [mm]
h4	=	height of deck at side above top of stiffeners [m]
h'	=	vertical distance from centre of stiffener to deck [m]
Ff V	=	1.0 for stiffeners with free ends
	=	$0.8 - \frac{h'}{3.75(2 \cdot h' + l)}$ or stiffeners with bracket attachment at each end
Ff H	=	1.0 for stiffeners with free ends
	=	0.667 or stiffeners with bracket attachment at each end

Sumber : Biro Klasifikasi Indonesia, 201

BKI mencantumkan rekomendasi dimensi ukuran konstruksi yang telah dihitung pembebanan dan besaran modulusnya. Pada rekomendasi ukuran konstruksi berdasarkan modulus yang dapat dilihat pada Tabel 2.14 Tabel Rekomendasi Ukuran Konstruksi dapat ditentukan ukuran konstruksi sesuai dengn daftar yang disediakan.

Tabel 2.14 Tabel Rekomendasi Ukuran Konstruksi

W	**Breadth × Height**
cm^3	**mm**
3,00	23 · 28 / 23
3,60	24 · 30 / 24
4,44	26 · 32 / 26

W	Breadth × Height
cm^3	mm
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

W	Breadth × Height
cm^3	mm
276	98 · 130 / 98
303	101 · 134 / 101
328	103 · 138 / 103
358	106 · 142 / 106

Sumber : Biro Klasifikasi Indonesia, 2013

Dalam peraturan BKI terdapat daftar mutu kayu yang menggambarkan kelas awet, kelas kuat, berat jenis, dan bagian konstruksi yang diperbolehkan untuk material yang di gunakan. Umumnya daftar mutu kayu yang dicantumkan oleh BKI adalah kayu yang tumbuh di wilayah Indonesia.

BKI mensyaratkan kayu yang digunakan sebagai bantalan beban harus memiliki kualitas yang bagus, melalui proses pengeringan yang baik, bebas dari getah dan kelemahan lain yang dapat merugikan. Kayu yang baik digunakan adalah kayu yang tergolong dalam kelas kuat 1, 2 dan 3, sedangkan kayu dengan kelas kuat 4 dan 5 dapat digunakan setelah mendapatkan persetujuan dari BKI sendiri. Untuk komponen yang tidak terlalu mendapatkan beban terus menerus seperti pada bagian interior tidak ada jenis kayu tertentu yang ditentukan.

Tabel 2.15 Daftar Mutu Kayu

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, Bangkirai, 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

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]		
3	MAHONI	Swietenia mahagoni Jocq, Swietenia Machropylla 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 acuminate 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, 2015)

2.9. Perhitungan Gross Tonnage (GT) Untuk Kapal Perikanan

Penentuan GT kapal perikanan dengan metode menurut cara pengukuran yang berlaku untuk kapal perikanan dalam negeri, dihitung sesuai dengan ketentuan dalam Keputusan Dirjen PERLA No. PY.67/1/16-02, dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

- V = adalah jumlah isi dari ruangan di bawah geladak atas ditambah dengan ruangan-ruangan di atas geladak atas yang tertutup sempurna yang berukuran tidak kurang dari 1 meter kubik.
- Nilai 0,25 adalah nilai konversi dari satuan meter kubik ke ton register.

Rumus di atas ukuran isi kapal dinyatakan dalam bentuk satuan ton *register*. Dalam pengukuran volume berdasarkan cara pengukuran dalam negeri, isi ruangan di atas geladak adalah hasil perkalian mejemuk dari ukuran panjang rata-rata, lebar rata-rata dan tinggi rata-

rata suatu ruangan. Sementara itu isi ruangan di bawah geladak adalah perkalian mejemuk atau semua dari:

Isi ruangan di bawah geladak = L x B x D x f

Keterangan:

- L = panjang kapal, yang diukur dari geladak yang terdapat dibelakang linggi haluan sampai geladak yang terdapat di depan linggi buritan secara mendatar.
- B = lebar kapal, adalah jarak mendatar diukur dari sisi kulit luar lambung kapal pada tempat yang terbesar, tidak termasuk pisang-pisang.
- 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 = factor, ditentukan menurut bentuk penampang melintang dan atau jenis kapal, dengan ketentuan sebagai berikut:
- 0,85 bagi kapal-kapal dengan bentuk penampang penuh atau bagi kapal-kapal dengan dasar rata, secara umum digunakan bagi kapal tongkang.
- 0,70 bagi kapal-kapal dengan bentuk penampang hampir penuh atau dengan dasar agak miring dari tengah-tengh ke sisi kapal, secara umum dagunakan bagi kapal motor.
- 0.50 bagi kapal-kapal yang tidak termasuk dua golongan di atas, atau secara umum digunakan bagi kapal layar dibantu motor.

Cara menghitung *Gross* Ton (GT) kapal perikanan sampai saat ini masih di gunakan oleh kementrian perhubungan dan kementrian kelautan dan perikanan. Dimana Untuk pengukuran *Gross Tonnage* pada kapal Perikanan masih dalam tarik ulur dimana kewenangan penentuan angka *Gross Tonnage* pada kapal Perikanan tidak di tetapkan oleh kementrian perikanan dan kelautan melainkan oleh kementrian Perhubungan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3
METODOLOGI

3.1. Pembuatan Spesimen Uji dan Pengujian Material Laminasi

Pembuatan spesimen uji berdasarkan ASTM-D3500 untuk pengujian tarik dan D-3043. Material yang digunakan untuk spesimen uji adalah material yang digunakan untuk pembangunanan *Prototyp*e Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT. Dari hasil pengujian akan didapatkan kuat tarik dan kuat tekuk material yang akan digunakan untuk perhitungan konstruksi kapal.

3.1.1. Alat dan bahan

Alat dan bahan yang perlu dipersiapkan sebelum pembuatan spesimen uji adalah sebagai berikut :

Alat :

1. Mesin *Auto Single Planner*
2. Mesin *Hand Planner*
3. Alat *press*
4. Alat ukur (penggaris, penggaris siku, meteran, jangka sorong)
5. Alat potong (gergaji dan gerinda)
6. Ragum dan klem
7. Kapi

Bahan :

1. Mahoni dengan ketebalan 10 mm
2. Kayu Jati dengan ketebalan 10 mm
3. Lem *"Propan Epoxy Bond EWA-135"s*

3.1.2. Pemilihan Kayu

Kayu yang dipilih untuk pembuatan spesimen uji tarik adalah Kayu Jati Rakyat, Kayu Jati TPK, dan kayu Mahoni. Kayu yang digunakan untuk spesimen uji adalah kayu yang digunakan untuk bahan pembangunan *Prototype* Kapal Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT pada penelitian Tugas Akhir ini. Kayu-kayu tersebut berjenis A3 dengan diameter rata2 30 cm dengan panjang log kayu 2 meter yang diambil dari pusat penjualan kayu Kecamatan Kraton, Pasuruan.

3.1.3. Pengolahan Material Menjadi Papan Laminasi

Papan laminasi Mahoni dan Jati yang sudah siap di *machining* kemudian dilakukan proses pemipihan tebal papan menggunakan mesin *Auto Single Planner*. Fungsi dari proses penipisan ini adalah agar papan Mahoni dan Jati menjadi pipih dan rata atas dan bawah dengan ketebalan yang seragam, yaitu tebal 8 mm.

Setelah papan Mahoni dan lembaran Jati selesai ditipiskan sesuai dengan ketebalan yang diinginkan, proses selanjutnya adalah pemotongan. Papan Mahoni dan lembaran Jati dipotong hingga memiliki panjang 450 mm untuk spesimen uji tarik. Proses pemotongan dilakukan menggunakan gergaji mesin. Papan Mahoni dan Jati yang sudah dipotong kemudian diratakan setiap sisinya menggunakan alat planar. Proses perataan sisi papan Mahoni ini bertujuan agar papan Mahoni benar-benar presisi, baik kiri-kanan maupun atas-bawah sehingga memudahkan saat proses penyusunan menjadi papan laminasi.

Papan Mahoni dan lembaran Jati kemudian disusun sesuai dengan variasinya masing-masing. Dalam penyusunan papan laminasi susunan papan Mahoni dengan lembaran Jati disusun hingga memiliki dimensi (PxLxT) 450 mm x 200 mm x 30 mm untuk papan laminasi uji tarik. Dalam proses penyusunan papan laminasi papan Mahoni dan lembaran Jati diberi nomor untuk *member*i keterangan tiap lapisannya.

Tahap selanjutnya adalah proses pengeleman (perekatan). Sebelum dilakukan proses pengeleman perlu dipersiapkan dulu perekat *Epoxy* dengan cara dicampurkan antaran 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.

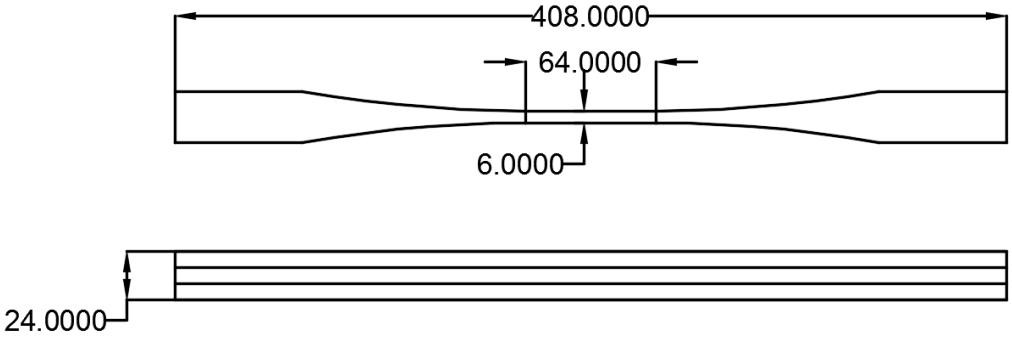
Saat proses pencampuran lem berlangsung papan laminasi sudah di susun di atas meja press. Kemudian dituangkan lem di tiap-tiap lapisan papan laminasi dan diratakan menggunakan kapi atau alat bantu lainnya, hal ini bertujuan agar lem rata melapisi permukaan tiap lapisan dan mampu mengisi celah-celah antar lapisan dengan baik. Setelah semua lapisan sudah diolesi dengan campuran lem *Epoxy* tadi, proses selanjutnya adalah proses pengepressan. Proses ini dilakukan dengan mengunakan plat, profil dan klem. Pelat dan profil diletakkan diatas papan laminasi, sedangkan klem digunakan untuk *member*ikan tekanan pada tiap sisi papan laminasi agar perekat yang sudah dioleskan ke papan laminasi tidak meluber. Setelah plat, profil dan klem sudah pada posisinya masing-masing kemudian papan dan profil

diberikan tekanan menggunakan dongkrak, diusahakan agar tekanan yang diberikan tersebar secara merata, hal ini bertujuan agar papan laminasi nantinya memiliki ketebalan yang merata. Proses ini sendiri membutuhkan waktu sedikitnya 12 jam untuk memperoleh hasil yang maksimal.

Setelah papan laminasi kering dan sudah di lepas dari meja press, proses selanjutnya adalah *member*sihkan perekat yang berlebih menggunakan mesin Auto Single Planar. Selain untuk *member*sihkan perekat yang masih tersisa proses ini juga bertujuan untuk menipiskan ketebalan dari papan laminasi menjadi 24 mm. Hal ini dikarenakan grip pada *Universal Testing Machine* (UTM) yang dimiliki memiliki ketebalan maksimum 25 mm.

3.1.4. Pembuatan Spesimen Uji

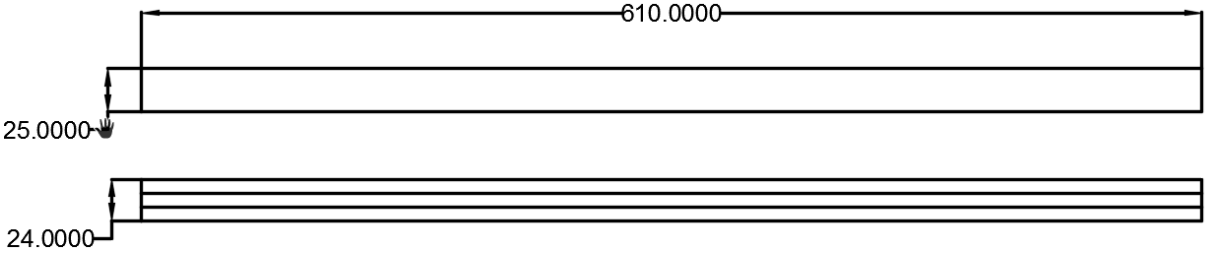
Langkah selanjutnya adalah proses pembuatan spesimen uji. Papan laminasi yang sudah selesai akan dipotong hingga membentuk spesimen uji sesuai dengan ukuran standar ASTM D-3500 untuk uji tarik dan ASTM D-3043 untuk uji tekuk.



Gambar 3.1 Ilustrasi Spesimen uji tarik

Pada spesimen uji tarik spesimen dibuat seperti pada k, dimana panjang spesimen 408 mm, lebar 25 mm dan tebal 24 mm. Kemudian pada tengah spesimen diberikan cekungan atau kurva dengan dimensinya masing-masing.

Sedangkan pada spesimen uji tekuk spesimen dibuat berupa balok laminasi dengan dimensi panjang 610 mm, lebar 25 mm dan tebal 25 mm seperti yang terlihat pada Ilustrasi Spesimen uji tekuk.



Gambar 3.2 Ilustrasi Spesimen uji tekuk

3.1.5. Pengujian Tarik

Sebelum dilakukan proses pengujian tarik, yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah mempersiapkan spesimen uji. Masing-masing spesimen uji diberi penomoran agar memudahkan dalam proses pencatatan hasil pengujian. Dalam pengujian tarik skala beban yang digunakan pada *Universal Testing Machine* (UTM) sebesar 40. Hal ini bertujuan agar grafik beban mudah untuk dibaca. Setelah itu dilakukan kalibrasi pada mesin ini agar jarum menunjukkan angka 0 (nol). Selama proses pengujian spesimen uji harus tetap dijaga atau dikontrol agar tidak terjadi selip dengan menahan tuas-tuas penjepit, sehingga besarnya nilai uji tarik dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada kertas *millimeter block* dapat terbaca dengan baik.

Gambar 3.3 Pengujian Tarik Menggunakan *Universal Testing Machine*

3.1.6. Pengujian Tekuk

Dalam pengujian tekuk hal pertama yang harus dilakukan sama dengan pada uji tarik, yaitu persiapan benda uji, penomoran spesimen uji, pengaturan skala beban dan kalibrasi *Universal Testing Machine* (UTM). Selain beberapa langkah tersebut dalam uji tekuk perlu juga diatur untuk diameter *mandle* yang akan digunakan dan peletakan posisi tumpuan agar sesuai dengan *L span* dari tiap-tiap spesimen uji. *Mandle* yang digunakan dalam pengujian tekuk ini memiliki diameter sebesar 20 mm, sedangkan L span-nya adalah 480 mm. Selanjutnya material diposisikan sedemikian rupa seperti tampak seperti pada Gambar 3.4. Bunyi patahan pertama kali dari material uji tekuk merupakan titik dimana material tersebut sudah mengalami defleksi. Oleh karena itu, selama proses pengujian, material harus diamati dengan seksama.

=

Gambar 3.4 Pengujian Tekuk Mengguunakan *Universal Testing Machine*

3.2. Survei Lapangan

Survei Lapangan dilaksanakan dengan tujuan untuk melakukan observasi dan evaluasi terhadap kondisi Kapal Ikan Tradisional yang beroperasi di Kota dan Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur serta kondisi terkini industri Galangan Kapal Ikan Tradisional. Kegiatan survei dilakukan pada beberapa lokasi survei untuk mendapatkan informasi yang lengkap. Observasi dan evaluasi dilakukan pada saat survei untuk mengetahui proses produksi kapal ikan berbahan kayu Jati utuh, teknologi produksi, tahapan produksi, dan metode-metode yang digunakan pada pembuatan kapal kayu tradisional.

3.3. Pemilihan Lokasi

Survei dilakukan untuk mengetahui kondisi Galangan Kapal Ikan Tradisional serta kegiatan produksinya. Pemilihan lokasi survei dilakukan dengan kriteria berikut:

1. Daerah survei terletak di daerah pantai pasuruan, sehingga untuk membangun kapal dan repair kapal sangat efektif.
2. Para Nelayan daerah sekitar pada umumnya menggunakan kapal ikan tradisional berbahan kayu utuh.
3. Masih menggunakan material kayu Jati untuk membangun kapal

3.3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kegiatan Survei

Survei dilakukan pada tanggal 08 September dan 06 Oktober 2018 di daerah pantai Kecamatan Panggung dan Gerongan , Pasuruan.

b) Lokasi Pertama

Lokasi pertama terletak di Kecamatan Geronga, Pasuruan. Di lokasi ini terdapat pengerajin Kapal Ikan Tradisional yang di miliki Bapak Sali.

c) Lokasi Kedua

Lokasi kedua terletak di Kecamatan Panggung, Pasuruan. Di lokasi ini terdapat pengrajin kapal ikan bernama pak Bidin.

3.4. Perancangan dan Pembuatan *Prototype* Kapal Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, perhitungan ukuran konstruksi menggunakan standar BKI 2013 Vol VII. Dalam perhitungan ukuran konstruksi kapal ikan 3 GT berbahan laminasi Kayu Mahoni dan Jati digunakan rumus yang ada pada Tabel 2.7 Beban Pada Kulit, Tabel 2.8 dan Tabel 2.9untuk memperoleh beban yang bekerja pada bagian kapal, kemudian dari beban yang didapatkan ini akan dihitung ketebalan kulit, geladak dan sekat menggunakan rumus II.6. Untuk mendapatkan ukuran lunas, linggi dan galar digunakan Tabel 2.10 dengan panjang konstruksi digunakan sebagai angka penunjuknya. Sedangkan untuk perhitungan wrang, dan gading digunakan Tabel 2.11, Tabel 2.12, Tabel 2.13 dan untuk mendapatkan modulus dari *member* konstruksi, selanjutnya setelah didapatkan nilai modulus dari masing-masing *member* konstruksi kemudian akan dikalikan dengan karakteristik material yang telah dijelaskan pada rumus II.8. Dan akhirnya akan dilihat ukuran tinggi dan lebar dari *member* konstruksinya pada Tabel 2.14, dengan modulus sebagai angka penunjuknya.

Sedangkan dalam perhitungan ukuran konstruksi kapal ikan berbahan kayu utuh digunakan perbandingan momen untuk mendapatkan modulusnya. Rumus perbandingan momen ini dapat dilihat pada rumus 2.12 dan rumus 2.13. Rumus tersebut digunakan pada perhitungan konstruksi wrang, gading dan pembujur sekat. Dalam perhitungan ketebalan kulit, geladak dan sekat hal pertama yang dilakukan adalah dengan cara menghitung ketebalan pada kapal ikan berbahan laminasi Kayu Mahoni dan Jati terlebih dahulu. Kemudian setelah itu digunaka rumus 2.9 untuk mendapatkan ketebalan kulit, geladak dan sekat kapal ikan berbahan kayu Jati utuh. Selanjutnya untuk perhitungan lunas, dan linggi dapat dilihat pada Tabel 2.10, hal ini dapat dilakukan apabila sudah didapatkan ukuran panjang dari komponen konstruksi tersebut.

3.5. Analisa Teknis

Analisa teknis yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dikerjakan apabila sudah dilakukan pengujian terhadap spesimen. Setelah didapatkan data hasil pengujian, kemudian akan dilakukan perhitungan *stress*, *strain* dan MoE pada pengujian tarik, Dalam perhitungan sifat mekanis material pada pengujian tarik dapat digunakan rumus 2.1 untuk mendapatkan nilai *stress*, rumus 2.2 untuk mendapatkan nilai *strain* dan rumus 3.3 untuk mendapatkan nilai modulus elastisitasnya. Hasil dari pengujian Tarik dan tekuk akan digunakan sebagai faktor kekuatan material untuk menghitung ukuran konstruksi Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT.

Dari analisa pengujian Tarik dan tekuk akan didapatkan kelompok kuat laminasi yang diatur pada BKI Volume XIV tentang material non-metal. Hasil analisa pengujian juga akan digunakan untuk membandingkan kelas kuat kayu berdasarkan hasil uji dimana akan didapatkan klasifikasi material laminasi Kayu Mahoni dan Jati memiliki kesetaraan dengan Kuat Kelas kayu yang telah diatur dalam regulasi. Untuk Kelas Awet Material menurut peraturan BKI akan mengikuti kelas awet terendah dari kombinasi laminasi yang dipakai.

Selanjutnya Analisa teknis dari sisi produksi dilakukan dengan cara membandingkan metode pembangunan yang dilakukan. Pembandingan dilakukan berdasarkan proses pengamatan yang dihasilkan dari survei pembangunan kapal secara tradisional dengan proses pembuatan kapal berbahan laminasi(Kapal *Prototype*). Pembandingan dilakukan pada tiap-tiap tahapan produksi untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode pembangunan.

3.6. Analisa Ekonomis

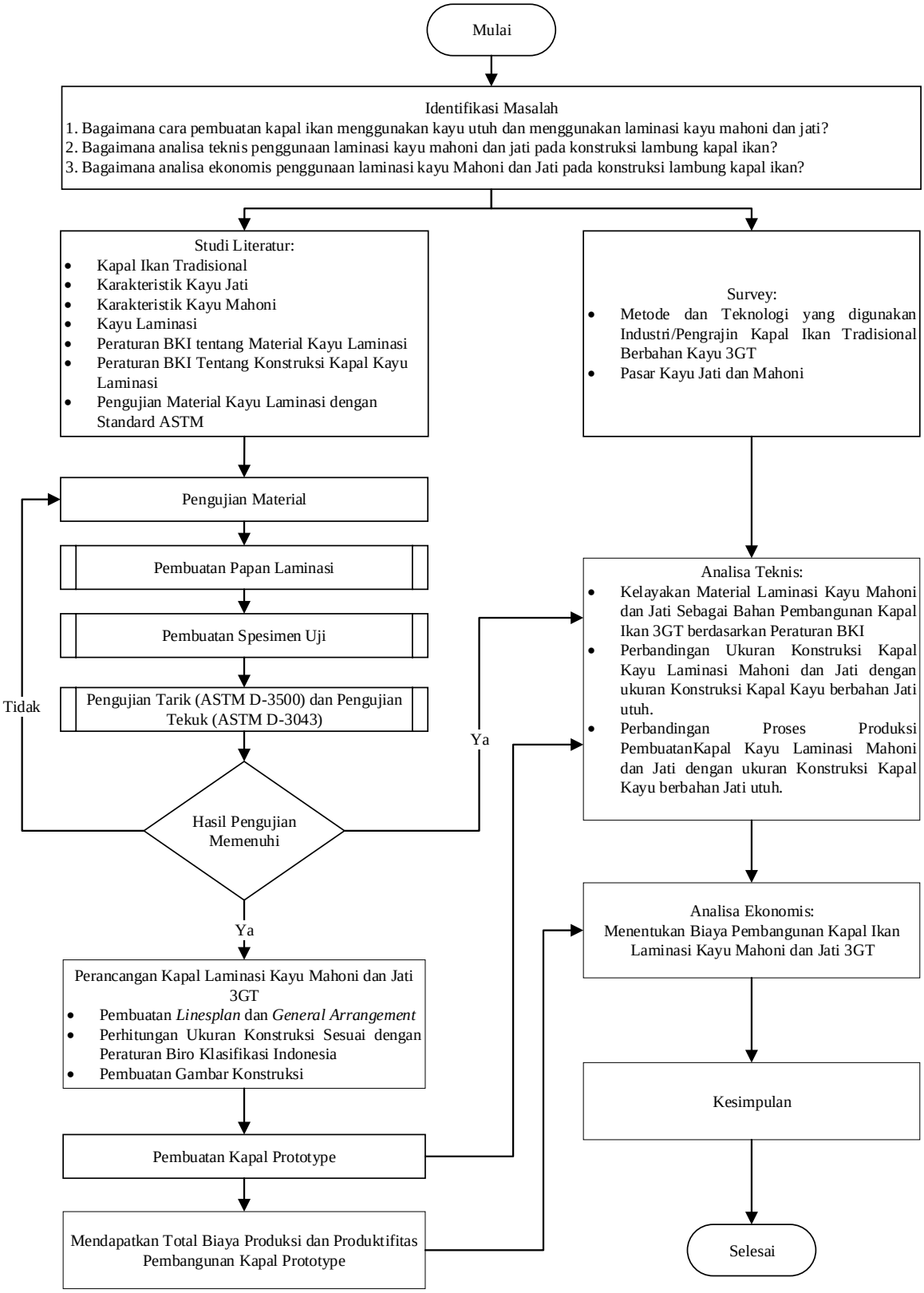
Dalam Tugas Akhir ini analisa ekonomis pembangunan kapal ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati akan dihitung harga pokok produksi . Komponen-komponen biaya yang dihitung antara lain adalah : biaya material, biaya variabel dan biaya tenaga kerja. Untuk biaya material akan dihitung berdasarkan acuan biaya yang didapatkan dari biaya pembangunan kapal *Prototype* dimana akan dihitung untuk biaya material kayu,lem Epoxy, dan Fastener. Biaya tenaga kerja dihitung berdasarkan acuan jam orang(JO) yang didapatkan dari data pembangunan kapal prototype dan diimplementasikan pada biaya tenaga kerja pada pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT. Perhitungan biaya Variabel juga dihitung berdasarkan acuan biaya yang didapat dari data pembangunan Kapal Prototype

untuk selanjutnya diimplementasikan pada perhitungan biaya variabel pada pembanfunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT.

Setelah semua perhitungan komponen biaya dilakukan akan ditentukan berapa Harga Produksi untuk Kapal Laminasi Kayu Mahoni dan Jati. Dari HPP tersebut dapat diperkirakan untuk harga jual per unit dari Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT. Harga penjualan kapal per unit ditetapkan dengan cara memberikan nilai tambahan sebesar 15% dari HPP.

3.7. Bagan Alir Penelitian

Secara singkat penelitian ini dilatarbelakangi oleh pemakaian kayu alternatif pengganti jati utuh serta penerapan teknologi laminasi dimana material yang dipilih untuk penelitian adalah Kayu Mahoni dan Jati. Penelitian diawali dengan perumusan masalah tentang metode pembuatan kapal dengan material tersebut serta analisa teknis dan Analisa ekonomisnya. Setelah itu dilakukan pengumpulan literatur yang terkait dengan permasalahan dan pemecahan masalah dalam penelitian serta survei untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi terkini dalam pembangunan kapal ikan berbahan kayu utuh. Pengujian material dilakukan untuk mendapatkan hasil kuat tekuk dan kuat Tarik yang akan digunakan untuk memprertimbangkan kelayakan material sesuai dengan BKI. Hasil dari pengujian material digunakan untuk perhitungan konstruksi pada kapal laminasi Kayu Mahoni 3GT. Setelah pengujian dan survei dilakukan dilakukan pembuatan prototype untuk mendapatkan data perbandingan proses produksi antara metode kapal dengan teknologi laminasi dan metode pembangunan kapal dengan menggunakan kayu utuh. Dari pembuatan kapal *prototype* juga didapatkan data tentang produktivitas pembangunan kapal dngan teknologi laminasi dan biaya-biaya terkait pembangunan kapal laminasi yang akan digunakan sebagai faktor-faktor perhitungan dalam Analisa ekonomis pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3 GT . Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Bagan Alir Penelitian

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB 4
PENGUJIAN MATERIAL DAN HASIL SURVEI

4.1. Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan data hasil pengujian laminasi Kayu Mahoni dan Jati untuk mendapatkan karakteristik material laminasi Kayu Mahoni dan Jati sebagai bahan pembuatan konstruksi Kapal Ikan 3 GT. Beberapa pengujian yang terkait dengan sifat mekanik yang penting dalam penentuan kekuatan kapal ikan telah dilakukan yaitu pengujian tarik dan pengujian tekuk. Pengujian yang dilakukan seperti yang telah dijelaskan pada Bab 3 akan dilakukan secara bertahap dan kemudian akan menghasilkan data karakteristik mekanik material laminasi Kayu Mahoni dengan Jati.

Bab ini juga akan menjelaskan tentang hasil pengujian yang akan digunakan sebagai besaran dalam menghitung kekuatan konstruksi lambung kapal ikan berbahan laminasi Kayu Mahoni dengan Jati. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data yang sebenarnya yang nantinya akan digunakan sebagai bahan bahasan yang lebih lanjut. Selain membahas tentang data hasil pengujian, pada bab ini juga akan dibahas tentang data hasil survei Kapal Ikan 3 GT berbahan dasar kayu yang terdapat pada daerah Pasuruan, tepatnya berada di Desa Panggung Kabupaten Lamongan.

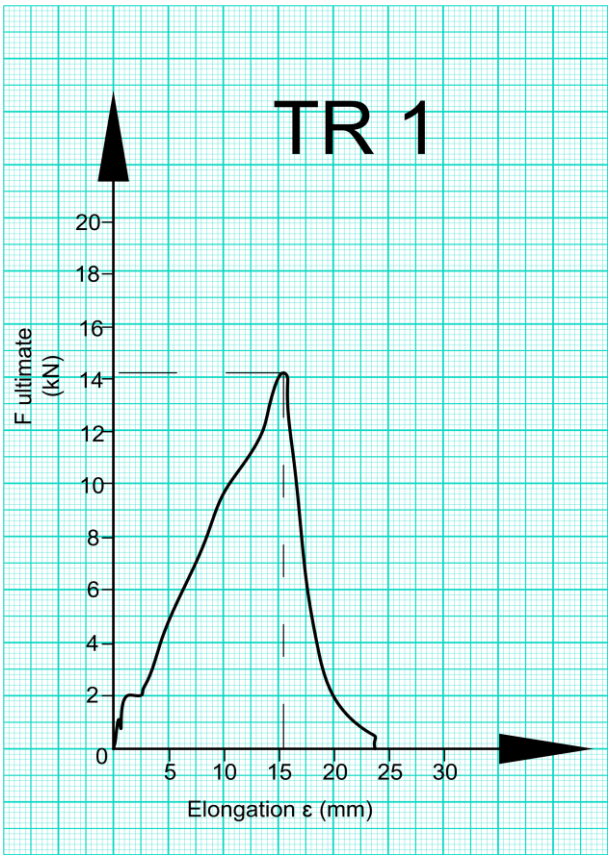
4.2. Pengujian Tarik

Prosedur pengujian tarik dilakukan dengan mengikuti peraturan yang terdapat pada ASTM D-3500. Pengujian tarik dilakukan pada 1 variasi susunan arah serat, variasi yang diberikan adalah variasi susunan arah serat sejajar .Hasil uji tarik didapatkan dari pembacaan jarum ukur pada mesin *Universal Testing Machine* (UTM) dimana titik vertikal tertinggi pada grafik adalah beban maksimal yang dapat ditahan oleh material sebelum material yang di uji mengalami patah.

4.2.1. Hasil Pengujian Tarik

Dari hasil pengujian Tarik didapatkan data berupa besar beban maksimum yang dapat ditahan oleh spesimen uji sebelum spesimen mengalami patah dan pemuluran dari spesimen. Besaran beban yang diterima oleh spesimen digambarkan oleh grafik beban dari mesin

Universal Testing Machine. Salah satu contoh grafik pengujian yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Beban Tarik Pada Spesimen TR 1

Hasil pengujian dari material laminasi Kayu Mahoni dengan Jati diperoleh nilai tarik maksimum hingga spesimen uji patah/putus sesuai dengan grafik beban yang diperoleh dari mesin *Universal Testing Machine* seperti pada Gambar 4.1. Spesimen 1 (TR 1) Menahan beban tarik sebesar 14kN. Spesimen 2 (Tr 2) menahan beban tarik sebesar 14,6kN. Spesimen 3 (Tr 3) menahan beban tarik sebesar 16,2kN. Spesimen 4 (Tr 4) menahan beban tarik sebesar 15,4kN, dan Spesimen 5 (Tr 5) menahan beban tarik sebesar 14,2kN. detail dimensi specimen dan hasil uji dapat dilihat pada Tabel 4.1.

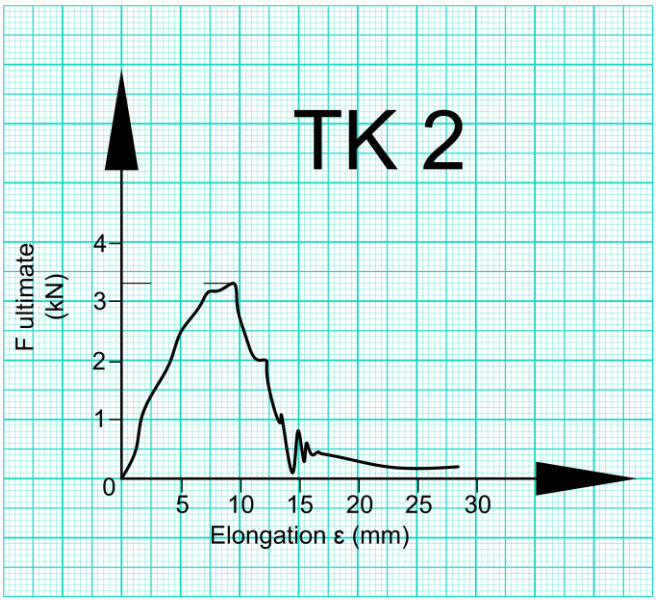
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tarik Laminasi Kayu Mahoni dan Jati

No	Kode Spesimen	Arah serat	W (mm)	T (mm)	L0 (mm)	CSA (mm^2)	Elongation (mm)	$F_{ultimate}$ (KN)
1	**TR 1**	Sejajar	23.7	6.6	64	156.42	24	14
2	**TR 2**		24	6.2	64	148.8	21	14.6
3	**TR 3**		24.69	6.55	64	161.72	21	16.2
4	**TR 4**		23.4	6.37	64	149.058	23	15.4

5	**TR 5**		24.2	6.4	64	154.88	28	14.2
Rata-rata :							**23.4**	**14.88**

4.2.2. Hasil Pengujian Tekuk

Dari hasil pengujian tekuk didapatkan data berupa besar beban maksimum yang dapat ditahan oleh spesimen uji sebelum spesimen mengalami patah dan defleksi. Besaran beban yang diterima oleh spesimen digambarkan oleh grafik beban dari mesin *Universal Testing Machine*. Salah satu contoh grafik beban yang didapatkan dapat dilihat pada



Gambar 4.2 Grafik Beban Tekuk Pada Spesimen TK 2

Hasil pengujian dari material laminasi Kayu Mahoni dengan Jati dengan susunan arah serat sejajar diperoleh nilai tekuk maksimum hingga spesimen uji patah/putus. Spesimen 1 (TK 1) Menahan beban tekuk sebesar 1,4kN. Spesimen 2 (TK 2) menahan beban tekuk sebesar 1,6kN. Spesimen 3 (TK 3) menahan beban tekuk sebesar 1,5kN. Spesimen 4 (TK 4) menahan beban tekuk sebesar 1,4kN, dan Spesimen 5 (TK 5) menahan beban tekuk sebesar 1,4kN. untuk detail dimensi dan hasil pengujian tekuk dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tekuk Laminasi Kayu Mahoni Dan Jati

No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	CSA (mm^2)	L (mm)	L span (mm)	$F_{ultimate}$ (KN)	Defleksi (mm)
1	**TK 1**	Laminasi Sejajar	24.86	33.2	825.35	610	480	2.9	14.5
2	**TK 2**		25.19	32.85	827.49	610	480	3.25	15
3	**TK 3**		24.9	32.6	811.74	610	480	2.4	15
4	**TK 4**		25.03	33	825.99	610	480	2.8	14

5	**TK 5**		24.77	33	817.41	610	480	3.1	14
Rata-rata								**2.89**	**14.5**

4.3. Survei Pembangunan Kapal Ikan Tradisional

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini penulis melakukan survei lapangan terhadap Kapal Ikan 3 GT. Survei ini bertujuan untuk mendapatkan data Kapal Ikan 3 GT yang sudah dibangun dan sudah beroperasi, penulis juga melakukan wawancara terhadap pemilik kapal sehingga penulis mendapatkan data ukuran utama dari Kapal Ikan 3 GT.

4.3.1. Lokasi dan Waktu Survei

Survei dilakukan pada hari sabtu, tanggal 08 September 2018 di daerah Panggung, Pasuruan.

Gambar 4.3 Kegiatan Produksi Kapal Di Lokasi Survei

4.3.2. Hasil Survei

1. Ukuran Utama dan konstruksi kapal ikan tradisional

Dari survei yang telah dilakukan terhadap Kapal Ikan berukuran 3 GT, yaitu Kapal Ikan milik pengrajin Pak Mutowib. Didapatkan koordinat-koordinat yang diukur dari setiap gadingnya. Kemudian dari koordinat-koordinat yang telah didapatkan ini kemudian akan digambar ulang dengan cara memasukan ukuran-ukuran tadi ke dalam *Software Maxurf* yang pada akhirnya akan diperoleh bentuk *linesplan* dari Kapal Ikan 3 GT ini. Selain pengukuran langsung koordinat-koordinat tiap gading ini, penulis juga melakukan wawancara langsung terhadap pemilik kapal. Dan dari hasil wawancara dengan narasumber didapatkan data ukuran utama Kapal Ikan 3 GT sebagai berikut :

Panjang Kapal (Loa)	: 10.5 meter
Panjang Garis Air (Lwl)	: 10.35meter
Lebar Kapal (B)	: 1,7 meter
Tinggi Kapal (H)	: 0.9 meter
Sarat (T)	: 0.35 meter
Kecepatan (Desain)	: 9 knot

Dari data ukuran utama dan koordinat-koordinat yang telah didapatkan, kemudian akan dilakukan pembuatan *lines plan* dan perhitungan ukuran-ukuran konstruksinya, yang akan dibahas pada Bab selanjutnya. Untuk kapal yang diambil ukuran utamanya oleh penulis dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Gambar 4.4 Kapal Ikan Tradisional Khas Pasuruan

2. Proses Produksi dan Metode yang digunakan

Proses pembangunan kapal ikan tradisional sampai saat ini masih menggunakan metode konvensional yang umumnya digunakan di galangan kapal kayu tradisional. Beberapa metode produksi yang digunakan dalam pembangunan kapal kayu tradisional adalah sebagai berikut:

A. Proses pengeringan kayu

Kayu yang dipesan oleh galangan kapal tradisional umumnya masih dalam kondisi basah dan masih harus dikeringkan. Metode pengeringan kayu yang digunakan adalah metode pengeringan dengan cara jemur di bawah sinar matahari dan di angin-anginkan. Metode ini

digunakan selain karena terbatasnya fasilitas juga karena cara ini adalah cara termurah. Namun proses ini berisiko terhambat bila cuaca tidak mendukung misalkan kondisi cuaca mendung atau hujan. Kadar kelembaban kayu pada proses ini umumnya diperiksa secara visual saja tidak dengan alat pengukur kadar air kayu. Proses pengeringan dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Gambar 4.5 Metode pengeringan kayu dengan cara dijemur

B. Proses pelengkungan kayu menggunakan metode pemanasan

Umumnya secara tradisional metode pemanasan yang digunakan untuk pelengkungan kayu secara tradisional adalah pembakaran menggunakan kayu bakar atau bahan bakar alternatif lain. Proses pembakaran pada kayu pada galangan tradisional digunakan karena harganya yang relatif murah serta tekniknya yang mudah dan dapat dikerjakan dengan ketersediaan fasilitas yang minimum. Proses pemanasan yang dilakukan di galangan kapal yang telah disurvei dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Gambar 4.6 Proses pelengkungan kayu secara tradisional

C. Proses penyambungan kayu menggunakan pasak dan lem *Epoxy*

Perakitan kayu secara tradisional menggunakan pasak dan *Epoxy* yang bertujuan untuk memperkuat sambungan antar kayu. Bahan dari pasak yang digunakan adalah kayu sisa produksi ataupun kayu rotan sedangkan lem yang digunakan adalah lem *Epoxy* resin. Penggunaan *Epoxy* resin selain untuh memperkuat sambungan juga sebagai bahan untuk mengkedapkan lambung kapal agar tidak terjadi kebocoran. Contoh untuk hasil sambungan dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan pemasangan pasak dapat dilihat pada Gambar 4.8.

Gambar 4.7 Sambungan konstruksi keel dan stem

Pemasangan pasak ini digunakan sebagai penguat antar sambungan bilah kulit. Pasak yang digunakan adalah pasak yang berasal dari bahan sisa yang tidak digunakan ataupun dari bahan Kayu Rotan. Walaupun menggunakan pasak, pengrajin kapal kayu tradisional sudah mulai memakai lem epoxy untuk memperkuat sambungan antar bilah kulit serta bagian-bagian konstruksi lainnya

Gambar 4.8 Penyambungna kulit menggunakan pasak

Pemasangan pasak ini digunakan sebagai penguat antar sambungan bilah kulit. Pasak yang digunakan adalah pasak yang berasal dari bahan sisa yang tidak digunakan ataupun dari

bahan Kayu Rotan. Walaupun menggunakan pasak, pengrajin kapal kayu tradisional sudah mulai memakai lem epoxy untuk memperkuat sambungan antar bilah kulit serta bagian-bagian konstruksi lainnya

BAB 5
PERANCANGAN DAN PEMBANGUNAN KAPAL IKAN LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI 3GT

5.1. Pendahuluan

Pada Bab ini akan dijelaskan proses pembangunan Kapal Ikan Berbahan Laminasi Kayu Jati dan Mahoni. Pembangunan Kapal Ikan Berbahan Laminasi Kayu Jati dan Mahoni bertempat di Laboratorium Manajemen Produksi dan Industri Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Kapal ikan tersebut memiliki dimensi yang diperkecil menjadi lebih kecil dibandingkan dengan kapal yang dirancang untuk nantinya dilakukan analisa teknis dan ekonomis pada Bab 5.

Pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT memiliki tahapan-tahapan proses dari Tahap Desain, Tahap Persiapan, Tahap Fabrikasi, Tahap *Assembly*, hingga tahap Finishing. Tahapan Proses Pembangunan Kapal Laminasi yang dibangun memiliki perbedaan dengan tahapan proses pembangunan Kapal Ikan berbahan kayu utuh pada umumnya yang selanjutnya akan dibahas pada bab ini.

5.2. Tahap Desaim

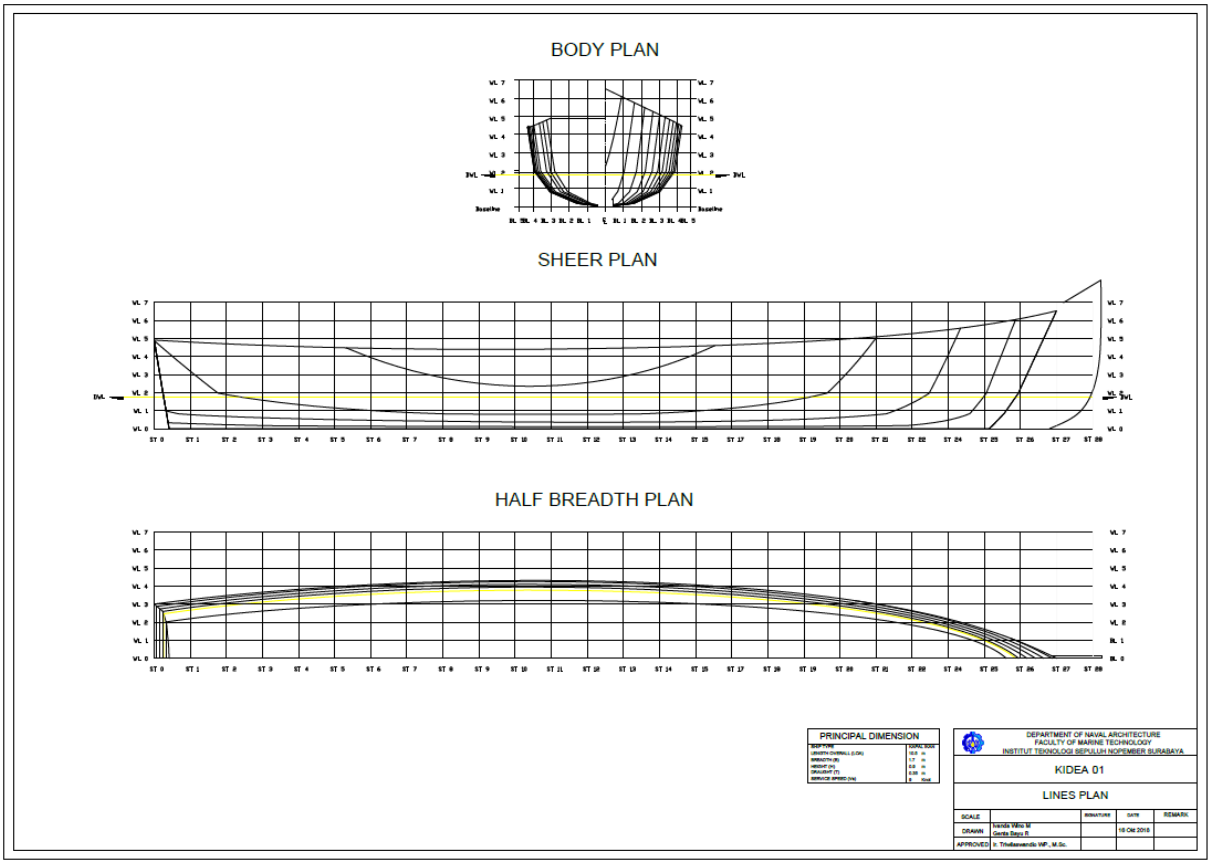
5.2.1. Penentuan Ukuran Utama

Ukuran Utama didapatkan dari hasil survei dan pengukuran kapal kayu pada saat survei dilakukan. Pengambilan ukuran utama diambil dari kapal salah satu pengrajin di pasuruan dengan mengukur koordinat garis kapal. *Prototype* Kapal Ikan berbahan laminasi kayu Mahoni dan Jati ini memiliki ukuran utama sebagai berikut:

Panjang Kapal (Loa)	: 10,5 meter
Panjang Garis Air (Lwl)	: 10,35 meter
Lebar Kapal (B)	: 1,7 meter
Tinggi Kapal (H)	: 0,9 meter
Sarat (T)	: 0.35 meter
Kecepatan (Desain)	: 9 knot

5.2.2. Pembuatan *Linesplan*

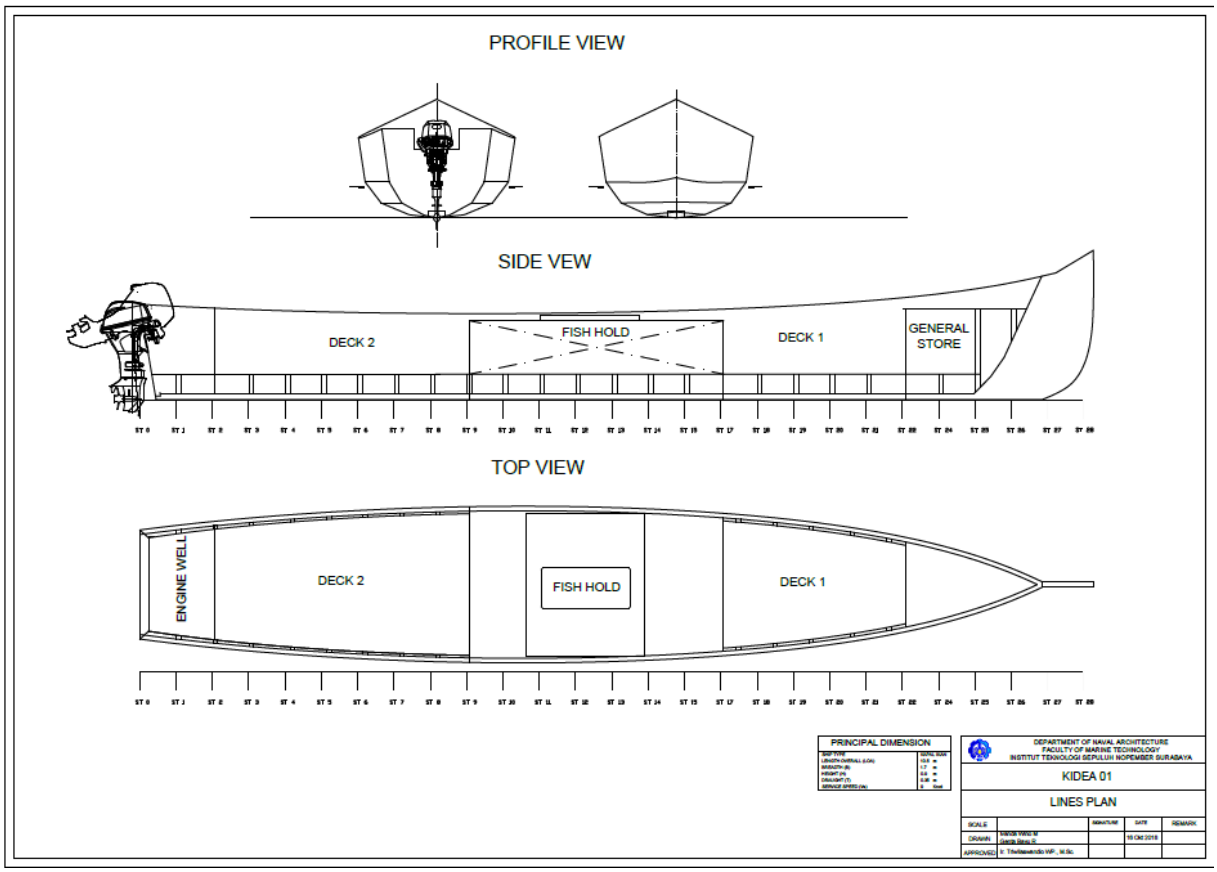
Pembuatan *Linesplan* dilakukan dengan menggunakan *software maxurf* berdasarkan model lambung dan ukuran utama. *Linesplan* di perlukan untuk mengetahui karakteristik lambung kapal serta menentukan desain *General Arrangement* dan desain konstruksi kapal. Hasil pembuatan *Linesplan* untuk Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3 GT dapat dilihat pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Linesplan *Prototype* Kapal Ikan Laminasi 3GT

5.2.3. Pembuatan General Arrangement

Pembuatan General Arrangement untuk menentukan tata letak bagian-bagian kapal. Desain pada pembuatan *General Arrangement* mengadopsi desain kapal ikan pada umumnya digunakan di indonesia dengan pertimbangan kapasitas ruang penyimnpanan ikan, penyimpanan *fishing gear*, serta letak mesin yang menggunakan mesin *outboard*. Desain General Arrangement dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 General Arrangement *Prototype* Kapal Ikan Laminasi 3GT

5.2.4. Perhitungan Konstruksi

Perhitungan Konstruksi diperlukan untuk memperoleh jaminan dari Biro Klasifikasi Indonesia bahwa kapal yang didesain adalah kapal yang handal dari segi kekuatan konstruksi. Perhitungan yang dipakai sesuai dengan BKI Vol VII; *Section* 1 E - *Cold-Moulded Wood Construction*. Rekap ukuran konstruksi dapat dilihat pada Tabel 5.1. Untuk pembahasan perhitungan konstruksi lebih lengkap akan dibahas pada sub Bab 6.1.

Tabel 5.1 Perhitungan Ukuran Konstruksi Kapal Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT

Kapal Kayu Laminasi (BKI Vol VII; Section 1 E - *Cold-Moulded Wood Construction*)												
No	Nama	Daerah	Tinggi		Lebar		Tebal		Luas Penampang		Modulus	
1	Lunas	All	90	mm	148	mm			133,2	cm^2	199,8	cm^3
2	Linggi	All	75	mm	75	mm			56,25	cm^2	70,3	cm^3
3	*Chinelock*	All	20	mm	50	mm			30	cm^2		
4	Kulit Alas	**> 0,4 L ÷ fore**					12	mm				
5		**< 0,4 L ÷ aft**					12	mm				
6	Kulit Sisi	**> 0,4 L ÷ fore**					12	mm				
7		**< 0,4 L ÷ aft**					12	mm				
8	Geladak	**All**					28	mm				
9	Sekat	**> 0,4 L ÷ fore**					50	mm				
10		**< 0,4 L ÷ aft**					50	mm				

Kapal Kayu Laminasi (BKI Vol VII; Section 1 E - *Cold-Moulded Wood Construction*)												
11	Wrang		1750	mm			50	mm	875	cm^2	25520,8	cm^3
12	Gading		50	mm			50	mm	25	cm^2	20,8	cm^3

5.3. Tahap Persiapan

Tahap persiapan adalah tahapan untuk mempersiapkan material dan lokasi kerja yang akan digunakan untuk pembangunan kapal. Dalam tahap persiapan akan dilakukan pemilihan material, pemotongan Log kayu, dan penipisan kayu. Tahap persiapan sangat penting karena apabila terjadi kesalahan pada pemilihan material dan pengelolaan bahan baku mentah akan menimbulkan kerugian yang banyak serta waktu yang terbuang percuma.

5.3.1. Pemilihan Material

Pembelian material dilakukan di pusat penjualan kayu dan mebel daerah Kraton, Pasuruan. Kayu yang dijual di tempat ini adalah kayu dari beragam jenis pohon dengan komoditas utama Kayu Jati dan Kayu Mahoni. Kayu-kayu yang sediakan berasal dari daerah tanam Jawa Timur. Untuk memilih material di tempat pembelian haruslah jeli dan teliti saat memilih kayu agar Kayu yang dipipih tidak memiliki banyak kecacatan dan dapat digunakan secara optimal. Lokasi tempat pembelian Kayu Jati dan Mahoni dapat dilihat pada Gambar 5.3.

Gambar 5.3 Lokasi Penjualan Kayu Jati dan Mahoni

Kayu Jati yang dipilih dalam pembangunan kapal ini dalah Kayu Jati milik perhutani, kayu Jati dari perkebunan warga, dan Mahoni yang berasal dari Kabupaten Malang. Untuk Kayu Jati dan Mahoni yang dipilih adalah Kayu Jati dan Mahoni dengan diameter >30cm

dengan Panjang >2m. Proses pengukuran material secara manual menggunakan alat ukur meteran rol seperti pada Gambar 5.4.

Gambar 5.4 Proses pengukuran material

5.3.2. Pemotongan Log Kayu

Setelah bahan utama sudah dipilih selanjutnya dilakukan pemotongan material mengunakan fasilitas pemotongan kayu yang tersedia di tempat penjualan kayu. Proses pemotongan kayu dapat dilihat pada Gambar 5.5. Log kayu dipotong menggunakan mesin gergaji dengan bantuan kereta dorong. Kereta dorong digunakan untuk mengatur ketebalan kayu hasil potong agar lebih presisi dan hasil potong yang lebih rapih. Hasil potongan kayu dapat dilihat pada Gambar 5.6.

Gambar 5.5 Proses Pemotongan Kayu Jati dan Mahoni

Gambar 5.6 Log kayu yang sudah dipotong menjadi papan-papan kayu

5.3.3. Tahap Penipisan Kayu

Pada tahap ini papan-papan kayu akan ditipiskan menggunakan mesin *planner* sampai dengan ketebalan yang diinginkan. Penipisan kayu dilakukan dengan pengurangan tebal 1mm untuk satu kali proses. Penguranan tebal per satu kali proses tidak bisa lebih dari 1mm dikarenakan kapasitas mesin planner yang terbatas. Proses penipisan papan dengan mesin planner dapat dilihat pada Gambar 5.7.

Gambar 5.7 Proses Penipisan Papan Kayu Menggunakan Mesin Planner

5.3.4. Pembuatan Jig/Dudukan

Pembuatan jig dilakukan menggunakan profil baja lurus sepanjang 6m yang diletakan diatas *mounting* beton. Profil baja dipilih karena dirasa cukup kuat untuk menumpu berat kapal sepanjang proses pembuatan kapal. Jig yang digunakan untuk pembangunan Kapal ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT dapat dilihat pada Gambar 5.8. Dilakukan proses primer coating pada profil baja untuk mencegah terjadinya korosi. Setelah jig siap maka dilakukan pengecekan kelurusan jig menggunakan alat *waterpass*.

Gambar 5.8 Jig Untuk *Prototype* Kapal Ikan 3 GT

5.4. Tahap Fabrikasi

Pada tahap Fabrikasi dilakukan Pemotongan dan Pembentukan *piece part* yang nantinya akan dibentuk sebagai modul-modul konstruksi yang akan dirakit pada tahap asembly. Pembuatan modul-modul konstruksi menggunakan metode laminasi yaitu *Cold Press Planking*. Metode tersebut digunakan sebagai alternatif pelengkungan kayu dengan proses panas yang dapat mengurangi kualitas dan kekuatan material kayu.

5.4.1. Pembuatan *Mock-up*/Mal

Pada tahap Pembuatan mal, papan-papan yang sudah di tipiskan sampai ketebalan yang diinginkan akan diberi tanda sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Proses *marking* menggunakan mal berbahan triplek yang sudah di cetak menggunakan *laser cutting* sesuai dengan bentuk *piece part*. Mal dan proses *marking* dapat dilihat pada Gambar 5.9.

Gambar 5.9 Mal yang digunakan untuk proses *marking*

Setelah papan-papan diberi tanda menggunakan mal, selanjutnya dilakukan proses pemotongan sesuai dengan bentuk mal. Pemotongan papan dapat dilakukan menggunakan gergaji tangan ataupun gergaji mesin sesuai dengan kebutuhan. Hasil pemotongan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.10.

Gambar 5.10 Hasil pemotongan *piece part*

5.4.2. Pembuatan Modul Wrang Sebagai Cetakan

Wrang dipasang pada jig dalam posisi terbalik dengan jarak gading . *Prototype* kapal ini memiliki desain wrang dengan ketingguian yang sama yaitu setinggi deck yang akan memudahkan proses planking dan pembuatan modul lunas dalam posisi terbalik. Peletakan

wrang pada jig menggunakan alat bantu siku seperti pada Gambar 5.11 agar pemasangannya akurat..

Gambar 5.11 Peletakan Wrang Dengan Bantuan Siku

Pada percobaan peletakan wrang sudah dapat dilihat sebagian bentuk lengkungan kapal. Percobaan peletakan wrang dimaksudkan untuk memperkirakan pemasangan modul wrang dan gading pada saat proses perakitan. untuk hasil pemasangan wrang dapat dilihat pada Gambar 5.12

Gambar 5.12 Hasil Pemasangan Wrang Pada Jig

5.4.3. Pembuatan Modul *Chinelock*

Prototype Kapal Ikan Laminasi 3GT menggunakan desain chined hull sehingga digunakan chine lock sebagai pengganti galar. Pemasangan *chinelock* dilakukan dengan

metode *cold press planking*. Papan-papan chine lock dibentuk dan direkatkan sesuai dengan bentuk *chinelock mounting* yang tersedia pada wrang dan gading. Pada proses laminasi *chinelock* digunakan bantuan sekrup dan klem seperti pada Gambar 5.13

Gambar 5.13 Proses Pembentukan Laminasi *Chinelock*

Hasil Pemasangan *chinelock* dapat dilihat pada Gambar 5.14. yakni ada enam buah *chinelock* dimana nantinya *chinelock* yang terpasang ini akan membantu proses laminasi kulit secara *cold press planking*. Setelah proses *curing* dari lem *Epoxy* resin dirasa sudah cukup maka *chinelock* dilepas. Saat dilepas modul-modul tersebut masih terdapat sisa-sisa paku yang timbul maka harus dibersihkan menggunakan mesin gerinda. Modul *chinelock* yang sudah dilepas berbentuk seperti pada Gambar 5.15.

Gambar 5.14 Modul *Chinelock* Pada Modul Wrang Dan Gading

Gambar 5.15 Modul *Chinelock* yang Sudah Dilepas Dari Cetakan

5.4.4. Pembuatan Modul Lunas dan stem

Proses pembuatan Modul Keel menggunakan proses *cold press planking* dimana keel dicetak sesuai dengan bentuk wrang yang sudah terpasang pada jig. Pada *Prototype* kapal ini keel dibagi menjadi 2 modul sehingga ada sambungan diantara keel. Untuk memudahkan pemasangan dan pembuatan keel, wrang pada *Prototype* Kapal Ikan 3GT didesain memiliki *keel mounting* sehingga pemasangan lunas lurus dan akurat. Proses *cold press planking* untuk modul keel dapat dilihat pada Gambar 5.16.

Gambar 5.16 Proses Planking Modul Lunas

Untuk proses planking modul stem dilakukan dengan cara yang sama yaitu dengan metode *cold press planking*. Pemasangan stem ini sedikit berbeda dengan pemasangan *chinelock* atau lunas karena tidak adanya *stem mounting* sehingga dibutuhkan peralatan selain klem yaitu span screw untuk membantu membentuk kelengkungan stem. Proses planking untuk modul stem dapat dilihat pada Gambar 5.17.

Gambar 5.17 Proses Pelengkungan Stem Dengan Bantuan *Span Screw*

Modul Lunas yang sudah dilepas dari cetakan akan dibersihkan dari sisa-sisa lem yang berlebih. Setelah itu Modul lunas siap dirakit dalam proses *assembly*. Modul lunas terdiri dari dua modul sedangkan linggi hanya terdiri dari satu modul saja.

Gambar 5.18 Modul Lunas dan Linggi yang Sudah dilepas Dari Cetakan

5.4.5. Pembuatan Modul Kulit

Pada proses pemasangan kulit, papan-papan kulit terdiri dari tiga jenis bahan dimana lapisan-1(bagian dalam) menggunakan Jati dari perkebunan warga, lapisan 2(bagian tengah) menggunakan Kayu Mahoni, Lampisan 3 (bagian Luar) menggunakan Kayu Jati TPK. Metode yang digunakan untuk pencetakan kulit adalah seperti bagian yang lain yaitu *Cold Press Planking*. Kulit lapisan pertama dipasang terlebih dahulu mengikuti bentuk cetakan sesuai bentuk wrang dan gading kapal selanjutnya diikuti proses laminasi untuk kulit lapisan ke-2 dan ke-3. Proses planking pada modul kulit dapat dilihat pada Gambar 5.19.

Gambar 5.19 Proses Planking Bagian Kulit Kapal

Setelah proses pembuatan kulit pada cetakan sudah selesai dan lem Epoxy resin sudah mengering maka modul kulit yang sudah jadi dilepas dari cetakan. Dikarenakan untuk mempercepat waktu pengerjaan dibantu dengan paku, pada modul kulit yang sudah jadi masih terdapat tonjolan sisa paku. Sisa tonjolan paku dan lem Epoxy resin yang tercecer dibersihkan menggunakan gerinda amplas seperti pada Gambar 5.20.

Gambar 5.20 Pembersihan Sisa Paku yang tembus pada Modul kulit

5.4.6. Pembuatan Modul Transom dan Sekat

Pembuatan Modul Transom dan sekat dilakukan sama seperti pembuatan modul wrang yaitu dengan cara memotong material kayu lalu di lem dengan menyusun kayu sesuai tebal yang dibutuhkan. Pemotongan Modul Transom dan Sekat dilakukan setelah proses laminasi dikarenakan ada kekhawatiran terjadi perubahan bentuk karena pergeseran saat pengeleman karena bentuk mal dibuat tanpa margin, sehingga ukuran dilebihkan dilapangan. Kegiatan pembuatan Modul Transom dapat dilihat pada Gambar 5.21.

Gambar 5.21 Pembuatan Modul Transom

5.5. Tahap *Assembly*

Pada tahap *assembl*y dilakukan perakitan modul-modul yang sebelumnya telah dibuat pada tahap fabrikasi. Pada proses *asembbly* dilakukan pengeleman dan fiksasi konstruksi menggunakan skrup dan baut. Modul-modul yang telah dibuat diletakkan pada wrang dan gading yang sudah diberi *mounting* untuk mempermudah pemasangan. Tahap *assembly* memiliki urutan proses yang dapat dilihat pada

5.5.1. Pemasangan Modul Gading dan Wrang

Pemasangan Modul Wrang dan Gading dilakukan pertama kali pada tahap *assembly* dalam keadaan kapal terbalik. Sebelumnya, Wrang sudah tersusun sesuai dengan jarak gading pada desain diatas jig. Pengeleman dilakukan pada *mounting* gading yang tersedia pada wrang lalu dilakukan pemasangan sekrup pada sambungan. Pada tahap ini dirasa tidak perlu peralatan tambahan klem karena tekanan yang diberikan pada sekrup dirasa sudah memiliki tekanan yang cukup. Proses pemasangan modul Gading dan Wrang dapat dilihat pada Gambar 5.22 dan Gambar 5.23.

Gambar 5.22 Pemasangan Modul Gading Pada Wrang

Dari pemasangan seluruh Wrang dan Gading sudah terlihat kurva bentuk kapal. Setelah semua modul wrang dan gading terpasang dilakukan pembersihan sisa-sisa lem yang berlebih. Modul wrang dan gading dianggap sebagai cetakan utama untuk pembentukan kulit kapal.

Gambar 5.23 Seluruh Gading dan Wrang terpasang

5.5.2. Pemasangan *Chinelock*

Pemasangan *Chinelock* dilakukan pada urutan proses setelah pemasangnan Wrang dan gading untuk mencegah tidak lurusnya cetakan kapal dan juga menambah kekakuan cetakan kapal. Modul *Chinelock* yang telah dibuat dipasangankan dengan *member*ikan lem di setiap *mounting chinelock* yang ada pada Modul Wrang dan Gading. Ketika sudah Modul Chinlock sudah terpasang pada *Mounting Chinelock* selanjutnya dipasang sekrup pada setiap sambungan *Chinelock* dan Wrang/Gading. Pemasangan Modul *Chinelock* dapat dilihat pada Gambar 5.24.

Gambar 5.24 Pemasangan Modul *Chinelock*

5.5.3. Pemasangan Modul Lunas

Pemasangan Lunas dilakukan setelah pemasangan *Chinelock*. Lunas dipasang terlebih dahulu sebelum konstruksi yang lain untuk *member*ikan kekuatan tambahan bagi cetakan kapal. Pada Lunas terdapat *rabbet* yang nantinya adalah tempat bertemunya kulit dan Lunas pada *Prototype*. Pengeleman pada modul-modul lunas dilakukan pada bagian sambungan seperti pada Gambar 5.25. Pemberian Lem dalam jumlah bannyak dilakukan untuk memperkecil risiko terjadinya pengeleman yang tidak sempurna atau terjadi dikarenakan sambungan dibagian Lunas ini adalah sambungan yang vital.

Gambar 5.25 Pengeleman Sambungan Lunas

Setelah pengeleman dilakukan, selanjutnya dilakukan penyambungan antar modul lunas. Untuk merapatkan sambungan antara modul Lunas diperlukan alat bantu palu untuk mendorong dikarenakan sambungan yang terlalu rapat. Berikutnya adalah pemasangan baut pada sambungan Lunas. Baut dibuat dari Studbolt yang dipotong lalu dilas dengan mur untuk membentuk kepala baut. Baut yang digunakan pada sambungan Lunas dapat dilihat pada Gambar 5.26.

Gambar 5.26 Baut Lunas

Pemasangan baut lunas didahului dengan pembuatan lubang baut pada sambungan lunas. Sambungan lunas dilubangi menggunakan bor dengan diameter lubang yang sesuai untuk pemasangan baut. Pemasangan baut pada sambungan lunas menggunakan alat bantu kunci pass untuk mengencangkan antara mur dan baut seperti pada Gambar 5.27.

Gambar 5.27 Pemasangan Baut Untuk Lunas

5.5.4. Pemasangan Cantik-cantik

Pemasangan Cantik-cantik dilakukan secara bertahap. Pemasangan cantik-cantik pertama bagian bawah dilakukan ketika posisi kapal masih pada kondisi terbalik. Cantik-cantik tidak bisa dipasang sekaligus karena tinggi jig yang kurang. Karena sambungan antara linggi dan cantik-cantik terdapat pada Modul Cantik-cantik bagian bawah, maka Modul Cantik-cantik bagian bawah harus dihubungkan ke linggi terlebih dahulu. Pemasangan Modul Cantik-cantik dapat dilihat pada Gambar 5.28. Penyambungan Cantik-cantik ke linggi menggunakan lem dan baut yang sama seperti baut sambungan Lunas.

Gambar 5.28 Pemasangan Modul cantik- Cantik Bagian Bawah

Pemasangan Modul Cantik-cantik bagian atas dilakukan setelah dilakukan pembalikan kapal. Pemasangan antara Modul Cantik-cantik dilakukan menggunakan pasak dan lem, lalu ditekan menggunakan Klem F sampai lem mengering sempurna. Pemasangan Modul Cantik-cantik bagian atas dapat dilihat pada Gambar 5.29.

Pada Modul Cantik-cantik terdapat Mal untuk bentuk kulit yang sudah diberi tanda. Pemasangan kulit bagian bawah akan bisa dilakukan ketika Modul Cantik2 bagian bawah sudah terpasang, begitu pula untuk Modul Kulit bagian atas baru bisa dipasang setelah Modul Cantik-cantik bagian atas terpasang. Modul Cantik-cantik sengaja masih berbentuk tumpukan balok yang belum dibentuk dan akan dibentuk setelah Modul bagian atas dan bawah terpasang untuk menghindari kesalahan dalam akurasi pembentukan Cantik-cantik.

Gambar 5.29 Modul Cantik-cantik Atas Terpasang

5.5.5. Pemasangan Modul Kulit

Pemasangan Modul Kulit diawali dengan dua lajur Modul Kulit terbawah untuk memudahkan proses pembalikan kapal. Modul Kulit lajur pertama dipasang mengikuti bentuk *rabbet* dan *Chinelock* Lajur Pertama.Modul Kulit kedua dipasang mengikuti bentuk pada sambungan kulit dilajur pertama, mal pada Modul Cantik-cantik dan *Chinelock*. Lem *Epoxy* resin diberikan pada *Chinelock* dan Gading untuk merekatkan kulit Pemasangan Modul kulit dilakukan seperti pada Gambar 5.30.

Gambar 5.30 Pemasangan Kulit Lajur B

Setelah Modul Kulit terpasang dilanjutkan dengan pemasangan sekrup untuk memperkuat menempelnya kulit ke Modul-Modul Konstruksi lainnya. Sekrup yang digunakan berbahan Stainless Steel agar tidak mudah terkena korosi ketika terkena air laut. Pemasangan sekrup dibantu dengan peralatan bor dan obeng. Pemasangan sekrup dapat dilihat pada Gambar 5.31.

Gambar 5.31 Pemasangan Sekrup Pada Kulit

Untuk Kulit lajur selanjutnya dipasang dengan cara yang sama. Modul Kulit yang belum terpasang akan dipasang setelah posisi kapal terbalik. Dengan posisi kapal tegak akan mudah untuk melakukan pemasangan Modul Kulit bagian atas.

5.5.6. Pembalikan Kapal

Pembalikan kapal dilakukan tanpa peralatan bantu namun membutuhkan jumlah orang yang banyak. Hal ini dilakukan karena keterbatasan tidak adanya alat bantu angkat sekaligus mencoba apabila Kapal Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT ini akan dirakit di tempat lain yang tidak memiliki alat bantu angkat. Jumlah orang yang dicoba untuk membalikkan kapal setengah jadi berjumlah 9 orang. Pada tahap ini terbagi menjadi tiga fase yaitu:

1. Fase Penggeseran (Posisi Kapal Terbalik)

Pada fase ini kapal digeser ke salah satu sisi untuk menyediakan ruang pembalikan untuk kapal di sisi yang lainnya. Penggeseran dilakukan dengan cara mengangkat sedikit badan kapal lalu menggesernya. Penggeseran kapal pada fase ini dapat dilihat pada Gambar 5.32.

Gambar 5.32 Kapal Posisi Terbalik

2. Fase Pembalikan (Pemiringan kapal)

Pada fase ini dilakukan pengangkatan sampai kapal pada keadaan miring. Jumlah orang lebih banyak dibutuhkan pada sisi bagian yang diangkat. Kapal dimiringkan 90 derajat dengan bertumpu pada *Chinelock* . Pemiringan kapal dapat dilihat pada Gambar 5.33.

Gambar 5.33 Kapal Posisi Miring

3. Fase Penegakan

Pada fase ini Jumlah orang yang dibutuhkan lebih banyak di sisi skapal bagian bawah untuk menahan beban. Kapal diturunkan perlahan sampai dengan posisi tegak dengan sisi alas bertumpu pada jig. Posisi kapal tegak setalah dibalik dapat dilihat pada Gambar 5.34. Setelah

kapal tegak, dipasang penahan di bagian kiri dan kanan agar kapal tidak goyang ataupun terjatuh dari Jig.

Gambar 5.34 Kapal Posisi Tegak

5.5.7. Pemasangan Modul Transom

Pada pemasangan Modul *Transom* dilakukan pemotongan pada margin Modul Kuilit belakang yang telah dimarking. Proses pemotongan menggunakan gergaji tangan seperti pada Gambar 5.35 lalu dihaluskan dengan menggunakan hand planner. Modul Transom dipasang dengan cara menempelkan Modul Transom pada Modul kulit dan *mounting* Modul *transom* pada Lunas. Modul *Transom* yang sudah terpasang pada kapal dapat dilihat pada Gambar 5.36.

Gambar 5.35 Pemotongan Kayu Kulit *Margin*

Gambar 5.36 Transom Terpasang pada Buritan Kapal

5.5.8. Tahap Finsihing

Pada tahap ini permukaan kapal yang tidak sesuai bentuk yang diinginkan seperti ketebalan kayu berlebih, tumpahan *Epoxy* dan ketidaksesuaian lainnya dibersihkan dengan cara diamplas bertahap menggunakan beberapa grade amplas dengan urutan grade 60, grade 80,dan grade 100. Selain itu pemberian lengkungan (penumpulan) di ujung-ujung konstruksi diberikan untuk mengurangi resiko pengguna terluka oleh sudut-sudut tajam konstruksi. Selain itu proses penambalan lem pada sambungan yang pengelemannya kurang sempurna juga dilakukan untuk mencegah kebocoran kapal.

Gambar 5.37 Kondisi Akhir *Prototype*

5.6. Biaya Material Untuk Pembangunan Kapal *Prototype*

Salah satu komponen utama dari keseluruhan biaya pembangunan kapal adalah biaya material. Biaya material yang didapatkan dalam pengerjaan *Prototype* Kapal akan menjadi acuan perhitungan dalam analisis ekonomis. Biaya material sendiri terdiri dari biaya material kayu, lem *Epoxy*, dan *Fastener*.

5.6.1. Harga Kayu Berdasarkan Pembelian Material

Kayu yang digunakan untuk membangun *Prototype* Kapal Ikan Laminasi Mahoni dan Jati didapatkan dari pusat penjualan kayu di Kraton, Pasuruan. Kayu yang dibeli sesuai dengan jenis kayu yang digunakan untuk pembagunan *Prototype* yaitu Kayu Jati TPK, Jati rakyat, dan Mahoni. Harga kayu yang didapatkan memiliki aneka ragam harga yang dipengaruhi oleh ukuran dan ketentuan harga penjual. Untuk detail harga kayu yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.2. dan untuk rata-rata harga tiap jenis kayu dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.2 Detail Harga Kayu di Setiap Lokasi Pembelian

No	Jenis Kayu	Jumlah	Ukuran			Total
			Diameter (cm)	Panjang (cm)	Volume (m^3)	
Lokasi 1	Jati TPK	10	22	290	1,102	Rp 10.716.000,00
Lokasi 2	Jati Rakyat	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 Rakyat	2	25	250	0,245	Rp 2.500.000,00
Total					**2,898**	**Rp 18.577.400,00**

Dari seluruh lokasi pembelian dan beberapa variasi ukuran kayu yang di beli memiliki harga yang berbeda-beda yang mempengaruhi harga kayu per kubiknya. Harga kayu yang dipakai dalam penelitian ini akan dihitung berdasarkan harga rata-rata kayu per kubik dari harga-harga yang telah didapatkan. Harga kayu per kubik rata-rata dapat dilihat pada Tabel 2.1 dimana harga kayu Kayu Jati TPK adalah Rp. 9.725.674/m^3 , Harga Kayu Jati Rakyat adalah Rp. 6.862.643/m^3, dan harga kayu mahoni adalah Rp. 3.072.232/m^3.

Tabel 5.3 Rata-rata Harga Per Jenis Kayu

No	Nama	Volume Total	Harga Keseluruhan	Harga Rata-rata/m3
1	Jati TPK	1,102	Rp10.716.000,00	Rp9.725.673,564
2	Jati Rakyat	0,618	Rp4.242.400,00	Rp6.862.642,807
3	Mahoni	1,178	Rp3.619.000,00	Rp3.072.231,829

5.6.2. Penggunaan Material Kayu

Prototype Kapal Kayu Laminasi Kayu Mahoni dan Jati memiliki Perbedaan penggunaan kayu dari segi rasio penggunaan tiap jenis kayu. Perbedaan rasio-rasio kayu dipertimbangkan sesuai dengan kebolehan penggunaan kayu sebagai bahan dari bagian-bagian konstruksi. Untuk bagian lunas dan linggi harus menggunakan kayu dengan kelas kuat 1 sehingga dalam pembuatan kapal *Prototype* tersebut hanya diperbolehkan menggunakan Kayu Jati, sedangkan bagian konstruksi lain diperbolehkan memakai campuran kayu Jati dan Mahoni. Untuk rasio dan volume penggunaan kayu dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Volume Material Terpasang Pada Kapal *Prototype*

Nama	Volume Terpasang (m^3)	Volume per Kayu (M^3)		
		Jati TPK	Jati Rakyat	Mahoni
Wrang dan Gading	0,20	0,04	0,04	0,12
Kulit	0,53	0,18	0,18	0,18
Lunas	0,04	0,04		
Chinelock	0,12	0,12		
Gunwale	0,11	0,11		
Sekat	0,20	0,04	0,04	0,12
Transom	0,07	0,07		
Cantik-cantik	0,02	0,02		
Cover	0,01	0,00	0,00	0,00
Total	**1,3**	**0,62**	**0,26**	**0,42**

5.6.3. Material Sisa

Proses produksi Kapal *Prototype* dalam realisasi pembangunannya hanya membutuhkan material degan volume sebesar 1,30 m^3 namun pembelian kayu dengan volume 2,9 m^3 sudah terpakai semua sehingga sisa dari volume yang hilang dianggap menjadi material sisa. Adanya material sisa disebabkan oleh proses pemotongan dan penipisan material. Dari perhitungan material sisa didapatkan total volume material sisa sebanyak 1,599 m^3 atau sebesar 55% dari kesuluruhan material yang dipakai.

Tabel 5.5 Material Sisa

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**

5.6.4. Material Non-kayu dan *Fastener*

Material yang dibutuhkan untuk membuat kapal *Prototype* selain kayu adalah *Epoxy* Resin dan *fastener* (paku, sekrup, dan baut). Detail penggunaan Lem *Epoxy* Resin dapat dilihat pada Tabel 5.6 dengan biaya kebutuhan lem adalah Rp. 5.669.408. Untuk detail kebutuhan *fastener* dapat dilihat pada Tabel 5.7 dengan total biayanya Rp. 1.348.500.

Tabel 5.6 Penggunaan dan Kebutuhan Lem *Epoxy* Resin

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	103,1	m^2
Berat Lem	51,1	kg
Total Biaya Lem	**Rp 5.669.407,71**	**rupiah**

Tabel 5.7 Biaya Material untuk *Fasteteners*

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**

5.7. Produktifitas dan Biaya Tenaga Kerja Untuk Pembangunan Kapal *Prototype*

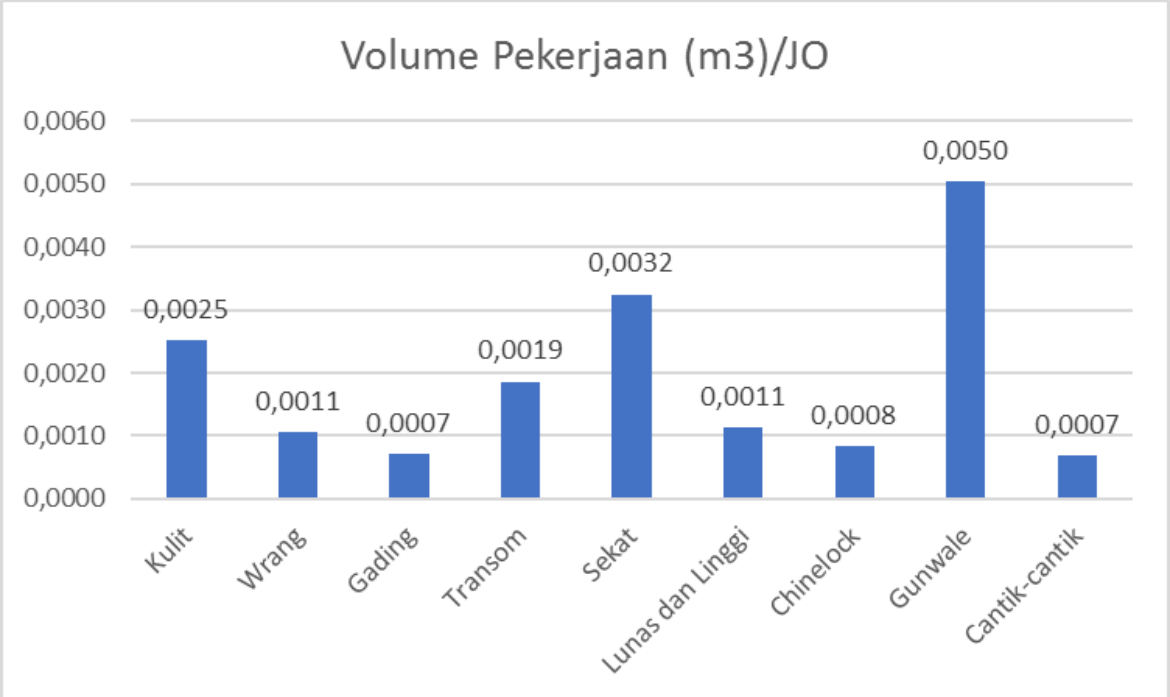
Pembangunan kapal *Prototype* memiliki durasi pengerjaan selama 771 jam dimana rekap durasi pembanguanan tiap bagian konstruksinya dapat dilihat pada Tabel 5.8. durasi pekerjaan yang telah dilakukan adalah durasi pekerjaan yang tidak efektif dikarenakan pekerja tidak memiliki pengetahuan awal untuk proses pembuatan kayu laminasi dan proses

pembangunan kapal sehingga dibutuhkan waktu tambaahn untuk mengajarkan pekerja tersebut tiap akan membangun bagian konstruksi yang baru.

Tabel 5.8 Produktifitas Pengerjaan Kapal *Prototype*

Nama	Durasi Pekerjaan (jam)	Volume (m^3)	Jumlah Pekerja	M^3/JO
Kulit	212	0,53	1 Pekerja + 1 Asisten	0,0025
Wrang	125,2	0,13	1 Pekerja + 1 Asisten	0,0011
Gading	99	0,07	1 Pekerja + 1 Asisten	0,0007
Transom	37	0,07	1 Pekerja + 1 Asisten	0,0019
Sekat	64	0,21	1 Pekerja + 1 Asisten	0,0032
Lunas dan Linggi	41,5	0,05	1 Pekerja + 1 Asisten	0,0011
Chinelock	144	0,12	1 Pekerja + 1 Asisten	0,0008
Gunwale	22	0,11	1 Pekerja + 1 Asisten	0,0050
Cantik-cantik	26	0,02	1 Pekerja + 1 Asisten	0,0007

Dari Tabel 5.8 didapatkan perbandingan antara Volume konstruksi dan durasi pengerjaan tiap bagian konstruksi sehingga dapat dihitung Volume pekerjaan per jam orang. Untuk bagian kulit 0,0025m3/JO, Wrang 0,0011 m3/JO, Gading 0,0007 m3/JO, *Transom* 0,0019 m3/JO, sekat 0,0032 m3/JO, Lunas dan Linggi, 0,0011 m3/JO, *Chinelock* 0,0008 m3/JO, Gunwale 0,0050 m3/JO dan Cantik-cantik 0,0007 m3/JO. Perbandingan produktifitas tiap bagian konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.38.



Gambar 5.38 Grafik Perbandingan Produktifitas Tiap *Member* Konstruksi

5.8. Biaya variabel (Jasa Dan Consumable)

Pada biaya variabel untuk pembangunan *Prototype* terdapat perhitungan biaya untuk jasa dan consumable. Biaya variabel dalam pembangunan kapal *Prototype* adalah Rp. 4.012.500,00. Detail dari biaya variabel yang dapat dilihat pada Tabel 5.9

Tabel 5.9 Detail 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	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 Variabel					**Rp 4.012.500,00**

5.9. Total Biaya Pembanguna Kapal *Prototype*

Total Biaya pembangunan *Prototype* didapatkan dengan penjumlahan seluruh biaya yang telah didapatkan. Detail perhitungan untuk total biaya pembangunan *Prototype* dapat dilitah di Tabel 5.10 dengan total biaya pembengunan sebesar 51.645.685,00.

Tabel 5.10 Total Biaya Pembangunan Kapal *Prototype*

Jenis Biaya	Nilai
Biaya Material Kayu	Rp18.577.400,00
Biaya Material Non Kayu	Rp1.348.500,00
Biaya Bahan Perekat	Rp5.669.407,71
Biaya Pengecatan	Rp835.377,78
Biaya variabel	Rp4.012.500,00
Biaya Tenaga Kerja	Rp21.202.500,00
Total Biaya	Rp51.645.685,49

Halaman ini sengaja dikosngokan

BAB 6
ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS

6.1. Analisa Teknis

Pada bagian analisa teknis ini dijelaskan kelayakan penggunaan material laminasi kayu Mahoni dan Jati berdasarkan hasil pengujian material yang telah dilakukan yaitu pengujian Tarik dan tekuk. Selanjutnya hasil pengujian material dinyatakan kelayakannya berdasarkan tegangan izin dan indikator kelayakan material yang telah distandarisasi oleh Biro Klasifikasi indonesia.

Berdasarkan hasil uji material dapat dihitung ukuran-ukuran konstruksi kapal sesuai dengan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) Volume VII tahun 2013 tentang ”*Rules for Small Vessels up to 24 m”.* Terdapat perbedaan metode perhitungan konstruksi antara Kapal Laminasi dan Kapal kayu utuh yang akan dijelaskan pada sub-bab perhitungan ukuran konstruksi.

6.1.1. Nilai Mekanis Berdasarkan Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan berupa uji tarik dan uji tekuk didapatkan nilai *ultimate force* dan *elongation* (regangan) untuk pengujian tarik, sedangkan dalam pengujian tekuk didapatkan nilai *ultimate force* dan defleksi. Kemudian dari data tersebut akan dihitung nilai MoE dan MoR nya menggunakan rumus yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Dari hasil perhitungan MoR dan MoE ini nantinya akan dibandingkan dengan standar minimum yang telah ditentukan oleh BKI, sehingga akan diketahui apakah material laminasi Kayu Mahoni dan Jati layak untuk dijadikan material pengganti dalam pembangunan kulit kapal ikan atau tidak.

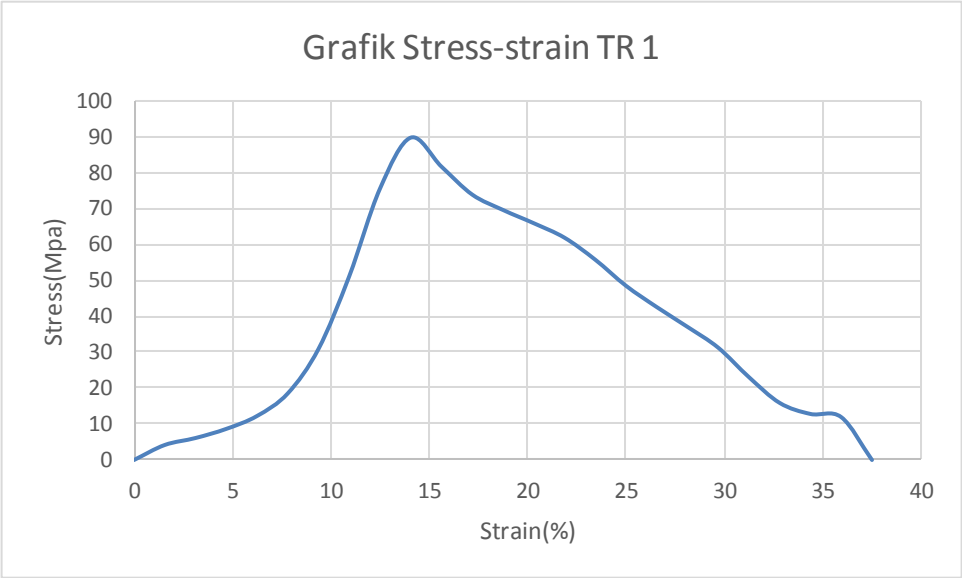
1. Pengujian Tarik

Dari data hasil pengujian tarik dapat dihitung mechanical properties dari laminasi kayu Mahoni dan Jati. Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai *stress*, MoE dan *Strain* dari hasil pegujian tarik yang telah dilakukan. Detail dari perhitungan *mechanical properties* laminasi Kayu Mahoni dan Jati dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Mechanical Properties Berdasarkan Pengujian Tarik

No	Kode Spesimen	Arah serat	W (mm)	T (mm)	L0 (mm)	CSA (mm^2)	Elongation (mm)	$F_{ultimate}$ (KN)	*Stress* (Mpa)	MOE (Gpa)	*Strain* (%)
1	**TR 1**	Sejajar	23,7	6,6	64	156,42	32	14	89,50	11,46	50,00
2	**TR 2**		24	6,2	64	148,8	24	14,6	98,12	16,75	37,50
3	**TR 3**		24,69	6,55	64	161,72	27	16,2	100,17	15,20	42,19
4	**TR 4**		23,4	6,37	64	149,058	28	15,4	103,32	15,11	43,75
5	**TR 5**		24,2	6,4	64	154,88	32	14,2	91,68	11,74	50,00
Rata-rata :							**28,6**	**14,88**	**96,56**	**14,05**	**44,69**

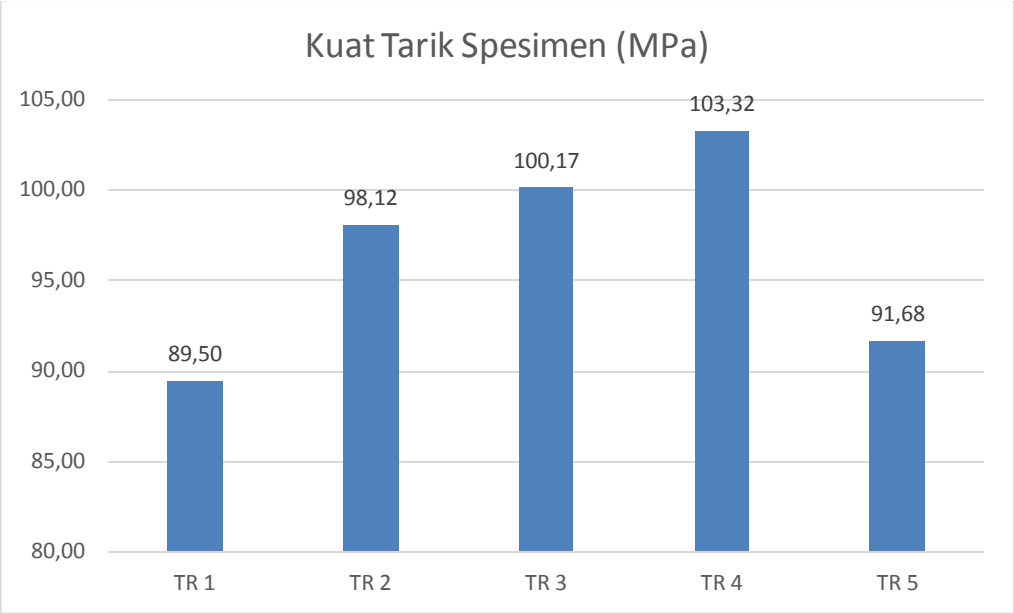
Untuk hasil perhitungan *mechanical properties* berdasarkan pengujian tarik didapatkan untuk spesimen TR1 memiliki kuat tarik sebesar 89,50Mpa dan *strain* sebesar 50%, spesimen TR2 memiliki kuat tarik sebesar 98,12Mpa dan *strain* sebeesar 37,50, spesimen TR3 memiliki kuat tarik sebesar 100,17Mpa dan *strain* sebesar 42,19%, Spesimen TR4 memiliki kuat tarik sbesar 103,32Mpa dan *strain* sebesar 43,75%, dan Spesimen TR5 memiliki kuat tarik 91,68Mpa dan *Strain* sebesar 50%. Dari semua hasil uji didapatkan kuat Tarik rata-rata adalah 96,56Mpa, MoE rata-rata 14,05GPa, dan *strain* rata-rata sebesar 44,69%. Dari hasil perhitungan analias pengujian tarik dapat ditentukan untuk grafik *stress-strain* tiap specimen pengujian tarik untuk melihat karakteristik spesimen uji.



Gambar 6.1 Diagram *Stress-strain* untuk Spesimen TR 1

Menurut peraturan dari BKI tahun 2013 tentang "*Rules for Small Vessels up to* 24 m" dimana diatur mengenai tegangan izin dari material kayu lapis atau laminasi, menyebutkan bahwa laminasi yang akan digunakan sebagai material konstruksi harus memiliki nilai kuat tarik minimum 42,169 MPa. Sedangkan menurut hasil pengujian seluruh spesimen laminasi kayu Mahoni dan Jati memiliki nilai kuat tarik diatas syarat yang telah ditentukan oleh BKI

dimana hasil kuat tarik masing-masing spesimen telah melewati batas kuat Tarik minimum. Perbandingan kuat Tarik masing-masing specimen digambarkan pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Perbandingan Kuat Tarik Spesimen

2. Pengujian Tekuk

Dari hasil pengujian tekuk dapat dihitung dan didapatkan nilai defleksi, kuat tekuk dan MoE dari data hasil pengujian tekuk untuk laminasi kayu Mahoni dan Jati. Pada saat pelaksanaan uji tekuk untuk mengukur defleksi dibutuhkan ketelitian yang cuku dikarenakan keharusan untuk mengamati defleksi berdasarkan bunyi retakan spesimen. Untuk detail perhitungan hasil pengujian tekuk dapat dilihat pada

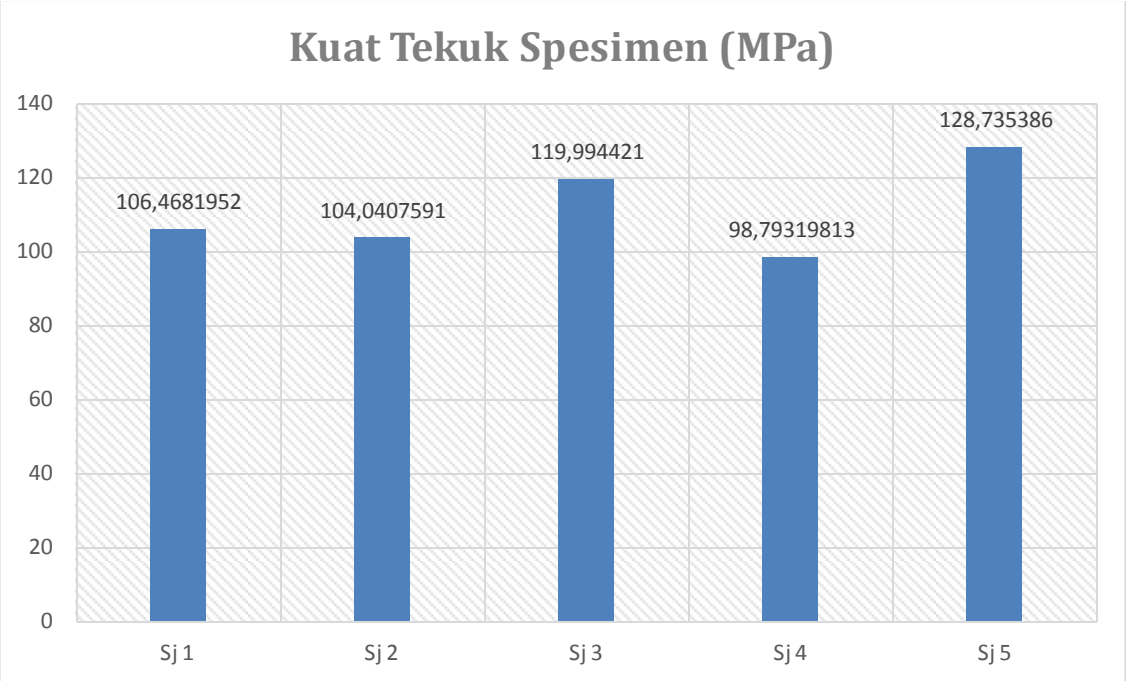
Tabel 6.2 Perhitungan Hasil Pengujian tekuk

No	Kode	Arah Serat	W (mm)	T (mm)	CSA (mm^2)	L (mm)	L span (mm)	$F_{ultimate}$ (KN)	Defleksi (mm)	MOR (Mpa)	MOE (Gpa)
1	**TK 1**	Sejajar	24,86	24,4	606,584	610	480	1,4	15,5	68,11	7,15
2	**TK 2**		25,19	24,1	607,079	610	480	1,6	14,8	78,74	8,36
3	**TK 3**		24,9	23,72	590,628	610	480	1,5	14,7	77,09	8,32
4	**TK 4**		25,03	24,55	614,4865	610	480	1,4	15,4	66,82	6,97
5	**TK 5**		24,77	23,92	592,4984	610	480	1,4	`14,7	71,12	7,61
Rata-rata								**1,46**	**15,10**	**72,38**	**7,68**

Sesuai dengan tabel diatas untuk spesimen TK1 memiliki kuat tekuk sebesar 68,11Mpa dengan MoE sebesar 7,15 Gpa, Spesimen TK2 memiliki kuat tekuk sebesar 78,74Mpa dengan MoE sebesar 8,36Gpa, Spesimen TK3 memiliki kuat tekuk sebesar 77,09Mpa dengan MoE sebesar 8,32GPa, Spesimen TK4 memiliki kuat tekuk sebesar 66,82Mpa dengan MoE sebesar 6,97Gpa, dan Spesimen TK5 memiliki kuat tekuk sebesar 71,12Mpa dengan MoE sebesar 72,12. Sesuai dengan perhitungan hasil pengujian tekuk

didapatkan rata-rata kuat tekuk material laminasi Kayu Mahoni dan Jati adalah sebesar 72,38MPa dengan rata-rata MoE sebesar 7,68 GPa.

Untuk nilai kuat tekuk minimum yang disyaratkan oleh BKI adalah sebesar 71,098 MPa. Tidak semua nilai kuat tekuk dari spesimen uji tarik ada beberapa yang tidak memenuhi namun bila diambil nilai kuat rata-rata dari seluruh kuat tarik rata-rata yaitu sebesar 72,38MPa maka material laminasi Kayu Mahoni dan Jati sudah memenuhi persyaratan kuat tekuk minimum untuk ketentuan kuat tekuk minimum menurut BKI. Untuk perbandingan kuat tekuk tiap-tiap specimen dapat dilihat pada Gambar 6.3



Gambar 6.3 Grafik Perbandingan Kuat Tekuk Spesimen

6.1.2. Kebolehan Penggunaan Material Laminasi Kayu Mahoni dan Jati Menurut BKI

1. Kelompok Kuat Material Kayu Laminasi

Pada peraturan BKI Volume XIV "*Rules For Non-Metalic Materials* 2014 *Edition*" kelompok kuat material laminasi dibedakan menjadi dua yaitu kelompok kuat F1 dan Kelompok kuat F2. Untuk material kayu laminasi kelompok kuat F1 memiliki kuat tarik diatas 40MPa sedangakan kelompok kuat F2 memiliki kuat tarik kurang dari 40MPa dengan minimum kuat tarik 30 MPa. Berdasarkan hasil pengujian material laminasi Kayu Mahoni dan Jati memiliki rata-rata kuat Tarik sebesar **96,56Mpa** yang berarti material ini masuk dalam

kategori **kelompok kuat F1** dimana material ini diperbolehkan sebagai bahan untuk struktur penumpu konstruksi kapal.

2. Perbandingan Dengan Kelas Kuat Kayu dan Kelas Awet Kayu

Pada peraturan BKI Volume VI tahun 2013 tentang ”*Rules for Small Vessels up to* 24 m” material kayu yang diperbolehkan untuk digunakan sebagai bahan pembangunan kapal adalah material dengan minimum kelas kuat III dan kelas awet III. Untuk Kelas Kuat I lebih dari 650kg/mm2 atau lebih dari 63,74MPa dengan berat jenis minimum lebih dari sama dengan 0,9gr/cm3, Kelas Kuat II 450kg/mm2 sampai dengan 650kg/mm2 atau setara dengan 44,13-63,74MPa dengan berat jenis antara 0,6-0,9gr/cm3. Kelas Kuat III 300kg/mm2 sampai dengan 450kg/mm2 atau setara dengan 29,42MPa-44,13MPa dengan berat jenis 0,4-0,6gr/cm3. Material Laminasi Kayu Mahoni dan Jati memiliki kuat Tarik rata-rata **96,56Mpa** dengan **berat jenis 0,82gr/cm3** sehingga walaupun memiliki kuat Tarik setara kayu kelas kuat I namun dari segi berat jenisnya setara kayu kelas kuat II maka material laminasi kayu Mahoni dan Jati setara dengan Kayu **Kelas Kuat II**.

3. Penggunaan material laminasi untuk bagian konstruksi kapal

Pada peraturan BKI Volume VI tahun 2013 tentang ”*Rules for Small Vessels up to* 24 m” telah ditetapkan kebolehan penggunaan material untuk tiap-tiap bagian konstruksi berdasarkan berat jenis material. Karena material laminasi Kayu Mahoni dan Jati memiliki berat jenis 0,82gr/mm3 maka material ini diperbolehkan untuk digunakan sebagai material konstruksi seluruh bagian kapal. Untuk detail dari kebolehan pemakaian material laminasi kayu mahoni dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Kelayakan Penggunaan Material Berdasarkan Berat Jenis

Konstruksi	**Berat Jenis minimum (g/cm$^{3)}$**	**Kelayakan Material Laminasi Mahoni dan Jati (dengan berat jenis 0,82g/cm3)**
Lunas	0,7	Layak
Linggi		Layak
Wrang		Layak
Gading		Layak
Transom beams		Layak
Kulit	0,56	Layak
Sheer plank		Layak
Reinforced deck beams		Layak
Beam knees		Layak
Carlines		Layak
Pondasi Mesin		Layak
Deadwood		Layak

Konstruksi	Berat Jenis minimum (g/cm$^{3)}$	Kelayakan Material Laminasi Mahoni dan Jati (dengan berat jenis 0,82g/cm3)
Geladak	0,45	Layak
Penumpu geladak		Layak
Galar		Layak

6.1.3. Perhitungan Ukuran Konstruksi Kapal kayu utuh

Perhitungan ukuran konstruksi didapatkan berdasarkan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) Volume VI tahun 2013 tentang ”*Rules for Small Vessels up to* 24 m”..Masing-masing kapal yang diteliti memiliki cara perhitungan berbeda antara kapal kayu utuh Berikut ini disampaikan rekapitulasi perhitungan ukuran konstruksi tersebut pada Tabel 6.4. dibandingkan pada ukuran konstruksi kapal laminasi, ukuran konstruksi kapal utuh cenderung lebih besar daripada kapal berbahan laminasi kayu Mahoni dan Jati.

Tabel 6.4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Konstruksi Kapal Kayu Utuh

No	Nama	Daerah	Tinggi		Lebar		Tebal		Luas Penampang		Modulus	
1	Lunas	All	90	mm	148	mm			133,2	cm^2	199,8	cm^3
2	Linggi	All	75	mm	75	mm			56,25	cm^2	70,3125	cm^3
3	Galar	All	50	mm	50	mm			25	cm^2		
4	Kulit Alas	**> 0,4 L ÷ fore**					17	mm				
5		**< 0,4 L ÷ aft**					15	mm				
6	Kulit Sisi	**> 0,4 L ÷ fore**					14	mm				
7		**< 0,4 L ÷ aft**					12	mm				
8	Geladak	**All**					24	mm				
9	Sekat	**> 0,4 L ÷ fore**					17	mm				
10		**< 0,4 L ÷ aft**					15	mm				
11	Wrang		50	mm	65	mm			32,5	cm^2	27,08333	cm^3
12	Gading		44	mm	56	mm			24,64	cm^2	18,06933	cm^3

6.1.4. Perhitungan Ukuran Konstruksi Kapal Kayu Laminasi

Perhitungan ukuran konstruksi didapatkan berdasarkan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) Volume VI tahun 2013 tentang ”*Rules for Small Vessels up to 24 m”*. Perhitungan dilakukan berdasarkan Section 1 D tentang *cold moulded* pada BKI Volume VII 2013. Pada hasil penentuan konstruksi kapal kayu laminasi Hasil perhitungan ukuran konstruksi Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT dapat dilihat pada Tabel 6.5 Rekap Perhitungan Konstruksi Kapal Kayu Laminasi.

Tabel 6.5 Rekap Perhitungan Konstruksi Kapal Kayu Laminasi

No	Nama	Daerah	Tinggi		Lebar		Tebal		Luas Penampang		Modulus	
1	Lunas	All	90	mm	148	mm			133.2	cm^2	199.8	cm^3
2	Linggi	All	75	mm	75	mm			56.25	cm^2	70.3	cm^3

No	Nama	Daerah	Tinggi		Lebar		Tebal		Luas Penampang		Modulus	
3	Galar	All	20	mm	50	mm			30	cm^2		
4	Kulit Alas	**> 0,4 L ÷ fore**					12	mm				
5		**< 0,4 L ÷ aft**					12	mm				
6	Kulit Sisi	**> 0,4 L ÷ fore**					12	mm				
7		**< 0,4 L ÷ aft**					12	mm				
8	Geladak	**All**					27	mm				
9	Sekat	**> 0,4 L ÷ fore**					17	mm				
10		**< 0,4 L ÷ aft**					15	mm				
11	Wrang		56	mm	44	mm			24.64	cm^2	23.0	cm^3
12	Gading		40	mm	50	mm			20	cm^2	13.3	cm^3

6.1.5. Perbandingan Kapal Berbahan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati dengan Kapal Kayu Utuh Tradisional

Dari penjelasan tahapan pembangunan kapal dengan teknologi laminasi dan pembangunan kapal pada umumnya diatas, terdapat perbedaan dalam proses pengerjaannya yang dimulai dari tahap persiapan hingga finishing.Perbandingan Kapal Kayu Laminasi dengan Kapal Kayu Utuh dapat dilihat pada Tabel 6.6 Perbandingan Pembangunan Kapal Laminasi dan Kapal Pada Umumnya

Tabel 6.6 Perbandingan Pembangunan Kapal Laminasi dan Kapal Pada Umumnya

Tahapan	Pembangunan Kapal Teknologi Laminasi	Pembangunan Kapal Saat Ini
Desain	Desain sesuai dengan linesplan Dilakukan desain mockup sebagai cetakan piecepart	Tidak menggunakan desain karena pengrajin membangun dengan berdasarkan pegalaman
Preparation	• Pemilihan Material • Pemotongan • Plannering	• Tahap persiapan untuk pembangunan saat ini hanya melaukan proses pengeringan kayu dengan cara dijemur
Fabrikasi	• Menggunakan Metode laminasi *Cold Press Planking* • Membuat modul-modul konstruksi dari cetakan.	• Proses pembentukan kayu yang melengkung dengan cara dipanaskan diatas api • Pembentukan kayu lainnya dilakukan menggunakan

Tahapan	Pembangunan Kapal Teknologi Laminasi	Pembangunan Kapal Saat Ini
	• Semua modul konstruksi diselesaikan pada tahap fabrikasi	gergaji listrik dan hand plannar
Assembly	• Pemasangan modul-modul konstruksi hasil cetakan	• Pemasangan lunas, dilanjutkan dengan linggi haluan dan buritan. • Pemasangan kulit lambung • Pembuatan geladak • Pembuatan gading
Finishing	• Pengamplasan • Pengecatan • Penambalan lem	• Proses pemakalan • Proses pengecatan
Kendala	• Pembuatan laminasi yang memerlukan waktu cukup lama • Ketebalan lem yang tidak konsisten karena adanya perbedaan tekanan antara bagian yang tertekan oleh klem dan tidak tertekan oleh klem	• Ketebalan sambungan yang tidak presisi • Pemasangan pasak yang mudah rusak • Sambungan yang susah untuk presisi antara kulit lambung dan lunas

Dengan pembangunan kapal menggunakan teknologi laminasi kayu Mahoni dan Jati, dapat mengurangi kebutuhan bahan baku. Hal itu disebabkan karena pada penelitian ini, bahan baku papan laminasi yang berukuran kecil berasal dari kayu log. Dari hasil potongan tersebut, potongan kayu yang terbuang menjadi sedikit dibandingkan dengan pembangunan kapal ikan pada umumnya yang menggunakan papan dimana papan memiliki harga yang tinggi dan juga jika papan didapat dari potongan kayu log akan menghasilkan jumlah material terbuang yang cukup besar.

6.2. Analisa Ekonomis

Pada analisa ekonomis Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT akan dihitung biaya pembangunan kapal yang terdiri dari Biaya Material, Biaya Tenaga Kerja langsung beserta overhead,dan biaya variabel untuk menentukan harga pokok produksi (HPP) beserta estimasi harga jual kapal. Data-data yang digunakan dalam perhitungan analisa ekonomis adalah data yang didapatkan berdasarkan hasil pembangunan kapal *Prototype* dan survei yang telah dilakukan. Dari proses pembangunan kapal prototype telah didapatkan harga material beserta produktifitas pembangunan kapal sedangkan dari hasil survei telah didapatkan harga kapal yang ada di pasaran untuk kapal berbahan jati utuh berukuran 3GT

6.2.1. Biaya Pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT

Biaya Bahan utama yang dihitung dalam pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT adalah Biaya Material Kayu, Biaya Kebutuhan Lem *Epoxy* Resin, dan Material selain bahan utama kayu laminasi yang digunakan pada kapal. Biaya bahan baku dihitung untuk mengetahui harga pokok produksi (HPP).

1. Biaya Material Kayu Mahoni, Jati Rakyat dan Jati TPK.

Harga Kayu yang digunakan pada pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT dapat dilihat pada Tabel 6.7 dan untuk detail perhitungan volume perhitungan kebutuhan kayu dapat dilihat pada Lampiran H. Penetapan waste material adalah berdasarkan evaluasi pembangunan kapal Prototype dimana besaran waste material adalah 55%. Kebutuhan Kayu Mahoni adalah 0,504m3 dengan harga Rp. 1,549,212.27, Kebutuhan Kayu Jati Rakyat adalah 0,260m^3 dengan harga Rp 1,783,241.28 dan kebutuhan Kayu Jati TPK adalah 0,909m^3 dengan harga Rp 8,843,394.37. Total biaya kebutuhan Material Kayu dalam pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati sebesar Rp. 12,175,8478.

Tabel 6.7 Biaya Material Kayu

Nama	Terpasang (m^3)	Waste Material	Kebutuhan (m^3)	Harga /m^3	Total (Rp)
Mahoni	0.325	55%	0.504	3,072,23	Rp. 1,549,212.27
Jati Rakyat	0.168		0.260	6,862,64	Rp 1,783,241.28
Jati TPK	0.587		0.909	9,725,67	Rp 8,843,394.37
Total Biaya Material Kayu					Rp. 12,175,8478

2. Biaya Lem Epoxy Resin

Lem Eopxy Resin yang digunakan pada pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati pada penelitian ini menggunakan Propan EWA-135 yang memiliki harga Rp.

110.000,00. *Coverage area* adalah luasan yang dapat dicukupi oleh 1kg Lem Eopxy Resin berdasarkan jumlah yang digunakan pada pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati yaitu 0,5m^2/kg. Biaya lem per m^2 dihitung berdasarkan berat lem yang digunakan seluas meter persegi pengeleman yang didapatkan sebesar 0.5kg/m^2. Detail perhitungan kebutuhan lem dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 6.8 Biaya Kebutuhan Lem *Epoxy* Resin

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	100,2	m^2
Berat Lem	50,1	kg
Total Biaya Lem	Rp 5.512.757,22	rupiah

Pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT memeliki luas permukaan piece part yang perlu direkatkan seluas 100,2m2. Berat lem yang digunakan berdasarkan penggunaan lem yang telah dilakukan adalah 50,1kg. Total harga lem berdasarkan volume lem yang telah diaplikasikan adalah sebesar Rp. 5.512.757,22.

3. Biaya Material Selain Kayu Dan Lem

Selain Kayu dan *Epoxy* resin dibutuhkan material lain sebagai *fastener* yang berfungsi untuk memperkokoh sambungan pada modul-modul kapal. Material tersebut adalah Paku, Studbolt, sekrup, baut,dan O-*ring*. Untuk detail biaya bahan baku *fastener* untuk pembuatan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT dapat dilihat pada Tabel 6.9 dengan total biaya sebesar Rp. 1.348.500.

Tabel 6.9 Biaya Material Selain Bahan Laminasi

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 Pengecatan

Pengecatan Kapal Ikan Laminasi kayu Mahoni dan Jati menggunakan 3 jenis coating yaitu *primer coat*, *top coat*, dan *anti fouling*. Pengecatan diasumsikan hanya dilakukan pada lapisan luar lambung kapal. Biaya cat pada tahap primer coating adalah Rp.294.666.67, biaya *anti fouling* adalah Rp. 111.822,22, dan Biaya *top coating* adalah Rp 835.377,78. Total Biaya Pengecatan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT adalah Rp. 835.3777,78. Detail perhitungan kebutuhan cat pada pembangunan Kapal Ikan Laminasi Mahoni dan Jati 3GT dapat dilihat pada Tabel 6.10.

Tabel 6.10 Biaya Pengecatan

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 Pokok/tetap

Biaya tetap adalah biaya yang digunakan untuk pengadaan material yang tidak berubah harga dikarenakan proses produksi seperti mesin-mesin dan fasilitas bengkel. Pada pembangunan Kapal Ikan Laminasi dan Kayu Mahoni 3GT diperlukan mesin dan peralatan sebagai penunjang produksinya yang termasuk pada biaya tetap.Untuk detail biaya tetap dapat dilihat pada Tabel 6.11.

Tabel 6.11 Biaya Pokok/Tetap

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

6. Biaya variabel

Biaya variabel adalah biaya yang keluar di setiap pembangunan kapal diluar biaya material pokok. Barang-barang yang termasuk dalam biaya variabel adalah barang

consumable dan jasa-jasa terkait yang dibutuhkan untuk pembangunan kapal ikan laminasi Kayu Mahoni dan jati 3GT. Detail biaya variabel dapat dilihat pada Tabel 6.12 Biaya variabel

Tabel 6.12 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	paket	Rp	3,250,000.00	Rp	3,250,000.00
	Pemotongan kayu	1	Paket	Rp	500,000.00	Rp	500,000.00
Total Biaya Variabel						Rp	4,162,500.00

7. Biaya Tenaga Kerja Langsung

Biaya tenaga kerja langsung dihitung sesuai dengan banyaknya jam orang yang diperlukan sesuai dengan JO permodul kapal yang didapatkan dari data yang telah didapatkan dari pembangunan Kapal *Prototype*. Tarif pekerja per jam nya diasumsikan sebesar Rp. 22.500,00. Pada Tabel 6.13 dapat dilihat untuk detail biaya tenaga kerja langsung dimana total biaya yang dibutuhkan adalah sebesar Rp. 16.808.340,63.

Tabel 6.13 Biaya Tenaga Kerja Langsung

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 (listrik ,air,dan lain-lain)10%				Rp	1.528.030,97
TOTAL			679,1	Rp	16.808.340,63

8.Harga Pokok Produksi

Dari perhitungan- perhitungan harga yang telah dilakukan pada Tabel 6.7, Tabel 6.8, Tabel 6.9, dan Tabel 6.13, dapat dihitung biaya pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati. Perhitungan Total Biaya Pembangunan Kapal Ikan Laminasi kayu Mahoni dan Jati dapat dilihat pada Tabel 6.14. Total pembangunan Kapal Ikan Laminasi Mahon dan Jati adalah sebesar Rp. 34.593.938,54.

Tabel 6.14 Biaya Pembangunan Kapal

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**

6.2.2. Perbandingan Harga Jual Kapal

Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT memiliki total biaya pembangunan sebesar Rp. 40,843,323.55. Untuk memperkirakan harga jual kapal dipasaran maka penulis menentukan keuntungan penjualan kapal sebesar 15% dari Total Biaya Pembangunan. Dengan keuntungan penjualan 15% dari harga pokok produksi akan di peroleh keuntungan sebesar Rp. 4,084,332.35. Perkiraan harga Penjualan per kapal untuk Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati adalah sebesar Rp. 44,927,655.90. Perhitungan harga jual kapal dapat dilihat pada Tabel 6.15.

Tabel 6.15 Harga Jual Produk

HPP	Rp	40,843,323.55
Keuntungan 15%	Rp	4,084,332.35
Harga Jual Produk	Rp	44,927,655.90

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 7
KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis teknis dan analisis ekonomis yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan Pembangunan *Prototype* Kapal Ikan Laminasi 3GT yang telah dibangun, analisis teknis dan analisis ekonomis yang telah dilakukan pada penelitian ini, menunjukkan bahwa material laminasi kayu Mahoni dan Jati dapat digunakan untuk membangun kapal ikan tradisional ukuran 3GT dengan metode *Cold Press Planking*.

2. Berdasarkan hasil pengujian material laminasi Kayu Mahoni dan Jati memiliki rata-rata kuat Tarik sebesar **96,56Mpa** dan Kuat tekuk sebesar **72,38Mpa** serta berat jenis **0,82gr/cm^2** sehingga menurut peraturan BKI Volume XIV "*Rules For Non-Metalic Materials* 2014 *Edition*" dan BKI Volume VII tahun 2013 tentang "*Rules for Small Vessels up to* 24 m" material laminasi Kayu Mahoni dan Jati memenuhi kuat Tarik dan kuat tekuk minimum, memiliki **kelompok kuat laminasi F1**, setara kayu dengan **kelas kuat II** dan **kelas awet III,** dan dapat digunakan untuk keseluruhan bagian konstruksi kapal.

3. Dalam aspek ekonomis ditinjau dari hasil perhitungan harga pokok produksi (HPP) dengan estimasi jumlah keuntungan sebesar 15% dari HPP diperkirakan biaya penjualan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT dibutuhkan biaya sebesar Rp. 44,927,655.90.

7.2. Saran

Pada penelitian ini ditujukan untuk mengetahui kekuatan antara kayu dengan kelas kuat I dan kelas kuat III diharapkan pada penelitian berikutnya dilakukan penelitian dengan menggunakan kayu campuran lain dengan teknologi laminasi untuk meningkatkan kekuatan dari kayu yang memiliki nilai kekuatan yang rendah.

`

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

ASTM. (2004). *Standard Test Method for Structural Panel in Tension D-3500*. New York: American Society for Testing and Materials.

Ayodhyoa, A. (1972). *Craft and Gear*. Jakarta: COrrespondance Course Center.

Badan Standardisasi Nasional. (1979). *Peraturan Konstruksi Kayu*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Spesifikasi Desain untuk Konstruksi Kayu*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Biro Klasifikasi Indonesia. (2014). *Guidance for FRP and Wooden Fishing Vessel up to 24 m Vol A*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.

Biro Klasifikasi Indonesia. (Jakarta). *Peraturan Kapal Kayu Vol VI*. 1996: Biro Klasifikasi Indonesia.

Biro Klasifikiasi Indonesia. (2013). *Rules for Small Vessels up to 24 m Vol VII*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.

Basri, E., & Wahyudi, I. (2013). Wood basic properties of Jati plus perhutani from different Ages and Their Relationships to Drying Properties and Qualities. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, *31*(2), 93–102.

Forest Watch Indonesia. (2014). *Potret Keadaan Hutan Indonesia 2009-2013*. Bogor: Forest Watch Indonesia.

Lincoln, W. (1989). *The Encyclopedia of Wood. A Directory of Timbers and Their Special Uses*. Oxford: Facts on File.

Nandika, D. (2005). *Hutan bagi Ketahanan Nasional*. Surakarta: Muhammadiyah University Press

Patria, A. A., & Pribadi, T. W. (2017). Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangunan Kapal Ikan Tradisional Ukuran <10 GT Berbahan Kayu Utuh Dengan Teknologi Laminasi Kayu Mahoni. *Jurnal Teknik ITS*, *6*(1). https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i1.22839

LAMPIRAN

Lampiran A Dokumentasi Survei Pusat Penjualan Kayu

Lampiran B Survei Pengrajin Kapal Ikan Tradisional

Lampiran C Dokumentasi Pengujian Material Laminasi Kayu Mahoni dan Jati

Lampiran D Hasil Pengujian Material Laminasi Kayu Mahoni dan Jati

Lampiran E Hasil Analisis Pengujian Material Laminasi Kayu Mahoni dan Jati

Lampiran F Linesplan, General Arrangement, Dan Gambar Konstruksi Prototype Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni Dan Jati

Lampiran G Perhitungan Dan Rekap Ukuran Konstruksi Prototype Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati

Lampiran H Perhitungan Berat dan Volume Prototype Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati

Lampiran I Perhitungan Produktivitas Pembangunan Prototype Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati

Lampiran J Perhitungan Biaya Pembangunan Prototype Kapal ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati

Lampiran K Linesplan, General Arrangement, dan Gambar Konstruksi Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT

Lampiran L Perhitungan Konstruksi Kapal Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT

Lampiran M Perhitungan Berat dan Volume Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati 3GT

Lampiran N Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal Ikan Laminasi Kayu Mahoni dan Jati

LAMPIRAN A

DOKUMENTASI SURVEI PUSAT PENJUALAN KAYU

	Lokasi penjualan kayu di Pasuruan
	Lokasi pemotongan kayu di Pasuruan
	Wawancara bersama pemilik usaha pemotongan kayu

LAMPIRAN B

DOKUMENTASI SURVEI PENGRAJIN KAPAL IKAN TRADISIONAL

-

	Pengukuran kapal di lokasi pengrajin pak sali
	Wawancara pada lokasi pengrajin di Gerongan Pasuruan
	Wawan cara di lokasi pengrajin kapal milik pak bidun, Panggung, Pasuruan
	Pengukuran kapal milik pengrajin pak bidin

	Wawancara di lokasi pengrajin milik pak mutowib
	Lokasi pengrajin kapal milik pak mutowib

LAMPIRAN C

DOKUMENTASI PENGUJIAN MATERIAL LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI

Tr1
Tr2
Tr3
Tr4
Tr5
Tr1
Tr2
Tr3
Tr4
Tr5

S1.1 Tr1
Tr1
Tr2
S1.3 Tr3
Tr3

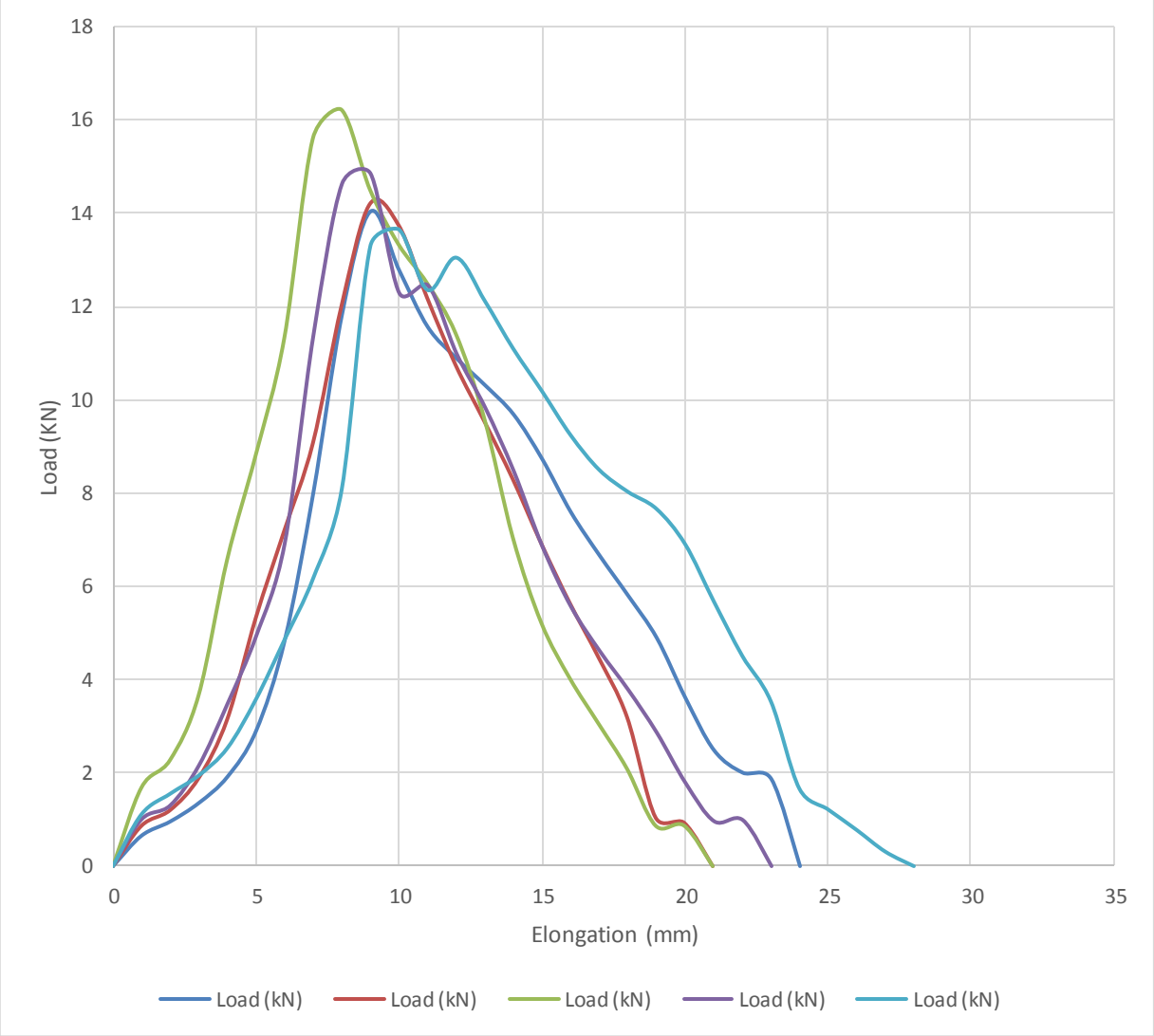
LAMPIRAN D

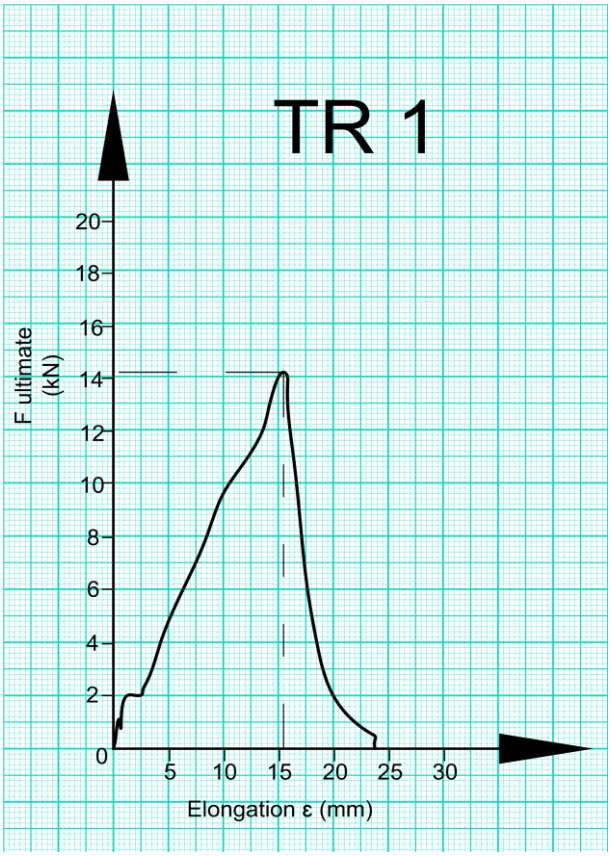
HASIL PENGUJIAN MATERIAL LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI

Hasil Pengujian Tarik

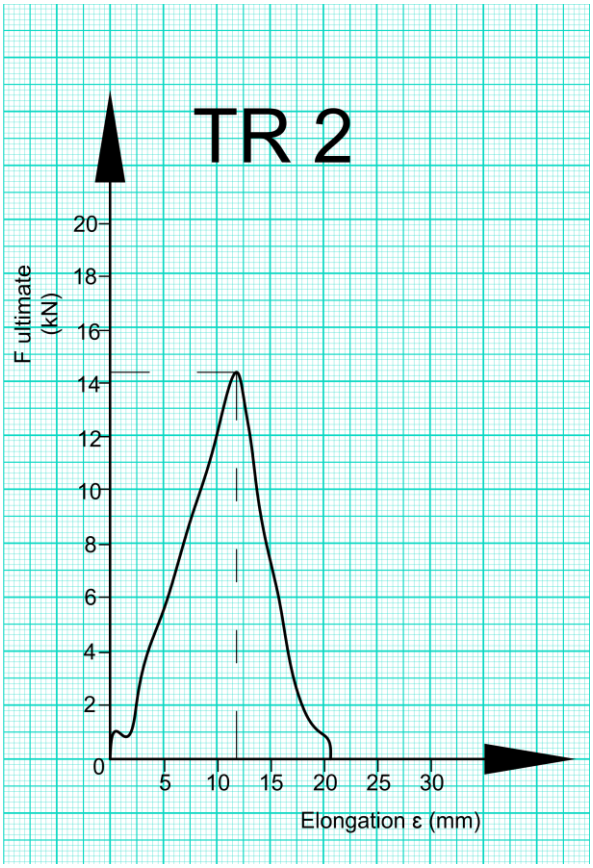
Tabel D1. Rekap Hasil Pengukuran dan Pengujian Tarik

No	Kode Spesimen	Arah serat	W (mm)	T (mm)	L0 (mm)	CSA (mm^2)	Elongation (mm)	$F_{ultimate}$ (KN)
1	**TR 1**	Sejajar	23.7	6.6	64	156.42	24	14
2	**TR 2**		24	6.2	64	148.8	21	14.6
3	**TR 3**		24.69	6.55	64	161.72	21	16.2
4	**TR 4**		23.4	6.37	64	149.058	23	15.4
5	**TR 5**		24.2	6.4	64	154.88	28	14.2
Rata-rata :							**23.4**	**14.88**

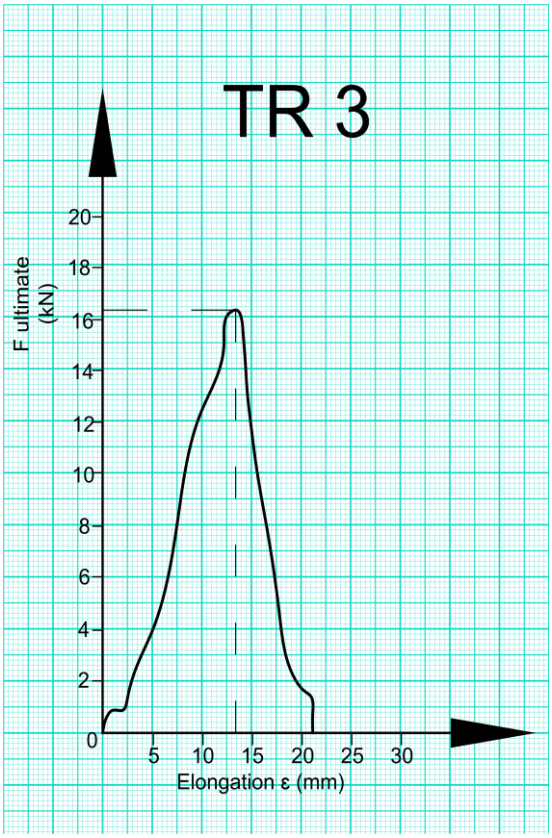




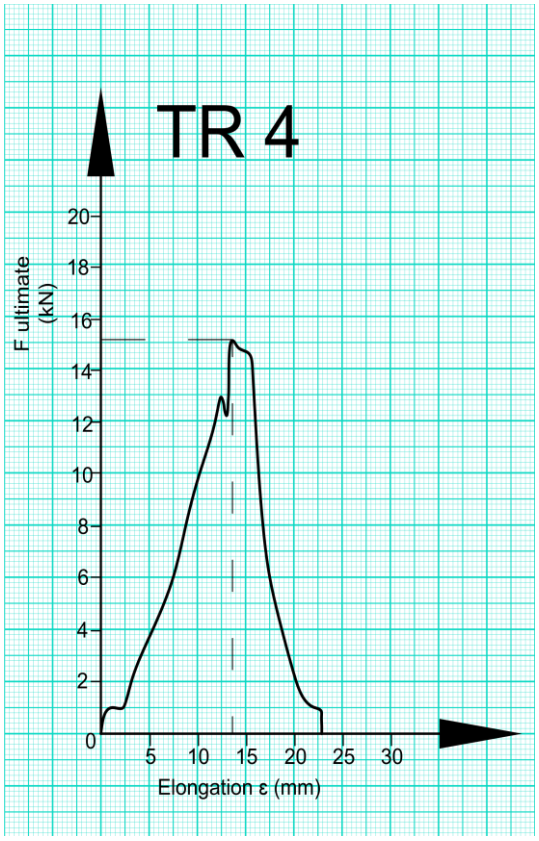
Gambar D1. Grafik Beban Pada Spesimen TR1



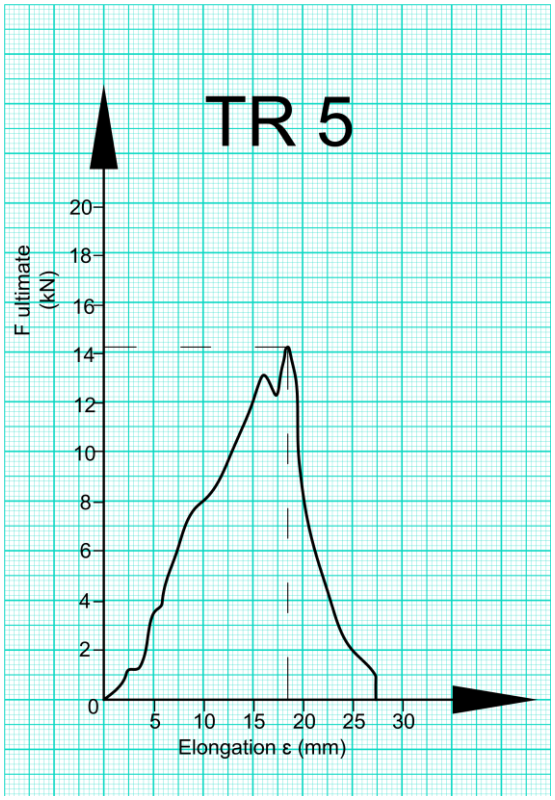
Gambar D2. Grafik Beban Pada Spesimen TR3



Gambar D3. Grafik Beban Pada Spesimen TR3



Gambar D4. Grafik Beban Pada Spesimen TR4

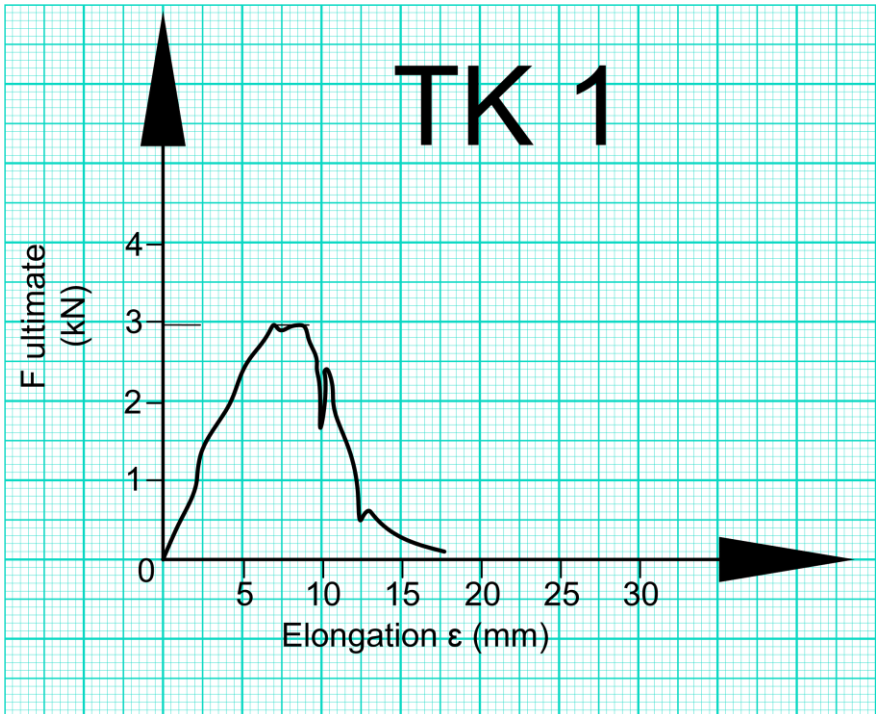


Gambar D5. Grafik Beban Pada Spesimen TR5

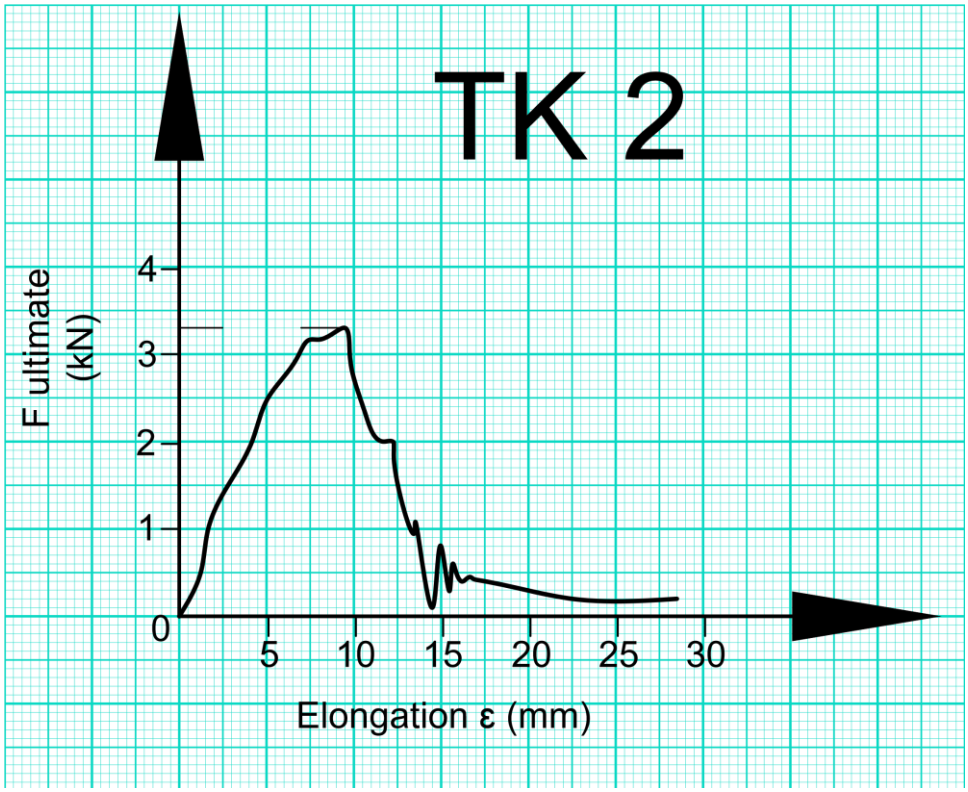
Hasil Pengujian Tekuk

Tabel D1. Rekap Hasil Pengukuran dan Pengujian Tarik

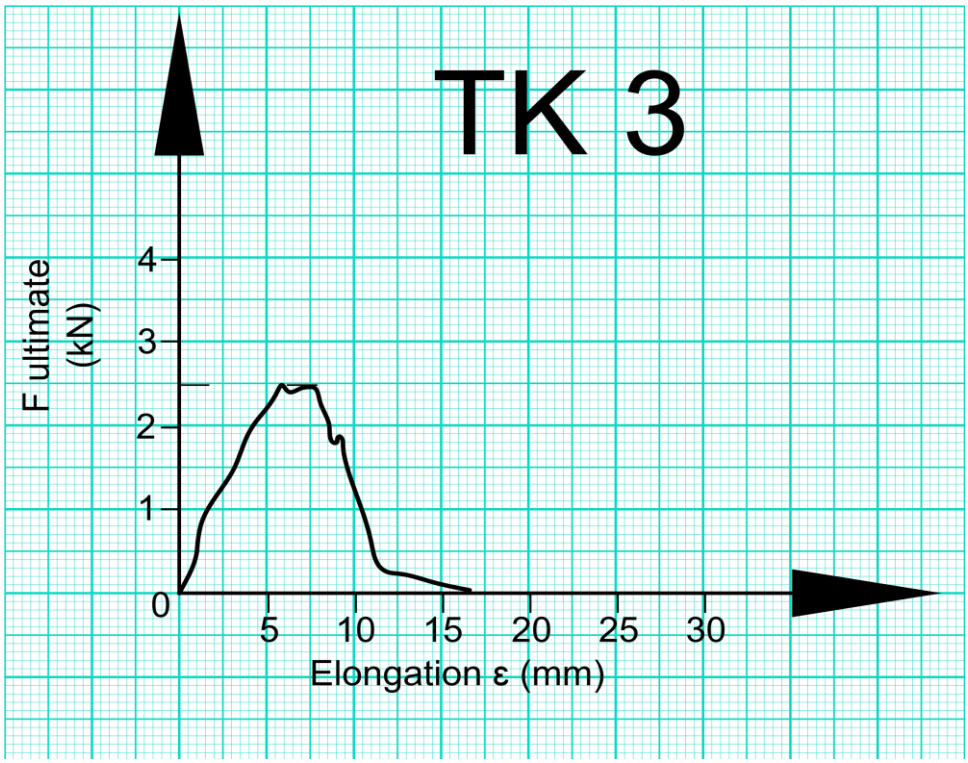
No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	CSA (mm^2)	L (mm)	L span (mm)	$F_{ultimate}$ (KN)	Defleksi (mm)
1	**Sj 1**	Laminasi Sejajar	24.86	33.2	825.352	610	480	2.9	14.5
2	**Sj 2**		25.19	32.85	827.4915	610	480	3.25	15
3	**Sj 3**		24.9	32.6	811.74	610	480	2.4	15
4	**Sj 4**		25.03	33	825.99	610	480	2.8	14
5	**Sj 5**		24.77	33	817.41	610	480	3.1	14
Rata-rata								**2.89**	**14.5**



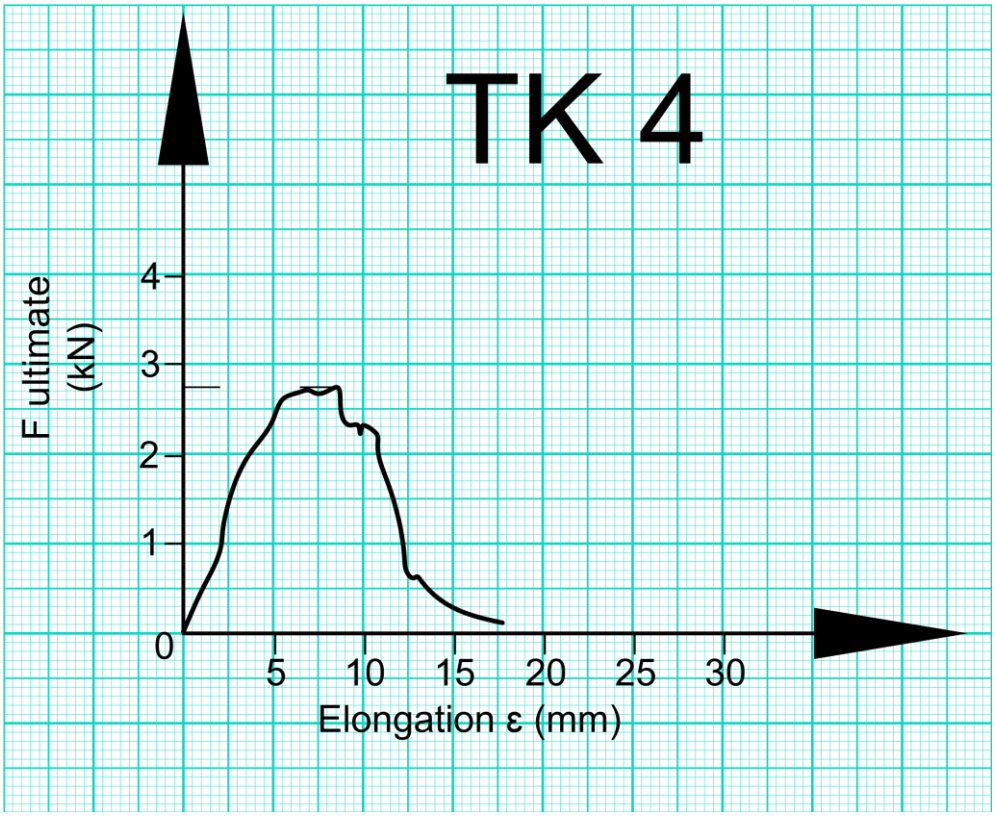
Gambar D6. Grafik Beban Pada Spesimen TR3



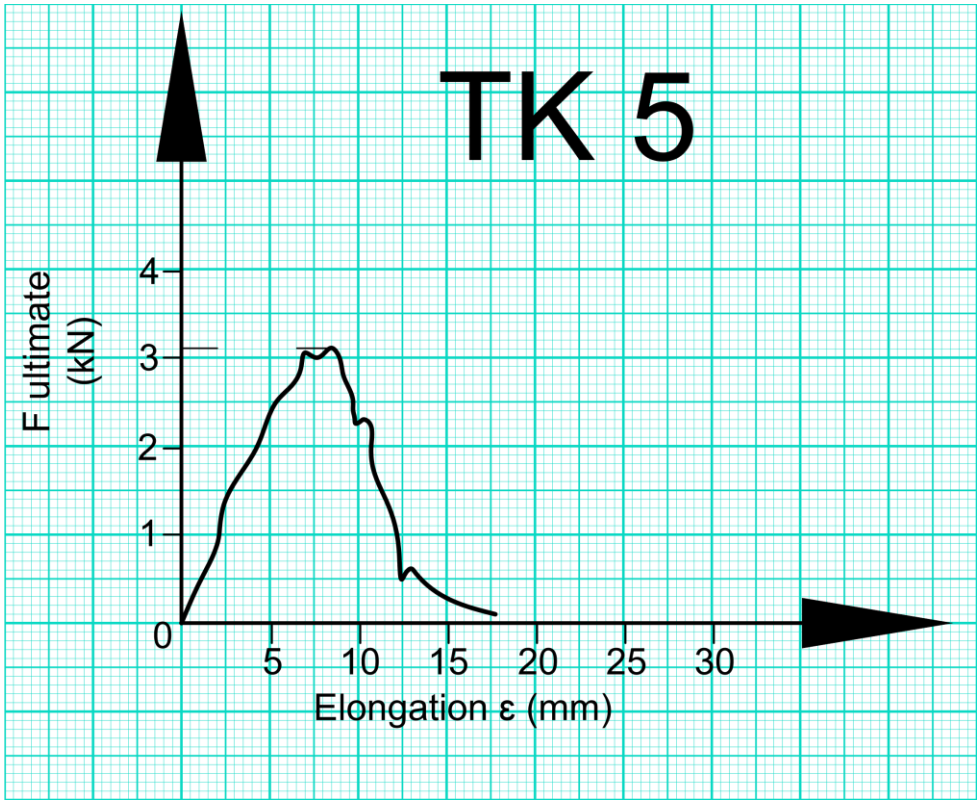
Gambar D7. Grafik Beban Pada Spesimen TR3



Gambar D8. Grafik Beban Pada Spesimen TR3



Gambar D9. Grafik Beban Pada Spesimen TR3



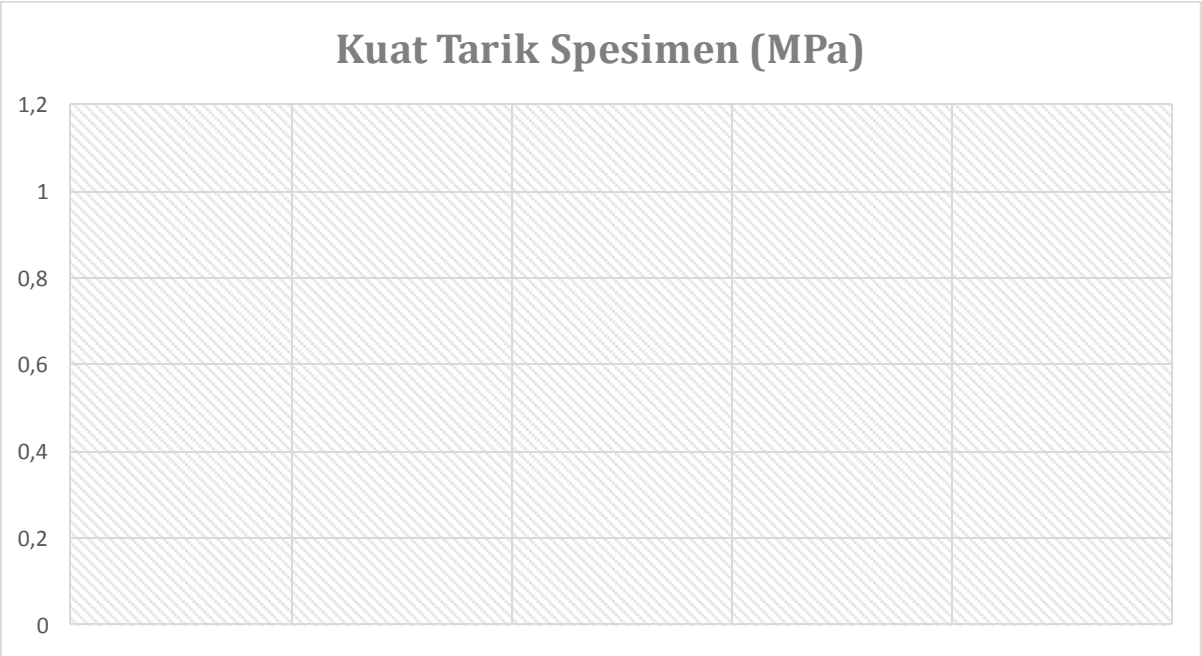
Gambar D10. Grafik Beban Pada Spesimen TR3

LAMPIRAN E

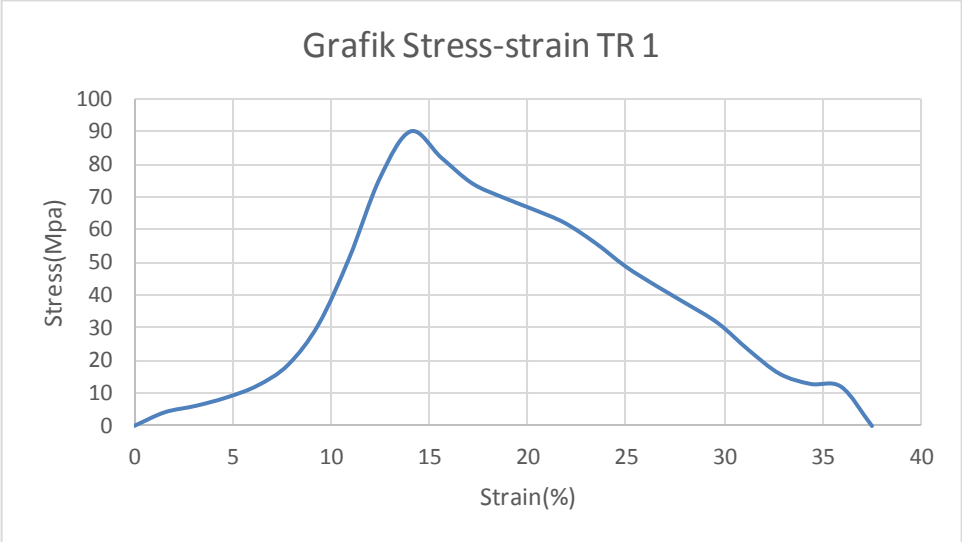
HASIL ANALISIS PENGUJIAN MATERIAL LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI

Tabel E1. Hasil Analisa Pengujian Tarik

No	Kode Spesimen	Arah serat	W (mm)	T (mm)	L0 (mm)	CSA (mm^2)	Elongation (mm)	$F_{ultimate}$ (KN)	*Stress* (Mpa)	MOE (Gpa)	*Strain* (%)
1	**TR 1**	Sejajar	23.7	6.6	64	156.42	24	14	89.50	15.28	37.50
2	**TR 2**		24	6.2	64	148.8	21	14.6	98.12	19.14	32.81
3	**TR 3**		24.69	6.55	64	161.72	21	16.2	100.17	19.54	32.81
4	**TR 4**		23.4	6.37	64	149.058	23	15.4	103.32	18.40	35.94
5	**TR 5**		24.2	6.4	64	154.88	28	14.2	91.68	13.41	43.75
Rata-rata :							**23.4**	**14.88**	**96.56**	**17.15**	**36.56**

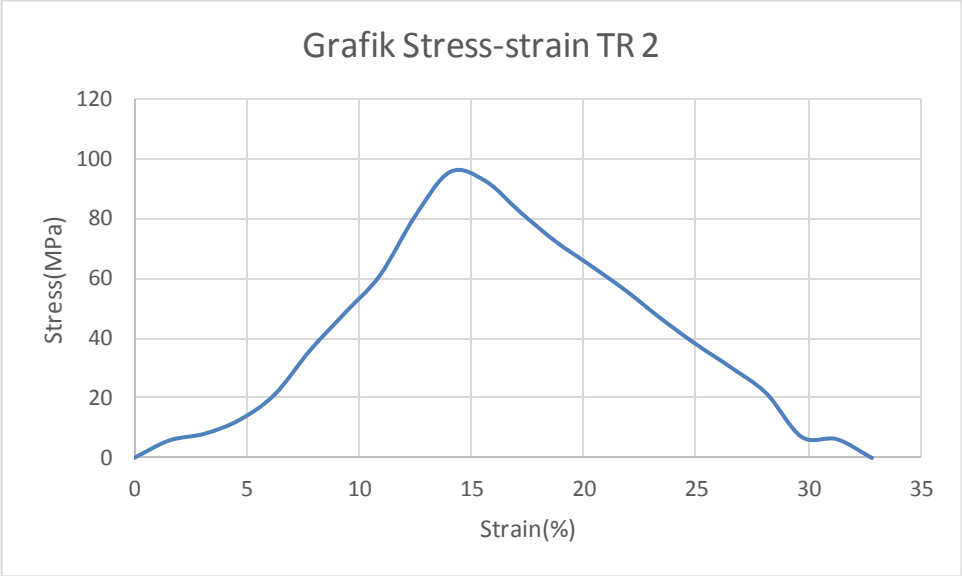


Pembuatan Grafik *Stress Strain* TR 1



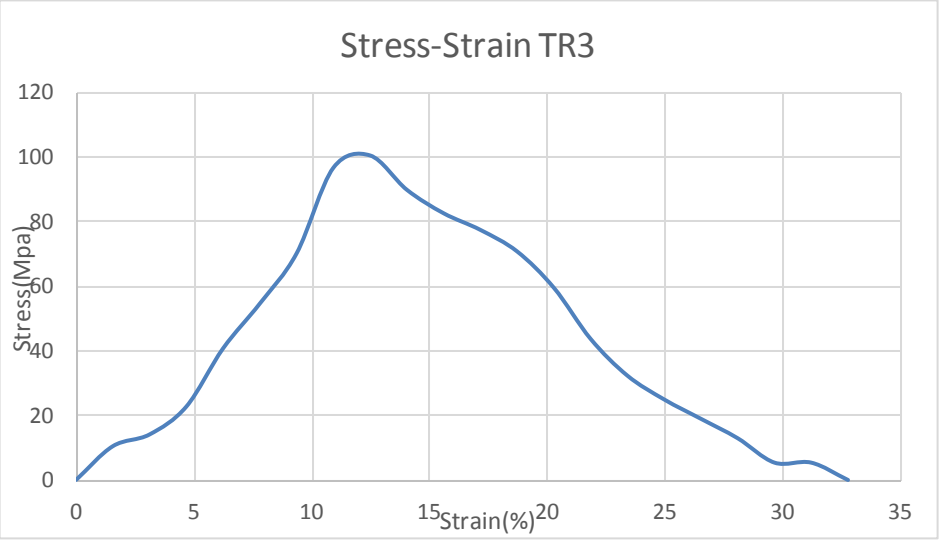
Defleksi (mm)	LOAD (KN)	*Stress* (Mpa)	*Strain* (%)
0	0	0	0
1	0.6538	4.18	1.56
2	0.9572	6.12	3.13
3	1.3552	8.66	4.69
4	1.9172	12.26	6.25
5	2.901	18.55	7.81
6	4.8396	30.94	9.38
7	8.0092	51.20	10.94
8	11.8264	75.61	12.50
9	14.0464	89.80	14.06
10	12.7828	81.72	15.63
11	11.565	73.94	17.19
12	10.8954	69.65	18.75
13	10.3174	65.96	20.31
14	9.6866	61.93	21.88
15	8.7284	55.80	23.44
16	7.5916	48.53	25.00
17	6.6644	42.61	26.56
18	5.801	37.09	28.13
19	4.893	31.28	29.69
20	3.607	23.06	31.25
21	2.485	15.89	32.81
22	2.0052	12.82	34.38
23	1.8678	11.94	35.94
24	0	-	37.50

Pembuatan Grafik *Stress Strain* TR 2



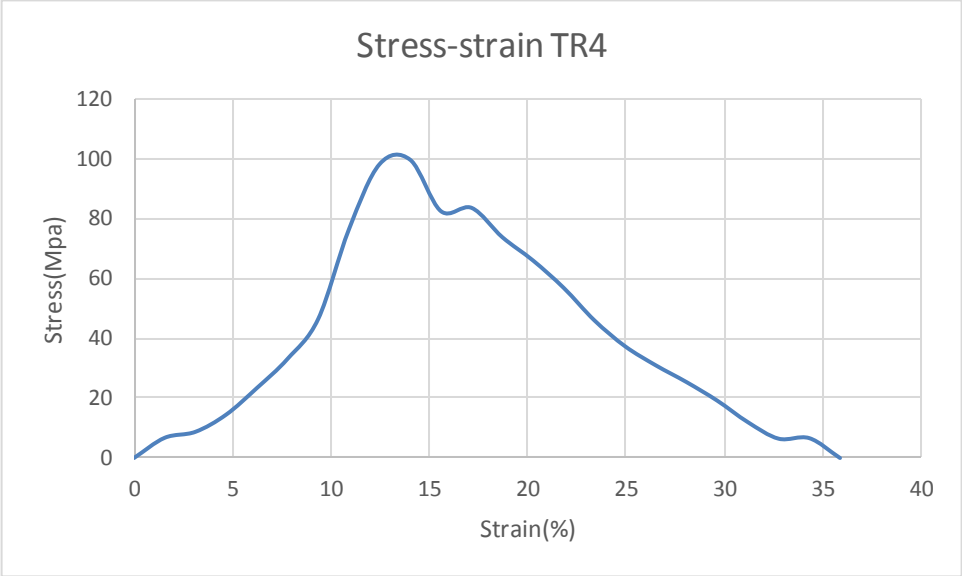
Defleksi (mm)	LOAD (KN)	*Stress* (Mpa)	*Strain* (%)
0	0	0	0
1	0.867	5.83	1.56
2	1.2	8.06	3.13
3	1.8862	12.68	4.69
4	3.144	21.13	6.25
5	5.3186	35.74	7.81
6	7.1914	48.33	9.38
7	9.0632	60.91	10.94
8	12.0012	80.65	12.50
9	14.1952	95.40	14.06
10	13.7394	92.33	15.63
11	12.1836	81.88	17.19
12	10.7376	72.16	18.75
13	9.5382	64.10	20.31
14	8.2952	55.75	21.88
15	6.9106	46.44	23.44
16	5.6348	37.87	25.00
17	4.476	30.08	26.56
18	3.1958	21.48	28.13
19	1.0418	7.00	29.69
20	0.9312	6.26	31.25
21	0	-	32.81

Pembuatan Grafik *Stress Strain* TR 3



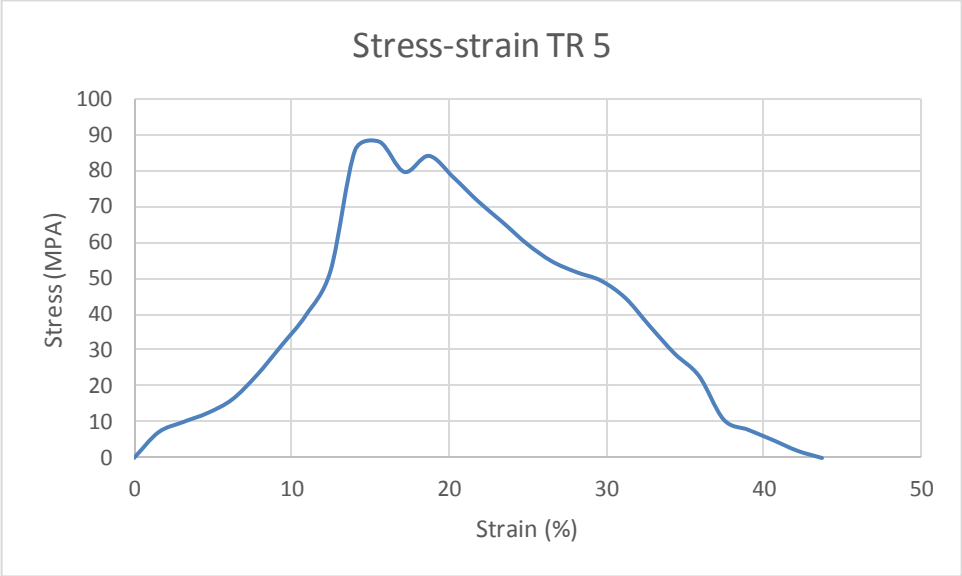
Defleksi (mm)	LOAD (KN)	*Stress* (Mpa)	*Strain* (%)
0	0	0	0
1	1.6882	10.44	1.56
2	2.2762	14.07	3.13
3	3.6664	22.67	4.69
4	6.5764	40.67	6.25
5	8.8184	54.53	7.81
6	11.3228	70.02	9.38
7	15.6064	96.50	10.94
8	16.2228	100.31	12.50
9	14.5078	89.71	14.06
10	13.3336	82.45	15.63
11	12.5026	77.31	17.19
12	11.4238	70.64	18.75
13	9.6078	59.41	20.31
14	7.051	43.60	21.88
15	5.2156	32.25	23.44
16	4.0254	24.89	25.00
17	3.058	18.91	26.56
18	2.0878	12.91	28.13
19	0.8684	5.37	29.69
20	0.8684	5.37	31.25
21	0	-	32.81

Pembuatan Grafik *Stress Strain* TR 4



Defleksi (mm)	LOAD (KN)	*Stress* (Mpa)	*Strain* (%)
0	0	0	0
1	1.0052	6.74	1.56
2	1.3028	8.74	3.13
3	2.1574	14.47	4.69
4	3.4812	23.35	6.25
5	4.9342	33.10	7.81
6	6.9232	46.45	9.38
7	11.3832	76.37	10.94
8	14.6384	98.21	12.50
9	14.8546	99.66	14.06
10	12.2954	82.49	15.63
11	12.4602	83.59	17.19
12	10.9986	73.79	18.75
13	9.8386	66.01	20.31
14	8.4734	56.85	21.88
15	6.8558	45.99	23.44
16	5.5646	37.33	25.00
17	4.616	30.97	26.56
18	3.7806	25.36	28.13
19	2.858	19.17	29.69
20	1.7828	11.96	31.25
21	0.9622	6.46	32.81
22	0.9878	6.63	34.38
23	0	-	35.94

Pembuatan Grafik *Stress Strain* TR 5

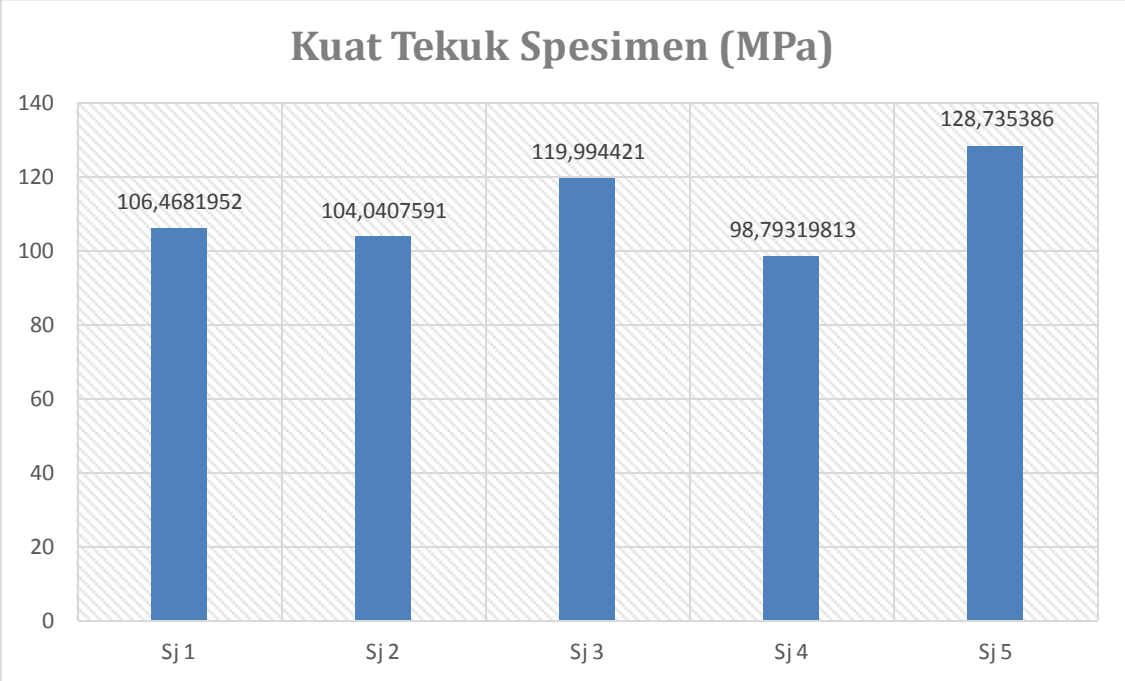


Defleksi (mm)	LOAD (KN)	*Stress* (Mpa)	*Strain* (%)
0	0	0	0
1	1.1146	7.20	1.56
2	1.5552	10.04	3.13
3	1.9478	12.58	4.69
4	2.5356	16.37	6.25
5	3.584	23.14	7.81
6	4.8644	31.41	9.38
7	6.1826	39.92	10.94
8	8.0952	52.27	12.50
9	13.3184	85.99	14.06
10	13.6736	88.29	15.63
11	12.3734	79.89	17.19
12	13.0688	84.38	18.75
13	12.1388	78.38	20.31
14	11.1068	71.71	21.88
15	10.2002	65.86	23.44
16	9.2562	59.76	25.00
17	8.511	54.95	26.56
18	8.0408	51.92	28.13
19	7.6736	49.55	29.69
20	6.9186	44.67	31.25
21	5.6936	36.76	32.81
22	4.5164	29.16	34.38
23	3.5402	22.86	35.94
24	1.66	10.72	37.50
25	1.2176	7.86	39.06

Defleksi (mm)	**LOAD (KN)**	***Stress* (Mpa)**	***Strain* (%)**
26	0.7774	5.02	40.63
27	0.3118	2.01	42.19
28	0	-	43.75

Tabel E2. Hasil Analisa Pengujian Tekuk

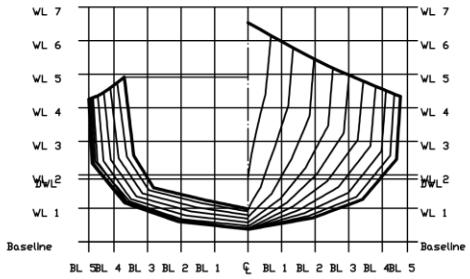
No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	CSA (mm^2)	L (mm)	L span (mm)	$F_{ultimate}$ (KN)	Defleksi (mm)	MOR (Mpa)	MOE (Gpa)
1	**TK 1**	Laminasi Sejajar	24.86	33.2	825.352	610	480	2.9	15.5	76.20	6.08
2	**TK 2**		25.19	32.85	827.4915	610	480	3.25	14.8	86.08	6.71
3	**TK 3**		24.9	32.6	811.74	610	480	2.4	14.7	65.30	5.13
4	**TK 4**		25.03	33	825.99	610	480	2.8	15.4	73.96	6.15
5	**TK 5**		24.77	33	817.41	610	480	3.1	`14,7	82.74	6.88
	Rata-rata							**2.89**	**15.10**	**76.86**	**6.19**



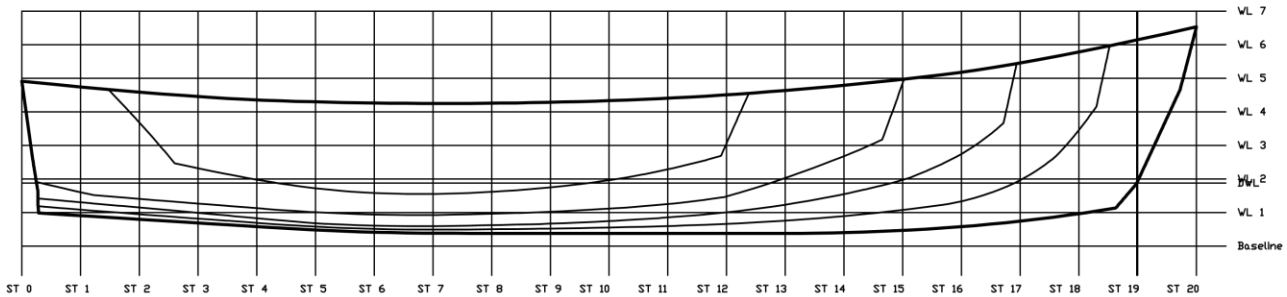
LAMPIRAN F

GENERAL ARRANGEMENT, LINESPLAN, GAMBAR KONSTRUKSI KAPAL IKAN PROTOTYPE LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI 3GT

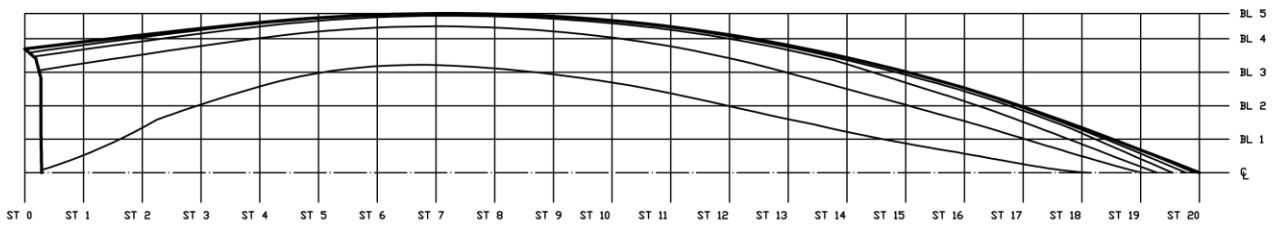
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF BREADTH PLAN



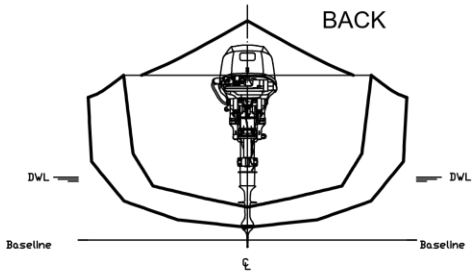
PRINCIPAL DIMENSION	
SHIP TYPE	KAPAL IKAN
LENGTH OVERALL (LOA)	7 m
BREADTH (B)	1.9 m
HEIGHT (H)	1.23 m
DRAUGHT (T)	0.45 m
SERVICE SPEED (Vs)	9 Knot

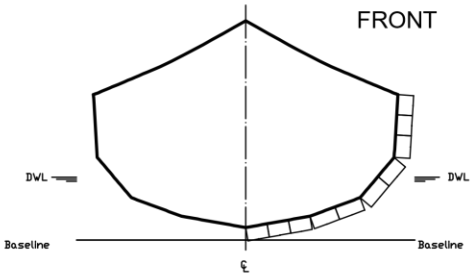
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

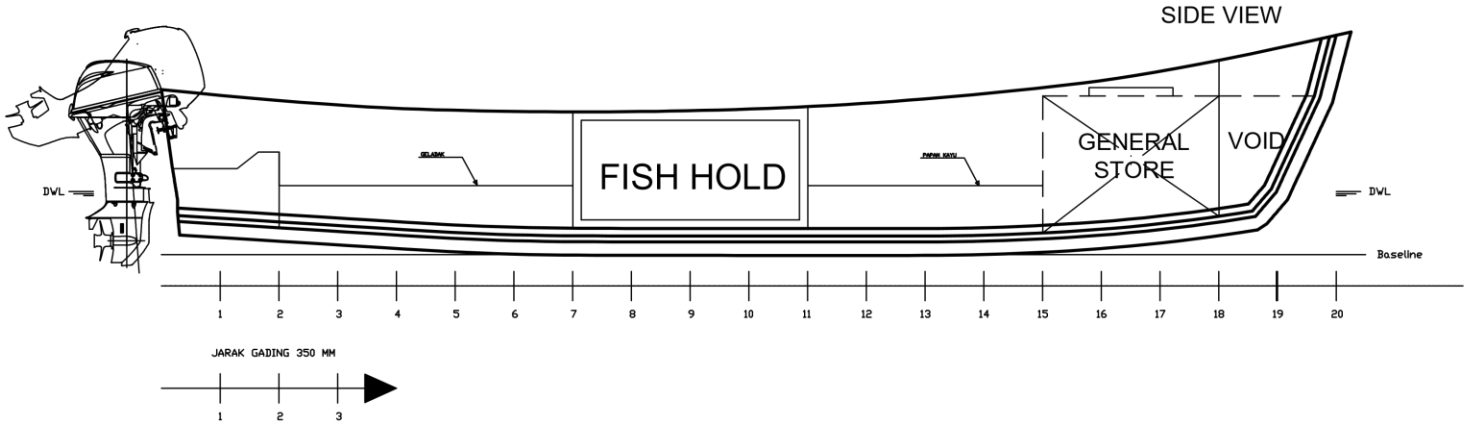
CHICKEN DINNER

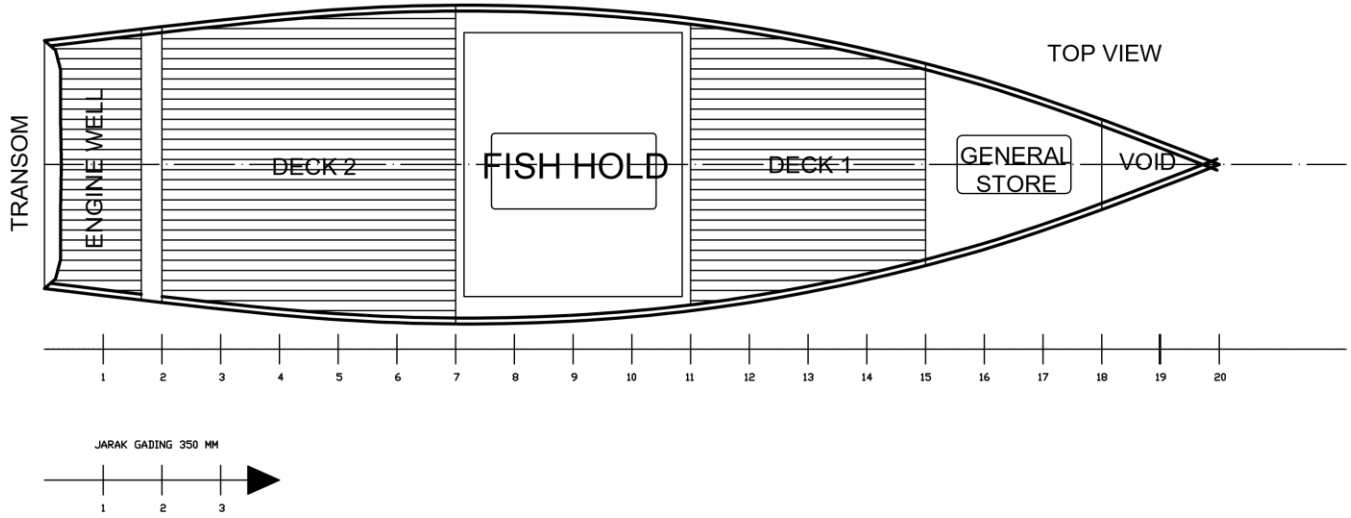
LINES PLAN

SCALE		SIGNATURE	DATE	REMARK
DRAWN	Ivanda Wino M Genta Bayu R		16 Okt 2018	
APPROVED	Ir. Triwilaswandio WP., M.Sc.			









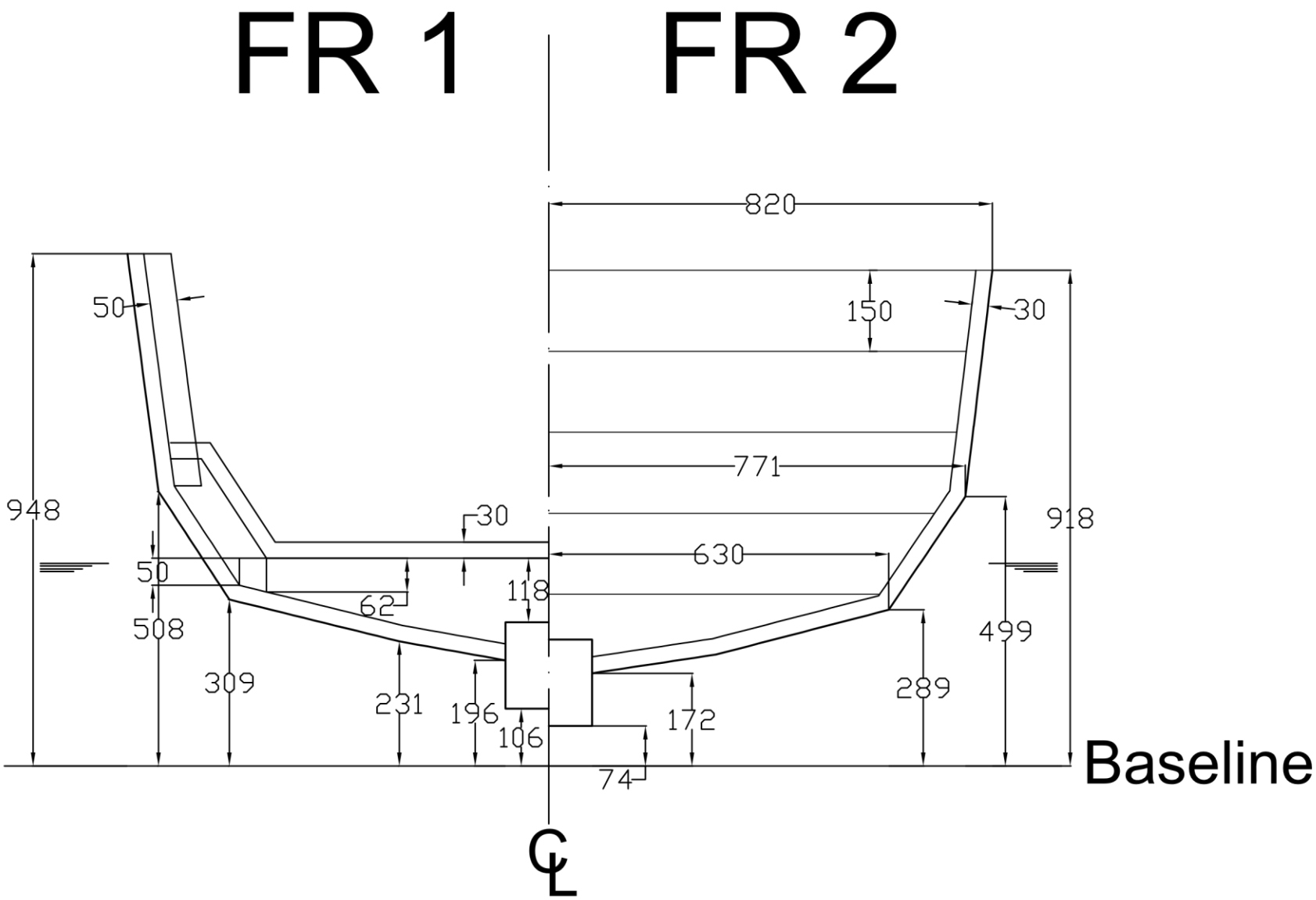
PRINCIPAL DIMENSION	
SHIP TYPE	KAPAL IKAN
LENGTH OVERALL (LOA)	7 m
BREADTH (B)	1.9 m
HEIGHT (H)	1.23 m
DRAUGHT (T)	0.45 m
SERVICE SPEED (Vs)	9 Knot

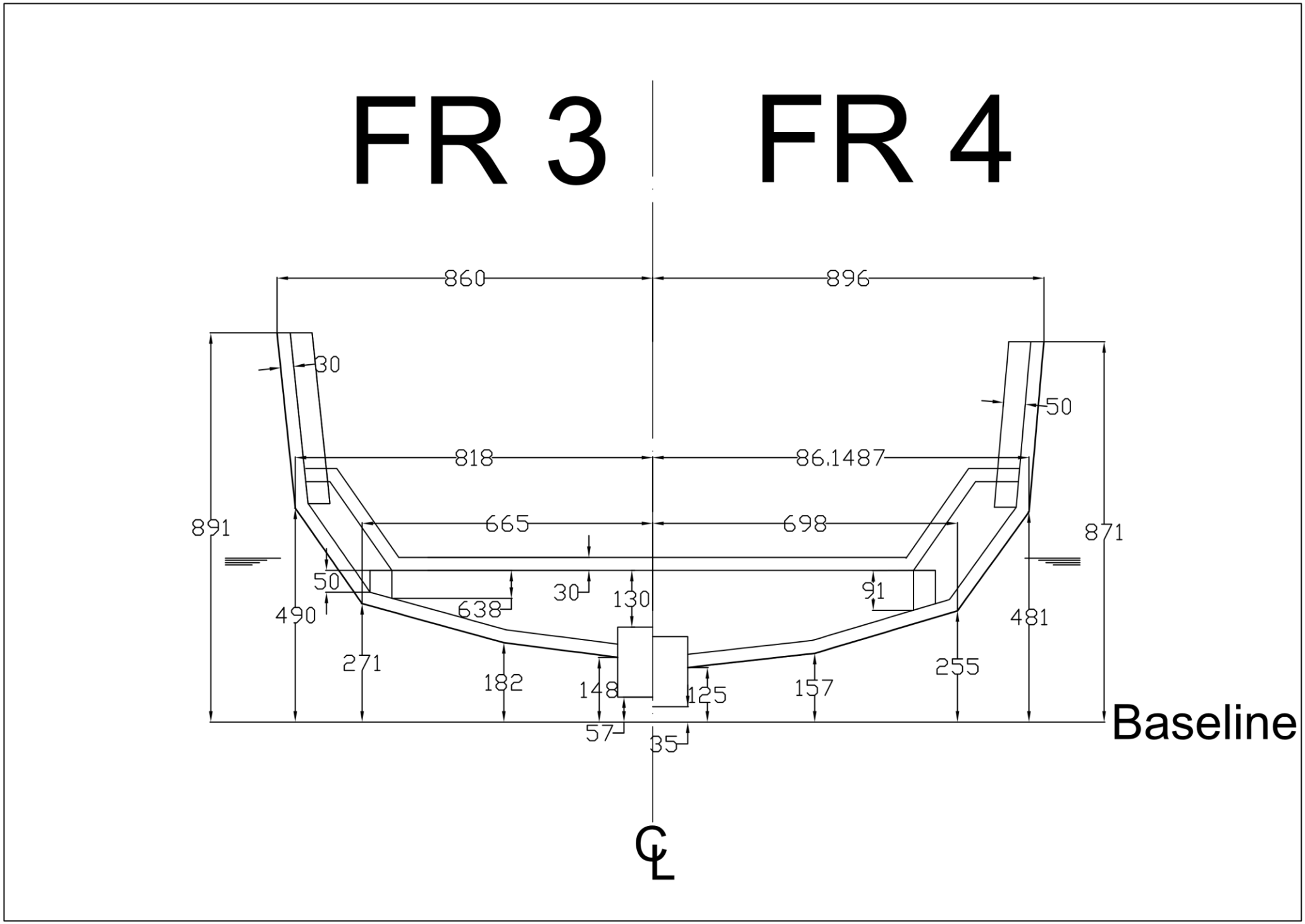
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

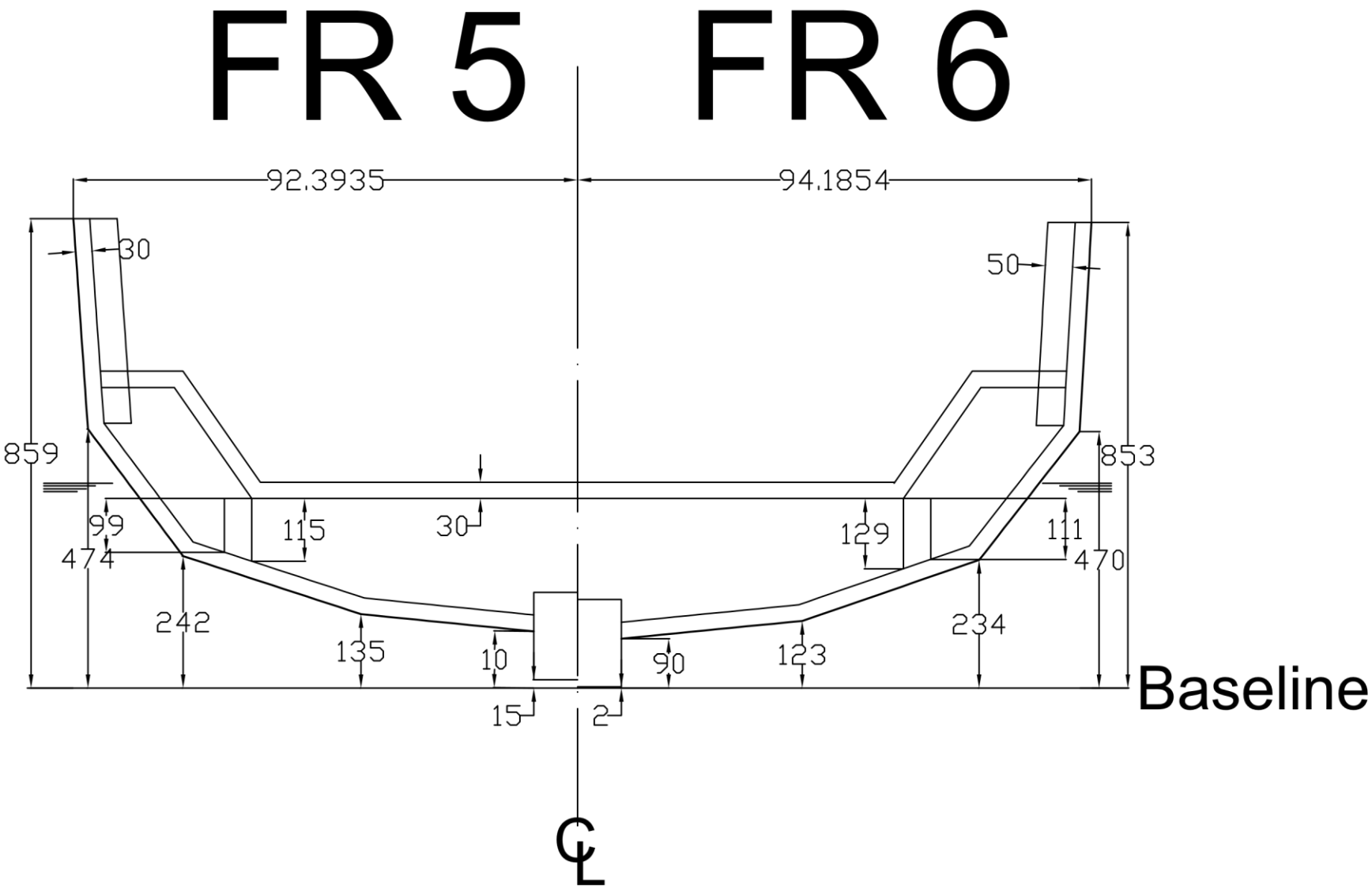
CHICKEN DINNER

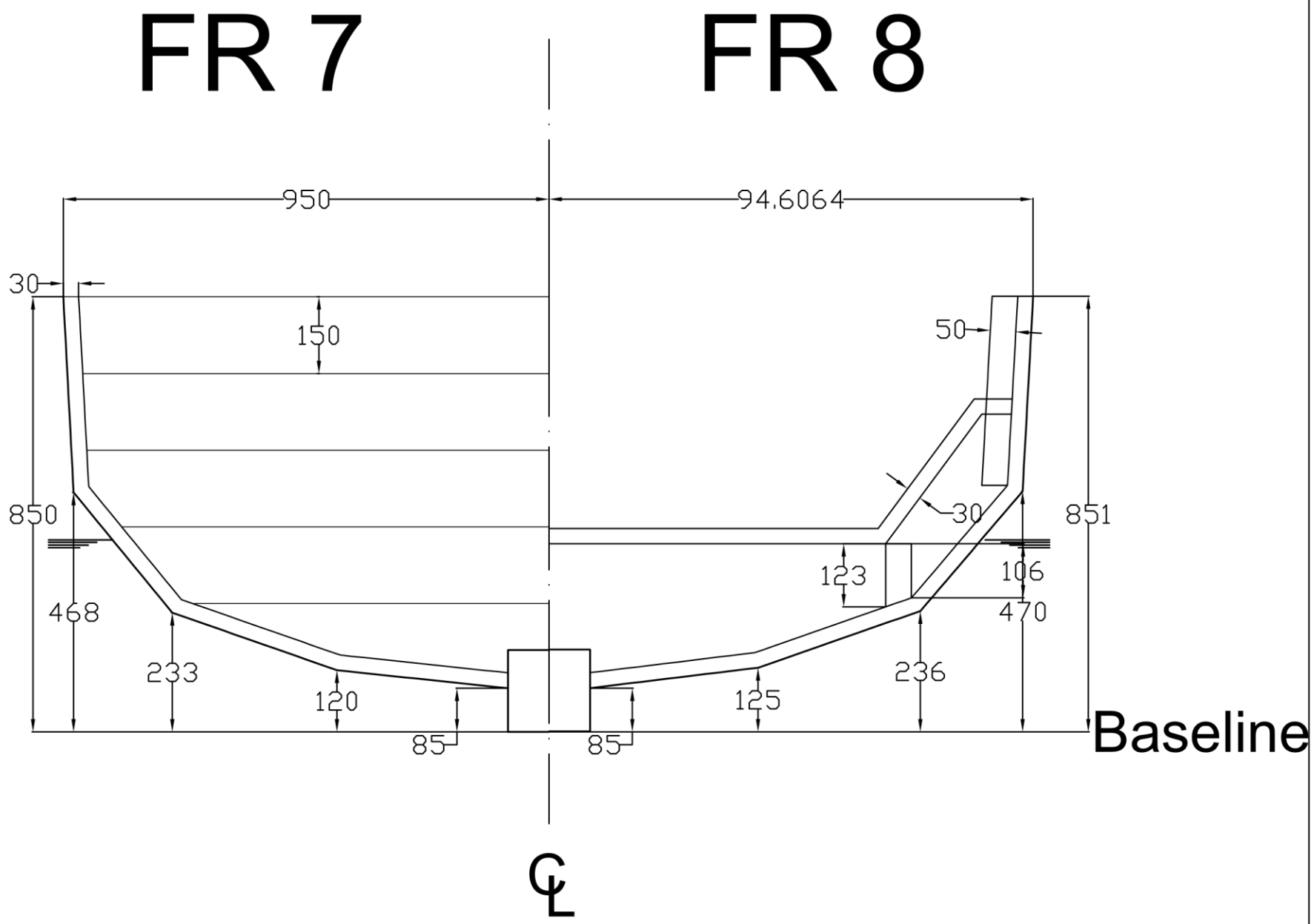
GENERAL ARRANGEMENT

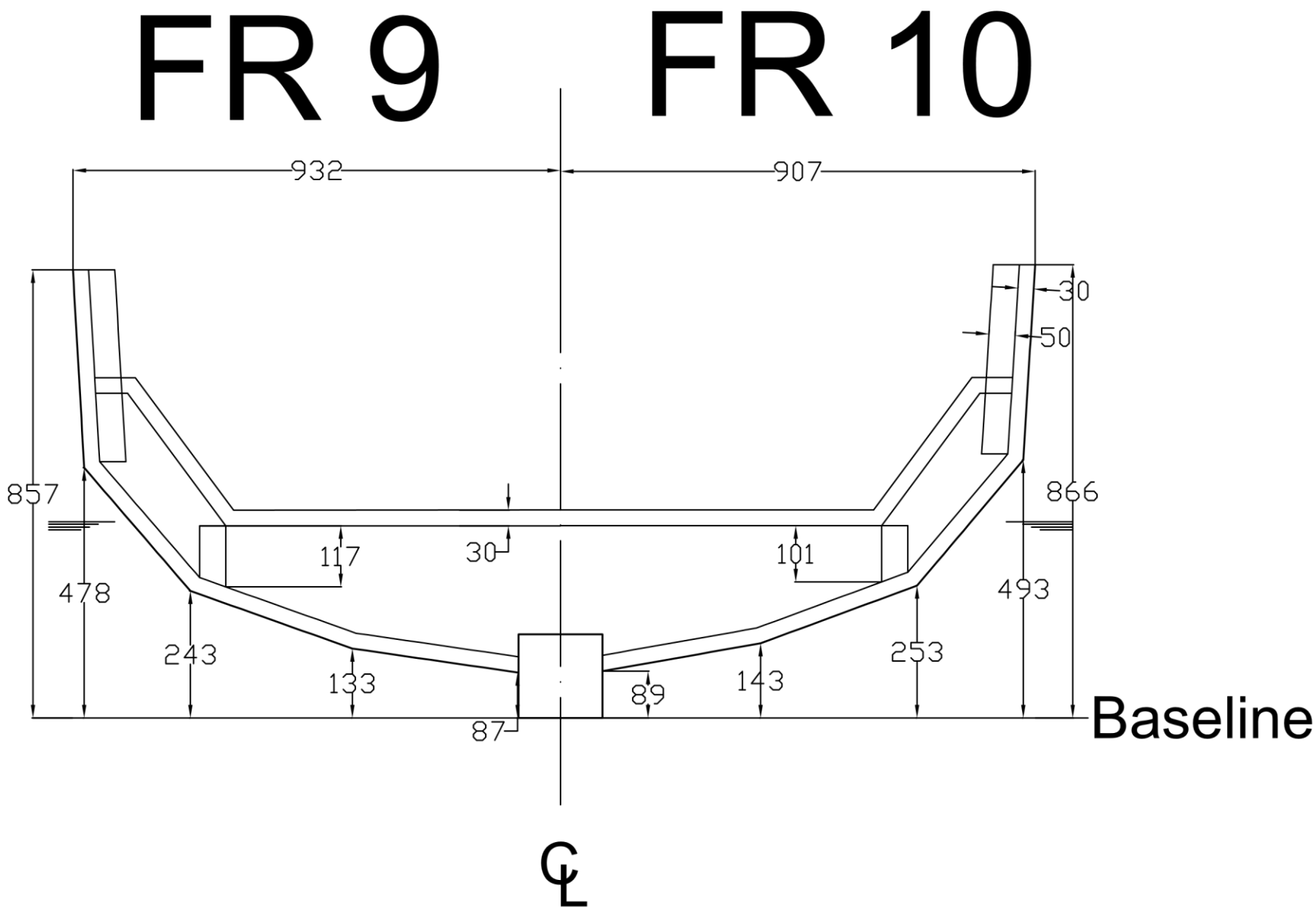
SCALE		SIGNATURE	DATE	REMARK
DRAWN	Ivanda Wino M Genta Bayu R		16 Okt 2018	
APPROVED	Ir. Triwilaswandio WP., M.Sc.			

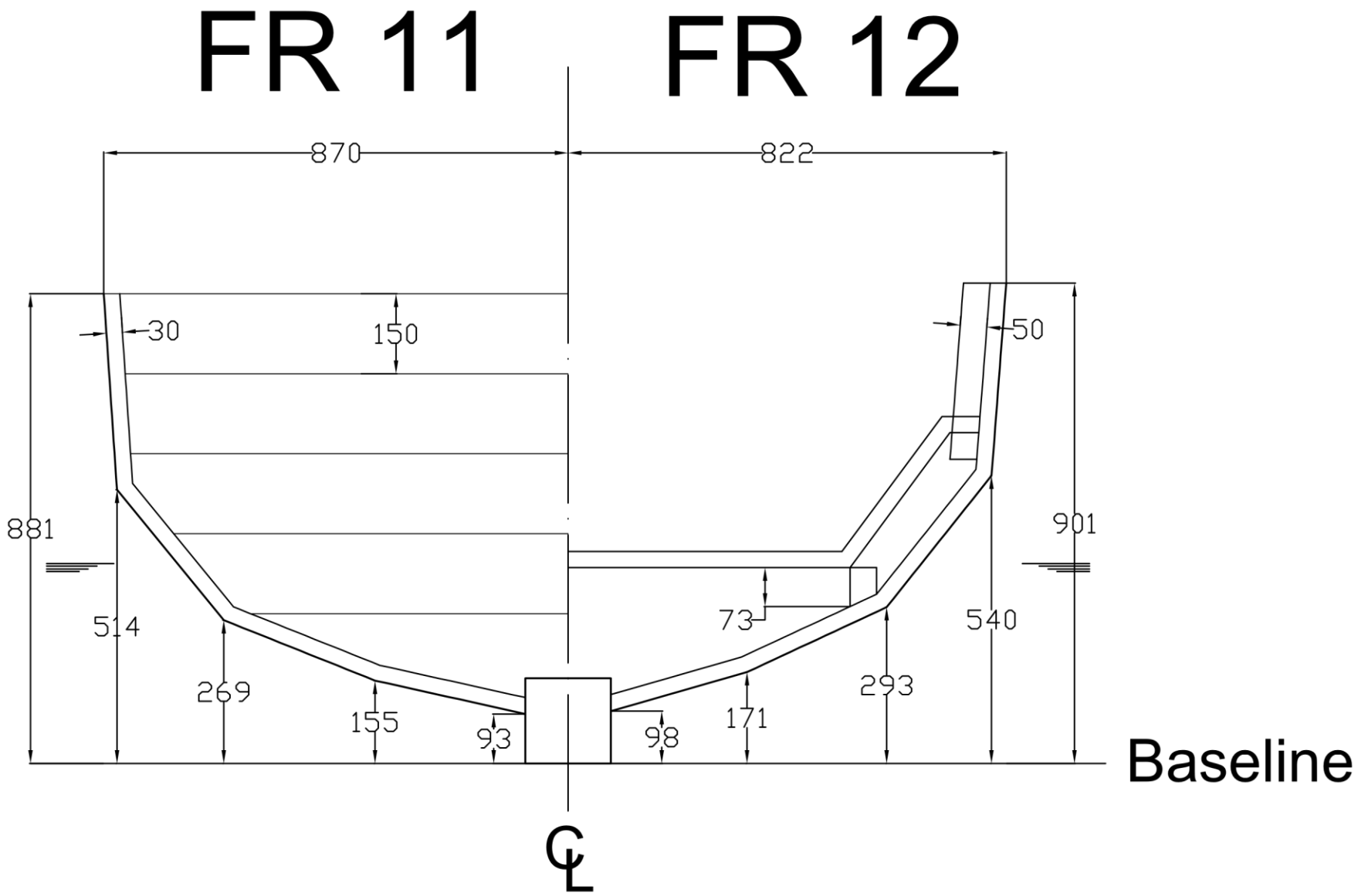

FR 1
FR 2
820
150
30
50
771
948
30
918
630
50
118
62
508
499
309
231
196
106
172
289
74
Baseline
CL


FR 3
FR 4
860
896
30
50
818
86.1487
665
698
891
871
50
30
130
91
490
638
481
271
182
148
125
157
255
57
35
Baseline
CL

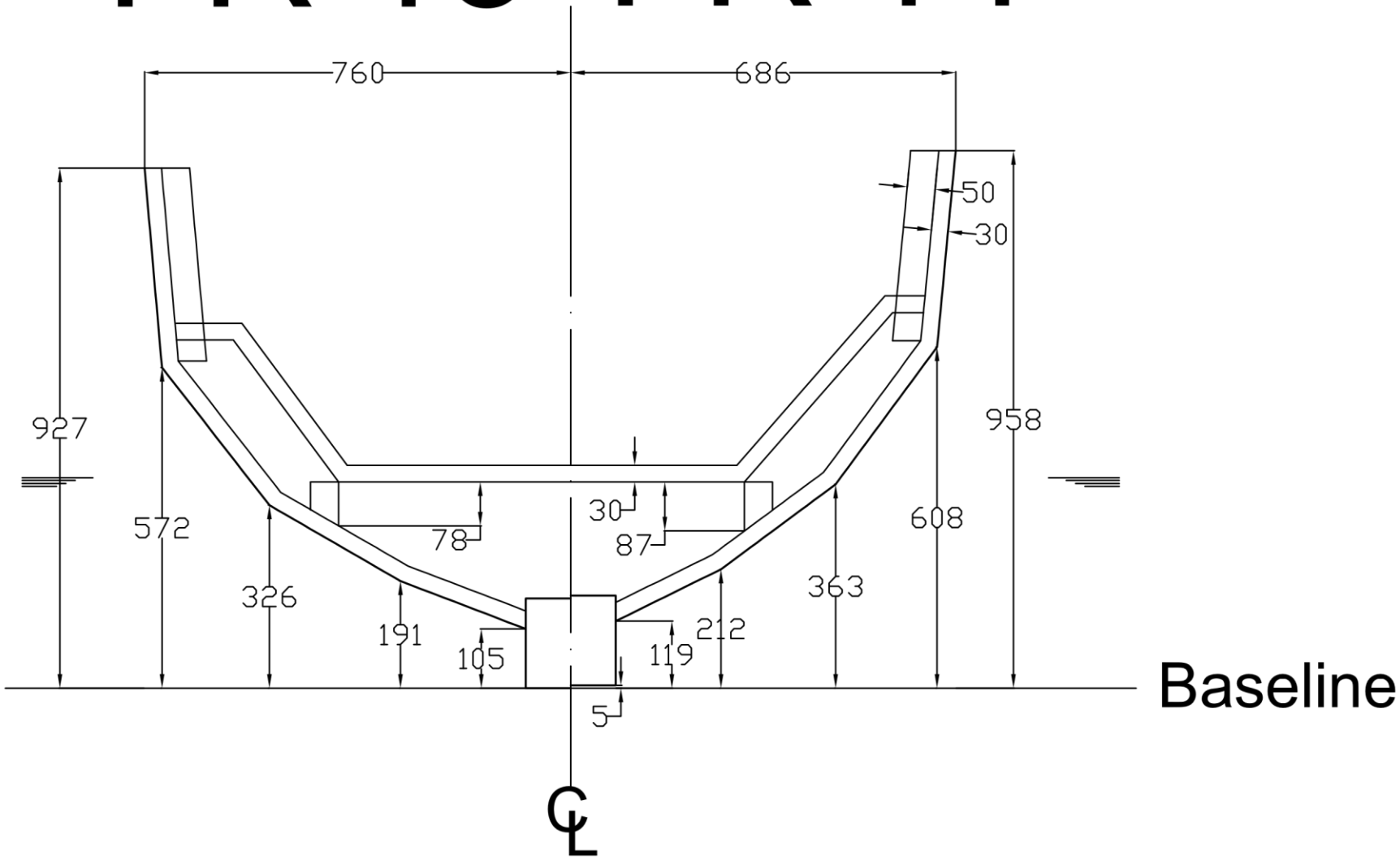

FR 5
FR 6
92.3935
94.1854
30
50
859
853
99
474
115
30
129
111
470
242
135
10
90
123
234
15
2
Baseline
CL


FR 7
FR 8
950
94.6064
30
150
50
850
30
851
123
106
468
470
233
236
120
125
85
85
Baseline
CL

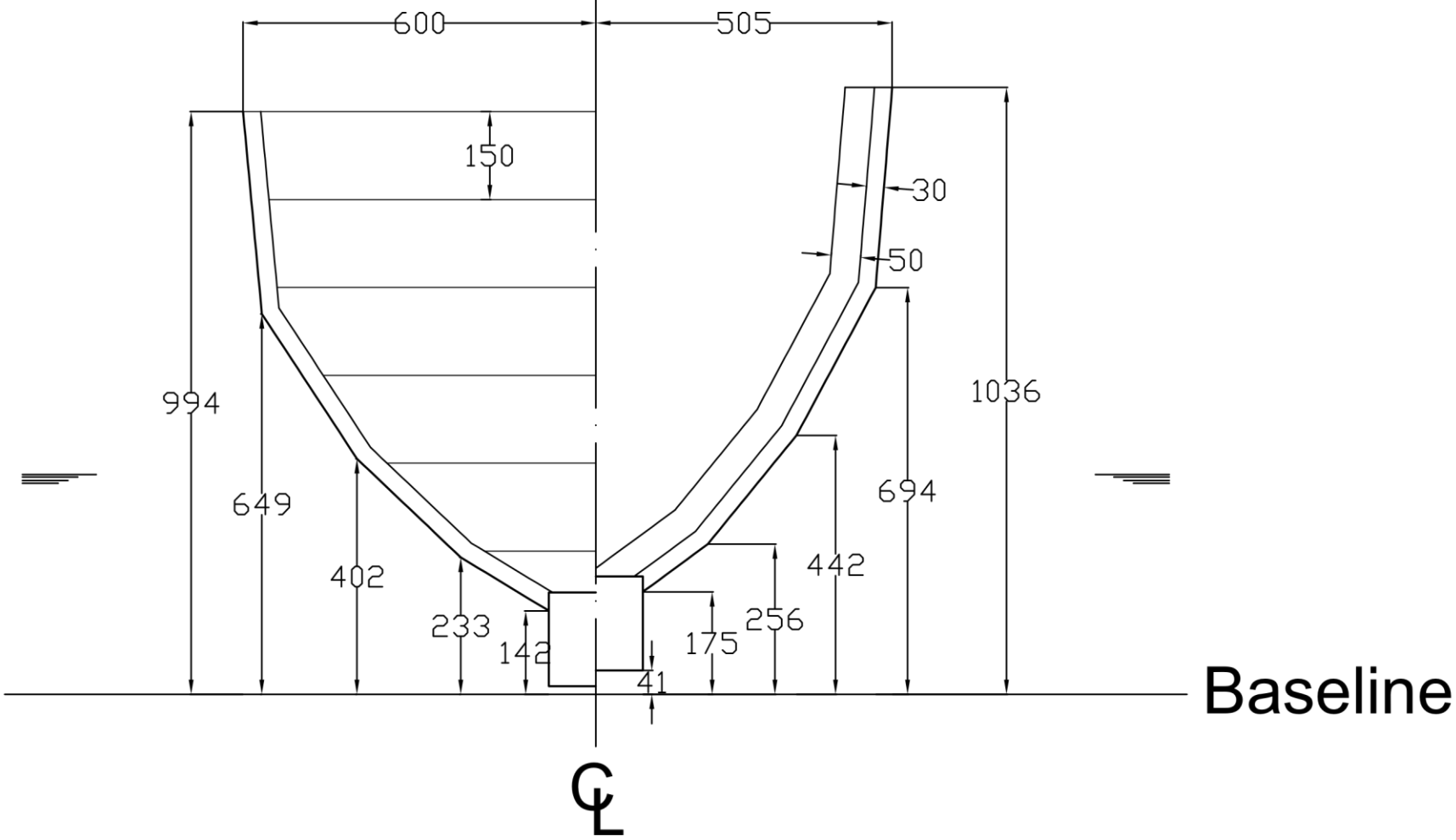

FR 9
FR 10
932
907
30
50
857
866
117
30
101
478
493
243
253
133
143
89
87
Baseline
℄

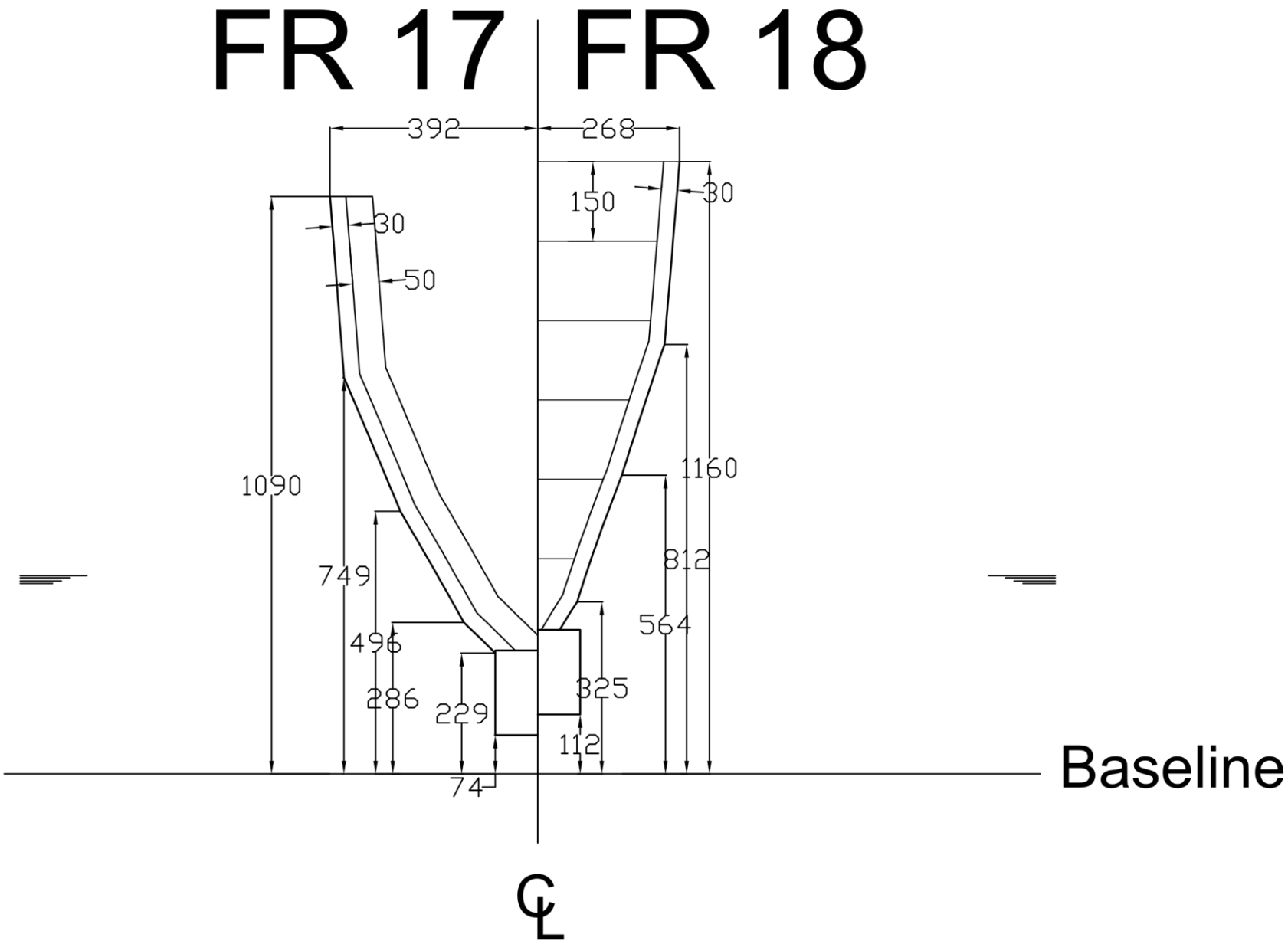

FR 11
FR 12
870
822
30
150
50
881
901
514
73
540
269
293
155
93
98
171
Baseline
CL

FR 13 FR 14

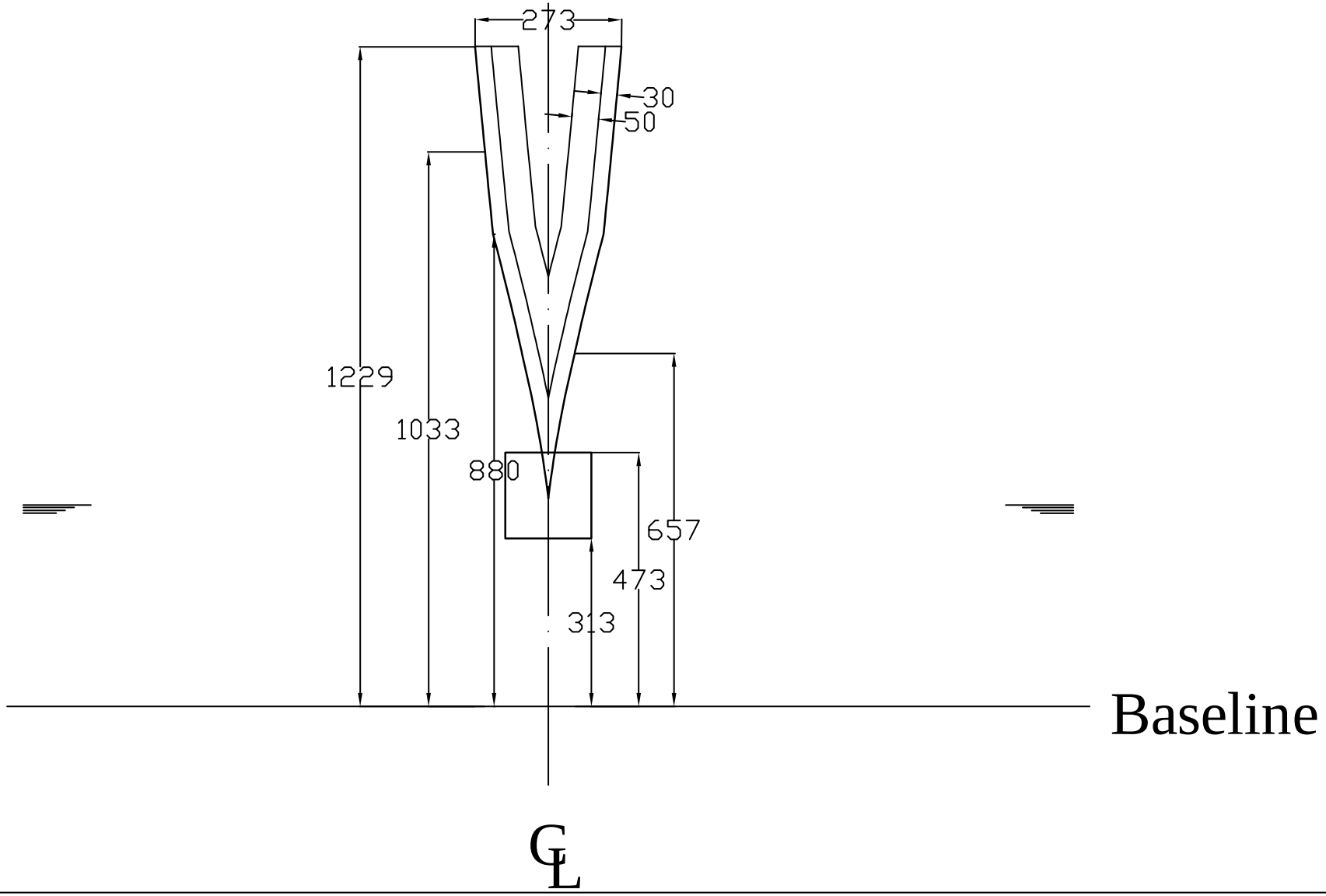

760
686
50
30
927
958
572
608
30
78
87
326
363
191
212
105
119
5
Baseline
CL

FR 15 FR 16


600
505
150
30
50
994
1036
649
694
402
442
233
256
142
175
41
Baseline
CL


FR 17
FR 18
392
268
150
30
30
50
1090
1160
749
812
564
496
286
229
325
112
74
Baseline
℄

FR 19



LAMPIRAN G

PERHITUNGAN DAN REKAP UKURAN KONSTRUKSI KAPAL IKAN PROTOTYPE LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI 3GT

LAMPIRAN H

PERHITUNGAN BERAT DAN VOLUME PROTOTYPE KAPAL IKAN 3GT

Volume Material Kayu Terpasang Pada Prototype Kapal Laminasi													
No	Nama Modul		Ukuran				Jumlah Piece Part	Luasan Lem m2	Volume per kayu				Berat (kg)
		Jumlah	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Luasan (cm^2)	Tebal (mm)			Mahoni	Jati Rakyat	Jati TPK	Total Volume	
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

Volume Material Kayu Terpasang Pada Prototype Kapal Laminasi													
No	Nama Modul		Ukuran				Jumlah Piece Part	Luasan Lem m2	Volume per kayu				Berat (kg)
		Jumlah	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Luasan (cm^2)	Tebal (mm)			Mahoni	Jati Rakyat	Jati TPK	Total Volume	
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

LAMPIRAN I

PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS PEMBANGUNAN PROTOTYPE KAPAL IKAN LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI 3GT

Durasi Pembangunan Kapal Prototype

No	Nama Pekerjaan	Lama Pengerjaan (jam)								Total Durasi	
		Persiapan		Fabrikasi		Assembly		Finishing			
		Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	
1	Kulit ljr A-P (FP)	0.5	1	4	8	1.00	2	0.00	0	5.5	11
2	Kulit ljr A-P (AP)	0.5	1	4	8	1.00	1.5	0.00		5.5	10.5
3	Kulit ljr A-S (AP)	0.5	1	4	8	1.00	1.5	0.00		5.5	10.5
4	Kulit ljr A-S (FP)	0.5	1	4	8	1.00	2	0.00		5.5	11
5	Kulit ljr B-P (FP)	0.5	1	4	8	1.00	2	0.00		5.5	11
6	Kulit ljr B-P (MS)	0.5	1	4	8	1.00	1	0.00		5.5	10
7	Kulit ljr B-P (AP)	0.5	1	4	8	1.00	1.5	0.00		5.5	10.5
8	Kulit ljr B-P (FP)	0.5	1	4	8	1.00	2	0.00		5.5	11
9	Kulit ljr B-P (MS)	0.5	1	4	8	1.00	1	0.00		5.5	10
10	Kulit ljr B-P (AP)	0.5	1	4	8	1.00	1.5	0.00		5.5	10.5
11	Kulit ljr C-P (FP)	0.5	1	4	8	1.00	2	0.00		5.5	11
12	Kulit ljr C-P (AP)	0.5	1	4	8	1.00	1.5	0.00		5.5	10.5
13	Kulit ljr C-S (FP)	0.5	1	4	8	1.00	2	0.00		5.5	11
14	Kulit ljr C-S (AP)	0.5	1	4	8	1.00	1.5	0.00		5.5	10.5
5	Kulit ljr D-P (FP)	0.5	1	4	8	1.00	2	0.00		5.5	11
6	Kulit ljr D-P (MS)	0.5	1	4	8	1.00	1	0.00		5.5	10
7	Kulit ljr D-P (AP)	0.5	1	4	8	1.00	1.5	0.00		5.5	10.5
8	Kulit ljr D-P (FP)	0.5	1	4	8	1.00	2	0.00		5.5	11
9	Kulit ljr D-P (MS)	0.5	1	4	8	1.00	1	0.00		5.5	10
10	Kulit ljr D-P (AP)	0.5	1	4	8	1.00	1.5	0.00		5.5	10.5
15	Wrang 1	0.416666667	1	0.75	4.5	0.08	0.25	0.00		1.25	5.75
16	Wrang 2	0.416666667	1	0.75	4.5	0.08	0.25	0.00		1.25	5.75
17	Wrang 3	0.416666667	1	0.75	4.5	0.08	0.25	0.00		1.25	5.75
18	Wrang 4	0.416666667	1	0.75	4.5	0.08	0.25	0.00		1.25	5.75
19	Wrang 5	0.416666667	1	0.75	5	0.08	0.25	0.00		1.25	6.25

No	Nama Pekerjaan	Lama Pengerjaan (jam)								Total Durasi	
		Persiapan		Fabrikasi		Assembly		Finishing			
		Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	
20	Wrang 6	0.416666667	1	0.75	6.5	0.08	0.25	0.00		1.25	7.75
21	Wrang 7	0.416666667	1	0.75	6.5	0.08	0.25	0.00		1.25	7.75
22	Wrang 8	0.416666667	1	0.75	8	0.08	0.25	0.00		1.25	9.25
23	Wrang 9	0.416666667	1	0.75	8	0.08	0.25	0.00		1.25	9.25
24	Wrang 10	0.416666667	1	0.75	8	0.08	0.25	0.00		1.25	9.25
25	Wrang 11	0.416666667	1	0.75	8	0.08	0.25	0.00		1.25	9.25
26	Wrang 12	0.416666667	1	0.75	7	0.08	0.25	0.00		1.25	8.25
27	Wrang 13	0.416666667	1	0.75	6.5	0.08	0.25	0.00		1.25	7.75
28	Wrang 14	0.416666667	1	0.75	5	0.08	0.25	0.00		1.25	6.25
29	Wrang 15	0.416666667	1	0.75	5	0.08	0.25	0.00		1.25	6.25
30	Wrang 16	0.416666667	1	0.75	5	0.08	0.25	0.00		1.25	6.25
31	Wrang 17	0.416666667	1	0.75	3.2	0.08	0.25	0.00		1.25	4.45
32	Wrang 18	0.416666667	1	0.75	3	0.08	0.25	0.00		1.25	4.25
33	Gading 1 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
34	Gading 1 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
35	Gading 2 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
36	Gading 2 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
37	Gading 3 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
38	Gading 3 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
39	Gading 4 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
40	Gading 4 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
41	Gading 5 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
42	Gading 5 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
43	Gading 6 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
44	Gading 6 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
45	Gading 7 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75

No	Nama Pekerjaan	Lama Pengerjaan (jam)								Total Durasi	
		Persiapan		Fabrikasi		Assembly		Finishing			
		Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	
46	Gading 7 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
47	Gading 8 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
48	Gading 8 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
49	Gading 9 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
50	Gading 9 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
51	Gading 10 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
52	Gading 10 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
53	Gading 11 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
54	Gading 11 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
55	Gading 12 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
56	Gading 12 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
57	Gading 13 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
58	Gading 13 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
59	Gading 14 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
60	Gading 14 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
61	Gading 15 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
62	Gading 15 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
63	Gading 16 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
64	Gading 16 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
65	Gading 17 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
66	Gading 17 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
67	Gading 18 S	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
68	Gading 18 P	0.416666667	1	0.5	1.5	0.08	0.25	0.00		1	2.75
69	Transom	1	2	3	32	3.00	3	0.00		7	37
70	Sekat 1	1	2	1	12	1.00	2	0.00		3	16
71	Sekat 2	1	2	1	12	1.00	2	0.00		3	16

No	Nama Pekerjaan	Lama Pengerjaan (jam)								Total Durasi	
		Persiapan		Fabrikasi		Assembly		Finishing			
		Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	
72	Sekat 3	1	2	1	12	1.00	2	0.00		3	16
73	Sekat 4	1	2	1	12	1.00	2	0.00		3	16
74	Fish Hold cover	0	0	0	0	0	0	0.00		0	0
75	Fore Storage cover	0	0	0	0	0	0	0.00		0	0
76	Lunas Belakang	1.5	3	3	8	1.00	1	0.00		5.5	12
77	Lunas Depan	1.5	3	3	8	1.00	1	0.00		5.5	12
78	Stem	1	4	2	12	1.50	1.5	0.00		4.5	17.5
79	Chine lock 1 AP-S	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
80	Chine lock 1 FP-S	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
81	Chine lock 1 AP-P	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
82	Chine lock 1 FP-P	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
83	Chine lock 2 AP-S	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
84	Chine lock 2 MS-S	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
85	Chine lock 2 FP-S	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
86	Chine lock 2 AP-P	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
87	Chine lock 2 MS-P	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
88	Chine lock 2 FP-P	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
89	Chine lock 3 AP-s	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
90	Chine lock 3 MS-s	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
91	Chine lock 3 FP-s	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
92	Chine lock 3 AP-P	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
93	Chine lock 3 MS-P	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
94	Chine lock 3 FP-P	0.3	2	1.5	6.5	0.50	0.5	0.00		2.3	9
95	Gunwale P	2	4	4	6	1.00	1	0.00		7	11
96	Gunwale S	2	4	4	6	1.00	1	0.00		7	11
97	Cantik-Canrtik	1	6	4	4	2.50	16	0.00		7.5	26
TOTAL		51.3	140	162.5	544.7	47.50	86	0.00	0	261.3	770.7

No	Nama Pekerjaan	Durasi Pekerjaan								Total	
		Persiapan		Fabrikasi		Assembly		Finishing			
		Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	Realita	Efektif	Realita
1	Kulit	10	20	80	160	20	32	0	0	110	212
2	Wrang	7,5	18	13,5	102,7	1,5	4,5	0	0	22,5	125,2
3	Gading	15	36	18	54	3	9	0	0	36	99
4	Transom	1	2	3	32	3	3	0	0	7	37
5	Sekat	4	8	4	48	4	8	0	0	12	64
6	Lunas dan Linggi	4	10	8	28	3,5	3,5	0	0	15,5	41,5
7	Chinelock	4,8	32	24	104	8	8	0	0	36,8	144
8	Gunwale	4	8	8	12	2	2	0	0	14	22
9	Cantik-cantik	1	6	4	4	2,5	16	0	0	7,5	26

Tahapan	Durasi	
	Efektif	Realita
Persiapan	51,3	140
Fabrikasi	162,5	544,7
Assembly	47,5	86
Finishing	0	0
Total	**261,3**	**770,7**

LAMPIRAN J

PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN PROTOTYPE KAPAL IKAN LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI 3GT

Biaya Material Kayu					
Nama	**Terpasang (m^3)**	**Waste Material**	**Kebutuhan (m^3)**	**Harga/m^3**	**Total (Rp)**
Mahoni	0,420	55%	0,651	Rp 3.072.231,83	Rp 2.001.055,80
Jati Rakyat	0,261		0,405	Rp 6.862.642,81	Rp 2.777.689,45
Jati TPK	0,625		0,969	Rp 10.716.000,00	Rp 10.389.150,40
Total Biaya Material Kayu					Rp 15.167.895,65

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

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

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

Jenis	Nama	Jumla	Satuan	Harga/Satuan	Total

		h			
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 Variabel					Rp 4.012.500,00

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

Biaya Tenaga Kerja			
Item Pekerjaan	Kebutuhan JO	Biaya per Jam	Total
Preparatiom	140	Rp 25.000,00	Rp 3.500.000,00
Fabrication	545		Rp 13.625.000,00
Assembly	86		Rp 2.150.000,00
Overhead 10%			Rp 1.927.500,00
Total Biaya Tenaga Kerja			**Rp 21.202.500,00**

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 21.202.500,00
Total Biaya	**Rp 51.645.685,49**

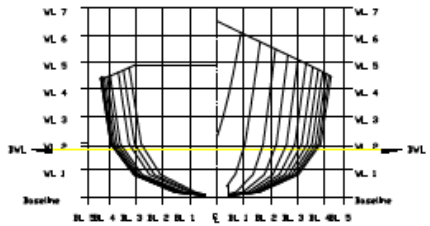
HPP	Rp 51.645.685,49
Keuntungan 15%	Rp 5.164.568,55
Harga Jual Produk	Rp 56.810.254,04

Biaya Pembangunan Prototype	=	Rp51.645.685,49	
Volume Prototype	=	1,307 m3	
Berat Prototype	=	1031,664353 Kg	
Kebutuhan lem/m3	=	39,44 kg/m3	
Harga Pembangunan/m3	=	Rp39.519.747,45	/m3

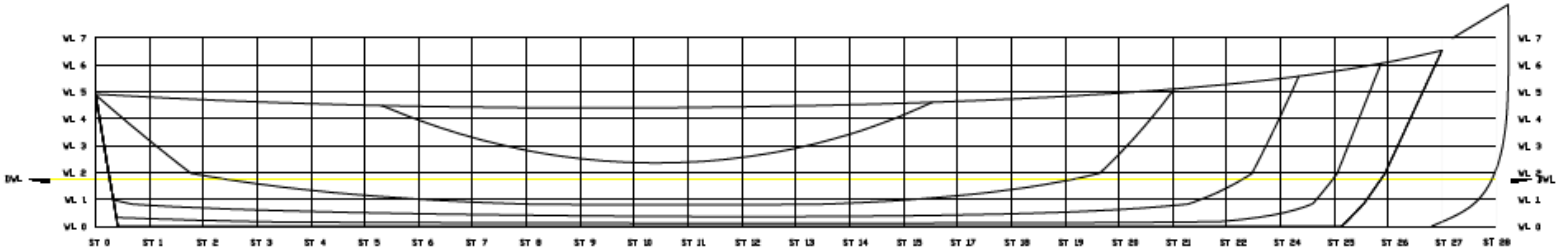
LAMPIRAN K

LINESPLAN, GENERAL ARRANGEMENT, DAN GAMBAR KONSTRUKSI KAPAL LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI 3GT

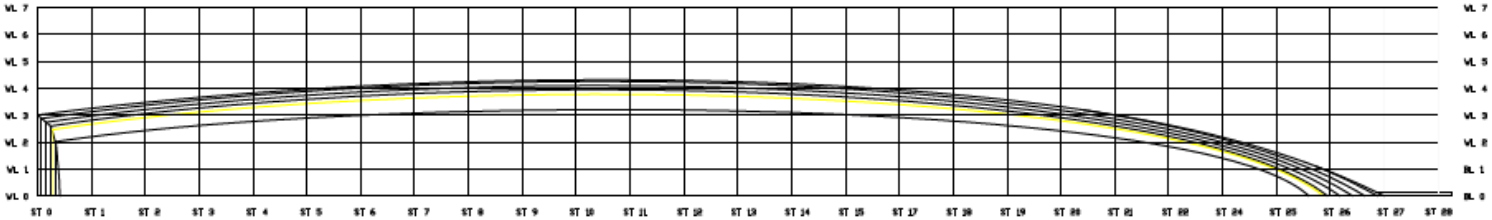
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSION	
SHIP TYPE	TOWAL BOAT
LENGTH OVERALL (LOA)	16.0 m
BREADTH (B)	1.7 m
HEIGHT (H)	0.8 m
DRAUGHT (T)	0.35 m
SERVICE SPEED (Vs)	8 Knot

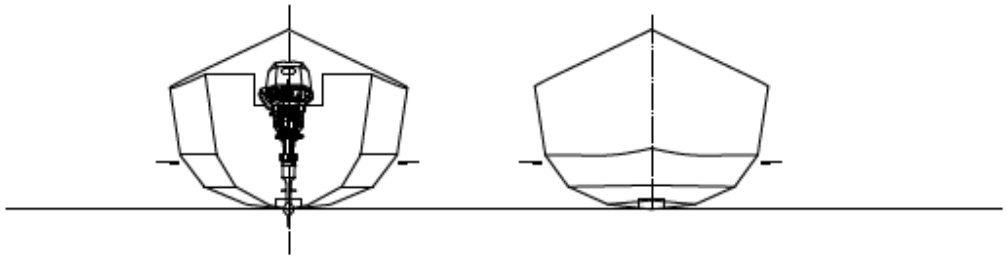
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KIDEA 01

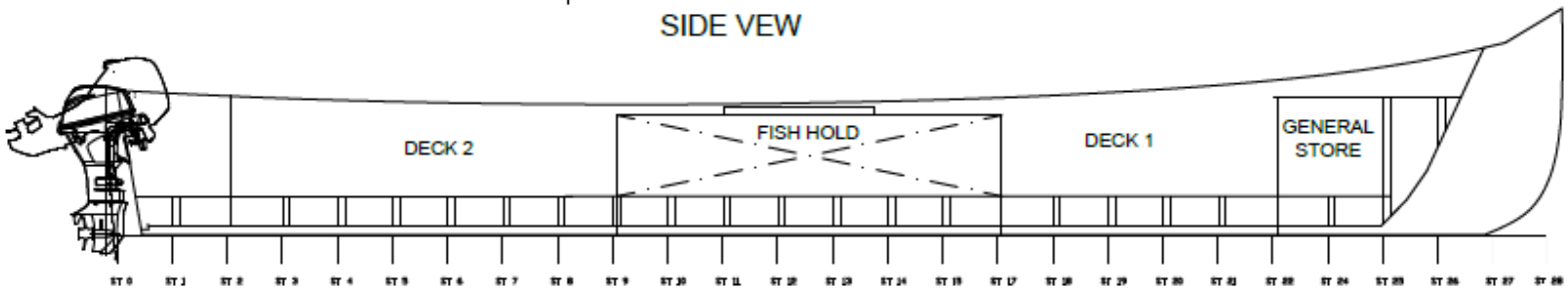
LINES PLAN

SCALE		SIGNATURE	DATE	REMARK
DRAWN	Ivanda Wino M Genta Bayu R		18 Okt 2018	
APPROVED	Ir. Triwilaswandio WP., M.Sc.			

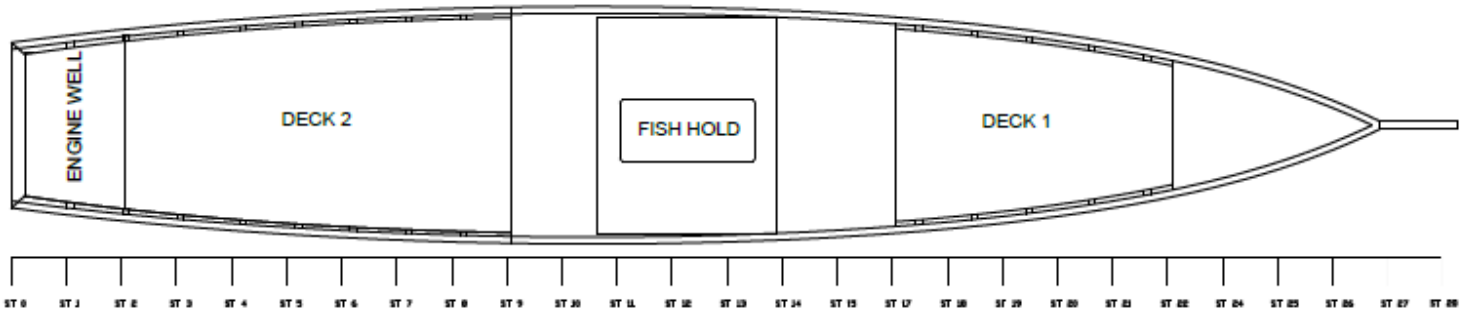
PROFILE VIEW



SIDE VEW



TOP VIEW



PRINCIPAL DIMENSION	
SHIP TYPE	NAVAL RUN
LENGTH OVERALL (LOA)	10.5 m
BREADTH (B)	1.7 m
HEIGHT (H)	0.6 m
DRAUGHT (T)	0.36 m
SERVICE SPEED (Vs)	6 Knot

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

KIDEA 01

LINES PLAN

SCALE		SIGNATURE	DATE	REMARK
DRAWN	[illegible]		10 Oct 2018	
APPROVED	Ir. Triwilaswando WP., M.Sc.			

LAMPIRAN L

PERHITUNGAN KONSTRUKSI KAPAL LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI 3GT

A.1.9.2 HULL LOADING

Hull Area	Motor craft		Sailing craft	
	Design Load(kN/m2)			
Shell Bottom	Pdbm		Pdbs	
> **0,4 L ÷ fore**	2.7*L+3.29	31.37	2.7*L+3.29	31.37
< **0,4 L ÷ aft**	2.16*L+2.63	25.094	2.16*L+2.63	25.094
Shell Side				
> **0,4 L ÷ fore**	1.88*L+1.76	21.312	1.88*L+1.76	21.312
< **0,4 L ÷ aft**	1.5*L+1.41	17.01	1.5*L+1.41	17.01

A.1.9.3 CORRECTION FACTORS FOR SPEED

Loading area	Correction factor	value	min
Shell Bottom	0.34*(V/(LWL)^0.5)+0.355	1.3081	1
Shell Side	(0.024*V/((LWL)^0.5)+0.91)*(1.018-0.0024*L)	0.9701	1
Internal Structur Member/Floors	(0.78*(V/((LWL)^0.5)^0.5)+0.48)*(1.335-0.01*L)	1.017	1
Web Frame at WL bottom Longitudinal Frames	0.075*v/LWL^0.5+0.73	0.9403	1
Transverse Frames Webs at Side	(0.1*V/((LWL)^0.5)+0.52)*(1.19-0.01*L)	0.8692	1
Side Longitudinal Frames	(0.14*V/((LWL)^0.5)+0.47)*(1.07-0.008*L)	0.8512	1

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) = 10 m Index dalam Tabel = 10

Motor Yacht

Tinggi	x	Lebar	mm	Luas Penampang	cm2
90		148		133.2	

1.2 Linggi

Panjang L = 10 m Index dalam Tabel = 10

Motor yacth	Tinggi	x	Lebar	mm	Luas Penampang	cm2
Linggi Haluan Bawah	75		75		56.25	
Linggi haluan atas						

1.3 Galar

Panjang L = m Index dalam Tabel = 10

Motor yacth	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

h/s	fk
	1

t = 0.0425*fk*b*((pd/m)^0.5)

NO	Kapal Kayu Laminasi (BKI Vol VII; Section 1 E - Cold-Moulded Wood Construction)

	1.15	
	0.65	

2.1 Kulit

Motor yacth b = 400

Hull area	Thickness		diambil	
Shell Bottom				
> 0,4 L ÷ fore	11.22122	mm	12	mm
< 0,4 L ÷ aft	10.03616	mm	12	mm
Shell Side (150mm diatas sarat)				
> 0,4 L ÷ fore	9.249	mm	12	mm
< 0,4 L ÷ aft	8.262944	mm	12	mm

2.2 Geladak

Motor yacht b = 700

Area

Main deck	13.20749	mm	15	mm

2.3 Sekat

Motor yacth b = 1640

Hull area	Thickness		diambil	
	52.63913	mm	60	mm
	47.07999	mm	60	mm

NO	Kapal Kayu Laminasi (BKI Vol VII; Section 1 E - Cold-Moulded Wood Construction)
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*E*ℓ^2*FVBW*PdBM	WB	=	10.24136511	cm3	10.3	cm3
3.21*E*K4^2*FVBW*PdBM	WB(min)	=	13.2164407	cm3	13.3	cm3
	W	=	13.3	cm3		
	WxK10	=	28.07777778	cm3		

Index BKI Tabel 1.27 23 cm3

Lebar	x	Tinggi	
50		1750	mm

Index Tabel	=	18.5	
Lebar	x	Tinggi	
5		175	cm
luas Penampang			
875			cm3

NO	Kapal Kayu Laminasi (BKI Vol VII; Section 1 E - Cold-Moulded Wood Construction)

Section moduli = b*h^2/6	
25520.83333	cm3

3.2 Gading

Motor yacht

	e	=	400	mm		
	l	=	0.4	mm		
	K4	=	0.568			
	K10	=	2.111111111			
2.18*e*l^2*Fvsf*PdBM/1000	WS	=	6.83866	cm3	6.9	cm3
2.18*e*k4^2*Fvsf*PdBM/1000	Ws(min)	=	8.825263375	cm3	8.9	cm3
	W	=	8.9	cm3		
	WxK10	=	18.78888889	cm3		

Face	x	Web	
50		50	mm

Face	x	Web	
5		5	cm
luas Penampang			
25			cm

Section moduli = b*h^2/6

20.8 cm3

LAMPIRAN M

PERHITUNGAN VOLUME DAN BERAT KAPAL IKAN LAMINASI MAHONI DAN JATI 3GT

Volume Material Kayu Terpasang Pada Prototype Kapal Laminasi													
No	Nama Modul		Ukuran				Jumlah Piece Part	Luasan Lem m2	Volume per kayu				Berat (kg)
		Jumlah	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Luasan (cm^2)	Tebal (mm)			Mahoni	Jati Rakyat	Jati TPK	Total Volume	
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			121096.044	50	3	0.2422	0.0036	0.0012	0.0012	0.006	4.54

Volume Material Kayu Terpasang Pada Prototype Kapal Laminasi													
No	Nama Modul		Ukuran				Jumlah Piece Part	Luasan Lem m2	Volume per kayu				Berat (kg)
		Jumlah	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Luasan (cm^2)	Tebal (mm)			Mahoni	Jati Rakyat	Jati TPK	Total Volume	
					6								
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

Volume Material Kayu Terpasang Pada Prototype Kapal Laminasi													
No	Nama Modul		Ukuran				Jumlah Piece Part	Luasan Lem m2	Volume per kayu				Berat (kg)
		Jumlah	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Luasan (cm^2)	Tebal (mm)			Mahoni	Jati Rakyat	Jati TPK	Total Volume	
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	12	3	17.7600	0.0444	0.0444	0.0444	0.133	99.90
52	Kulit kanan	1			8880000.0	12	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	7	4.8000			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	2	14324	90	2578320.0	50	3	5.1566			0.1289	0.129	96.69
59	Cantik-Canrtik	1			296797.5	60	3	0.5936			0.0178	0.018	13.36
Total								100.2319	0.3253	0.1676	0.5866	1.080	809.71

LAMPIRAN N

PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL IKAN LAMINASI KAYU MAHONI DAN JATI 3 GT

BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL IKAN LAMINASI MAHONI DAN JATI 3GT

1. Biaya Material Kayu

Biaya Material Kayu					
Nama	**Terpasang (m^3)**	**Waste Material**	**Kebutuhan(m^3)**	**Harga/m^3**	**Total (Rp)**
Mahoni	0.325	55%	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

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	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

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

4. 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	paket	Rp 3,250,000.00	Rp 3,250,000.00
	Gergaji Bandsaw	1	Paket	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00
Total Biaya Variabel					Rp 4,162,500.00

5.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

6. 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

Harga Pokok Produksi

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**

Estimasi Harga Jual Produk

HPP	Rp 40,843,323.55
Keuntungan 15%	Rp 4,084,332.35
Harga Jual Produk	Rp 44,927,655.90

Point-point Penting			
Biaya Pembangunan Prototype	=	Rp 40,843,323.55	
Volume Prototype	=	1.080	m^3
Berat Prototype	=	859.8226655	Kg
Kebutuhan lem/m3	=	46.42	kg/m^3
Harga Pembangunan/m^3	=	Rp 37,831,591.38	$/m^3$

BIODATA PENULIS

Foto Berwarna
4x6 cm

Penulis memiliki nama lengkap Genta Bayu Raharja. Dilahirkan di Surabaya Tanggal 5 Mei tahun 1995 Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Ta'miriyah Surabaya, kemudian melanjutkan ke SD Ta'miriyah Surabaya , SMPN 3 Surabaya dan SMAN 2 Surabaya. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui jalur SBMPTN tulis.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Industri Perkapalan. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi Waklil Ketua Eksternal BEM FTK ITS 2015/2016, *General Manager* Tim Batharasurya Solar Boat Race Yanagawa, Jepang 2016, dan *staff* Departemen Komunikasi dan Informasi Himatekpal 2014/2015. Selan itu, Penulis juga pernah menjadi peserta PKM Tingkat ITS dan beberapa penulisan ilmiah lain.

Penulis tercatat pernah menjadi *grader* untuk mata kuliah Teknologi Las, dan .

Email: genta13@mhs.na.its.ac.id/gentabayuraharja@gmail.com