



TUGAS AKHIR - MN 184802

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBUATAN
CETAKAN PRODUKSI GADING BAMBU LAMINASI PADA
KAPAL IKAN TIPE JUKUNG SECARA SERIES BERBASIS
KEARIFAN LOKAL**

**Septian Galih Kusuma Fajar
NRP 0411144000030**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc
Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



TUGAS AKHIR - MN184802

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBUATAN
CETAKAN PRODUKSI GADING BAMBU LAMINASI PADA
KAPAL IKAN TIPE JUKUNG SECARA SERIES BERBASIS
KEARIFAN LOKAL**

**Septian Galih Kusuma Fajar
NRP 0411144000030**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc
Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



FINAL PROJECT - MN184802

**TECHNICAL AND ECONOMICAL ANALYSIS OF FRAME
PRODUCTION MOULD FOR BAMBOO LAMINATED
FRAME IN JUKUNG TYPE FISHING VESSEL BASED ON
LOCAL WISDOM**

**Septian Galih Kusuma Fajar
NRP 04111440000030**

**Supervisor
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc
Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUTE OF TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBUATAN CETAKAN PRODUKSI GADING BAMBU LAMINASI PADA KAPAL IKAN TIPE JUKUNG SECARA SERIES BERBASIS KEARIFAN LOKAL

TUGAS AKHIR

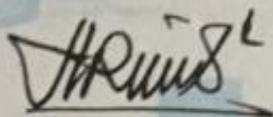
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

SEPTIAN GALIH KUSUMA FAJAR
NRP 0411144000030

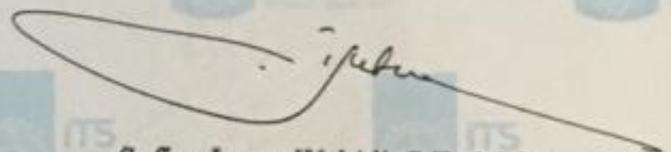
Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.
NIP 19640416 198903 1 003

Dosen Pembimbing II



Suffian Imam Wahidi, S.T., M.Sc.
NIP 19900322 201903 1 011

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



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

SURABAYA, 21 JANUARI 2020

LEMBAR REVISI

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBUATAN CETAKAN PRODUKSI GADING BAMBU LAMINASI PADA KAPAL IKAN TIPE JUKUNG SECARA SERIES BERBASIS KEARIFAN LOKAL

TUGAS AKHIR

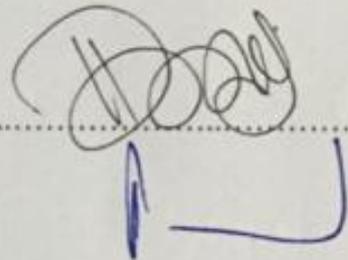
Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 7 Januari 2020

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

SEPTIAN GALIH KUSUMA FAJAR
NRP 04111440000030

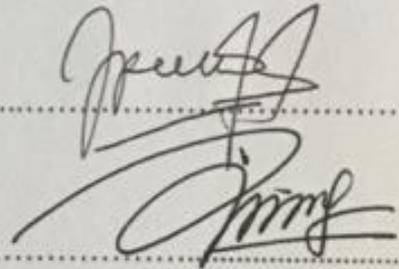
Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dony Setyawan, S.T., M.Eng.



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

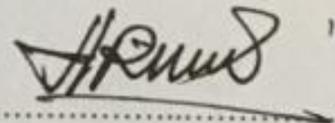
3. Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T.



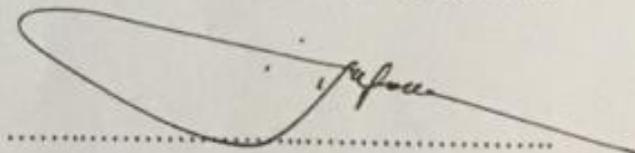
4. M. Sholikhan Arif, S.T., M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.



2. Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc.



SURABAYA, 21 JANUARI 2020

HALAMAN PERUNTUKAN

Dipersembahkan kepada kedua orang tua dan keluarga besar saya atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

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

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

1. Bapak Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc. dan Bapak Sufian Imam Wahidi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc. selaku Kepala Laboratorium Teknologi dan Manajemen Produksi Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
3. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan M.Sc, P.hd. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini;
4. Ibu Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T., Bapak Mohammad Sholikhan Arif, S.T., M.T. dan Imam Baihaqi, S.T., M.Sc selaku dosen bidang Industri Perkapalan yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama pengerjaan Tugas Akhir ini;
5. Pak Supardi dan Mas Joko Iswanto yang senantiasa membantu ketika saya berada di Laboratorium Teknologi dan Manajemen Produksi Kapal;
6. Kedua orang tua saya yang selalu mendukung saya dalam hal moral maupun materil;
7. Devilia Candy Eka Yurisca yang selalu memberikan semangat dan mendengarkan segala bentuk cerita sejak SMP;
8. Teman-teman DEADRISE P54 yang selalu memberi semangat dan dukungan dalam pengerjaan Tugas Akhir;
9. Semua pihak yang membantu dalam penulisan yang tidak dapat disebutkan satu-persatu;

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

Surabaya, 21 Januari 2020

Septian Galih Kusuma Fajar

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBUATAN CETAKAN PRODUKSI GADING BAMBU LAMINASI PADA KAPAL IKAN TIPE JUKUNG SECARA SERIES BERBASIS KEARIFAN LOKAL

Nama Mahasiswa : Septian Galih Kusuma Fajar
NRP : 04111440000030
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.
2. Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc

ABSTRAK

Kapal jukung merupakan kapal tradisional Indonesia, yang mempunyai penyebaran sangat luas. Kapal jukung merupakan kapal yang di buat dengan kayu gelondongan yang dilubangi pada bagian tengahnya lalu diberi gading sebagai penguat. Untuk memproses kayu agar dapat digunakan sebagai konstruksi gading kapal jukung membutuhkan tenaga ahli dan berpengalaman. Sebagai contohnya dalam pembuatan gading menggunakan kayu, biasanya para pembuat kapal mencari kayu yang berbentuk melengkung yang sesuai dengan bentuk lambung lalu dipotong untuk di jadikan gading. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan metode baru untuk pembuatan kapal kayu ditemukan yaitu dengan metode laminasi. Metode laminasi ini merupakan teknologi untuk menghasilkan konstruksi kapal dengan menggabungkan material-material yang lebih kecil. Seperti pada meja pencetak gading pada penelitian sebelumnya yang mana meja yang terbuat dari pelat yang dilubangi lalu bilah-bilah bambu yang telah di beri perekst disusun diatasnya sesuai dengan bentuk gading yang diinginkan lalu pada lubang diberi *studbolt* dan bilah-bilah bambu ditahan menggunakan ragum. Kekurangan dari metode ini adalah meningkatnya biaya produksi dikarenakan proses yang begitu panjang, membutuhkan keahlian dalam pembuatannya, perekat khusus dan peralatan khusus. Maka dari itu tugas akhir ini bertujuan membuat *prototype* alat untuk membuat cetakan gading kapal jukung untuk bambu laminasi yang dapat mengatasi masalah-masalah tersebut. Selain itu dari cetakan ini diharapkan dapat menunjang pembuatan kapal jukung secara series dengan kearifan lokal masing-masing daerah. Keuntungan penggunaan cetakan untuk membuat gading kapal jika dilihat secara teknis pembuatannya, adalah mudah dibentuk, tidak membutuhkan orang yang ahli dan menghasilkan *waste material* yang sedikit. Total biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan satu set gading kapal jukung berbahan bambu laminasi menggunakan cetakan adalah sebesar **Rp 4.123.478**. Sedangkan biaya total untuk pembuatan gading kapal jukung menggunakan meja berlubang adalah sebesar **Rp 5.873.478** dan total biaya pembuatan gading kayu jati sebesar **Rp 5.571.869**. Dilihat dari segi ekonomis bambu gading laminasi dengan menggunakan cetakan lebih murah dibandingkan dengan meja berlubang sebesar **Rp 1.750.000** atau **29,7%**. Apabila pembuatan gading menggunakan cetakan dibandingkan dengan kayu Jati maka lebih menguntungkan sebesar **Rp 1.448.391** atau sebesar **25,9%**.

Kata kunci: *laminasi bambu, kapal jukung, gading.*

TECHNICAL AND ECONOMICAL ANALYSIS OF FRAME PRODUCTION MOULD FOR BAMBOO LAMINATED FRAME IN JUKUNG TYPE FISHING VESSEL BASED ON LOCAL WISDOM

Author : Septian Galih Kusuma Fajar
StudentNumber : 04111440000030
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc

ABSTRACT

Jukung is a traditional Indonesian ship, which has a very spread widely. Jukung ships made from logs wood that are perforated in the middle and then given frame as reinforcement. To process wood to be used as an frame construction, a jukung ship requires skilled and experienced personnel. For example in make of frame using wood, shipbuilders usually look for curved wood that matches the shape of the hull and then cut it to be made frame. Along the development of science a new method for making wooden ships was discovered, namely the lamination method. This lamination method is a technology to produce ship construction by combining smaller materials. As in the frame mold table in a previous study in which the table made of perforated plates and bamboo slats were arranged on it by the desired frame shape and then in the hole was given stud bolt and bamboo slats were held using a vise. The disadvantage of this method is the increase in production costs due to the process being so long, requiring expertise in its manufacture, special adhesives and special equipment. Therefore this final project aims to make a prototype tool to make tiled boat frame molds for laminated bamboo that can overcome these problems. Also, from this mold, it is expected to be able to support the building of jukung ships in series with the local wisdom of each region. The advantage of using molds to make ship frame when viewed technically is that it is easy to shape, does not require skilled people and produces less waste material. The total cost needed to manufacture a set of tiling bamboo tusks using laminated bamboo is **Rp 4,123,478**. While the total cost for making jukung frame using a hollow table are **Rp. 5,873,478** and the total cost for making teak frame is **Rp.5,571,869**. In terms of economical frame laminated bamboo using molds is cheaper compared to a hollow table of **Rp 1,750,000** or **29.7%**. When making frame using a mold compared to teak wood, it is more profitable at **Rp 1,448,391** or **25.9%**.

Keywords: *bamboo laminate, jukung ship, frame.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR REVISI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERUNTUKAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat	3
1.6. Hipotesis.....	3
BAB 2 STUDI LITERATUR	5
2.1. Sifat Fisis Bambu	5
2.2. Sifat Mekanik Bambu	6
2.3. Jenis Spesies Bambu Sebagai Material Konstruksi	6
2.4. Metode Laminasi Dalam Pembuatan Kapal.....	10
2.5. Bambu Laminasi	12
2.5.1 Kelebihan Bambu Laminasi	14
2.6. Kapal Jukung.....	14
2.7. Bahan Pembuatan Kapal	17
2.8. Konstruksi Gading	19
2.9. Pembuatan Gading Kapal Kayu	21
2.10. Proses Pembuatan Kapal Tradisional.....	22
2.11. Pembangunan Kapal Ikan Secara Modern	25
2.12. Proses Produksi Secara <i>Series</i> dan <i>non-Series</i>	28
2.13. Kearifan Lokal	29
2.14. Cetakan Gading Laminasi Bambu dengan Metode <i>non-Series</i>	30
2.15. Cetakan Bambu laminasi Secara <i>Series</i>	32
2.16. Biaya Produksi	34
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1. Identifikasi Masalah.....	35
3.2. Studi Literatur	35
3.3. Survei Lapangan	35
3.4. Pembuatan <i>Lines Plan</i> Kapal Jukung.....	37

3.5	Menghitung Ukuran Konstruksi Gading Berdasarkan BKI 2013	38
3.6	Pembuatan Cetakan Gading	39
3.6.1	Desain Cetakan Gading	39
3.6.2	Pembuatan <i>Mouldlofting</i>	40
3.6.3	Pembentukan Pelat Baja.....	40
3.7	Persiapan Material Bambu	41
3.7.1	Proses Laminasi Gading Bambu Laminasi	42
3.7.2	Proses <i>Finishing</i> Gading Laminasi Bambu.....	43
3.8	Analisis Teknis dan Ekonomis.....	43
BAB 4 PERENCANAAN DAN PEMBUATAN CETAKAN GADING BERBAHAN BAMBU LAMINASI.....		
4.1	Rencana Garis (<i>Linesplan</i>).....	47
4.2	Perhitungan Ukuran Konstruksi.....	48
4.3	<i>Construction Profile</i> dan <i>Midship Section</i>	51
4.4	Pembuatan Cetakan Gading	52
4.5	Proses Pembuatan Gading Bambu Laminasi	56
4.6	Pengecekan Tingkat Kepresisian Gading	60
4.7	Proses <i>Assembly</i> Gading	60
BAB 5 ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS		
5.1.	Analisis Desain Kapal Jukung	63
5.2	Analisis Perbedaan Teknis Gading Berbahan Bambu Laminasi dan Berbahan Kayu Jati	64
5.2.1	Perbandingan Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara <i>Series</i> , Meja Cetakan dan Gading Kayu Jati.....	64
5.2.2	Perbandingan Kemudahan Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara <i>Series</i> dengan Kayu Jati	68
5.3	Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi	69
5.3.1	Estimasi Ekonomis Pembuatan Cetakan Gading Berbahan Bambu Laminasi	69
5.3.2	Estimasi Ekonomis Pembuatan Meja Cetakan Gading Berbahan Bambu Laminasi.....	71
5.3.3	Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi	73
5.3.4	Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Menggunakan Cetakan.....	75
5.3.5	Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Menggunakan Meja Berlubang.....	76
5.3.6	Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Kayu Jati.....	77
5.4	Analisis Perbandingan Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Menggunakan Cetakan , Meja Berlubang dan Kayu Jati.....	79
5.4.1	Perbandingan Akumulasi Produksi antara Cetakan dengan Meja dan Kayu Jati secara <i>Series</i>	81
5.4.2	Analisa Ekonomis Pengembalian Modal Pembuatan Cetakan Gading Berbahan Bambu Laminasi	83
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	85
6.2	Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA.....		
LAMPIRAN		

LAMPIRAN A SURVEI LAPANGAN

LAMPIRAN B DESAIN RENCANA GARIS (*LINESPLAN*) KAPAL JUKUNG

LAMPIRAN C PERHITUNGAN KONSTRUKSI BERDASARKAN BIRO KLASIFIKASI
INDONESIA

LAMPIRAN D PROSES PEMBUATAN CETAKAN GADING

LAMPIRAN E DOKUMENTASI PURWARUPA CETAKAN GADING

LAMPIRAN F DOKUMENTASI PURWARUPA GADING LAMINASI BAMBU

LAMPIRAN G PERHITUNGAN EKONOMIS

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bambu Betung	8
Gambar 2.2 Bambu Ori	9
Gambar 2.3 Bambu Hitam.....	10
Gambar 2.4 Penempelan Kulit Metode Carvel Planking	10
Gambar 2.5 Penempelan Kulit Metode Lapstrake.....	11
Gambar 2.6 Penempelan Kulit Metode <i>Strip Planking</i>	12
Gambar 2.7 Proses pembuatan bilah bambu	12
Gambar 2.8 Potongan Melintang Susunan Laminasi Tumpuk Bata	13
Gambar 2.9 Kapal Jukung Barito	15
Gambar 2.10 Kapal Jukung Bali.....	16
Gambar 2.11 Kapal Jukung Madura.....	16
Gambar 2.12 Proses Pembuatan Gading Kayu.....	22
Gambar 2.13 Diagram alur pembangunan kapal ikan tradisional	23
Gambar 2.14 Proses peletakkan lunas oleh sesepuh setempat	23
Gambar 2.15 Proses pembuatan lambung kapal tradisional.....	24
Gambar 2.16 Proses pemasangan gading	25
Gambar 2.17 Proses peluncuran kapal kayu.....	25
Gambar 2.18 Diagram alur perencanaan pembangunan kapal ikan	26
Gambar 2.19 <i>Linesplan</i> Kapal	26
Gambar 2.20 Proses <i>lofting</i> kapal.....	27
Gambar 2.21 Proses peluncuran kapal	28
Gambar 2.22 Desain cetakan gading <i>non series</i>	30
Gambar 2.23 Proses laminasi dengan menggunakan alat pencetak gading	32
Gambar 2.24 Desain cetakan gading <i>series</i>	32
Gambar 2.25 Proses laminasi dengan menggunakan alat pencetak gading	33
Gambar 3.1 Tempat Sandar Kapal Jukung.....	36
Gambar 3.2 Proses pengukuran kapal	37
Gambar 3.3 Proses pembuatan <i>bodyplan</i>	38
Gambar 3.4 Desain Cetakan Gading	39
Gambar 3.5 Proses pembendungan pelat.....	41
Gambar 3.6 Desain pengeleman bambu dengan metode tumpuk bata.....	42
Gambar 3.7 Metodologi Penelitian.....	45
Gambar 4.1 <i>Lines Plan</i> Kapal Jukung.....	48
Gambar 4.2 Konstruksi dan penampang melintang kapal Jukung	52
Gambar 4.3 <i>Mouldloft</i>	53
Gambar 4.4 Pemotongan Pelat	53
Gambar 4.5 <i>Marking</i> Pelat.....	54
Gambar 4.6 Proses penekukan pelat.....	54

Gambar 4.7 Pengecakan Pelat	55
Gambar 4.8 Proses Pengelasan Betoneser	55
Gambar 4. 9 Proses Penipisan Bambu	56
Gambar 4. 10 Proses Perataan Bagian Kanan dan Kiri Bilah Bambu	57
Gambar 4. 11 Proses Pengecekan Bentuk Gading	60
Gambar 4. 12 Proses Pengeboran Gading	61
Gambar 4. 13 Gading yang <i>Diassembly</i>	62
Gambar 5.1 Dokumentasi Wawancara dengan Ketua Perkumpulan Nelayan Wonorejo.....	66
Gambar 5. 2 Grafik perbandingan produksi gading secara series.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kuat Tarik Bambu Dengan Buku dan Tanpa Buku.....	7
Tabel 2. 2 <i>Modulus of Floors and Transverse</i>	19
Tabel 4. 1 Ukuran Lunas Kapal Jukung.....	48
Tabel 4. 2 Tebal Kulit Kapal Jukung.....	49
Tabel 4. 3 Ukuran Galar Kapal Jukung	49
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Beban PdSM	49
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Ukuran Konstruksi Kapal Jukung	52
Tabel 5.1. <i>Main Dimension</i> Kapal Jukung.....	63
Tabel 5.2 Perbandingan Modulus dan Ukuran Konstruksi Gading.....	64
Tabel 5.3 Analisis Teknis Pembuatan Gading dengan Cetakan, Meja dan Kayu Jati.....	66
Tabel 5. 4 Perbandingan Tingkat Kemudahan Produksi Gading	69
Tabel 5.5 Ekonomis Material Cetakan Gading	70
Tabel 5.6 Perhitungan Biaya Pekerja Cetakan Gading.....	71
Tabel 5. 7 Biaya Pembuatan Meja Berlubang (Murtadlo & Supomo, 2013)	71
Tabel 5. 8 Biaya <i>consumable</i> Pembuatan Meja Berlubang (Murtadlo & Supomo, 2013)	72
Tabel 5. 9 Biaya Pekerja Pembuatan Matras Berlubang (Murtadlo & Supomo, 2013)	73
Tabel 5. 10 Biaya Pembuatan Meja Berlubang (Murtadlo & Supomo, 2013)	73
Tabel 5.11 Harga Lem Per Kubik.....	74
Tabel 5.12 Harga Bilah Bambu Per Kubik.....	74
Tabel 5.13 Perhitungan Volume Kebutuhan Gading Bambu Laminasi	75
Tabel 5.14 Perhitungan Harga Pekerja Gading Bambu Laminasi Menggunakan Cetakan.....	76
Tabel 5.15 Perhitungan Harga Pekerja Gading Laminasi Bambu Meja Berlubang.....	77
Tabel 5.16. <i>Persentase Waste Material</i>	78
Tabel 5.17 Perhitungan Volume Kebutuhan Gading Kayu Jati	78
Tabel 5.18 Perhitungan Harga Pekerja Gading Kayu Jati	79
Tabel 5.19 Perbandingan Biaya Pembuatan Gading	80
Tabel 5. 20 Pembuatan Gading dengan Cetakan.....	81
Tabel 5. 21 Perbandingan Biaya Pembuatan Gading antara Cetak, Meja dan Kayu Jati secara <i>Series</i>	81
Tabel 5. 22 Pengembalian modal cetakan	83

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim terbesar di dunia dimana masyarakat banyak yang berprofesi menjadi nelayan sehingga banyak sekali jenis kapal yang digunakan untuk menangkap ikan. Kapal yang di gunakan nelayan Indonesia mayoritas masih terbuat dari kayu, salah satunya adalah kapal jukung. Kapal jukung merupakan kapal khas yang tersebar diseluruh nusantara yang memiliki kearifan lokal daerah dimana kapal jukung itu dibuat. Kapal jukung di Indonesia memiliki perbedaan diantara daerah satu dengan daerah lainnya yang merupakan warisan nenek moyang dari masing-masing daerah tersebut. Kapal jukung umumnya terbuat dari kayu untuk kulit dan konstruksinya. Kapal jukung memiliki bentuk yang cenderung ramping dengan perbandingan panjang dan lebarnya yang besar, di sebelah kanan dan kiri kapal biasanya terdapat cadik yang terbuat dari bambu yang berfungsi sebagai penambah stabilitas kapal, kapal jukung rata-rata memiliki tonase kotor kurang dari 2 GT.

Penggunaan kayu sebagai material kapal umum digunakan sejak jaman dahulu. Para pengerajin kapal tradisional menguasai keahlian membuat kapal dari kayu yang merupakan warisan nenek moyangnya secara turun temurun. Dahulu material kayu masih melimpah dan para perajin kapal tidak perlu kesulitan dalam mencari bahan pembuatan kapal. Tetapi seiring dengan meningkatnya industri yang menggunakan kayu sebagai material utama membuat kayu semakin langka dan mahal. Menurut data perhutani pada pada tahun 2019 ini, kayu jati kualitas terbaik tembus sampai Rp. 20 juta/m³.

Dalam pengolahan kayu menjadi kapal memerlukan orang-orang yang ahli dan juga teknik-teknik tertentu agar kayu termanfaatkan secara maksimal. Seperti contohnya dalam proses pembuatan gading yang melengkung, salah satu caranya adalah perajin kapal mencari kayu di alam yang memiliki bentuk hampir mirip dengan bentuk gading yang melengkung, setelah itu kayu dibentuk menggunakan alat potong menjadi gading kapal.

Seiring dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan, ditemukan alternatif-alternatif lain dalam pembangunan kapal kayu, salah satu diantaranya yaitu dengan sistem laminasi. Laminasi atau yang dikenal dengan glulam (*glued-laminated timber*) merupakan salah satu produk kayu rekayasa tertua. Glulam adalah sebuah teknik penggabungan dua atau

lebih kayu potongan yang direkatkan dengan arah sejajar serat satu sama lain (Moody et al. 1999). Material laminasi tidak hanya kayu tetapi ada material lain yang memiliki kekuatan yang baik yaitu bambu. Bambu merupakan tanaman yang pertumbuhannya cepat dan banyak dijumpai hampir di seluruh Indonesia sehingga harga dari bambu di Indonesia relatif murah.

Dalam proses pembuatan konstruksi kapal jukung menggunakan bambu laminasi sangat sulit. Penyebabnya bambu yang siap dilaminasi mempunyai ukuran yang sangat pipih dan lebar maksimal hanya 7 cm. Sifat dari bambu yang memiliki elastisitas tinggi membuat bambu jika dibentuk berbeda dengan bentuk awal bambu akan berusaha kembali ke bentuk semula. Hal seperti ini yang membuat produksi gading menggunakan bambu laminasi sangat sulit dilakukan apalagi jika di produksi secara *series* dapat dipastikan pembuatan gading berbahan bambu laminasi akan menghabiskan waktu dan pekerja yang banyak.

Pada penelitian sebelumnya dibahas tentang pembuatan gading secara *non series*. Dimana dalam proses pembuatan gading dirasa kurang efisien dikarenakan proses pembuatannya yang rumit dengan menggunakan media meja berlubang sehingga memerlukan tenaga ahli dalam proses pembuatannya. Maka metode pembuatan gading dengan menggunakan cetakan secara *series* bisa menjadi solusi untuk hal tersebut. Karena dirasa bisa lebih unggul secara teknis dan ekonomis, serta mempermudah dalam pembuatan gading kapal jukung secara *series* maka penelitian ini difokuskan untuk pembuatan cetakan gading berbahan bambu laminasi untuk mendukung proses produksi gading secara *series* berdasarkan kearifan lokal masyarakat di Indonesia.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan diantaranya:

1. Bagaimana cara membuat cetakan gading secara *series* berbasis kearifan lokal untuk bambu laminasi serta pembuatan gadingnya?
2. Bagaimana perbandingan antara gading bambu laminasi yang dibuat secara *series* dengan kayu jati yang dibuat dari sisi teknis?
3. Bagaimana perbandingan gading bambu laminasi yang dibuat secara *series* dengan kayu jati yang dibuat dari sisi ekonomis?

1.3. Tujuan

Tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah :

1. Pembuatan alat pencetak gading untuk bambu laminasi berbasis kearifan lokal serta pembuatan gading bambu laminasi.
2. Mengidentifikasi teknik pembuatan gading bambu laminasi secara *series* dan pembuatan gading kayu jati.
3. Mengidentifikasi biaya pembuatan gading bambu laminasi secara *series* dan pembuatan gading kayu jati.

1.4. Batasan Masalah

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan permasalahan antara lain:

1. Pembuatan laminasi cetakan bambu sesuai dengan kearifan lokal.
2. Tebal material yang digunakan untuk cetakan adalah <10 mm.
3. Material yang digunakan untuk gading kapal jukung adalah bambu ori.
4. Batas daerah survei adalah kabupaten Malang.
5. Batas ukuran kapal Jukung < 3 GT.

1.5. Manfaat

Dari pengerjaan Tugas Akhir ini, diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Akademisi, penelitian ini merupakan wawasan baru mengenai pemanfaatan bambu laminasi sebagai bahan baku alternatif pembuatan gading kapal jukung secara *series*.
2. Praktisi, menjadikan bahan pertimbangan galangan kapal jukung untuk membuat kapal secara *series* menggunakan cetakan gading dengan berbahan bambu laminasi.

1.6. Hipotesis

Hipotesis tugas akhir ini adalah :

Hasil analisis ekonomis ini akan menunjukkan harga gading berbahan bambu laminasi dengan metode *series* lebih murah daripada gading kayu jati. Untuk analisis teknis pembuatan gading berbahan bambu laminasi akan lebih mudah dari pada pembuatan gading menggunakan kayu jati.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

STUDI LITERATUR

2.1. Sifat Fisis Bambu

Sebagai tumbuhan, bambu mempunyai bermacam-macam sifat yang tergantung dari jenis dan lingkungan pertumbuhannya. Spesies yang berbeda akan memiliki sifat yang berbeda pula, namun dalam satu spesies yang sama dengan lokasi pertumbuhan yang berbeda juga mampu menghasilkan sifat yang berlainan. Faktor-faktor itulah yang mempengaruhi sifat fisis bambu secara umum. Sifat fisis adalah sifat yang berhubungan dengan faktor-faktor internal yang bekerja pada suatu benda. Secara anatomi dan kimiawi, bambu dan kayu memiliki kesamaan, oleh karena itu faktor-faktor yang berpengaruh pada kayu juga akan berpengaruh pada sifat-sifat bambu. Sifat-sifat tersebut antara lain kandungan air dan berat jenis. Berikut penjelasan dari masing-masing sifat tersebut :

a. Kadar air

Bambu termasuk tanaman higroskopis, artinya bambu mampu menyerap air yang ada di lingkungannya, baik dalam bentuk uap maupun cairan. Bambu mempunyai kemampuan mengabsorpsi atau desorpsi yang tergantung dari suhu dan kelembaban udara disekitarnya. Kadar air dinyatakan sebagai kandungan air yang berada dalam bambu. Kadar air dihitung sebagai persentase perbandingan berat air dalam bambu dengan berat kering bambu. Nilai kadar air berbanding terbalik terhadap nilai sifat-sifat kekuatan bambu. Kandungan air dalam batang bambu bervariasi baik arah memanjang maupun arah melintang. Hal itu tergantung dari umur, waktu penebangan, dan jenis bambu. Pada umur satu tahun, batang bambu mempunyai kandungan air yang relatif tinggi, yaitu kurang lebih 120% hingga 130%, baik pada pangkal maupun ujungnya. Secara keseluruhan, bagian pangkal batang bambu memiliki kadar air tertinggi dibandingkan bagian lainnya (Handayani S. , 2007).

b. Berat jenis

Berat jenis merupakan salah satu faktor yang juga berpengaruh terhadap kekuatan bambu. Berat jenis dan kerapatan merupakan faktor yang menentukan sifat-sifat fisis dan mekanis suatu bambu. Batang bambu bagian luar mempunyai berat jenis lebih tinggi daripada bagian dalam. Berat jenis bambu berkisar antara 0,5 sampai 0,9 gr per sentimeter kubik. Berat jenis berbanding terbalik terhadap kadar air. Semakin tinggi berat jenis bambu, semakin kecil kadar airnya, sehingga sifat-sifat kekuatan bambu juga semakin tinggi (Handayani, 2007).

2.2. Sifat Mekanik Bambu

Sifat mekanis merupakan perilaku dan karakteristik suatu material pada berbagai kondisi saat diberi beban. Informasi mengenai deformasi, kondisi tegangan, dan kegagalan dari jenis bambu yang berbeda pada beragam kondisi adalah persyaratan penting dalam penggunaan bambu yang baik di bidang konstruksi. Sifat mekanis yang utama pada bambu meliputi kuat tarik dan kuat tekuk.

a. Kuat tarik (*tensile strength*)

Kekuatan tarik (*tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik sebelum bahan tersebut patah. Beberapa bahan dapat patah begitu saja tanpa mengalami deformasi yang berarti benda tersebut bersifat rapuh atau getas (*brittle*). Bahan lainnya akan meregang dan mengalami deformasi sebelum patah, yang disebut dengan benda elastis (*ductile*). Kekuatan tarik umumnya dapat dicari dengan melakukan uji tarik dan mencatat perubahan regangan dan tegangan. Titik tertinggi dari kurva tegangan-regangan disebut dengan kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*). Nilainya tidak bergantung pada ukuran bahan, melainkan karena faktor jenis bahan.

Kuat tarik bambu dibedakan menjadi dua macam yaitu tegak lurus serat dan sejajar serat. Kuat tarik tegak lurus serat mempunyai hubungan dengan ketahanan bambu terhadap pembelahan, sedangkan kuat tarik sejajar serat merupakan kuat tarik terbesar pada bambu. Kuat tarik bambu akan menurun seiring dengan meningkatnya kadar air, dimana kuat tarik bagian luar bambu adalah yang terbesar dibandingkan dengan bagian dalam (Handayani, 2007).

b. Kuat tekuk (*flexure strength*)

Kuat tekuk adalah kemampuan bambu menahan gaya yang berusaha menekuk. Kuat tekuk dibedakan menjadi dua macam yaitu kuat tekuk statik dan kuat tekuk pukul. Kuat tekuk statik menunjukkan kekuatan bambu dalam menahan beban yang mengenainya secara perlahan-lahan, sedangkan kuat tekuk pukul adalah kekuatan bambu dalam menahan beban yang mengenainya secara mendadak. Balok bambu yang terletak pada dua tumpuan akan melengkung jika bambu diberi beban berlebihan. Pada bagian sisi atas akan terjadi tegangan tekan, sedangkan pada sisi bawah akan terjadi tegangan tarik yang besar. Akibat tegangan tarik yang melampaui batas kemampuan bambu, maka terjadi deformasi/defleksi yang mengakibatkan kegagalan berupa patahan (Handayani, 2007).

2.3. Jenis Spesies Bambu Sebagai Material Konstruksi

Bambu mempunyai buku-buku pada setiap batangnya. Buku bambu merupakan perbatasan antar serat lurus. Buku pada bambu merupakan bagian terlemah terhadap gaya tarik

sejajar sumbu batang bambu, namun untuk kekerasannya buku bambu memiliki kekerasan yang tinggi dibandingkan dengan bagian lainnya dikarenakan mempunyai massa yang lebih besar. Oleh karena itu penentuan perancangan struktur yang menggunakan bambu harus didasarkan pada bagian bambu ini (Fangchun, 2000).

Tabel 2. 1 Kuat Tarik Bambu Dengan Buku dan Tanpa Buku

Jenis Bambu	Tanpa Buku (kg/ cm ²)	Terdapat Buku (kg/ cm ²)
Ori	2.910	1.280
Petung	1.900	1.160
Hitam	1.660	1.470
Legi	2.880	1.260
Tutul	2.160	740
Galah	2.530	1.240
Tali	1.515	552

Menurut Tabel 2.1 buku bambu mempengaruhi kekuatan mekanik yaitu kuat tarik bambu tanpa buku lebih tinggi dibandingkan bambu yang memiliki buku. Dari Tabel 2.1 dapat diketahui kekuatan tarik terbesar dimiliki oleh bambu Ori dengan kuat tarik sebesar 2.910 (kg/cm²) tanpa buku sedangkan 1.280 (kg/cm²) dengan buku. Untuk peringkat kedua diduduki oleh bambu Petung yang memiliki kuat tarik tanpa buku sebesar 1.900 (kg/cm²) sedangkan 1.160 (kg/cm²) dengan buku. Untuk posisi ketiga ditempati oleh bambu hitam dengan kuat tarik sebesar 1.660 (kg/cm²) tanpa buku sedangkan 1.470 (kg/cm²) dengan buku. Bambu mempunyai ribuan jenis yang ada di dunia, setiap jenisnya memiliki karakteristik dan kegunaannya masing-masing. Tidak semua bambu memiliki kekuatan yang baik untuk dijadikan sebagai material konstruksi. Berikut ini merupakan tiga jenis bambu yang memiliki kuat tarik paling tinggi sesuai Tabel 2.1 dan biasanya digunakan sebagai material konstruksi:

a. Bambu Betung

Bambu Betung atau Petung (*Dendrocalamus asper*) adalah salah satu jenis bambu yang memiliki ukuran lingkaran batang yang besar. Rebungnya hitam keunguan, tertutup oleh bulu-bulu berwarna cokelat hingga kehitaman. Panjang ruas 40-50 cm dan garis tengahnya 12-18 cm (kurang dari 20 cm). Secara keseluruhan tinggi bambu mencapai tinggi 20 m dengan ujung yang melengkung, warnanya bervariasi dari hijau, hijau tua, hijau keunguan, hijau keputihan, atau bertotol-totol putih karena liken. Buku-bukunya dikelilingi oleh akar udara. Tebal dinding buluhnya antara 11 sampai 36 mm.



Gambar 2.1 Bambu Betung
(Sumber : <http://rahmatfitri.web.ugm.ac.id>)

Menurut (Morisco, 1999), bambu jenis Betung ini mempunyai rumpun agak rapat, dapat tumbuh di dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian 2000 meter di atas permukaan laut (dpl). Pertumbuhan bambu Betung baik pada daerah-daerah yang kering. Pemanfaatan bambu Betung biasanya digunakan untuk material bangunan. Bambu Betung dapat dimanfaatkan pada umur 3-6 tahun, bambu ini dapat digolongkan sebagai tanaman yang cepat tumbuh. Bambu mampu berkembang keatas secara vertikal sebesar 5 cm setiap jamnya (Morisco, 1999). Hal ini menjadi nilai tambah sebagai pengganti kayu yang mempunyai pertumbuhan lambat dan maraknya penebangan liar.

b. Bambu Ori

Bambu Duri atau buluh duri (*Bambusa blumeana*) adalah sejenis bambu yang memiliki duri terutama pada buku cabang dan ranting-rantingnya. Di banyak tempat di Jawa juga dikenal dengan nama pring ori. Tumbuhan ini masih semarga dengan bambu cina, bambu duri besar, bambu kuning, bambu putih dan bambu tutul. Bambu ori merupakan bambu yang merumpun dan padat, rimpangnya bercabang, pangkal rumpun rapat dilingkungi oleh cabang dan ranting-ranting berduri, rebung berwarna jingga, tertutup oleh bulu-bulu miang cokelat. Buluhnya tegak, mencapai tinggi 25 m, agak berbiku-biku, berduri mulai bercabang di atas tanah, memiliki satu cabang dominan diikuti oleh cabang lain yang lebih kecil. Buluh muda dengan lapisan lilin putih dan bulu miang cokelat tersebar yang akhirnya menjadi gundul dan hijau mengkilap. Panjang ruas 25-30 cm dan garis tengahnya 5-10 cm.



Gambar 2.2 Bambu Ori
(Sumber:<https://bagi-in.com>)

Menurut Tabel 2.1 bambu ori merupakan jenis bambu yang mempunyai kuat tarik sebesar 2.910 kg/cm^2 tanpa buku, sedangkan jika dengan buku memiliki kuat tarik sebesar 1.280 kg/cm^2 . Dengan kekuatan tarik sebesar itu bambu ori banyak digunakan sebagai material pembuatan rumah. Selain itu bambu ori mempunyai kekuatan lentur yang tinggi, sehingga bambu ori banyak digunakan sebagai alat rumah tangga seperti bahan material untuk kandang ayam, keranjang, dan lain-lain.

c. Bambu Hitam/Wulung (*Gigantochloa Astroviolacea*)

Bambu Hitam merupakan bambu yang memiliki warna hijau kehitaman yang memiliki rumpun yang rapat dan tumbuh tegak, memiliki bulu miang cokelat hingga hitam. Batangnya mampu mencapai tinggi 15 m, memiliki diameter 6-8 cm dan memiliki ruas sepanjang 40-50 cm. Bambu hitam banyak tumbuh di pulau Jawa pada daerah kering berkapur. Bambu Hitam banyak dimanfaatkan masyarakat Indonesia khususnya di daerah Jawa sebagai alat musik angklung, calung dan gambang. Selain itu pemanfaatan bambu Hitam dapat dijadikan kerajinan serta mebel dikarenakan memiliki kekuatan dan keawetan yang baik dan memiliki warna yang menarik. Untuk kuat tarik dari bambu hitam ini menempati nomor 3 sesuai Tabel 2.1 bambu wulung memiliki kuat tarik $1.660 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ tanpa buku sedangkan kuat tarik dari bambu dengan buku adalah $1.470 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$



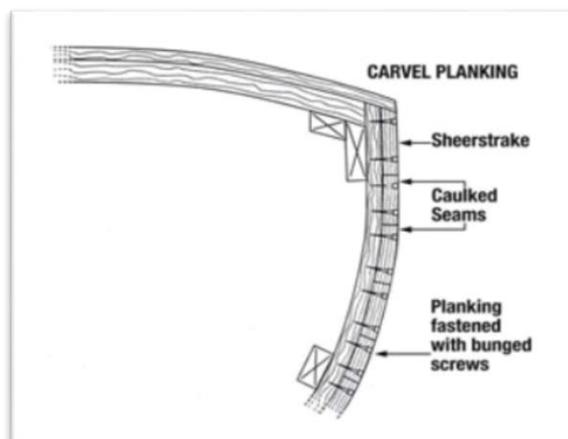
Gambar 2.3 Bambu Hitam
(Sumber: <http://krpurwodadi.lipi.go.id>)

2.4. Metode Laminasi Dalam Pembuatan Kapal

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

- ***Carvel planking***

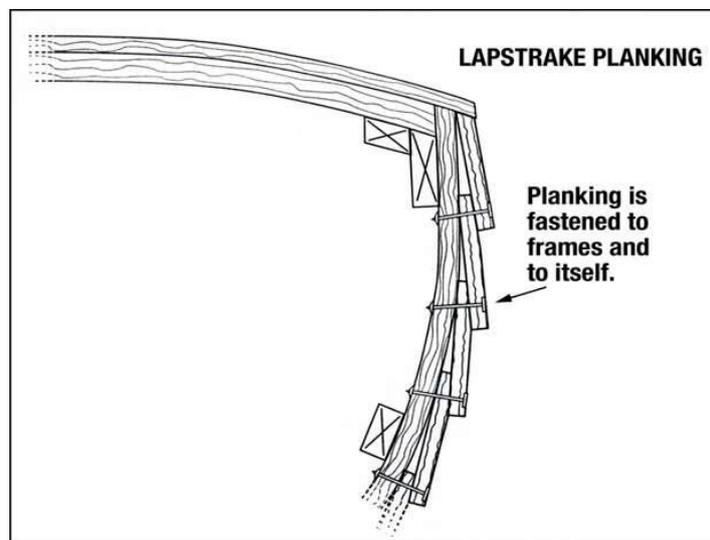
Teknik *carvel planking* merupakan cara pemasangan papan kulit pada lambung secara umum, yaitu dengan cara menempelkan papan kayu dengan gading (*frame*) maupun pembujur (*side longitudinal*) menggunakan paku, sekrup, atau pasak kayu. Dari pemasangan yang mengikuti gading dan pembujur maka papan kulit kapal akan membentuk badan kapal, kemudian dilakukan penambalan pada celah-celah papan serta lubang kayu dengan menggunakan lem dan serbuk kayu atau dengan bahan lainnya agar tidak terjadi kebocoran. Setelah proses penambalan, selanjutnya papan kulit di amplas dan di dempul agar semakin kedap air.



Gambar 2.4 Penempelan Kulit Metode Carvel Planking
(Sumber : <https://rotdoctor.com>)

- **Lapstrake planking**

Teknik *clinker* atau *lapstrake* merupakan metode pembuatan kapal dimana tepi papan kulit lambung saling tumpang tindih. Penempelan papan-papan menggunakan paku keling yang panjangnya cukup untuk menyatukan dua papan yang saling bertindih tembus sampai ke pembujur atau gading kapal agar dapat erat menyatukan papan dengan bagian konstruksi kapal. Pemasangan kulit dengan metode ini dapat membuat lambung menjadi lebih kuat. Celah yang terjadi akibat pemasangan yang bertumpang tindih dapat ditambal dengan mengisi celah dengan pengeleman menggunakan *epoxy* atau sejenisnya. Adapun contoh pemasangan kulit dengan metode ini dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Penempelan Kulit Metode Lapstrake
(Sumber : <https://www.rotdoctor.com>)

- **Strip planking**

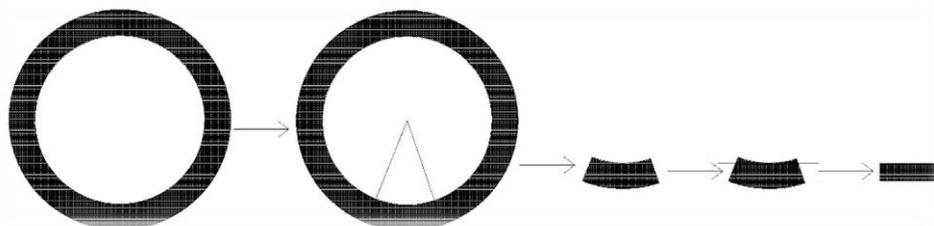
Pada dasarnya metode *strip* adalah *carvel*. Yang membedakan adalah pada metode ini menggunakan *strip* atau bilah kayu, bukan papan seperti yang digunakan pada metode *carvel* *strip* atau bilah yang dibentuk berupa cekungan dibagian atas, cembung pada bagian bawahnya dan diikat (dikencangkan/*fastening*) dengan paku yang bertujuan agar rekat dalam pemasangannya. Agar lebih kuat, maka *strip* atau bilah dilapisi perekat sebelum diikat. Dapat juga *strip* atau bilah berbentuk persegi empat dengan pengikatan sama seperti Gambar 2.6. Bentuk ini tidak mudah dalam perbaikan dikarenakan *strip* atau bilah yang digunakan diikat bersama.



Gambar 2.6 Penempelan Kulit Ketode *Strip Planking*
(Sumber : <http://woodenboats.eu>)

2.5 Bambu Laminasi

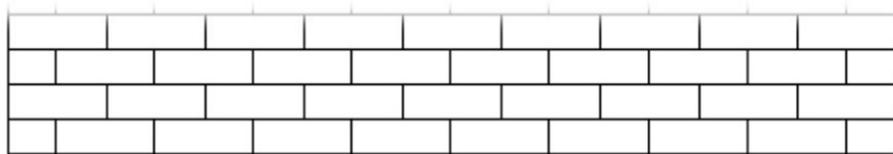
Bambu memiliki bentuk batang silinder dengan ukuran diameter yang mengecil dimulai dari bagian pangkal hingga ke ujung batang. Untuk melakukan proses laminasi bambu perlu dilakukan proses pemotongan secara memanjang menjadi bilah. Bentuk bilah ini masih belum sepenuhnya persegi dikarenakan batang bambu berbentuk silinder. Batang dari bilah yang berbentuk prisma dilakukan pemotongan secara memanjang kembali sehingga memperoleh bentuk persegi. Setelah itu, bambu-bambu yang sudah berbentuk persegi ini diolesi perekat dan diberi tekanan sehingga menjadi papan atau balok (Budi, 2007). Tahapan pembentukan bilah bambu laminasi diilustrasikan pada Gambar 2.7 dimana bambu utuh dipecah secara memanjang dan kemudian semua sisi diratakan, sehingga dihasilkan bilah bambu yang seragam.



Gambar 2.7 Proses pembuatan bilah bambu

Material yang digunakan sebagai pengganti kayu harus mempunyai kekuatan dan keawetan agar layak menggantikan kayu. Dalam dunia perkapalan, sesuatu material yang digunakan harus mempunyai sifat kuat, awet dan tahan air. Hal ini dikarenakan kapal berada di perairan dan harus dapat tahan terhadap hantaman ombak secara terus menerus selama berlayar. Keawetan bambu laminasi sebagai material konstruksi telah disokong dengan metode

pengawetan menggunakan boraks, sedangkan kekuatan dan kedap air bambu laminasi diperoleh dari susunan laminasi yang digunakan. Dalam penyusunan bambu laminasi seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.8 dibuat tidak segaris atau disebut dengan metode tumpuk bata (Prabowo Andika, 2013). Penyusunan bambu dengan metode tumpuk bata akan lebih kuat dibandingkan dengan yang segaris dan menjadikannya bersifat kedap karena susunan antar bilah yang tidak mudah ditembus air. Selain itu, penempatan sambungan metode tumpuk bata menjadikan kembang susut produk yang relatif kecil.



Gambar 2.8 Potongan Melintang Susunan Laminasi Tumpuk Bata

Standar produksi yang ditetapkan dalam teknologi laminasi salah satunya adalah mengenai ukuran tebal tiap lapisan. Teknologi laminasi yang digunakan sebagai konstruksi kapal harus memiliki tebal tiap lapisan pada kisaran 5-20 milimeter (BKI, 2013). Adapun lebar lapisan tidak diberi batasan, namun untuk mencapai standar maka ditetapkan ukuran lebar bilah harus seragam. Khusus pada bambu Ori, tebal bilah laminasi yang telah diratakan berkisar antara 5-7 mm.

Dalam proses laminasi tidak lepas dengan proses pengeleman yang bertujuan untuk menggabungkan bilah-bilah bambu menjadi satu kesatuan produk yang diinginkan. Proses ini merupakan proses yang mempengaruhi kualitas dari hasil laminasi selain dari bahan utamanya yaitu bambu. Dalam BKI 2013 *Rules for the Classification and Construction for Small Vessel up to 24m* yang mengatur tentang kapal kecil ≤ 24 meter menjelaskan tentang hal utama dalam proses pengeleman yaitu faktor kadar airnya. Diwajibkan nilai kadar air untuk kayu lapis atau laminasi sebelum proses pengeleman adalah kurang dari 20%. Bilah bambu yang mempunyai kadar air lebih dari 20% pada saat pengeleman akan menghasilkan kualitas laminasi yang buruk. Dikarenakan bambu akan mengalami penyusutan apabila kadar airnya berkurang, sehingga kekuatan dari laminasinya juga rendah.

Bahan perekat yang digunakan dalam proses laminasi untuk merekatkan bilah-bilah bambu umumnya terbuat dari *resin* dan *hardener*. Dalam pemilihan *resin* dan *hardener* tidak boleh sembarangan, dalam pembuatan kapal diwajibkan memilih *resin* dan *hardener* yang tergolong *marine use* dengan perbandingan 1:1. Tujuan dari penggunaan lem *marine use* dalam

proses laminasi bambu agar bambu merekat kuat walaupun terkena air laut dan tahan segala cuaca.

Selain penggunaan lem yang baik dalam proses laminasi faktor yang tidak kalah penting adalah teknik pengerjaan dengan pemberian tekanan. Pemberian tekanan ini dengan cara melakukan *pressing* papan laminasi dari atas ke bawah secara tegak lurus dengan susunan laminasi, hal ini dilakukan untuk lebih merekatkan susunan bambu laminasi dan agar lem lebih meresap ke dalam rongga antar sambungan. Karena apabila lem yang digunakan tidak meresap kedalam rongga-rongga dan juga tidak merata maka akan timbul lubang antar sambungan yang menyebabkan standar kekuatannya menjadi berkurang dan kedap terhadap air menjadi lemah.

2.5.1 Kelebihan Bambu Laminasi

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Supomo, et al. 2015) menyebutkan bahwa bilah bambu Ori dengan serat sejajar memiliki kuat tarik laminasi 184 Mpa dengan kekuatan lentur MOR 84,6 Mpa dan MOE sekitar 24 GPa. Dibandingkan dengan kekuatan tarik kayu Jati yang mempunyai kekuatan tarik 168,57 MPa, kekuatan lentur kayu Jati 72,70 MPa, dan MOE sebesar 53,253 Gpa. Dengan ini, kegunaan bambu ori sebagai material pengganti kayu sangat mungkin dilakukan. Secara garis besar, keuntungan yang dapat diperoleh dari teknologi laminasi antara lain (Suprijanto, 2009):

1. Teknologi laminasi secara tidak langsung dapat mengatasi masalah retak, pecah, ataupun cacat akibat pengeringan karena terdiri atas lembaran-lembaran tipis, sehingga pengeringan lebih cepat dan mudah.
2. Produk laminasi yang berlapis-lapis memungkinkan untuk memanfaatkan lapisan berkualitas lebih rendah untuk disisipkan di antara lapisan luar dan lapisan dalam seperti halnya produk kayu lapis.
3. Teknologi laminasi memungkinkan pembuatan struktur berukuran besar yang lebih stabil karena seluruh komponen yang digunakan telah dikeringkan sebelum dibentuk menjadi produk laminasi.
4. Arah serat laminasi dapat dipasang bersilangan, sehingga susunan ini akan menjadikan kembang susut produk tidak terlalu besar.

2.6 Kapal Jukung

Kapal jukung merupakan kapal tradisional di Indonesia yang terbuat dari kayu utuh dengan ukuran diameter dan panjang tergantung kapal itu dibuat di daerah mana. Dalam proses

pembuatan kapal jukung biasanya kayu yang telah disiapkan bagian dalamnya dikeruk hingga mencapai kedalaman tertentu. Kapal jukung memiliki bentuk seperti lesung dengan bentuk memanjang tanpa sambungan. Pada umumnya kapal Jukung memiliki lengan yang ujungnya terdapat cadik yang terbuat dari bambu untuk menambah keseimbangan pada kapal. Di Indonesia banyak terdapat kapal Jukung tetapi hanya beberapa yang sudah terkenal diantaranya:

- Kapal Jukung Barito

Kapal jukung Barito berasal dari daerah Kalimantan Selatan. Kapal Jukung ini sangat terkenal di Indonesia karena biasanya masyarakat di daerah Kalimantan Selatan menggunakan kapal ini sebagai tempat jual beli atau biasa disebut pasar terapung. Kapal Jukung ini biasanya berukuran panjang 6 m, lebar 57 cm dan ketinggian 50 cm. Kapal Jukung ini tidak memiliki cadik, layar, linggi maupun lunas. Terbuat dari batang pohon, untuk bagian konstruksinya diberi gading dan *wrang* untuk menambah kekuatan dan pada bagian dalamnya terdapat papan kayu yang digunakan sebagai lantainya. Kapal Jukung ini biasanya digunakan oleh masyarakat Kalimantan di daerah sungai-sungai dan rawa (Elymart, 2010).



Gambar 2.9 Kapal Jukung Barito
(Sumber : <https://kanalkalimantan>)

- Kapal Jukung Bali

Kapal jukung Bali merupakan jukung yang berasal dari pulau Bali. Kapal ini berasal dari satu pohon besar yang dipahat memanjang untuk membuat lambungnya. Kapal jukung Bali dilengkapi satu layar dengan tiang panjang dan cadik yang dibuat melengkung lengannya. Tiang layar menempel pada kayu penguat cadik bagian depan. Kayu penguat cadik terbuat dari bambu dan dipotong meruncing. Kapal-kapal jukung dibuat sangat unik, pada bagian

depan kapal jukung berbentuk seperti ikan sedangkan dibagian belakang kapal jukung dibentuk seperti ekor ikan dan dipahat melengkung ke atas (Elymart, 2010).



Gambar 2.10 Kapal Jukung Bali
(Sumber : <https://Baliberkarya.com>)

- Kapal Jukung Madura

Untuk kapal Jukung Madura berasal dari daerah Madura, Jawa Timur. Dalam bahasa daerah Madura juga disebut slompeng. Kapal jukung ini terbuat dari satu pohon besar yang dilubangi untuk dibuat lambungnya. Kapal jukung Madura memiliki layar dimana tiang layarnya berada dibagian depan dari kapal jukung. Kayu lengan cadik terbuat dari kayu jati yang dibuat melengkung dan diujung kanan dan kiri lengan terdapat cadik yang terbuat dari bambu (Elymart, 2010).



Gambar 2.11 Kapal Jukung Madura
(Sumber : <http://mit.edu>)

2.7 Bahan Pembuatan Kapal

- Kayu

Kayu Jati merupakan salah satu kayu terbaik untuk digunakan sebagai bahan baku mebel atau bahan-bahan untuk produk kayu lainnya. Kayu Jati banyak tumbuh di daerah Asia dan merupakan produk kayu unggulan dari Indonesia. Kayu Jati banyak digunakan sebagai kerangka rumah, pintu, mebel, pagar, lantai kayu, dll. Kayu yang tumbuh akan mempunyai bentuk fisik tergantung pada jenis, lingkungan pertumbuhan dan asalnya. Sifat fisik kayu Jati antara lain:

1. Kadar Air

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

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 selain dari 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 pembebanan maka semakin besar tegangan yang terjadi.

5. Berat Jenis dan Kerapatan

Kayu disusun oleh zat yang lebih berat dari pada air, berat jenis zat kayu sekitar 1.5 kg/m³ yang berlaku untuk semua jenis kayu.

6. Pengaruh Cacat

Lingkungan mempengaruhi pertumbuhan pohon salah satunya yaitu kelainan (cacat) pada kayu. Cacat pada kayu antara lain mata kayu, serat berpilin, kayu reaksi, kayu rapuh, kantung damar dan kulit tersisip (Ross & USDA Forest Service., 2010).

Kayu jati memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan jenis-jenis kayu yang lain. Antara lain mudah ditangani, awet, tidak mudah retak dan memiliki penampilan serat dan pori yang sangat menarik. Kayu jati mengandung minyak didalamnya yang dikenal sebagai *teak oil*. Minyak ini membuat kayu jati menjadi awet karena tidak disukai oleh ulat atau serangga. Semakin tua usia kayu jati, maka semakin banyak kandungan minyak di dalamnya dan semakin baik kualitasnya. Kayu jati memiliki pola serat yang sangat menarik. Kayu jati memiliki warna dasar cokelat muda keemasan dengan karakter serat yang sangat kuat dengan tekstur serat dan pori yang dalam.

Indonesia memiliki perusahaan perkebunan jati dengan pengelolaan yang sangat bagus yaitu PT Perhutani. Kayu jati dengan kualitas terbaik selalu diperoleh dari PT Perhutani. Sistem penanaman dan pengelolaan kayu jati sudah dilakukan dengan cara yang sistematis dan terorganisasi sejak dulu ketika jaman Belanda. Beberapa waktu yang lalu pengelolaan kayu jati ini banyak terganggu dengan adanya pencurian dan penebangan liar dan juga karena korupsi. Tetapi pada saat ini dengan membaiknya sistem pemerintahan dan pengawasan, maka penebangan liar dan pencurian hutan kayu sudah dapat dikurangi dengan signifikan. Namun lama kelamaan semakin mahal dan langkanya bahan kayu sebagai material utama kapal ikan telah mendorong para praktisi untuk meneliti bahan alternatif pengganti kayu.

- *Fiberglass*

Fiberglass merupakan serat kaca yang berasal dari kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis. Serat ini lalu dipintal menjadi benang atau ditenun menjadi seperti kain. Kapal ikan dari bahan kayu lambat laun sudah mulai ditinggalkan oleh nelayan. Kapal kayu kini sudah banyak beralih menggunakan kapal dari material *fiberglass*. Hal ini dikarenakan populasi kayu yang semakin terbatas dan harganya yang mahal. Sementara kelebihan kapal *fiberglass* antara lain usia atau masa pakai yang lebih tahan lama, perawatan yang lebih mudah dan biaya yang jauh lebih murah serta kapal fiber juga lebih ringan. Proses pembuatan kapal *fiberglass* yang banyak dibuat, menggunakan teknik *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP). Dalam pembuatan kapal fiber, ada dua metode laminasi yang sering digunakan, yakni *Hand Lay Up* dan *Chopper Gun*. Metode ini adalah metode laminasi yang paling mudah dan sederhana. *Hand Lay Up* adalah metode cetakan terbuka (*open mould*). Metode ini dilakukan dengan cara mengaplikasikan resin pada bahan penguat dengan menggunakan kuas/rol.

- Laminasi Bambu

Pemakaian bambu sebagai bahan kayu lapis telah diperkenalkan oleh Guisheng (1985), *Bamboo Information Centre* (1994) serta Subianto dan Subyakto (1996). Bambu mempunyai

kekuatan cukup tinggi, kuat tariknya dapat disejajarkan dengan baja. Sekalipun demikian, kekuatan bambu yang tinggi belum dimanfaatkan dengan baik karena biasanya batang-batang struktur bambu dirangkaikan dengan pasak atau tali yang kekuatannya rendah. Bambu berbentuk pipa sehingga momen kelembamannya tinggi, oleh karena itu bambu cukup baik untuk memikul momen lentur. Selain itu bambu mempunyai kelenturan yang tinggi, ditambah dengan sifat bambu yang elastis, struktur bambu mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap angin maupun gempa. Kegunaan bambu untuk memenuhi hajat hidup manusia cukup banyak, antara lain sebagai bahan bangunan rumah di pedesaan. Sampai saat ini, penggunaan bambu dibidang konstruksi masih sangat terbatas dan digunakan hanya pada konstruksi ringan.

2.8. Konstruksi Gading

Dalam menentukan perhitungan modulus dari gading sudah terdapat pada tabel yang ada pada BKI 2013. Hasil perhitungan dari gading modulus penampang, yang mana perancang di beri kebebasan dalam hal menentukan dimensi penampang dari bagian konstruksi tersebut asal memenuhi modulus yang telah diperoleh sebelumnya. Modulus gading yang didapat dikalikan dengan karakteristik material yakni k_{10} (BKI, 2013).

$$k_{10} = \frac{152}{\sigma_{rm}} \quad (1)$$

Dengan definisi :

$$\sigma_{rm} = \text{ultimate stress of wood laminate [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_{rm} = 165.7 \text{ [N/mm}^2\text{] bambu Ori}$$

Adapun rumus dalam menentukan modulus gading yang terdapat pada BKI *volume VII* tahun 2013 adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 2 *Modulus of Floors and Transverse*

<i>Section moduli of floors and transverse frames of motor, sailing crafts and motorsailers [cm³]</i>		
<i>Floors</i>	<i>Motor craft</i>	$WB = 3,21 \cdot e \cdot l^2 \cdot F_{vF} \cdot P_{dBM} \cdot 10^{-3}$ $WB_{min} = 3,21 \cdot e \cdot K_{24} \cdot 12 \cdot F_{vF} \cdot P_{dBM} \cdot 10^{-3} \geq w_s$
	<i>Sailing craft and motorsailer</i>	$WB = 2,72 \cdot e \cdot l^2 \cdot P_{dBS} \cdot 10^{-3}$ $WB_{min} = 2,72 \cdot e \cdot K_{24} \cdot P_{dBS} \cdot 10^{-3} \geq w_s$

Section moduli of floors and transverse frames of motor, sailing crafts and motorsailers [cm ³]		
Transverse frame	Motor craft	$WS = 2,18 \cdot e \cdot l^2 \cdot F_{vF} \cdot 10^{-3}$ $WS_{min} = 2,18 \cdot e \cdot K_{24} \cdot F_{vF} \cdot P_{dSM} \cdot 10^{-3} \geq L$
	Sailing craft and motorsailer	$WS = 2,26 \cdot e \cdot l^2 \cdot P_{dSS} \cdot 10^{-3}$ $WS_{min} = 2,26 \cdot e \cdot K_{24} \cdot P_{dSS} \cdot 10^{-3} \geq L$

(Sumber : BKI 2013, Rules for the Clasification and Construction and Constraction)

Dengan definisi :

e = distance of floor/transverse frames [mm]

l = span (unsupported length of floor of frame) [m]

Pada Tabel 2.2 diketahui untuk menentukan ukuran gading untuk kapal dengan mengikuti rumus yang ada, maka untuk mendapatkan modulus gading diharuskan mendapatkan besaran PdSM atau beban pada *shell side*. Pada perhitungan beban *shell side* terdapat dua bagian kapal yang ditinjau yaitu $x < 0.4 L$ dan $x \geq 0.4 L$. Perhitungan beban *shell side* dipengaruhi oleh **Lcons** kapal. Pada kedua perhitungan beban tersebut, maka beban yang paling terberat akan digunakan pada perhitungan pencarian modulus gading. Setelah didapatkan beban yang terjadi pada *shell side*, maka langkah selanjutnya untuk dapat mencari modulus gading yaitu dengan mencari besaran *correction factor* F_{vsf} . Pada rumus untuk mencari F_{vsf} dibutuhkan kecepatan dinas kapal dan **Lcons** dari kapal tersebut. Sehingga dengan adanya data kecepatan dinas dan **Lcons** maka didapatkan nilai dari F_{vsf} . Sehingga dengan adanya hasil perhitungan beban pada *shell side* dan *correction factor* F_{vsf} , maka modulus gading bambu laminasi dapat dihitung sesuai dengan rumus pada Tabel 2.2.

$$F_{VSF} = \left(0.1 \cdot \frac{v}{\sqrt{L_{wl}}} + 0.52 \right) (1.19 - 0.01 \cdot L) > 1.0 \quad (2)$$

Adapun beberapa faktor yang berpengaruh dalam perhitungan modulus penampang yakni faktor koreksi untuk kecepatan, beban pada lambung, serta jarak gading dan bagian yang tidak ditumpu. Dari hasil modulus penampang yang didapatkan, maka dimensi ukuran dari konstruksi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W = \frac{I}{Z} \quad (3)$$

Dengan:

W = modulus penampang [cm^3]

I = momen inersia [cm^4]

z = titik berat [cm]

(Biro Klasifikasi Indonesia untuk Kapal <24 m, 2013)

2.9 Pembuatan Gading Kapal Kayu

Gading kapal merupakan kerangka dari kapal dimana kulit kapal diletakkan selain itu gading kapal juga berfungsi untuk menambah kekuatan dari kapal itu sendiri. Pada umumnya gading kapal kayu yang dibuat secara traditional. Dimana semua kayu dapat digunakan sebagai material pembuat kapal. Sebelum memutuskan untuk membangun atau membuat kapal, pemilihan dan penentuan kayu yang akan dipakai menjadi hal yang penting. Ada beberapa macam kayu yang cocok untuk membuat perahu yang berdasarkan penggolongan kekuatan dan keawetan kayu yang telah ditentukan oleh Lembaga Pusat Penyelidikan Kehutanan. Setelah menentukan kayu apa yang akan dipakai, barulah menentukan ukuran-ukuran yang diperlukan menurut jenis kapal yang akan dibuat. Apabila dilihat dari segi pengerjaannya, pembangunan kapal dari bahan kayu lebih mudah dibandingkan dengan bahan lain dan tidak membutuhkan teknologi yang tinggi. Hal inilah yang menjadikan kayu lebih unggul dalam pemilihan material dibandingkan dengan bahan lain untuk pembangunan kapal perikanan (Pasaribu, 1985).

Dalam pembuatan gading kayu jati yang memiliki kelengkungan, kelengkungan kayu jati terjadi secara alami sehingga tidak perlu memberikan perlakuan khusus. Pada umumnya kayu jati tidak lengkung, kelengkungan tersebut terjadi karena kayu yang digunakan adalah kayu jati yang berasal dari pohon yang masih muda. Apabila kayu berasal dari pohon yang ditebang saat berusia muda, akan mengalami pelengkungan setelah kering. Kelengkungan kayu tidak hanya terjadi pada kayu jati, melainkan juga untuk semua jenis kayu yang masih muda. Bentuk kayu yang lengkung akan memudahkan pembuat kapal membuat kelengkungan gading-gading sesuai dengan ukuran yang diharapkan (Kusumanti, 2009).



Gambar 2.12 Proses Pembuatan Gading Kayu
 Sumber : (Kusumanti, 2009)

Pada Gambar 2.12 Proses pembuatan gading-gading diawali dengan pembuatan pola kelengkungan pada kayu. Kayu yang sudah didapatkan kelengkungannya dipotong menggunakan kapak. Setelah gading-gading dikapak dan dipahat, gading-gading tidak langsung di pasang di kulit kapal. Terlebih dahulu, gading-gading tersebut diketam agar permukaan kayu menjadi halus dan memperoleh kelengkungan sesuai dengan yang diharapkan. Gading-gading yang siap dipasang dapat langsung dipasang menggunakan pasak kayu. (Kusumanti, 2009).

2.10. Proses Pembuatan Kapal Tradisional

Teknik pembuatan kapal secara tradisional di Indonesia masih terpaku pada pengalaman pembangunan kapal sebelumnya tanpa adanya perencanaan desain yang tepat dan akurat. Proses pembangunan kapal seperti ini memiliki beberapa kelemahan diantaranya kecepatan yang rendah dikarenakan hambatan yang besar. Hal ini karena bentuk lambung yang gemuk yang tidak diimbangi dengan daya mesin yang besar. Selain itu juga dalam pembangunan bisa lebih dari waktu yang ditentukan dikarenakan kurangnya perencanaan dalam pembangunan (Sinambela,2012). Untuk dapat mengetahui proses pembangunan kapal tradisional dapat dilihat pada Gambar 2.13



Gambar 2.13 Diagram alur pembangunan kapal ikan tradisional

- **Pemilihan Kayu**

Sebelum proses pembangunan kapal, pemilihan kayu harus dilakukan karena kayu adalah material pokok pembuatan kapal. Dalam pemilihan kayu diperlukan orang-orang yang sudah berpengalaman dalam hal pembangunan kapal, kayu yang dipilih untuk bagian konstruksi kapal mempunyai kekuatan, keawetan, dan bentuk yang sesuai atau mirip dengan dengan bagian-bagian kapal. Pemilihan kayu yang mirip ini bertujuan agar saat proses pengolahan kayu menjadi material konstruksi kapal tidak membutuhkan banyak waktu serta tenaga yang dikeluarkan. Untuk pemilihan kualitas kayu digolongkan menjadi kelas awet. Kelas awet adalah tingkat kekuatan alami suatu jenis kayu terhadap serangan hama yang dinyatakan dalam kelas awet I, II, III. Semakin besar angka kelasnya maka semakin rendah keawetannya. Yang kedua adalah tingkat ketahanan alami suatu jenis kayu terhadap kekuatan mekanis (beban) dinyatakan dalam Kelas Kuat I, II, III, IV dan V. Semakin besar angka kelasnya maka semakin rendah kekuatannya.

- **Peletakan Lunas**

Peletakan lunas adalah hal pertama yang dilakukan diawal pembangun kapal. Lunas harus menggunakan kayu yang kuat serta harus diperhatikan agar saat dibangun dalam kondisi *even keel* (tegak). Untuk peletakan lunas secara tradisional biasanya diiringi dengan doa-doa oleh sesepuh setempat seperti Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Proses peletakkan lunas oleh sesepuh setempat (Sumber : <https://zonamakassar.com/>)

- **Pembentukan Lambung**

Kebanyakan pembangunan kapal kayu tradisional membentuk bagian lambung terlebih dahulu. Pemasangan kulit lambung ini dilakukan dengan membentuk papan sesuai dengan bentuk lambung yang akan direncanakan. Barulah memasang gading (*frame*) yang disesuaikan dengan bentuk kulitnya yang telah terpasang. Untuk membentuk kulit lambung yang memiliki kelengkungan, para pembuat kapal biasanya membakar atau merebus kayu yang akan digunakan dirasa kayu cukup panas untuk memuai, barulah kayu dibengkokkan sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Untuk proses pemasangan lambung kapal secara tradisional dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Proses pembuatan lambung kapal tradisional
(Sumber : [https:// www.merdeka.com /](https://www.merdeka.com/))

- **Pemasangan Gading**

Setelah bentuk badan kapal selesai maka proses selanjutnya yang dilakukan adalah memasang kerangka (*frame/gading*). Pemakaian gading ini biasanya memanfaatkan kayu *solid* yang dipotong sesuai dengan lekukan yang diinginkan. Selain itu dalam proses pembuatan gading kapal secara tradisional juga dapat dilakukan dengan cara menebang kayu yang memiliki umur muda lalu dilakukan pemanasan pada kayu. Pemanasan ini bisa dilakukan dengan cara dibakar ataupun direbus. Setelah perebusan atau pembakaran dirasa cukup kayu dibengkokkan dengan cara diberi beban. Kayu yang sudah sesuai dengan bentuk yang diinginkan tadi lalu dipasangkan pada kulit dengan cara menggunakan paku, pasak dan keling.



Gambar 2.16 Proses pemasangan gading
(Sumber : [https:// www.republika.co.id](https://www.republika.co.id))

- **Peluncuran**

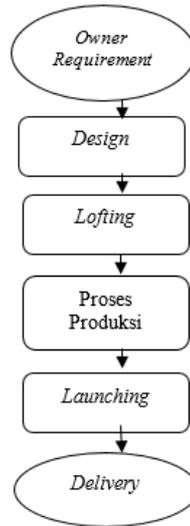
Peluncuran merupakan proses menurunkan kapal dari landasan luncur ke air. Proses peluncuran secara tradisional umumnya dilakukan dengan kapal ditarik oleh banyak orang dan kapal akan bergerak meluncur secara perlahan hingga kapal dapat mengapung di air. Untuk gambar peluncuran kapal tradisional dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Proses peluncuran kapal kayu
(Sumber : [https:// www.merdeka.com /](https://www.merdeka.com/))

2.11. Pembangunan Kapal Ikan Secara Modern

Proses pembangunan kapal sekarang telah mengalami banyak kemajuan seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dibidang rancang bangun. Pembangunan kapal kayu secara modern terdiri dari beberapa proses yang secara rinci dapat dilihat pada alur perencanaan pembangunan kapal ikan pada Gambar 2.18.



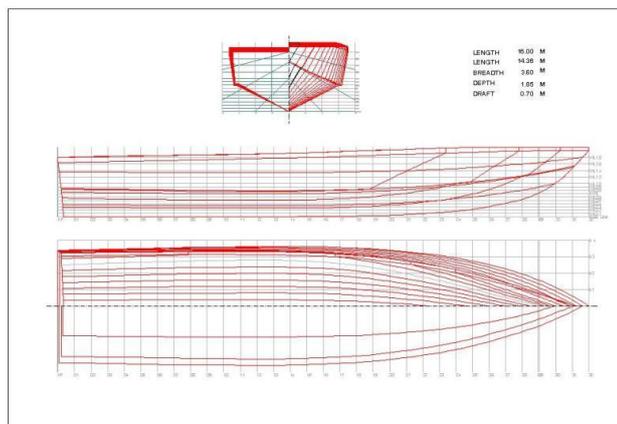
Gambar 2.18 Diagram alur perencanaan pembangunan kapal ikan

- **Owner Requirement**

Langkah awal yang dilakukan sebagai acuan pembangunan kapal, agar sesuai dengan permintaan pemesan. Permintaan ini biasanya berkaitan dengan *payload* yang diinginkan, kecepatan kapal serta muatan yang diangkut oleh kapal.

- **Design**

Setelah mendapatkan *owner requirement* langkah selanjutnya adalah mendesain kapal. Hasil yang di dapatkan saat melakukan desain kapal yaitu *linesplan* (rencana garis) yang berguna untuk mendapatkan bentuk badan kapal. Selain itu juga mendapatkan *General Arrangement* dan juga *Construction Profile*. Untuk gambar *linesplan* dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 *Linesplan* Kapal
(Sumber : <https://desainkapal.wordpress.com>)

- **Lofting**

Merupakan kegiatan menggambar bentuk badan kapal dalam skala 1:1. Tujuan dilakukan *lofting* adalah untuk mengetahui bentuk badan kapal dan konstruksi kapal dalam skala 1:1 maka akan didapat bentuk badan kapal yang akurat dan ukuran konstruksi kapal yang tepat, sehingga dalam proses pembangunan segala ukuran yang terpakai sudah tepat dan tidak ada kesalahan bentuk maupun ukuran. Hal ini sangat diperlukan oleh pihak pelaksana untuk menunjang kemudahan memindahkan dari gambar desain ke dalam ukuran skala sebenarnya. Untuk gambar *lofting* kapal ditunjukkan pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Proses *lofting* kapal
(Sumber : <https://cyberships.wordpress.com>)

- **Proses Produksi**

Proses produksi pada bangunan kapal kayu meliputi fabrikasi, *assembly* dan *erection*. Pada proses tersebut dilakukan identifikasi material, pemotongan material, penggabungan antar komponen hingga pengecatan. Dalam proses *fabrikasi* terdiri dari *marking*, *cutting* dan *forming*. Sebelum proses tersebut dilakukan, terlebih dahulu dilakukan identifikasi. Proses selanjutnya *assembly*, yaitu proses pemasangan *frame* pada kulit lambung, penggabungan beberapa *wrang*, dan galar. Proses selanjutnya adalah *erection*, yaitu penggabungan antar blok sampai menjadi bentuk badan kapal. Proses terakhir adalah proses *painting*, yaitu proses dilakukan pekerjaan pengecatan. Pengecatan dimaksudkan untuk melindungi permukaan material dari pengaruh lingkungan yang dapat berdampak pada tingkat keawetan material.

- **Peluncuran**

Setelah semua proses dalam pembangunan kapal selesai, maka dilakukan peluncuran. Yaitu proses meluncurnya kapal dari landasan peluncuran dengan menggunakan gaya berat kapal dengan memberikan gaya dorong tambahan yang bekerja pada bidang miring kapal. Perhitungan-perhitungan ini dipergunakan untuk menghindari kapal dari bahaya-bahaya yang

tidak dikehendaki seperti kapal tenggelam ketika diluncurkan, *dropping*, *tipping*, dan *lifting*. Proses peluncuran kapal dapat dilihat pada Gambar 2.21.



Gambar 2.21 Proses peluncuran kapal
(Sumber : <http://www.langkahjauh.com/>)

2.12. Proses Produksi Secara *Series* dan *non-Series*

Produksi adalah suatu kegiatan yang dilakukan oleh produsen yang bertujuan untuk menciptakan atau menambah nilai guna suatu barang untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Orang atau pelaku kegiatan yang melakukan kegiatan produksi disebut dengan produsen dan yang menerima hasil produksi disebut dengan konsumen (Peter, 2017).

Macam tipe proses produksi dari berbagai industri dapat dibedakan menjadi 2 yaitu proses produksi terus menerus (*series*) dan proses produksi terputus putus. Berikut penjelasan untuk setiap proses produksi :

1) Proses Produksi secara Terus Menerus (*Series*)

Proses produksi terus-menerus adalah proses produksi barang atas dasar aliran produk dari satu operasi ke operasi berikutnya tanpa penumpukan disuatu titik dalam proses. Pada umumnya industri yang cocok dengan tipe ini adalah yang memiliki karakteristik *output* direncanakan dalam jumlah besar, variasi atau jenis produk yang dihasilkan rendah dan produk bersifat standar.

Kekurangan proses produksi secara *Series* adalah:

- Terdapat kesukaran untuk menghadapi perubahan produk yang di minta oleh konsumen atau pelanggan. Jadi proses produksi seperti ini khusus untuk menghasilkan produk-produk yang permintaan variasinya sama.

- Terdapat kesukaran dalam menghadapi perubahan tingkat permintaan, karena biasanya tingkat produksi (*rate of production*) telah tertentu.

Kelebihan proses produksi secara *Series* adalah:

- Dapat diperoleh tingkat biaya produksi per unit (*unit production cost*) yang rendah karena dihasilkan pada *volume* yang besar serta standard.
- Biaya tenaga kerja (*labor cost*) relatif rendah, karena jumlah tenaga kerjanya yang sedikit dan tidak memerlukan tenaga ahli (cukup yang setengah ahli) dalam pengerjaan produk yang dihasilkan.

2) Proses Produksi Terputus-Putus (*non series*)

Produk diproses dalam kumpulan produk bukan atas dasar aliran terus-menerus dalam proses produk ini. Perusahaan yang menggunakan tipe ini biasanya terdapat sekumpulan atau lebih komponen yang akan diproses atau menunggu untuk diproses, sehingga lebih banyak memerlukan persediaan barang dalam proses.

Kekurangan proses produksi secara *Non series* adalah:

- *Scheduling* dan *routing* untuk pengerjaan produk yang akan dihasilkan sangat sukar dilakukan karena kombinasi urutan pekerjaan yang banyak sekali didalam memproduksi satu macam produk.
- Biaya tenaga kerja dan biaya pemindahan bahan sangat tinggi, karena banyak dipergunakan tenaga manusia dan tenaga yang dibutuhkan adalah tenaga yang ahli dalam pengerjaan produk tersebut.

Kelebihan proses produksi secara *Non-Series* adalah:

- Mempunyai fleksibilitas yang tinggi dalam menghadapi perubahan produk dengan variasi yang cukup besar.
- Tidak menggunakan alat khusus sehingga mengurangi biaya investasi alat.

2.13. Kearifan Lokal

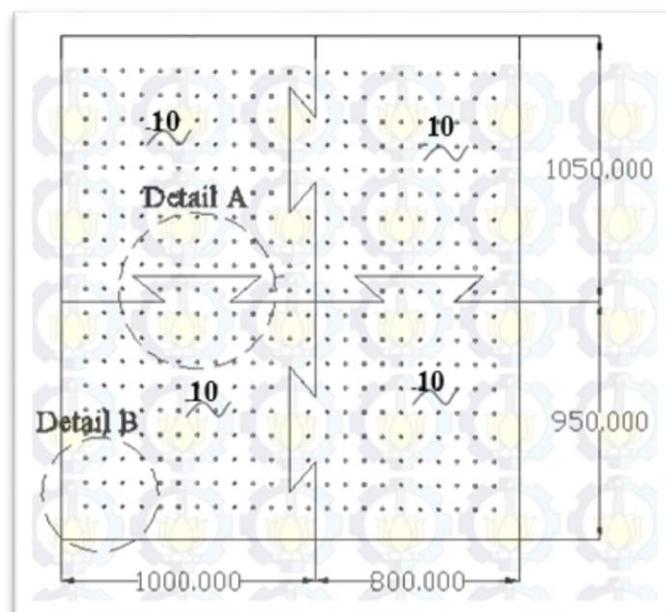
Karakteristik kapal pada setiap daerah berbeda-beda tergantung dengan perairan daerah tersebut. Hal ini menyebabkan perbedaan bentuk sebagian kapal ikan yang beroperasi. Kapal ikan dibangun dengan beragam teknik dimana terdapat perbedaan teknik di setiap daerah sesuai dengan kondisi daerah tersebut. Keahlian dan keterampilan para pembuat kapal didapat secara otodidak berdasarkan pengalaman dan turun temurun. Pembuatan kapal pun berdasarkan kondisi perairan tempat para nelayan mencari ikan atau melaut. Perbedaan bentuk kapal

biasanya terjadi pada lambung dan gading kapal. Perbedaan tersebut disebabkan perairan daerah sekitar, kedalaman, gelombang air laut maupun arus air.

Seperti contohnya kapal Jukung di daerah Bali dimana memiliki bentuk haluan mirip dengan ikan marlin dan memiliki buritan seperti ekor marlin yang memiliki cadik dan mempunyai layar. Dari segi pembuatan dapat dipastikan berbeda dengan daerah-daerah lain di Indonesia. Perbedaan ini biasanya selain berdasarkan dari perairan daerah sekitar, gelombang maupun arus akan tetapi kepercayaan masyarakat yang diturunkan dari leluhur-leluhurnya. Sebagaimana membuat rumah, dalam pembuatan perahu masyarakat juga menggunakan perhitungan-perhitungan tertentu, sesaji dan doa-doa terlebih dahulu. (Kusalamani, 2019).

2.14. Cetakan Gading Laminasi Bambu dengan Metode *non-Series*

Sebelum dilakukan penelitian tentang pembuatan gading laminasi bambu secara *series*, sudah pernah ada penelitian yang membahas tentang pembuatan gading laminasi bambu secara *non-series*. Pada penelitian sebelumnya menggunakan purwarupa berupa pelat disusun yang berfungsi sebagai matras untuk pembuatan gading berbahan laminasi bambu untuk desain dari cetakan matras berlubang dapat dilihat pada Gambar 2.22



Gambar 2.22 Desain cetakan gading *non series*
(Sumber : Murtadlo & Supomo, 2013)

1. Proses Pembuatan Matras untuk Mencetak Gading

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mempersiapkan matras untuk mencetak gading sebagai berikut :

- Persiapan pelat dengan ukuran (2000 mm x 1500 mm x 10 mm) sebanyak 1 (satu) lembar, dan pelat dengan ukuran (2000 mm x 300 mm x 10 mm) sebanyak 1 (satu) lembar.
- Setelah itu dilakukan pengelasan untuk menyambung kedua lembar pelat tersebut.
- Setelah proses pengelasan selesai pelat yang digabung tersebut dipotong menjadi 4 (empat) bagian menggunakan mesin *CNC-cutting*. Untuk pemotongannya menggunakan prinsip ekor burung sehingga antara pelat satu dengan pelat yang lain berhubungan.
- Dilakukan *marking* sebelum pelat dibor. Kemudian dilakukan pengeboran pada pelat.
- Setelah semua proses dilakukan langkah terakhir yaitu proses menggerinda ujung.
- Matras pencetak gading selesai. Satuan untuk gambar matras dibawah ini adalah milimeter (mm).

2. Proses Pembuatan Gading Berbahan Laminasi Bambu *non-Series*

Berikut adalah proses pembuatan gading berbahan laminasi bambu secara *Non-Series* :

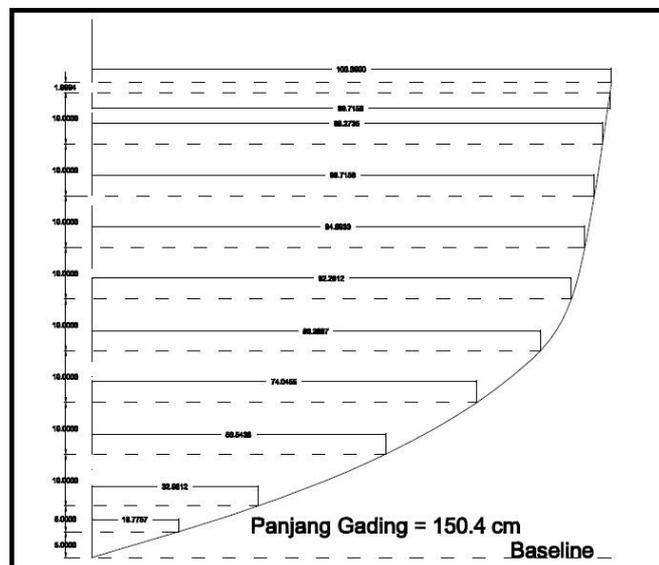
- Pertama kali adalah menyusun pelat yang berfungsi sebagai matras. Pelat diletakkan diatas lantai, tetapi pada ujung-ujung pelat diberi dudukan kurang lebih setinggi 5cm. Ini dimaksudkan agar pada saat *sturdy* dipasang dapat dikunci dari bawah dengan nut.
- Kemudian dipasang ragam sesuai lubang yang diinginkan seperti *linesplan* yang telah direncanakan.
- Pada proses ini panjang bilah yang digunakan adalah 3000 mm dengan penampang melintang 30 mm x 5 mm tiap spesimen. Penyusunan papan bilah dilakukan dengan sistem batu bata tetapi kearah menyamping.
- Setelah posisi setiap bilah telah ditetapkan, maka dilakukan pengeleman sesuai dengan urutannya seperti pada Gambar 2.23.
- Pada awal pembentukan gading awalnya langsung dibentuk dari 3 layer bilah dan langsung dilaminasi untuk berikutnya menunggu hingga lem kering selama \pm 6 jam kemudian dilakukan laminasi terhadap *layer* berikutnya hingga mendapatkan ketebalan 11cm dan tinggi 6 cm.
- Pengeleman dilakukan dengan lem *Epoxy Resin* dengan merk *Union*.
- Pencampuran lem dengan *hardener* dilakukan dengan komposisi 1:1.



Gambar 2. 23 Proses laminasi dengan menggunakan alat pencetak gading
(Sumber : Murtadlo & Supomo, 2013)

2.15 Cetakan Bambu laminasi Secara Series

Sebelum dilakukan penelitian tentang pembuatan gading laminasi bambu secara *series*, sudah pernah ada penelitian yang membahas tentang pembuatan gading laminasi bambu secara *series* ini. Pada penelitian sebelumnya menggunakan purwarupa berupa pelat yang dibentuk sesuai dengan bentuk gading kapal ikan di daerah jember dan diberi penguat betoneser pada sisinya.



Gambar 2. 24 Desain cetakan gading series
(Sumber : Bangun & Supomo, 2019)

1. Proses Pembuatan Cetakan Gading

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mempersiapkan matras untuk mencetak gading sebagai berikut :

- Persiapan pelat dengan tebal 10 mm dan lebar 12cm.
- Pencetakan *body plan* sebagai *mouldloft*.

- Pemotongan pelat sesuai dengan panjang *halfgrith*.
 - Pembentukan betoneser sesuai bentuk gading.
 - Pembentukan pelat dengan metode pemanasan menggunakan api yang dihasilkan dari gas LPG, lalu pelat yang sudah dipanaskan *dibending* sesuai dengan bentuk betoneser.
 - Pengelasan pada sisi pelat dengan betoneser untuk menambah kekuatan pada pelat.
2. **Proses Pembuatan Gading Berbahan Laminasi Bambu *Series***
- Berikut adalah proses pembuatan gading berbahan laminasi bambu secara *Series* :
- Proses penipisan bilah-bilah bambu menggunakan mesin *planner*.
 - Perataan pada bagian kanan dan kiri dengan menggunakan mesin *hand planner*.
 - Pengecekan kadar air menggunakan *digital moisture*.
 - Pengeleman dilakukan dengan lem *Epoxy*.
 - Pencampuran lem dengan *hardener* dilakukan dengan komposisi 1:1.
 - Proses laminasi bambu diawali dengan pelapisan cetakan dengan menggunakan koran selanjutnya bambu disusun diatas cetakan dilanjutkan dengan pelapisan lem pada bagian atasnya dan ditumpuk dengan bilah bambu, diulangi proses yang sama sampai 4 lapisan lalu di klem selama 2 jam.
 - Setelah gading bambu laminasi sudah mengering dilanjutkan proses *finishing*.



Gambar 2. 25 Proses laminasi dengan menggunakan alat pencetak gading
(Sumber : Bangun & Supomo, 2013)

Ditinjau dari analisa teknis pembuatan gading berbahan bambu laminasi secara *series* dan *non series* dalam hal ketahanan dan proses perawatan sama sama lebih mudah. Akan tetapi dalam hal keakuratan pembuatan secara *series* lebih unggul daripada *non series*, dikarenakan pembuatan cetakan secara *series* dikerjakan sama persis seperti desain kapal yang diinginkan. Sedangkan untuk pembuatan secara *non series* hanya mengandalkan *row* dan *column* yang

dimiliki sehingga kurang bisa menghasilkan lekukan yang diinginkan. Lalu untuk proses pengerjaannya akan lebih mudah apabila dilakukan secara *series*, karena hanya menyusun bilah bambu di atas permukaan cetakan sedikit demi sedikit dan menguncinya dengan klem F. Sedangkan untuk pembuatan secara *non series* lebih rumit karena harus menata tongkat penyangga yang dimasukkan dalam lubang dan mengatur sesuai desain. Proses pengaturan tersebut yang menyebabkan dibutuhkan tenaga ahli dalam hal tersebut. Akan tetapi untuk kuantitas alat secara *non series* lebih *simple* dikarenakan hanya membutuhkan sebuah meja berlubang dibandingkan dengan pembuatan secara *series* yang membutuhkan masing masing satu cetakan untuk membuat satu gading yang dibutuhkan (Bangun & Supomo, 2013).

2.16. Biaya Produksi

1. Biaya Material atau Bahan Baku Langsung (*direct material*)

Biaya material langsung adalah biaya material atau bahan yang digunakan secara langsung untuk menghasilkan suatu hasil produksi dan siap diserahkan kepada pemilik atau pemesan. Material langsung dalam proses produksi di perusahaan dibagi menjadi dua (Carter, 2009) yaitu :

- Material Pokok merupakan material utama yang digunakan dalam proses produksi suatu produk yang ingin dibuat. Seperti contoh bilah bambu dan lem *epoxy*.
- Material Bantu merupakan material penolong atau material tambahan yang diperlukan pada saat produksi, seperti contoh dalam pembuatan kapal kayu dimana material bantunya adalah gerinda penghalus untuk melakukan *finishing* pada kapal.

2. Biaya Tenaga Kerja (*direct labor*)

Biaya tenaga kerja adalah biaya yang dikeluarkan berupa gaji atau upah secara konsisten untuk tenaga kerja yang bekerja langsung untuk proses produksi tersebut. Biaya tenaga kerja dibagi menjadi dua yaitu tenaga kerja langsung dan tidak langsung. Tenaga kerja langsung merupakan tenaga kerja yang memiliki tanggung Jawab secara langsung dalam kegiatan produksi, sedangkan tenaga kerja tidak langsung adalah tenaga kerja yang bekerja secara tidak langsung berkaitan dengan proses produksi (Carter, 2009).

3. Biaya Tidak langsung (*overhead*)

Biaya *overhead* merupakan biaya tambahan atau biaya tidak terduga selama proses produksi, biasanya biaya ini timbul diluar dari biaya bahan baku maupun biaya tenaga kerja. Biaya yang tergolong biaya overhead seperti biaya listrik, air dan telepon pabrik, biaya asuransi, dan biaya maintenance mesin (Carter, 2009).

BAB 2

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah didasarkan pada kondisi saat ini dimana terjadi kelangkaan kayu untuk pembangunan kapal adapun harganya mahal, akibat eksploitasi hutan yang berlebihan yang tidak diimbangi dengan reboisasi dan alih fungsi hutan untuk perkebunan. Sehingga diperlukan bahan pengganti yang memiliki kekuatan dan keawetan yang memenuhi standar pembangunan kapal. Bambu sendiri memiliki potensi yang dapat dikembangkan, karena kemampuan tumbuhnya yang cepat dan dapat ditanam hampir pada semua kondisi dan ketinggian tanah. Tetapi dalam pembangunan konstruksi kapal yang terbuat dari bambu laminasi memiliki kesulitan dimana bilah-bilah bambu yang memiliki ukuran kecil dan mempunyai daya elastisitas yang tinggi. Sehingga dari identifikasi masalah tersebut membutuhkan sebuah alat cetak yang mana dapat mempermudah dan mengatasi masalah-masalah tersebut dalam pembuatan konstruksi kapal dari bambu laminasi. Harapan dari penelitian ini diperoleh gambaran pemanfaatan bambu sebagai material konstruksi pembangunan kapal.

3.2 Studi Literatur

Dalam hal ini tahap awal yang harus dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini diawali dengan mencari referensi yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat mendukung proses penelitian ini. Bentuk referensi-referensi sebagai acuan dapat berupa jurnal, paper dan penelitian-penelitian yang lain yang sudah dilakukan.

Studi literatur yang berkaitan berupa pengertian bambu, kekuatan mekanik dan kekuatan fisis bambu proses pengolahan bambu menjadi konstruksi. Selain itu juga referensi tentang kapal Jukung, jenis-jenis kapal jukung, konstruksi kapal ikan dan cara pembangunan kapal secara tradisional ikan di Indonesia dan pengolahan kayu menjadi gading.

3.3 Survei Lapangan

Survei dilakukan di daerah pantai Sendang Biru Kabupaten Malang, Jawa Timur. Pantai Sendang Biru merupakan sentra perikanan yang menyuplai hampir seluruh ikan di daerah

Kabupaten Malang. Sehingga banyak jenis-jenis kapal yang digunakan oleh nelayan untuk mencari ikan.

Sebelum melakukan survei, informasi kondisi lapangan harus diketahui seperti kapan kapal berlabuh, dimana kapal yang akan disurvei sudah ada didarat dengan kondisi kapal tegak lurus diatas tanah dengan tujuan mempermudah pengukuran dan mendapatkan hasil pengukuran yang optimal. Selain itu ketika melakukan survei dipastikan kondisi lapangan ada nelayan sebagai narasumber yang dapat memberi informasi tentang kapal yang di ukur.



Gambar 3. 1 Tempat Sandar Kapal Jukung

Tujuan survei ini untuk mencari kapal jukung yang akan diambil data *Wl* (*waterline*) sebagai data pembuatan *body plan*. Gambar 3.1 merupakan gambar tempat dimana pemilihan kapal jukung yang akan di ukur. Pemilihan kapal jukung yang akan diukur harus berada didarat dengan kondisi yang tegak lurus, antara kanan dan kiri karena pengukuran kapal pada posisi miring karena di khawatirkan hasilnya tidak valid.

Alat-alat yang perlu disiapkan adalah meteran, bandul, benang dan *waterpass*. Meteran digunakan dalam pengukuran panjang, lebar, tinggi serta mengukur jarak dari lambung menuju *midship* untuk setiap *waterline*. Untuk kegunaan benang adalah sebagai patokan atau garis dari *midship*. Untuk kegunaan bandul adalah sebagai pemberat agar tegak lurus. Untuk *waterpass* digunakan untuk mengetahui kapal yang di survei pada kondisi datar atau tidak.

Proses pengukuran dilakukan dengan cara membentangkan benang dari haluan sampai buritan dengan secara tegak lurus lalu diberi tanda dibagian ujung benang yang menempel di buritan dan benang yang menempel di haluan. Selanjutnya untuk mendapatkan ukuran panjang kapal dilakukan pengukuran dengan meteran antara titik yang diburitan dan titik yang dihaluan. Benang dari pengukuran panjang diikat diujung haluan dan ujung buritan sebagai garis tengah

kapal (*centerline*). Pengukuran tinggi kapal dilakukan dengan cara mengukur tinggi badan kapal dari tanah ke titik tertinggi pada tengah-tengah kapal (*midship*) menggunakan meteran. Untuk pengukuran lebar dilakukan dengan cara membentangkan meteran di bagian tengah kapal dari *portside* ke *starboard*.

Dari pengukuran sebelumnya didapatkan panjang kapal, lebar dan tinggi kapal. Untuk mengetahui bentuk lambung maka dilakukan pengukuran dengan cara membagi panjang total menjadi 20 bagian (*station*) dan diberi tanda masing-masing jarak antar tanda ini 50 cm. Pengukuran mulai dilakukan di bagian buritan (*station 0*) dengan menggantungkan benang yang sudah diberi 10 tanda yang masing-masing tanda ini memiliki jarak 7,5cm (*waterline*) dan diberi bandul pada ujungnya. Selanjutnya dari tanda yang ke-1 (*waterline*) diukur menggunakan meteran secara tegak lurus terhadap lambung dalam kapal lalu dicatat. Pengukuran yang ke-2 dilakukan dengan cara yang sama yaitu tanda ke-2 (*waterline*) diukur menggunakan meteran secara tegak lurus terhadap lambung dalam kapal lalu dicatat, selanjutnya dengan pengukuran ke-3 (*waterline*) sampai ke-10 (*waterline*). Setelah pengukuran di bagian buritan (*station 0*) selesai dilanjutkan untuk bagian depan buritan yaitu *station 1* diukur dengan cara yang sama sampai 20 *station*. Salah satu proses pengukuran kapal Jukung dapat dilihat pada Gambar 3.2.



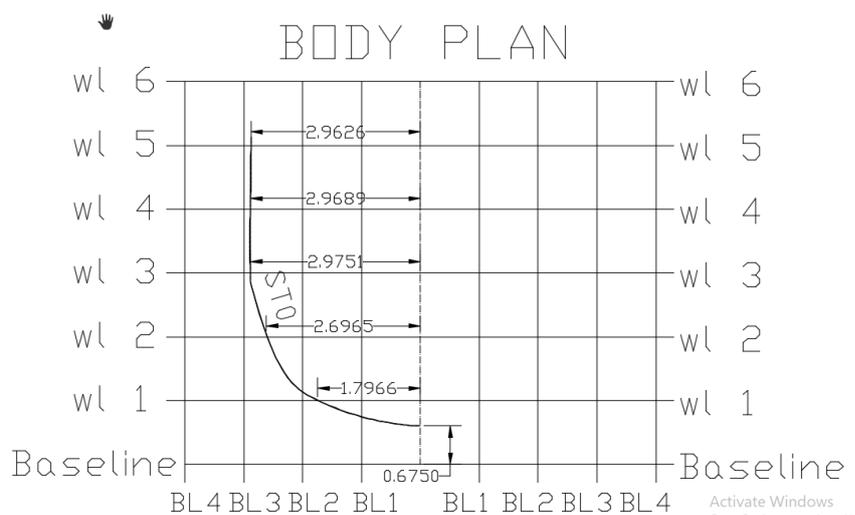
Gambar 3.2 Proses pengukuran kapal

3.4 Pembuatan *Lines Plan* Kapal Jukung

Pembuatan *linesplan* kapal Jukung dilakukan setelah melakukan survei ke lokasi dan melakukan pengukuran. Dari hasil survei di dapatkan ukuran panjang kapal, lebar kapal dan tinggi kapal serta tabel *offset* dari pengukuran jarak antara *waterline* dengan lambung kapal di

setiap stationnya. Untuk menggambar *lines plan* menggunakan *software autocad*, hal pertama yang dilakukan adalah membuat garis *horizontal* atau *waterline* dengan panjang garis adalah 110 cm dan dibagi 10 garis dengan berjarak 7,5 cm antar garis, pada jarak 7,5 cm garis diberi nomor dari yang paling bawah 0 selanjutnya 1 dan seterusnya. Lalu di bagian tengah garis *horizontal* tadi diberi garis secara vertikal (*centerline*) yang memotong 10 garis *horizontal*. Langkah selanjutnya nilai jarak yang di dapatkan dari hasil survei antara *waterline* dengan lambung kapal dimasukkan dengan cara membuat garis yang diawali dari garis *center line* ke bagian kiri garis sejajar dengan garis *waterline* 1 dilanjutkan dengan cara yang sama sampai *waterline* 10.

Setelah diberi tanda jarak antar setiap *waterline* dengan *centerline* maka dilakukan pembentukan *station* menggunakan garis *spiline* dengan cara menghubungkan setiap garis yang sudah ada tadi maka jadilah *station 1*. Untuk membuat *station* selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama sampai selesai dan jadilah *bodyplan* kapal Jukung. Setelah *bodyplan* kapal Jukung jadi, proses selanjutnya dilakukan proyeksi yang menghasilkan *half breadth* tampak bagian bawah kapal dan *sheer plan* tampak samping kapal. Contoh pembuatan *station 0* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Proses pembuatan *bodyplan*

3.5 Menghitung Ukuran Konstruksi Gading Berdasarkan BKI 2013

Pada tahap ini dilakukan perhitungan konstruksi gading berdasarkan standar dari Biro Klasifikasi Indonesia Volume VII untuk kapal kecil kurang dari 24 m Tahun 2013. Dengan melihat data tabel mengenai konstruksi gading yang telah ditentukan, maka didapatkan bentuk dan ukuran gading sesuai dengan BKI 2013. Tahap ini harus dilakukan karena pembuatan

gading yang akan menyesuaikan dengan cetakannya nanti harus sesuai dengan regulasi yang ada.

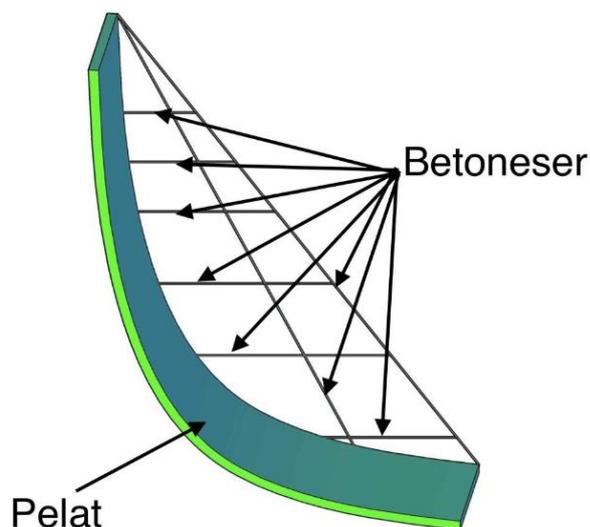
Salah satu contoh penerapan peraturan biro klasifikasi dalam pembuatan kapal kecil dalam penelitian ini adalah menggunakan peraturan dari Biro Klasifikasi Indonesia Volume VII untuk kapal kecil kurang dari 24 m Tahun 2013 yang mengatur pembangunan kapal kecil yang terbuat dari kayu, alumunium, atau *fiber composite*.

3.6 Pembuatan Cetakan Gading

Setelah didapatkan ukuran konstruksi gading dan *linesplan* sebagai acuan, maka dilakukan tahap perencanaan pembuatan cetakan gading bambu laminasi. Cetakan gading ini harus menyesuaikan ukuran asli sesuai dengan ukuran yang dirancang atau direncanakan. Karena hasil cetakan akan sangat mempengaruhi hasil pembuatan *prototype* gading laminasi bambu. Ketelitian dan kecermatan menjadi hal yang penting pada proses pengerjaan tahapan pembuatan cetakan gading bambu laminasi. Adapun proses pembuatan gading sebagai berikut:

3.6.1 Desain Cetakan Gading

Dalam membuat cetakan gading diperlukan desain atau rancangan agar dalam pembuatan gading sesuai dengan rencana yang diperkirakan dan dapat mengetahui kebutuhan apa saja yang di butuhkan dalam membuat cetakan gading. Desain cetakan gading untuk kapal Jukung dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Desain Cetakan Gading

Material yang akan digunakan adalah pelat baja dengan tebal 10 mm, lebar 100 mm dengan panjang asli pelat adalah 5,4 m dan betoneser dengan diameter 10 mm dengan panjang asli 12 m. Untuk memperjelas penempatan dari material-material yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Untuk membuat cetakan gading seperti pada desain yang sudah dibuat membutuhkan alat-alat yang akan digunakan antara lain:

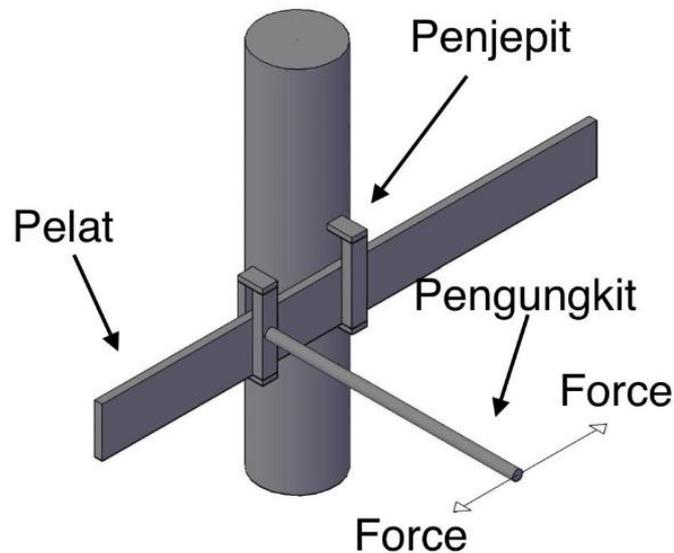
1. Gerinda potong
2. Gerinda batu
3. Mesin las SMAW
4. Alat bending pelat

3.6.2 Pembuatan *Mouldlofting*

Dalam pembuatan cetakan gading bambu laminasi yang pertama dilakukan yaitu tahap *mould lofting*. Tahap ini merupakan tahapan dimana desain cetakan gading yang ada diproduksi menjadi gambar berskala 1:1. Tahap ini dilakukan dengan cara mencetak *bodyplan* pada sebuah *banner* yang dapat mencakup ukuran 1:1.

3.6.3 Pembentukan Pelat Baja

Dalam pembentukan pelat baja menjadi cetakan gading perlu adanya pembendungan. Proses *bending* adalah proses pembengkokan atau penekukan pelat secara manual atau menggunakan mesin. Proses pembendungan yang digunakan adalah metode *cold bending* secara manual. Pelat yang akan ditebuk akan dimasukkan kedalam sebuah penjepit selanjutnya pada ujung pelat akan dibengkokan kearah kanan atau kiri tanpa adanya pemanasan pada material pelat. Proses penekukan pelat menggunakan metode *cold bending* ini dilakukan karena pelat yang digunakan memiliki ketebalan 10 mm. Sehingga untuk membentuk pelat menjadi cetakan gading tidak memerlukan mesin bending karena mampu dikerjakan secara manual menggunakan tenaga manusia cara pembentukkan pelat dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Proses pembendingan pelat

Untuk bagian pelat yang mempunyai tekukan yang tajam atau *extreme*, pelat harus diberi tanda lalu digerinda dengan menggunakan mesin gerinda potong dengan dalam setengah dari ketebalan material. Setelah itu pelat dimasukkan ke dalam penjepit kembali dan ditebuk pada bagian yang sudah digerinda. Setelah dirasa sudah sesuai maka pelat yang digerinda di las kembali.

Setelah itu pelat dilas dengan betoneser dibagian kedua ujungnya setelah dipastikan sudah menempel dilanjutkan dengan mengelas betoneser kembali tegak lurus dengan betoneser yang memanjang sebanyak beberapa titik tergantung pada panjang cetakan gading. Tujuan dari pemberian betoneser untuk menahan pelat berubah bentuk dikarenakan adanya tegangan sisa, benturan dan ketika pencetakan gading nantinya. Setelah itu proses selanjutnya adalah pengecatan. Pengecatan dilakukan setelah proses pengelasan betoneser selesai. Pengecatan ini dilakukan untuk melindungi cetakan gading dari korosi. Setelah pelat dilakukan pengecatan maka pelat dapat digunakan sebagai cetakan untuk pembuatan gading bambu laminasi.

3.7 Persiapan Material Bambu

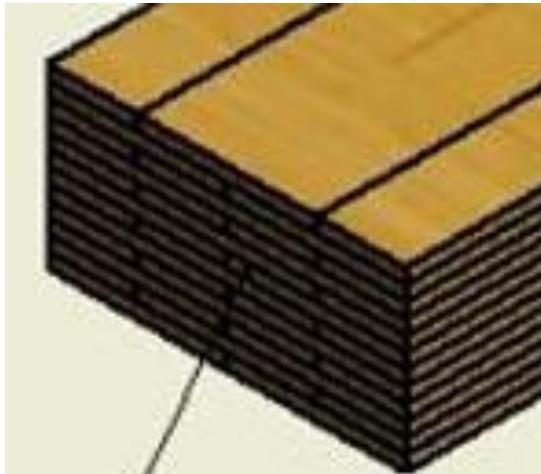
Proses yang pertama adalah mempersiapkan bambu ori dengan usai yang cukup sekitar 2-3 tahun agar lebih kuat dan tingkat elastisitasnya yang tinggi menyebabkan tidak mudah patah saat dilakukan proses penipisan dengan mesin *planner*. Dalam proses penipisan bambu menggunakan mesin *planner* dengan aturan untuk bagian kulit di bagian atas untuk meratakan

bagian yang memiliki ros atau ruas-ruas. Selain itu proses *planner* harus dilakukan dengan menggerus bagian bilah bambu sedikit demi sedikit, karena jika dipaksakan maka resikonya bambu akan pecah dan bisa juga menyebabkan kerusakan pada mesin *planner*. Kegiatan proses *planner* bambu setelah bagian kulitnya rata dan kulit bambunya sudah terkelupas selanjutnya bagian dalam di lakukan penipisan dengan mesin *planner* sesuai dengan tebal yang diinginkan.

Setelah bambu-bambu dikurangi ketebalannya dengan menggunakan mesin *planner* dengan ukuran tebal dan lebar bilah bambu sama, selanjutnya bambu dikeringkan sampai kadar air pada bambu mencapai 20% dikarenakan kadar air maksimal yang diizinkan pada material bambu menurut BKI 2013 adalah sebesar 20%. Kadar air dapat diketahui dengan menggunakan alat yang bernama *digital moisture*.

3.7.1 Proses Laminasi Gading Bambu Laminasi

Setelah kadar air di bawah 20% maka bambu siap untuk dilaminasi. Perekatan bambu dengan bambu lainnya menggunakan lem *epoxy* serta *hardener*. Lem ini sudah memiliki keunggulan karena memang digunakan dalam dunia maritim. Struktur tumpukan bambu yang digunakan adalah tumpuk bata agar bilah-bilah bambu mempunyai ikatan yang kuat antar lapisan karena tidak segaris dengan celah-celah bambu seperti gambar 3.6.



Gambar 3.6 Desain pengeleman bambu dengan metode tumpuk bata

Demi mendapatkan hasil yang maksimal dan agar prosesnya lebih ringan karena tidak harus menahan gaya elastis bambu saat mencetak dengan tekukan yang ekstrim. Maka proses pengeleman bambu dilakukan maksimal 4 lapis lalu diberi tekanan dengan klem F. Setelah dirasa sudah kering sekitar kurang lebih membutuhkan waktu 2 jam maka untuk lapisan berikutnya ditempelkan yang berjumlah 4 lapis begitu seterusnya sampai didapatkan tebal gading yang diinginkan.

3.7.2 Proses *Finishing* Gading Laminasi Bambu

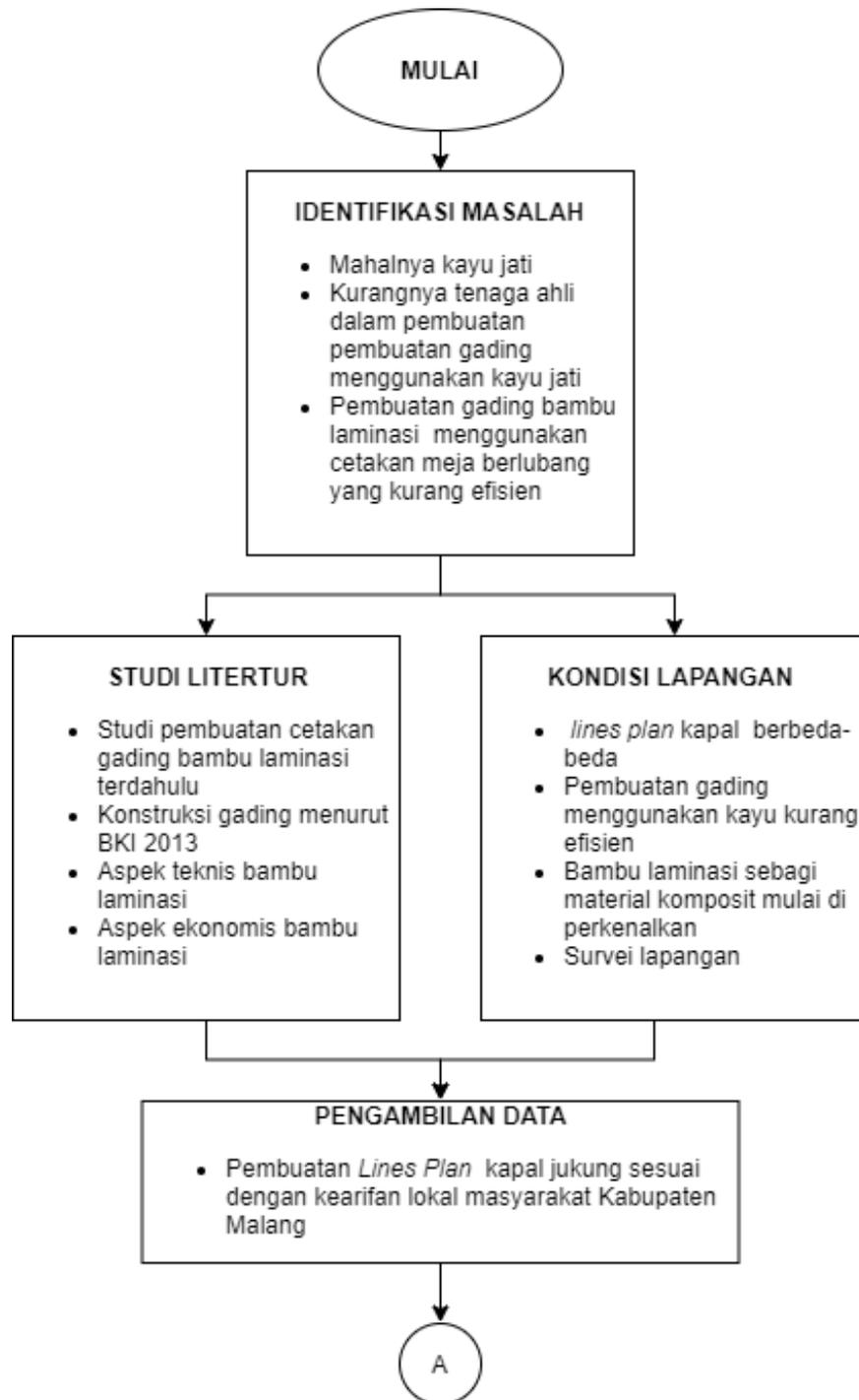
Setelah semua tahapan yang dilakukan selesai maka proses terakhir yang dilakukan adalah proses *finishing*. Dimana bambu-bambu yang disusun pada cetakan mempunyai panjang yang berlebih dan permukaan kasar di karenakan lem yang tercecer. Sehingga perlu diratakan agar terlihat rapi dan halus. Pada proses ini dibantu dengan menggunakan alat mesin *hand planner* untuk merapikan dibagian kanan dan kiri gading ataupun dengan menggunakan gerinda potong untuk memotong bilah-bilah bambu yang terlalu panjang. Sedangkan untuk bagian atas dan bawah gading menggunakan amplas.

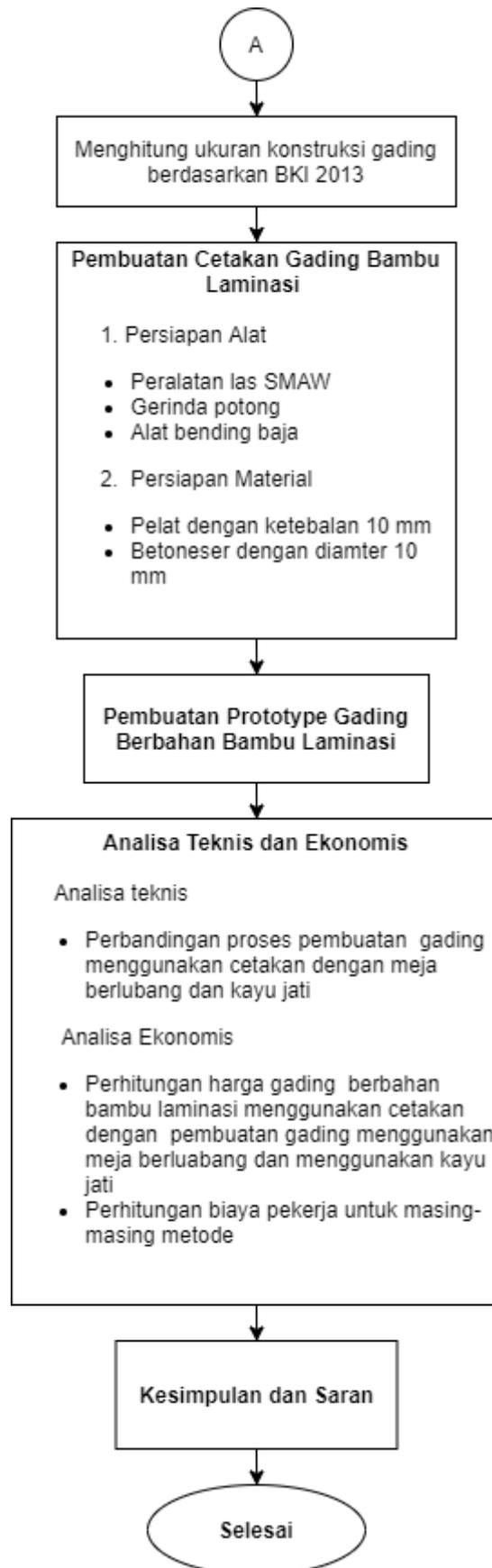
3.8 Analisis Teknis dan Ekonomis

Setelah proses pembuatan gading menggunakan cetakan , maka tahap selanjutnya adalah melakukan analisis perbandingan teknis dan ekonomis. Dalam analisis teknis meliputi tingkat kemudahan, tingkat keakuratan, alat-alat yang digunakan serta bagaimana proses produksi dari masing-masing metode. Metode-metode yang akan dibandingkan adalah metode pembuatan gading kapal jukung berbahan bambu laminasi menggunakan cetakan di bandingkan dengan metode pembuatan gading dengan meja berlubang dan pembuatan gading kapal jukung dengan menggunakan kayu jati.

Sedangkan dalam analisis ekonomis perbandingan dilakukan pada estimasi biaya pembuatan cetakan yang mencakup biaya material, biaya pekerja dan biaya konsumebel. Untuk perbandingan proses pembuatan cetakan adalah antara cetakan gading untuk pembuatan bambu laminasi dengan meja berlubang, di karenakan pembuatan gading dengan kayu jati tidak membutuhkan cetakan maka dari itu untuk kayu jati tidak dibandingkan pada tahap ini. Selain itu adalah biaya material, biaya material ini di bandingkan anantara alat pencetak gading, meja berlubang dan pembuatan gading menggunakan kayu jati. Setelah didapatkan biaya material selanjutnya adalah tahap perbandingan antara biaya pekerja dalam pembuatan gading menggunakan cetakan , meja berlubang dan pembuatan gading menggunakan kayu jati solid.

Metodologi penelitian merupakan cara ilmiah yang digunakan untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian. Metodologi juga merupakan analisis teoritis mengenai suatu cara atau metode. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini digunakan metode analisis dan perhitungan secara sistematis dengan tahapan seperti di bawah. Urutan pelaksanaan pemodelan yang akan dilakukan adalah mengikuti diagram alir sebagai berikut :





Gambar 3. 7 Metodologi Penelitian

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

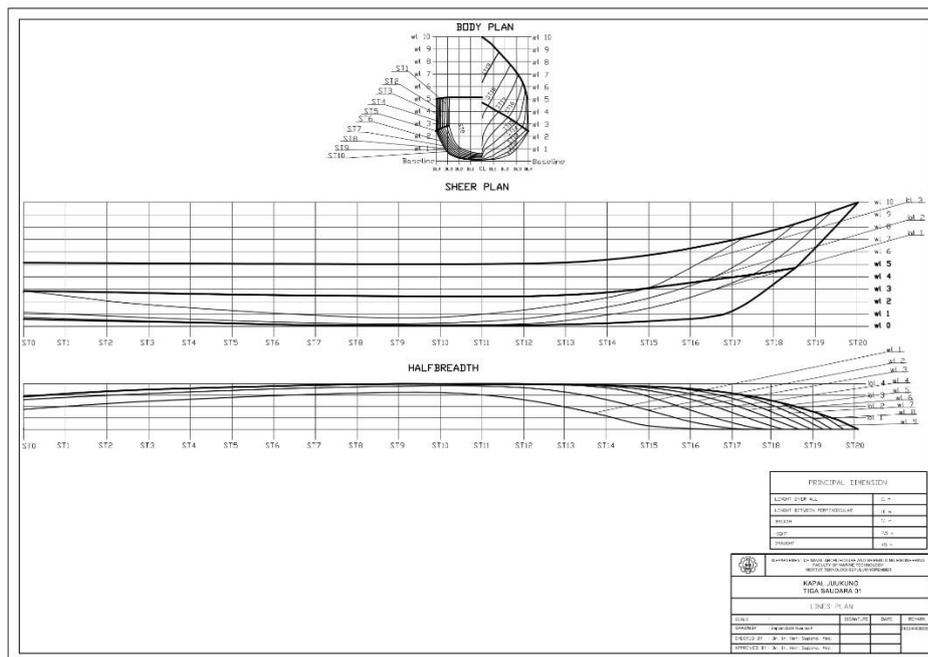
PERENCANAAN DAN PEMBUATAN CETAKAN GADING BERBAHAN BAMBU LAMINASI

4.1 Rencana Garis (*Linesplan*)

Salah satu tahap awal proses desain kapal yaitu melakukan proses desain rencana garis (*linesplan*). Untuk dapat mendesain rencana garis (*linesplan*) diperlukan data ukuran utama sebuah kapal yang akan didesain. Ukuran utama yang dibutuhkan yaitu panjang kapal, lebar kapal, dan tabel *offset*. Pada tahap untuk mendapatkan ukuran utama kapal pada penelitian ini yaitu didapatkan dari pengukuran langsung kapal pada lokasi panatai Sendang Biru, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

Desain rencana garis (*linesplan*) kapal memiliki tiga bagian utama, yaitu gambar *body plan*, *sheer plan*, dan *halfbreadth plan*. Untuk mendapatkan gambaran *body plan* dari kapal jukung, maka digunakan metode pengukuran bentuk kapal dengan alat ukur serta bandul sebagai acuan tegak lurus. Proses pengukuran dilakukan pada setiap jarak gading sebesar 0,5 m. Hasil dari pengukuran ini adalah gambar bentuk dari badan kapal yang kemudian digabungkan menjadi gambar *bod yplan* kapal. Proses ini kemudian disempurnakan dengan cara menggambar kapal dengan bantuan sebuah *software* AutoCad. Setelah didapatkan gambar *body plan* yang sempurna, kemudian dilakukan proyeksi menjadi dua gambar, yaitu gambar *sheerplan* dan *halfbreadth plan*.

Pada setiap daerah pasti memiliki kearifan lokal tersendiri pada setiap kapal. Hal ini yang membuat kapal pada tiap-tiap daerah Indonesia memiliki bentuk yang unik dan berbeda-beda. Bentuk kapal yang berbeda-beda tentu saja membuat rencana garis (*lines plan*) dari kapal juga berbeda-beda pula, hal ini dikarenakan bentuk rencana garis (*line splan*) kapal mewakili dari bentuk kapal tersebut. Ciri khusus dari bentuk kapal jukung ataupun desain rencana garis kapal ikan jukung memiliki bentuk yang ramping bentuk ramping. Bentuk yang ramping ini merupakan bentuk yang ideal untuk pelayaran di daerah pantai selatan dikarenakan dapat menerjang ombak dengan mudah. Bentuk-bentuk kapal yang ada di Indonesia memiliki fungsi, dan kepercayaan masing-masing untuk setiap daerah yang merupakan kearifan lokal masyarakat Indonesia. Gambar rencana garis (*lines plan*) kapal ikan jukung dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lines Plan Kapal Jukung

4.2 Perhitungan Ukuran Konstruksi

- Lunas Kapal**

Ukuran lunas dan linggi untuk kapal laminasi sudah ditentukan oleh peraturan BKI *up to 24m* tahun 2013 dengan mengacu pada **L** kapal. Ukuran yang diberikan pada BKI berupa ukuran tinggi dan luas permukaan dari lunas tersebut. Ukuran **L** dari kapal Jukung adalah 9.5 m. Ukuran tersebut tidak terdapat pada tabel yang diberikan oleh BKI, oleh karena itu untuk mencari ukuran lunas dan linggi kapal dilakukan metode interpolasi. Sehingga dengan metode interpolasi maka ukuran lunas dan linggi didapatkan sesuai dengan Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Ukuran Lunas Kapal Jukung

Tinggi/web keel (mm)	87.5 mm
Lebar/face keel (mm)	200 mm

- Kulit**

Untuk perhitungan tebal dari kulit dan sekat dapat dilakukan perhitungan dengan mengacu pada rumus BKI *up to 24m* tahun 2013. Pada rumus tersebut terdapat konstrain *sigma ultimate bending strength* dimana hal ini merupakan kekuatan uji tekuk dari material yang akan digunakan. Untuk mendapatkan nilai tersebut maka dibutuhkan dari hasil uji eksperimen dari material yang akan digunakan. Pada kapal Jukung ini digunakan material bambu ori laminasi, dimana untuk kekuatan uji tekuk dari bambu laminasi ini yaitu sebesar

84.12 MPa. Dengan adanya kekuatan tekuk dari material yang akan digunakan maka dapat diketahui tebal kulit dan sekat seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Tebal Kulit Kapal Jukung

Tebal kulit (t)	13.255 mm
Tebal kulit diambil (mm)	14 mm
Tebal sekat	13.25 mm
Tebal deck diambil (mm)	14 mm

- **Galar balok**

Mencari ukuran konstruksi galar kim/galar balok dapat dilakukan dengan metode yang sama seperti mencari ukuran konstruksi lunas dan linggi. Hal ini dikarenakan pada peraturan BKI telah diberikan tabel untuk ukuran konstruksi galar kim/galar balok. Ukuran konstruksi tersebut dipengaruhi oleh panjang **L** kapal. Apabila panjang **L** kapal yang dicari tidak tercantum pada tabel BKI, maka dapat dilakukan interpolasi untuk mencari ukuran dari galar kim/galar balok kapal. Adapun ukuran yang didapatkan untuk galar kim/galar balok kapal Jukung, disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Ukuran Galar Kapal Jukung

Galar	
Lebar (cm)	11.8 mm
Tinggi (cm)	4.00 mm

- **Gading Kapal**

Menentukan ukuran gading untuk kapal ikan dengan material bambu laminasi dapat mengikuti rumus yang tertera pada tabel 1.1 *hull loading* pada BKI volume VII tahun 2013. Berdasarkan analisis sebelumnya didapatkan ukuran utama kapal **Lcons** sebesar 9.5 m, B 1.1 m, H 0.75 m, jarak gading 0.5 m dan kecepatan dinas 10 knots, maka dapat dilakukan perhitungan ukuran konstruksi gading. Dengan mengikuti rumus yang ada, maka untuk mendapatkan modulus gading laminasi bambu diharuskan mendapatkan besaran PdSM atau beban pada *shell side*. Adapun perhitungan beban untuk *shell side* terdapat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Beban PdSM

Shell side		PdSM [kN/m ²]	PdSM [kN/m ²]
≥	0.4L (<i>fore</i>)	1.88 L + 1.76	19.62
<	0.4L (<i>aft</i>)	1.5 L + 1.41	15.66

Pada perhitungan beban *shell side* terdapat dua bagian kapal yang ditinjau yaitu $x < 0.4 L$ dan $x \geq 0.4 L$. Perhitungan beban *shell side* dipengaruhi oleh **Lcons** kapal. Pada kedua perhitungan beban tersebut, maka beban yang paling terberat akan digunakan pada perhitungan pencarian modulus gading, hal ini sesuai dengan Tabel 4.1 maka beban terberat berada pada daerah $x \geq 0.4 L$, dengan hasil PdSM sebesar 19.62 kN/m^2 .

Setelah didapatkan beban yang terjadi pada *shell side*, maka langkah selanjutnya untuk dapat mencari modulus gading yaitu dengan mencari besaran *correction factor* F_{vsf} . Pada rumus untuk mencari F_{vsf} dibutuhkan kecepatan dinas kapal dan **Lcons** dari kapal tersebut. Sehingga dengan adanya data kecepatan dinas dan **Lcons** maka didapatkan nilai dari F_{vsf} yaitu sebesar 0.934, Sehingga dengan adanya hasil perhitungan beban pada *shell side* dan *correction factor* F_{vsf} , maka modulus gading bambu laminasi dapat dihitung sesuai dengan rumus yang tertera pada tabel 1.1 *Section moduli of floors and transverse frames of motor, sailing crafts and motorsailers* ada pada BKI volume VII tahun 2013. Sehingga modulus gading bambu dapat dihitung seperti di bawah ini :

$$W_s = 2.18 \cdot e \cdot l^2 \cdot F_{VSF} \cdot P_{dSM} \cdot 10^{-3}$$

$$W_s = 2.18 \cdot 500 \cdot 0.567^2 \cdot 0.934 \cdot 19.62 \cdot 10^{-3}$$

$$W_s = 1090 \cdot 0.567^2 \cdot 0.934 \cdot 19.62 \cdot 10^{-3}$$

$$W_s = 6.421 \text{ kN/m}^2.$$

Pada peraturan BKI juga terdapat untuk perhitungan modulus minimal. Dimana yang dimaksud dengan modulus minimal ini adalah modulus yang menjadi batasan bawah dari modulus W_s . Adapun untuk mendapatkan modulus W_s minimal menurut peraturan BKI adalah sebagai berikut :

$$W_{s(min)} = 2.18 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot F_{VSF} \cdot P_{dSM} \cdot 10^{-3}$$

$$W_{s(min)} = 2.18 \cdot 500 \cdot 0.6^2 \cdot 0.934 \cdot 19.62 \cdot 10^{-3}$$

$$W_{s(min)} = 1090 \cdot 0.6^2 \cdot 1.02 \cdot 0.934 \cdot 10^{-3}$$

$$W_{s(min)} = 7.190 \text{ kN/m}^2.$$

Dari hasil perhitungan yang ada dimana modulus W_s memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan modulus W_{smin} . Sehingga modulus yang digunakan adalah modulus W_{smin} dengan nilai besaran 7.19 cm^3 . Akan tetapi untuk konstruksi bambu laminasi maka menurut

peraturan BKI modulus tersebut harus dikalikan dengan k_{10} . Besaran untuk k_{10} yang didapatkan adalah 0.91. Sehingga modulus minimal yang didapatkan yaitu sebesar 6.59 cm^3 .

Pada aturan penentuan konstruksi kapal, modulus yang diambil untuk menentukan ukuran konstruksi dapat melebihi modulus minimal dari perhitungan yang ada. Hal ini dikarenakan dengan mengambil nilai yang lebih besar dari modulus minimal, berarti ukuran konstruksi yang digunakan semakin besar dan kuat, dan hal ini sah-sah saja apabila diterapkan pada pengambilan modulus kapal. Akan tetapi perlu diingat bahwa semakin besar modulus yang diambil, maka semakin berat pula kapal yang akan dibangun, oleh karena itu dengan mempertimbangkan kedua hal tersebut maka modulus yang diambil untuk konstruksi gading kapal jukung ini sebesar 8.00 kN/m^2 . Setelah mendapatkan hasil besaran modulus, maka untuk mendapatkan besaran lebar (*face*) dan tinggi (*web*) dari sebuah gading dapat dilakukan dengan perhitungan dibawah ini :

$$W = \frac{I}{Z}$$

$$W = \frac{\frac{1}{12} \cdot \text{face} \cdot \text{web}^3}{\frac{1}{2} \cdot \text{web}}$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot \text{face} \cdot \text{web}^2$$

Dengan menggunakan rumus diatas sebagai acuan penentuan ukuran gading, Sehingga didapatkan besaran ukuran *face* **3 cm** dan *web* **4 cm**.

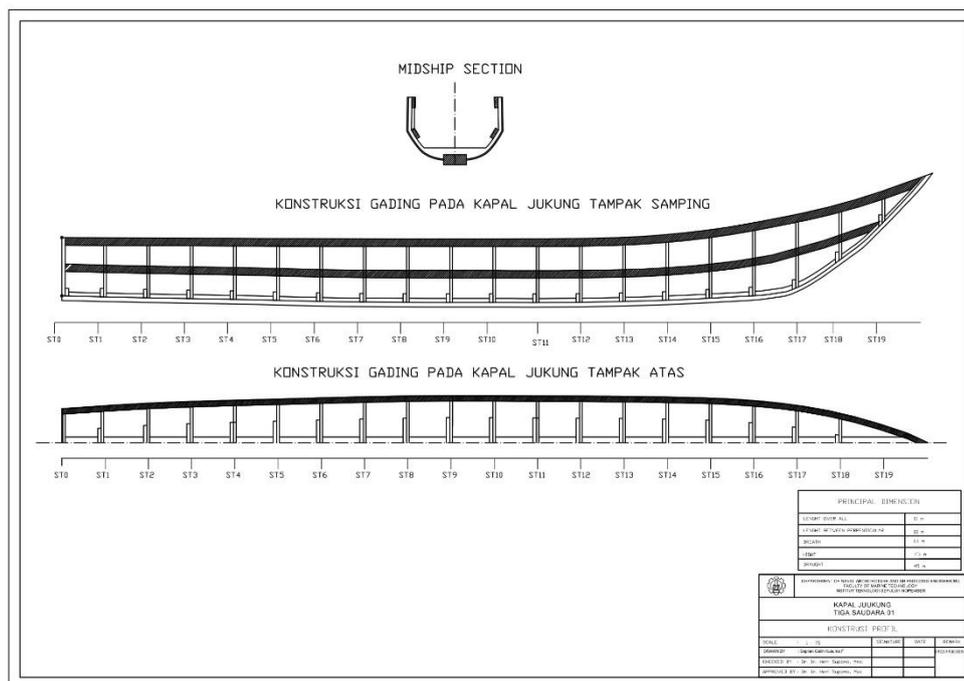
4.3 Construction Profile dan Midship Section

Gambar *construction profile* pada umumnya digunakan untuk menunjukkan bentuk dan ukuran konstruksi dari kapal yang akan dibangun. Untuk dapat membuat gambar *construction profile* maka dibutuhkan data berupa ukuran-ukuran konstruksi kapal yang telah dilakukan perhitungan. Dalam hal ini rekapitulasi dari ukuran konstruksi kapal jukung Kabupaten Malang dapat dilihat pada Tabel 4.5. Pada kali ini jenis konstruksi lambung yang digunakan merupakan jenis konstruksi melintang, hal ini dikarenakan kapal yang akan dibangun merupakan kapal dengan ukuran panjang dibawah 24 m. Sehingga menurut peraturan BKI, maka konstruksi yang dianjurkan yaitu menggunakan konstruksi melintang.

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Ukuran Konstruksi Kapal Jukung

KONSTRUKSI	Face (mm)	Web (mm)
Lunas	200	87.5
Gading	30	40
Galar Kim	118.8	40
Wrang	38.7	
Tebal Kulit	14	

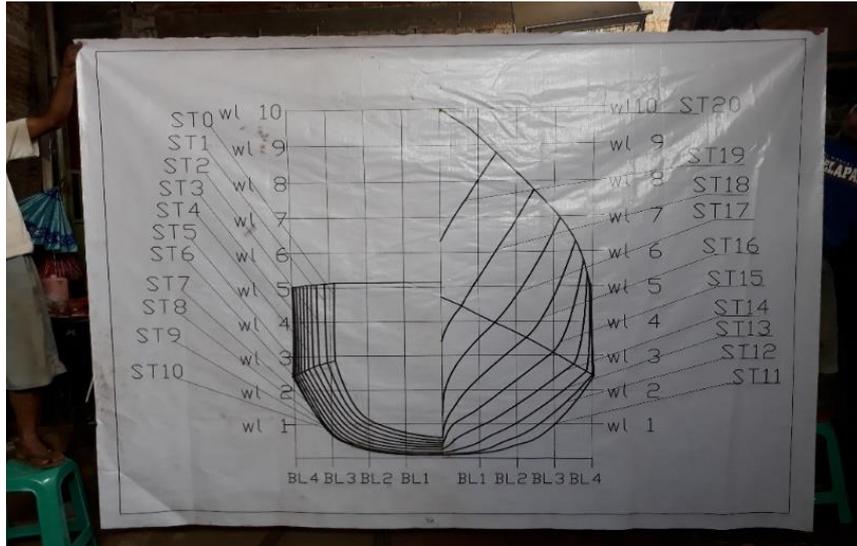
Hasil rekapitulasi ukuran konstruksi kapal dimana yang dimaksud Tabel 4.5 merupakan suatu acuan untuk menggambar konstruksi kapal yang akan dibangun. Pada desain *construction profile* akan dilakukan penggambaran berupa *construction profile* dan *midship section*. *Midship section* ini menggambarkan bagian-bagian konstruksi yang terpasang pada bagian lambung kapal seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Konstruksi dan penampang melintang kapal Jukung

4.4 Pembuatan Cetakan Gading

Dalam pembuatan cetakan gading menggunakan pelat memiliki berbagai tahap dimana pelat ini di olah sampai menjadi cetakan gading berikut merupakan tahap-tahap pengolahan pelat untuk di jadikan cetakan gading.



Gambar 4.3 Mouldloft

Yang pertama adalah pencetakana *mouldloft* sesuai dengan bentuk gading. *Mouldloft* ini merupakan gambar dari *body plan* yang dicetak sesuai ukuran asli (skala 1:1) pada banner. Nantinya *mouldloft* ini digunakan sebagai acuan pembentukan pelat sesuai dengan nomor gading masih-masing seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.4 Pemotongan Pelat

Setelah didapatkan panjang *halfgrith*, atau panjang dari *bodyplan*, selanjutnya pelat diukur menggunakan meteran sesuai dengan panjang *halfgrith* yang dipilih. Setelah itu pelat diberi tanda bagian yang akan dipotong. Untuk mempermudah identifikasi, pelat juga diberi tanda sesuai dengan nomor gadingnya. Selanjutnya pelat dipotong menggunakan gerinda potong seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.5 *Marking Pelat*

Setelah pemotongan selesai dilakukan, material yang sudah dipotong lalu diukur dan dicocokkan kembali sesuai gambar *bodyplan* pada banner untuk menghindari kesalahan dalam proses pembendingan. Proses pencocokan ini bertujuan untuk menandai bagian yang akan dibending, seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.6 Proses penekukan pelat

Setelah diberi tanda, pelat dilakukan proses penekukan pelat dengan cara dimasukkan ke dalam lubang penjepit lalu pelat dimasuki alat penekuk. Alat penekuk ini memiliki tuas yang dapat ditekek dengan cara menarik atau mendorong tuas menggunakan tenaga manusia. Penggunaan tuas ini untuk mengurangi beban penekukan agar lebih ringan dan sesuai dengan bagian yang direncanakan akan ditekek. Proses penekukan pelat dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.7 Pengecakan Pelat

Untuk bagian pelat yang mempunyai tekukan yang tajam atau *extreme* pelat harus diberi tanda lalu digerinda dengan gerinda potong dengan kedalaman setengah dari ketebalan material, setelah itu pelat dimasukkan ke dalam alat pembending kembali dan diteuk pada bagian yang sudah digerinda. Pelat yang sudah diteuk sesuai tanda lalu dicek kembali pada gambar *body plan* pada banner jika dirasa pelat kurang menekuk atau terlalu menekuk, pelat kembali dimasukkan pada alat penekuk dan diteuk kembali dengan tuas seperti pada proses sebelumnya sampai benar-benar sama persis dengan *body plan*. Proses pengecekan dapat dilihat pada Gambar 4.7. Setelah pelat dipastikan sudah sama dengan bentuk *body plan* maka pelat yang sebelumnya digerinda dengan setengah tebal pelat selanjutnya dilas kembali untuk menutupi bekas gerinda dan untuk memperkuat cetakan.



Gambar 4.8 Proses Pengelasan Betoneser

Setelah itu pelat dilas dengan betoneser dibagian kedua ujungnya setelah dipastikan sudah menempel dilanjutkan dengan mengelas betoneser kembali dengan tegak lurus dengan betoneser yang memanjang sebanyak beberapa titik pada pelat sesuai dengan bentuk pelat yang sudah terbentuk. Tujuan dari pemberian betoneser untuk menahan pelat berubah bentuk dikarenakan adanya tegangan sisa, benturan dan ketika pencetakan gading nantinya seperti Gambar 4.8

Setelah semua cetakan gading sudah selesai dibuat maka proses selanjutnya adalah pengecatan. Proses pengecatan ini diawali dengan membersihkan cetakan gading dari kotoran, minyak dan *slug* bekas pengelasan. Setelah cetakan gading dipastikan bersih maka proses selanjutnya adalah pengecatan dasar proses ini bertujuan agar cat dapat melindungi cetakan gading dari korosi lalu di lakukan pengecatan warna untuk memperindah cetakan gading.

4.5 Proses Pembuatan Gading Bambu Laminasi

Proses yang pertama adalah mempersiapkan bambu ori dengan usia yang cukup sekitar 2-3 tahun agar lebih kuat dan tingkat elastisitasnya yang tinggi menyebabkan tidak mudah patah. Setelah didapatkan bambu yang sesuai selanjutnya proses penipisan bambu menggunakan mesin *planner*. Selain itu proses penipisan menggunakan mesin *planner* harus dilakukan dengan menggerus bagian bilah bambu sedikit demi sedikit, karena jika dipaksakan maka resikonya bambu akan pecah dan bisa juga menyebabkan kerusakan pada mesin *planner*. Setelah bagian luar bambu sudah rata selanjutnya bagian dalam, di lakukan penipisan menggunakan mesin *planner* sampai lapisan putih bagian dalam bambu hilang. Proses mengurangi ketebalan bambu dengan mesin *planner* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Proses Penipisan Bambu

Setelah dilakukan pengurangan ketebalan dengan mesin *planner*. Maka diperoleh perataan bambu bagian luar dan dalam. Akan tetapi untuk bagian samping kanan dan kiri bambu memiliki ketebalan yang berbeda dan beberapa bambu kurang lurus sehingga perlu dilakukan perataan dengan menggunakan *handplanner*. Saat dilakukan proses perataan bilah bambu harus diperhatikan bentuknya benar-benar lurus agar sewaktu penyusunan nantinya lebih mudah proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Proses Perataan Bagian Kanan dan Kiri Bilah Bambu

Setelah bilah diratakan pada bagian sisinya dengan menggunakan mesin *handplanner* dengan ukuran tebal dan lebar bilah bambu sama, selanjutnya bambu dikeringkan sampai kadar air pada bambu kurang dari 20%. Sesuai dengan kadar air yang di izinkan pada material menurut BKI 2013. Kadar air dapat diketahui dengan menggunakan alat yang bernama *digital moisture..*



Gambar 4.11 Lem Epoxy

Pada Gambar 4.11 adalah Lem *epoxy* terdiri dari resin dan *hardener*, untuk penggunaannya perlu dilakukan pencampuran dengan perbandingan 1:1 lalu ditambahkan *thiner* untuk mempermudah proses pencampuran. Setelah didapatkan hasil pencampuran yang tepat, lem dapat digunakan untuk merekatkan bambu yang akan dilaminasi.

Pada tahap selanjutnya, merupakan tahapan untuk laminasi gading. Setelah bilah bambu disiapkan dan dipilih ukuran serta kelurusannya, bambu diletakkan pada cetakan gading, setelah itu lem hasil dari pencampuran resin dan *hardener* dioleskan pada permukaan bambu bagian atas kemudian dilanjutkan dengan penempelan bambu untuk lapisan kedua dan dioleskan lem kembali sampai lapisan bambu yang ketiga. Proses laminasi ini dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Proses Laminasi Gading Bambu

Penggunaan koran bertujuan sebagai alas cetakan bambu agar sewaktu lem yang dioleskan tidak mengenai secara langsung ke bagian cetakan gading dan tidak sulit untuk dilepaskan, jika gading dapat dilepaskan bisa jadi merusak cat dari cetakan gading tersebut. Setelah bambu ditumpuk menjadi 4 lapisan, dengan ketebalan masing-masing 5 mm. Lapisan-lapisan tersebut kemudian ditahan dengan klem F seperti gambar 4.13. Penahanan dengan klem F bertujuan agar bilah bambu sama dengan cetakan gading dan tidak berubah bentuk sebelum lem mengering. Pengeringan lem membutuhkan waktu minimal 2 jam agar dapat dilakukan penambahan pada lapisan berikutnya.



Gambar 4.13 Proses Pengempaan Menggunakan Klem F

Pada saat gading sudah kering sekitar 2 jam setelah dilakukanya laminasi dan ketebalannya sudah cukup, klem F dilepas dan gading dilepas dari cetaknya, dilanjutkan dengan proses *finishing* yaitu pemotongan sisa-sisa bilah bambu yang tidak rata serta pembersihan dari sisa-sisa lem yang ada pada gading.

Setelah semua tahapan yang dilakukan selesai, maka proses terakhir yang dilakukan adalah proses *finishing*. Di mana sebagian bambu-bambu yang disusun pada cetakan gading sebagian mempunyai panjang yang berlebih dan permukaan kasar di karenakan lem yang tercecer. Untuk itu butuh diratakan agar terlihat rapi dan halus. Pada proses ini dibantu dengan menggunakan alat mesin *hand planner* untuk merapikan dan mengurangi ketebalan dibagian kanan dan kiri gading ataupun dengan menggunakan gerinda potong untuk memotong bilah-bilah bambu yang terlalu panjang. Sedangkan untuk bagian atas dan bawah gading dirapikan menggunakan amplas. Pada saat menggunakan amplas harus senantiasa dicek kembali ukuran gadingnya karena dikhawatirkan jika tidak dicek tanpa sadar ukurannya berkurang dari yang diinginkan. Untuk hasil dari cetakan gading dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Gading yang Selesai *Finishing*

4.6 Pengecekan Tingkat Kepresisian Gading

Dalam pembuatan konstruksi kapal salah satu hal terpenting adalah kepresisian. Kepresisian yang dimaksud adalah bentuk gading, gading yang telah dibuat harus memiliki bentuk yang sama dengan desain yang dibuat agar bila gading digunakan sebagai konstruksi kapal gading langsung dapat digunakan tanpa ada proses pemotongan atau pembentukan kembali. Maka dari itu perlu dilakukannya pengecekan kembali hasil dari gading yang telah dibuat dengan *bodyplan* seperti pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Proses Pengecekan Bentuk Gading

Pada pengecekan bentuk gading berbahan bambu laminasi ini gading ST 0 ditempatkan diatas *banner* bergambar *bodyplan* dengan ukuran 1:1 dengan kapal. Pada Gambar 4.11 dapat diketahui bahwa gading nomer ST 0 memiliki bentuk yang sama dengan bentuk *body plan*. Hal ini dapat di ketahui dikarenakan bentuk terluar gading berhimpit dengan garis ST 0 pada *body plan*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembuatan gading berbahan bambu laminasi menggunakan cetakan memiliki tingkat presisi yang tinggi.

4.7 Proses Assembly Gading

Gading dalam kapal memiliki bentuk yang simetris antara bagian kiri dan kanan sehingga gading kapal sebenarnya terbagi 2 antara sebelah kiri dan kanan. Dalam pembuatan gading menggunakan bambu laminasi ini, perlu di ketahui bagaimana proses *assembly* antara gading sebelah kanan dan kiri untuk menunjang pembangunan kapal jukung nantinya.

Dalam proses *assembly* antara gading bagian kanan dan kiri ini menggunakan penyambungan dengan menggunakan wrang yang di lem dan diperkuat dengan baut. Proses pertama adalah pembuatan wrang dari bambu laminasi. Pembuatan wrang menggunakan

bambu laminasi ini memiliki proses yang hampir sama seperti proses pembuatan gading. Dimana bambu ditipiskan dengan mesin *planner* dan diratakan sebelah kanan dan kirinya. Setelah bilah-bilah bambu sudah siap maka dilakukannya proses lamiansi ini dengan cara penyusunan tumpuk bata. Bilah-bilah bambu dibentuk papan lalu diberi lem pada bagian atasnya lalu di tumpuk kembali dengan bilah bambu. Proses yang sama diulangi sampai bambu laminasi memiliki ketebalan 4 cm dan untuk panjang bilah yang dilaminasi adalah 40 cm. Setelah proses laminasi selesai selanjutnya papan bilah bambu ditekan dengan menggunakan klem F dan ditunggu sampai kering setelah papan kering selanjutnya adalah papan bambu laminasi di *finishing*.

Proses selanjutnya adalah pengeboran dimana gading dan wrang dibor menggunakan bor kayu berdiamter 12 mm. Pengeboran ini bertujuan untuk membuat lubang yang nantinya akan di masukkan baut. Hal pertama yang dilakukan sebelum pengeboran adalah dengan menandai gading yang akan dibor. Setelah penandaan selesai selanjutnya adalah proses pengeboran dengan menggunakan mesin bor sesuai dengan tanda yang dibuat. Setelah semua gading sudah dibor. Selanjutnya menandai bagian yang akan dibor pada bagian wrang. Penandaan ini harus lurus dengan lubang yang telah dibuat pada gading. Setelah didapatkan tanda diwarang proses selanjutnya adalah pengeboran. Proses pengeboran gading dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Proses Pengeboran Gading

Setelah gading dan wrang dilubangi proses selanjutnya adalah penyambungan antar kedua gading dan wrang. Proses ini diawali dengan memberikan lem pada bagian gading yang

akan dilekatkan pada wrang. Selanjutnya gading ditempelkan harus sesuai dengan lubang baut antara wrang dan gading, tidak boleh saling menutupi. Setelah di tempelkan proses selanjutnya adalah pembautan dengan menggunakan baut berukuran 12 cm dan panjang 10 cm pemasangan baut di kencangkan menggunakan kunci pas . Pembautan ini bertujuan menambah kekuatan antar sambungan dan membantu merekatkan lem antara gading dan warang. Untuk mengetahui bentuk gading yang telah dilakukan proses *assembly* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Gading yang *Diassembly*

BAB 4 ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS

5.1. Analisis Desain Kapal Jukung

Ukuran utama dari kapal Jukung ini memiliki spesifikasi dengan panjang (LOA) 10 m, panjang (LPP) 9 m, (B) *moulded* atau lebar kapal yaitu 1.1 m, dan tinggi kapal (H) 0,75 m. Dari data diatas dapat dianalisis bahwa bentuk kapal yang ramping panjang dan memiliki kecepatan tinggi dapat difungsikan sebagai kapal pemecah ombak. Dengan bentuk yang ramping kapal Jukung tidak membutuhkan tenaga yang besar dikarenakan kecilnya gaya gesek air yang berbenturan dengan kapal. Hal ini dapat diketahui dengan perbandingan nilai L/B sebesar 9,09. Dari tabel 5.1 untuk masalah kekuatan memanjang kapal dapat diketahui kurang baik, karena perbandingan L/H sendiri sebesar 13,34 sedangkan sesuai aturan BKI L/H yang dianjurkan adalah 14. Sedangkan untuk masalah stabilitas, kapal Jukung juga kurang baik dikarenakan nilai dari T/B hanya sebesar 0,39 akan tetapi sudah disiasati dengan penambahan cadik pada kedua sisi kapal Jukung untuk menambah stabilitas kapal. Ukuran utama dan nilai perbandingan dari kapal Jukung dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. *Main Dimension* Kapal Jukung

<i>Main Dimension</i> Kapal Ikan Jukung		
Panjang (LOA)	10	m
Panjang (LPP)	9,5	m
B mld	1,1	m
H	0,75	m
T	0,43	m
Cb	0,577	
GT	0,96	
Perbandingan Ukuran Utama Kapal Ikan Jukung		
L/B	9,09	
B/H	1,46	
T/B	0,39	
L/H	13,34	
T/H	0,57	

5.2 Analisis Perbedaan Teknis Gading Berbahan Bambu Laminasi dan Berbahan Kayu Jati

Perbandingan konstruksi gading kapal berbahan kayu dengan berbahan bambu laminasi dengan ukuran utama kapal yang sama, menghasilkan perbedaan ukuran konstruksi dikarenakan adanya faktor *ultimate*. Dalam hal ini *ultimate stress* dari bambu laminasi memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *ultimate stress* dari kayu jati. Oleh karena itu pada penerapannya modulus gading dari bambu laminasi akan lebih kecil daripada modulus gading dari kayu Jati. Adapun perbandingan ukuran konstruksi beserta modulus antara gading berbahan bambu laminasi dengan gading berbahan kayu jati diperlihatkan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Perbandingan Modulus dan Ukuran Konstruksi Gading

Kapal Ikan	Bambu laminasi	Kayu Jati
Modulus (cm ³)	8,0	14,0
Face (mm)	30	41,5
Web (mm)	40	45
Ultimate Bending(Mpa)	84,12	45
Ultimate Stress (Mpa)	165,7	78

Berdasarkan Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa modulus gading untuk bambu laminasi sebesar 8 cm³ sedangkan kebutuhan modulus untuk gading berbahan kayu jati sebesar 14 cm³. Dengan adanya perbedaan modulus tersebut dapat disimpulkan bahwa ukuran modulus gading berbahan bambu laminasi memiliki nilai lebih kecil hingga 43% dibandingkan dengan modulus kayu Jati. Tentu saja dalam hal ini ukuran dari gading bambu laminasi pasti lebih kecil dibandingkan gading kayu Jati, yaitu apabila ukuran *face* dan *web* dari gading bambu laminasi adalah 3 cm dan 4 cm, sedangkan untuk kayu Jati memiliki ukuran 4,15 cm dan 4,5 cm.

5.2.1 Perbandingan Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara *Series*, Meja Cetakan dan Gading Kayu Jati

Pada penelitian yang sebelumnya telah dilakukan Irfan Murtadlo dengan judul Rancangan Bangunan Peralatan untuk Membuat Gading Kapal Berbahan Laminasi Bambu yang diterbitkan pada tahun 2013 menjelaskan tentang pembuatan gading berbahan bambu laminasi menggunakan meja cetakan. Tahap awal dari proses ini adalah proses pengurangan ketebalan bilah bambu menggunakan mesin *planer*. Selanjutnya untuk bagian kiri dan kanan bilah bambu diratakan dengan menggunakan *hand planner*. Setelah didapatkan ketebalan bilah bambu yang seragam selanjutnya adalah proses laminasi bambu.

Dalam pembuatan gading bambu laminasi ini menggunakan pelat yang berfungsi sebagai matras (meja). Yang mana meja diletakkan diatas permukaan yang datar, dengan ujung-

ujung pelat diberi dudukan setinggi 5 cm. Ini dimaksudkan agar pada saat *studdbold* dipasang dapat dikunci dari bawah dengan *nut*. Setelah itu dipasang ragam sesuai dengan lubang yang diinginkan seperti *linesplan* yang telah direncanakan. Setelah posisi dari meja cetakan sudah siap selanjutnya adalah proses pembuatan gading berbahan bambu laminasi.

Dalam pembuatan gading berbahan bambu laminasi ini menggunakan metode tumpuk bata tetapi ke arah menyamping. Setelah posisi setiap bilah bambu ditetapkan, maka dilakukan pengeleman dengan urutannya. Pada awal pembentukan gading ini dibentuk 3 layer dan dilaminasi terhadap layer berikutnya menunggu lem kering dengan lama ± 6 jam kemudian dilaminasi terhadap *layer* berikutnya hingga mendapat ketebalan yang diinginkan. Setelah proses pengeleman selesai tahap selanjutnya adalah *finishing* yang mana pembersihan gading berbahan bambu laminasi dari sisa-sisa lem serta merapikan bilah-bilah bambu yang *overlap*.

Sedangkan dalam pembuatan gading menggunakan kayu jati solid dilakukan survei dan wawancara lapangan kepada perajin kapal. Survei dilakukan di daerah Wonorejo kepada pembuat pembuat kapal, dan ketua perkumpulan nelayan Rukun Makmur Wonorejo yang bernama bapak Mulyo Yusuf. Berdasarkan survei yang dilakukan diketahui bahwa bentuk kayu yang digunakan untuk membuat gading-gading tersebut dipilih sesuai dengan bentuk lambung kapal. Bentuk melengkungan pada kayu ini terjadi secara alami sehingga perajin kayu tidak memerlukan pelakuan khusus.

Proses pembuatan gading kapal diawali dengan penggambaran bentuk lambung melengkung pada kayu yang mana kayu sudah dipotong rata. Kayu yang sudah digambar sesuai bentuk gading dipotong menggunakan gergaji. Setelah kayu jati sudah membentuk gading selanjutnya di cocokan pada lambung kapal apabila masih terlihat rongga antara gading dan kulit gading dikembali dibentuk sampai persis dnegan bentuk lambung. Apabila gading tidak memungkinkan dilakukan pembentukan lagi dikarena ukuran gading sudah cukup maka untuk sela-sela rongga gading dengan gading di sisipkan kayu lalu dipotong sama rata dengan gading.

Dari hasil survei yang didapat dalam proses pembuatan kapal kayu dengan panjang 8 m tinggi 7.5 m dan lebar 1 m, beliau membutuhkan 16 pasang gading. Dalam pembuatan gading satu pasang gading berukuran *web* 4 cm dan *face* 4 cm. Kayu jati yang dibutuhkan dengan untuk membuat 4 gading dengan ukuran tersebut berdiameter 13 cm, panjang 100 cm. Waktu yang diperlukan Pak Mulyono beserta reknannya untuk menyelesaikan 16 gading adalah 7 hari.



Gambar 5.1 Dokumentasi Wawancara dengan Ketua Perkumpulan Nelayan Wonorejo

kesimpulan yang didapatkan dalam pembuatan gading berbahan bambu laminasi menggunakan meja cetakan membutuhkan waktu yang lama serta dalam mempersiapkan cetakan dan penyetelan *studbolt* memerlukan keahlian khusus agar sesuai dengan bentuk gading yang akan dibuat. Sedangkan dalam pembuatan gading menggunakan kayu jati ini untuk tingkat keakurasianya tergantung dari kayu yang dipilih dan keahlian dari perajin kapal tersebut. Untuk pembuatan gading menggunakan alat cetak ini tidak harus memiliki keahlian khusus sedangkan waktu pembuatan cenderung lebih cepat dan untuk tingkat keakurasianya yang baik dibandingkan meja cetakan dan kayu jati.

Dari penjelasan tahapan pembuatan dan perbandingan gading laminasi bambu yang dibuat dengan menggunakan cetakan, meja dan kayu Jati dapat dilihat dari berbagai sisi. Dimulai dari sisi investasi alat yang diperlukan, proses produksi gading, dan kebutuhan SDM akan terdapat perbedaan di dalamnya. Perbandingan pembuatan gading secara *series* dan kayu Jati dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Analisis Teknis Pembuatan Gading dengan Cetakan, Meja dan Kayu Jati

	Cetakan	Meja	Kayu Jati
Investasi Alat	- Mesin planner	- Mesin planner	- Gergaji mesin
	- <i>Digital moisture</i>	- <i>Digital moisture</i>	- Plener tangan
	- Klem F	- Klem F	- Grinda ampalas
	- Cetakan gading	- Cetakan gading	
		- Ragum kombinasi Pelat (<i>studbolt</i> dan <i>nut</i>)	

Tabel 5.3 Analisis Teknis Pembuatan Gading dengan Cetakan, Meja dan Kayu Jati

	Cetakan	Meja	Kayu Jati
Proses produksi	- Persiapan	- Persiapan	- Persiapan
	- Material	- Material	- Material
	- Cetakan gading <i>series</i>	- Meja berlubang	- Memotong kayu
	Tidak membutuhkan <i>setting</i>	- <i>Setting</i> meja berlubang	- Penghalusan permukaan yang dipotong
		- Pemasangan tatakan bawah	
		- Pemasangan ragum	
	- Laminasi	- Laminasi	
	- Penumpukan bambu secara bata	- Penumpukan bambu secara bata	
	- Pengepressan	- Pengepressan	
	- <i>Finishing</i>	- <i>Finishing</i>	
- Penghalusan	- Penghalusan		
Durasi Produksi	4 Jam/gading	12 Jam/gading	3,5 Jam/gading
SDM	Tidak membutuhkan orang dengan keahlian dalam membuat gading	Mebutuhkan orang dengan keahlian dalam membuat gading	Mebutuhkan orang dengan keahlian dalam membuat gading

Berdasarkan Tabel 5.3 apabila ditinjau dari segi investasi alat dalam pembuatan gading berbahan bambu laminasi menggunakan cetakan dan meja hampir sama, namun yang membedakan adalah alat ragum kombinasi pelat. Sedangkan perbedaan alat yang digunakan dalam pembuatan gading menggunakan cetakan dan meja dengan kayu jati sangat beragam. Pertama adalah mesin *planner* dimana mesin ini dapat mempermudah mengolah bilah bambu yang akan digunakan, menjadi pipih dan memiliki ketebalan yang sama. Selanjutnya adalah *digital moisture*, alat ini adalah alat yang digunakan dalam pengecekan kadar air yang terkandung dalam bilah-bilah bambu. Dalam peraturan BKI untuk pembuatan konstruksi laminasi, kadar air yang terkandung dalam material harus kurang dari 20%. Untuk menghasilkan gading berbahan bambu laminasi yang mempunyai tingkat presisi yang tinggi serta menghindari celah pada gading dibutuhkan klem F. Klem F digunakan untuk memberi tekanan pada bilah-bilah bambu yang telah dilaminasi untuk menghindari perubahan bentuk sampai lem yang digunakan mengering. Selanjutnya adalah cetakan gading dimana cetakan ini digunakan untuk mencetak gading berbahan bambu laminasi.

Selain itu apabila ditinjau dari segi kebutuhan SDM, maka pembuatan bambu laminasi secara *series* tidak membutuhkan orang dengan keahlian khusus. Hal ini dikarenakan cetakan gading tersebut langsung dapat digunakan tanpa diperlukan *setting* terlebih dahulu. Sedangkan

untuk pembuatan bambu laminasi secara *non series* membutuhkan orang dengan keahlian khusus. Hal ini dikarenakan pada saat penggunaan meja berlubang, masih diperlukan *setting* meja tersebut agar sesuai dengan bentuk gading kapal. Sedangkan untuk pembuatan gading kayu Jati membutuhkan orang dengan keahlian khusus. Hal ini dikarenakan pada saat pembentukan gading diperlukan orang yang bisa menggunakan alat potong kayu dengan baik agar menghasilkan hasil yang presisi dan rata.

5.2.2 Perbandingan Kemudahan Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara *Series* dengan Kayu Jati

Dalam pembuatan gading menggunakan cetakan dan meja dibandingkan dengan kayu jati hal pertama adalah ketersediaan dalam mendapatkan material. Material pembuatan gading berbahan bambu laminasi sangatlah mudah didapatkan karena bambu lebih cepat tumbuh sehingga hampir di seluruh pelosok Indonesia terdapat tanaman bambu, membuat harga bambu lebih murah. Berbeda dengan kayu jati yang mana kayu jati sangatlah langka dikarenakan pertumbuhannya yang lambat selain itu banyak produk industri menggunakan kayu Jati sehingga membuat harga yang mahal.

Dalam proses pembuatan gading berbahan bambu laminasi menggunakan cetakan yang dibuat secara *series* lebih mudah daripada pembuatan gading kayu jati solid dan meja. Hal ini dikarenakan untuk membuat gading berbahan bambu laminasi menggunakan cetakan hanya diperlukan sebuah. Sedangkan dalam pembuatan gading kayu jati membutuhkan bahan material kayu jati yang memiliki bentuk yang mirip dengan bentuk gading yang diinginkan. Sedangkan dalam pembuatan gading menggunakan meja harus ada penyetelan dari meja agar sesuai dengan bentuk gading yang diinginkan

Dalam pembuatan gading berbahan bambu laminasi tidak membutuhkan orang-orang yang berpengalaman dalam hal pembuatan gading kapal, dikarenakan dalam pembentukan gading berbahan bambu laminasi sudah mempunyai cetakan gading. Sedangkan untuk pembuatan gading menggunakan kayu Jati solid membutuhkan orang-orang berpengalaman dalam hal pembuatan gading. Hal ini dikarenakan untuk membentuk gading kapal yang memiliki bentuk melengkung menggunakan gergaji mesin sehingga dapat menimbulkan pemotongan yang berlebihan atau kurang dalam pembentukan gading. Untuk dapat lebih memahami tingkat kemudahan dalam pembuatan gading dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Perbandinga Tingkat Kemudahan Produksi Gading

Keterangan	Cetakan gading	Meja Catakan	Kayu Jati Solid
Ketersediaan Material Gading	Mudah didapatkan dan murah	Mudah didapatkan dan murah	Sulit dipatkan dan mahal
Kemudahan dalam produksi	Mudah karena hanya menggunakan cetakan	Sulit karena perlu dilakukan penyetelan sesuai bentuk gading	Sulit karena pemotongan menggunakan gergaraji mesin
SDM	Tidak membutuhkan tenaga ahli	Mebutuhkan tenaga ahli	Mebutuhkan tenaga ahli

5.3 Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi

Untuk estimasi nilai ekonomis, perlu dilakukan penjabaran analisis ekonomis masing-masing pengerjaan yang telah dilakukan. Estimasi perkiraan investasi ini berpengaruh pada perbandingan nilai ekonomis dan keunggulan serta menunjukkan perbedaan antara pembuatan gading berbahan dasar kayu jati, pembuatan kapal dengan gading berbahan dasar laminasi bambu dan pembuatan gading bambu lamiansi menggunakan meja berlubang. Setelah mengetahui perbedaan secara analisis teknis dari segi pembuatan, waktu yang digunakan serta ketahanan gading yang telah terbentuk, tidak bisa dikatakan lebih unggul seutuhnya apabila tidak ada analisis mengenai bagaimana nilai ekonomis berbanding lurus atau bahkan bertolak belakang dengan analisis teknis yang telah dilakukan.

Pada umumnya pembuatan suatu produk secara *series* memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan produk gading berbahan kayu jati. Hal ini dikarenakan dari segi efisien material, apabila secara *series* tingkat efisiensi material semakin tinggi dibandingkan yang *non series*. Oleh karena itu untuk mengetahui tingkat ekonomis pembuatan gading berbahan bambu laminasi secara *series*, maka perlu dibandingkan dengan beberapa metode pembuatan gading lainnya. Adapun metode yang digunakan sebagai perbandingan adalah metode pembuatan gading berbahan bambu laminasi menggunakan cetakan ,pembuatan bambu laminasi menggunakan meja dan pembuatan gading berbahan jati solid.

5.3.1 Estimasi Ekonomis Pembuatan Cetakan Gading Berbahan Bambu Laminasi

Untuk mengetahui biaya ekonomis dalam pembuatan gading berbahan bambu laminasi maka perlu dilakukan perhitungan biaya pembuatan cetakan. Yang mana cetakan ini nantinya digunakan sebagai alat untuk memproduksi gading. Untuk lebih memahami material-material dan harganya dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Ekonomis Material Cetakan Gading

No	Material	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar/ Diameter (mm)	Kebutuhan	Harga satuan (Rp)	Harga Total (Rp)	
1	Plat		54.000	1.000	4	252.000	1.008.000	
2	Betoneser		12.000	10	4	73.500	294.000	
3	Banner		2.500	2.000	1	150.000	150.000	
4	Elektroda 2,6	1			2	31.000	62.000	
5	Gerinda penghalus			100	7	12.500	87.500	
6	Gerinda potong			100	20	3.000	60.000	
7	Cat Dasar	1			1	40.000	40.000	
8	Cat warna	1			1	70.000	70.000	
9	Consumable						300.000	
HARGA TOTAL							Rp 2.071.500	

Berdasarkan Tabel 5.5, maka didapatkan analisis ekonomis nilai investasi dalam pembuatan cetakan gading. Bahan material termahal untuk membuat cetakan gading yaitu merupakan bahan material pelat baja dengan tebal 10 mm. Total kebutuhan untuk membuat seluruh cetakan gading dibutuhkan sebanyak 4 pelat baja dengan tebal 10 mm. Dengan harga per 1 pelat baja adalah Rp 252.000 maka total harga kebutuhan pelat baja untuk membuat cetakan gading sebesar Rp 1.008.000. Untuk material betoneser membutuhkan 4 buah dengan harga total Rp 294.000. Untuk *banner* sebagai acuan pembuatan gading hanya dibutuhkan 1 *banner* dengan harga Rp 150.000. Untuk harga alat-alat produksi diantaranya elektroda 2.6 dengan harga total Rp 62.000, gerinda halus mempunyai harga total sebesar Rp. 87.500 dan gerinda potong seharga Rp. 60.000 dengan jumlah 20. Untuk melindungi dari korosi maka dilakukan pengecatan dengan harga cat dasar Rp 40.000 untuk 1 kg dan cat warna sebesar Rp. 70.000 per 1 kg nya dan biaya konsumabel sebesar Rp 300.000. Sehingga total dari biaya material yang dikeluarkan untuk pembuatan 1 set cetakan gading adalah sebesar **Rp 2.071.500**.

Setelah didapatkan harga material pembuatan cetakan gading berbahan laminasi bambu, maka untuk mendapatkan biaya produksi perlu untuk menghitung biaya pekerja. Harga pekerja ini didapatkan dengan cara menghitung kebutuhan JO untuk pembuatan konstruksi gading. Untuk produktivitas dari pekerja ini didapatkan dari data lapangan. Dengan asumsi satu cetakan gading memakan waktu produksi selama 4 jam jika dikerjakan oleh 1 orang tukang las dan 1 orang *helper*. Sehingga didapatkan biaya total pembuatan cetakan adalah sebesar Rp3.500.000. Adapun perhitungan harga pekerja terdapat pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Perhitungan Biaya Pekerja Cetakan Gading

No	Proses pengerjaan	Orang	Jumlah cetakan gading	Total waktu Pembuatan	Total kebutuhan hari	Harga tiap hari (Rp)	Harga total (Rp)
1	Tukang	1	20	80	14	150.000	2.100.000
2	Helper	1	20	80	14	100.000	1.400.000
Harga Total				Rp 3.500.000			

Untuk mengetahui kebutuhan biaya dalam pembuatan cetakan gading bambu laminasi maka diperlukan penjumlahan antara harga bahan material cetakan gading bambu laminasi dengan biaya pekerja pembuat cetakan gading bambu laminasi. Untuk biaya material adalah Rp 2.071.500 sedangkan biaya dalam pembuatan cetakan gading ini adalah Rp 3.500.000 sehingga total biaya yang harus dikeluarkan dalam pembuatan cetakan gading ini adalah **Rp 5.571.500**.

5.3.2 Estimasi Ekonomis Pembuatan Meja Cetakan Gading Berbahan Bambu Laminasi

Biaya pengeluaran pembuatan gading kapal berbahan bambu laminasi secara *non series* akan dibahas dalam bagian ini. Hal ini perlu dibandingkan untuk mendapatkan analisa kelayakan nilai investasi dan nilai ekonomis perbedaan antara pembuatan gading dengan bahan laminasi bambu secara *series* dan *non series*. Dengan rincian seperti pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Biaya Pembuatan Meja Berlubang (Murtadlo & Supomo, 2013)

No	Material	Dimensi (mm)	Berat (kg)	Jumlah	Harga satuan (Rp)	Harga total (Rp)
1	Pelat	1800 x 200 x10	275	1	2.750.000	2.750000
2	Pelat	100 x 50 x 10	0,38	20	3.800	7.6000
3	Pelat	70 x 40 x 8	0,17	10	1.700	17.000
4	Studbolt	M12 x 1.75	0,9	4	10.200	40.800
5	Assbar	Ø12	0,86	3	17.000	51.000
6	Assbar	Ø30	5,3	1	30.000	30.000
7	Nut	M12 x 1.75		15	6.000	90.000
Biaya Total				Rp 3.054.800		

Pada tabel 5.7 dapat diketahui dalam pembuatan meja cetakan ini membutuhkan 3 jenis pelat dengan dimensi masing-masingnya adalah 1800 x 200 x10, 100 x 50 x 10 dan 70x40 x 8 dengan masing-masing harga satuannya adalah Rp 2.750.000, Rp 3.800 dan Rp 1.700. Sedangkan untuk Studbolt yang dibutuhkan 4 buah yang memiliki dimensi M12 x 1.75 dengan harga satuan Rp 10.200. untuk *assbar* yang dibutuhkan memiliki 2 jenis yaitu Ø12 dan Ø30 dengan jumlah masing-masing kebutuhan untuk Ø12 dibutuhkan 3 buah dan Ø30 sebanyak 1

buah dengan harga satuan masing-masing adalah Rp 17.000 dan Rp 30.000 dan material yang terakhir adalah *nut* dengan jumlah kebutuhan adalah 15 buah dengan harga satuan Rp 6.000.

Setelah biaya material dihitung berikutnya adalah biaya *consumable*. Biaya *consumable* biaya adalah pada saat proses pengerjaan pembuatan untuk alat pencetak gading beserta ragam yang dikerjakan untuk membutuhkan bahan-bahan yang sifatnya dapat habis pada saat pembuatan meja berlubang. Untuk dapat mengetahui rincian dari biaya *consumable* dapat dilihat pada tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Biaya *consumable* Pembuatan Meja Berlubang (Murtadlo & Supomo, 2013)

No	Material	Dimensi	Jumlah	Harga satuan(Rp)	Harga total(Rp)
1	Kawat Las		5 kg	23.900	119.500
2	Batu gerinda		5	12.000	60.000
3	Mata bor Tab	M12 X 1,75	1	220.000	220.000
4	Mata bor	Ø12	1	240.000	240.000
5	Mata bor	Ø13	1	270.000	270.000
6	Mata bor	Ø10	1	200.000	200.000
Total biaya				Rp 1.109.500	

Dari tabel 5.8 dapat diketahui biaya *consumable* dari pembuatan meja berlubang ini dan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatannya. Yang pertama dalam pembuatan meja berlubang ini menggunakan kawat las 2.6 dengan berat 5 kg dengan harga satuannya adalah Rp 23.900 sehingga total biaya untuk kawat las yang digunakan adalah sebesar Rp 119.500. selanjutnya untuk kebutuhan batu gerinda dalam pembuatan matras meja berlubang ini membutuhkan 5 buah batu gerinda dengan harga persatuan adalah Rp 12.000 sehingga biaya totalnya adalah sebesar Rp 60.000. Untuk kebutuhan mata bor tab, membutuhkan mata bortab sebanyak 1 buah dengan dimensi M12 x 1,75 dan harga Rp 220.000. Untuk kebutuhan mata bor biasa membutuhkan 3 jenis mata bor dengan masing-masing kebutuhan adlah 1 buah dengan ukuran Ø12, Ø13 dan Ø10 dengan masing masing harganya adalah Rp 240.000, Rp 270.000 dan Rp 200.000. sehingga dapat diketahui biaya *consumable* dari pembuatan meja berlubang ini membutuhkan biaya sebesar Rp 1.109.500.

Setelah diketahui biaya material dan biaya *consumable* untuk mengetahui biya produksi dibutuhkan juga biaya tenaga kerja dalam pembuatan meja berlubang. Biaya tenaga kerja disini digunakan pada saat mengerjakan meja pencetak dan ragam. Tabel 5.9 dibawah ini menjelaskan tentang jenis tenaga kerja, jumlah tenaga kerja yang mengerjakan, waktu tenaga kerja untuk mengerjakan dan biaya pekerja untuk pengerjaanya.

Tabel 5. 9 Biaya Pekerja Pembuatan Matras Berlubang (Murtadlo & Supomo, 2013)

No	Tenaga kerja	Jumlah tenaga kerja	Waktu (jam)	Harga per jam(Rp)	Harga total(Rp)
1	<i>Welder</i>	1	3	22.500	67.500
2	<i>Fitter</i>	2	3	18.750	112.500
3	<i>Helper</i>	2	2	12.500	50.000
Biaya Total					Rp 230.000

Dari Tabel 5.9 ini dapat diketahui dalam pembuatan matras meja berlubang ini membutuhkan 1 *welder* dengan waktu pengerjaan 3 jam dengan harga perjamnya Rp 22.500 sehingga biaya total dari 1 *welder* adalah Rp 67.500. Selanjutnya dalam pembuatan meja berlubang ini membutuhkan 2 *fitter* dengan kebutuhan waktu produksi 3 jam sedangkan untuk harga perjam dari *fitter* ini adalah Rp 18.750 sehingga biaya totalnya adalah sebesar Rp 112.500. Untuk biaya *helper* dibutuhkan 2 *helper* dengan kebutuhan waktu 2 jam dengan harga perjamnya adalah Rp 12.500 sehingga total biaya sebesar Rp 50.000. Sehingga dapat diketahui dalam pembuatan meja cetakan ini menelan biaya total sebesar Rp 230.000.

Untuk mengetahui biaya total dalam pembuatan matras berlubang ini selanjutnya perlu dilakukakn penjumlahan antar biaya material, biaya *consumable*, biaya pekerja, biaya transportasi dan biaya penggunaan mesin. Pada tabel 5.10 Merangkum total biaya dari pembuatan meja berlubang ini.

Tabel 5. 10 Biaya Pembuatan Meja Berlubang (Murtadlo & Supomo, 2013)

1	Biaya Material	Rp 3.054.800
2	Biaya <i>Consumable</i>	Rp 1.109.500
3	Biaya Tenaga Kerja	Rp 230.000
4	Biaya Mesin	Rp 158.600
5	Biaya Transport	Rp 300.000
Total		Rp 4.852.900

Dari Tabel 5.10 untuk mengetahui biaya total dari pembuatan meja berlubang ini selanjutnya dilakukan penjumlahan antara biaya material, biaya *consumable*, biaya tenaga kerja, biaya mesin dan biaya transportasi. Sehingga dalam pembuatan meja berlubang ini membutuhkan biaya total sebesar **Rp 4.852.900**.

5.3.3 Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi

Analisis investasi atau modal usaha untuk pembangunan atau pembuatan sebuah gading berbahan laminasi bambu perlu dilakukan agar investasi yang dikeluarkan sesuai dengan hasil yang diinginkan. Hal yang dilakukan adalah menentukan biaya besarnya investasi pembuatan gading berbahan laminasi bambu dan perbandingannya dengan kayu jati solid nantinya.

Tentunya analisis tersebut dilakukan dengan efektif dan efisien untuk pengembangan usaha dari industri kapal jukung. Maka dalam penelitian ini metode perhitungan akan dilakukan persatuan volume dari penjumlahan antara keperluan bambu ditambahkan dengan keperluan lem seperti pada tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Harga Lem Per Kubik

Berat/set	2	kg
Tebal lem	0,5	mm
Volume	1	m ³
Luas lapisan	1	m ²
Tebal bilah	4	mm
Lebar bilah	25	mm
Jumlah lapisan	250	lapisan
Luas lapisan	250	m ²
Kebutuhan lem	173,68	kg
Luasan total	62500	m ²
Harga lem/2kg	Rp 105.000	
Harga kebutuhan lem/ m³	Rp 9.118.421	

Dapat diketahui dari Tabel 5.11 harga lem 2 kg yang terdiri dari 1 kg *hardener* dan 1 kg lem epoxy sehingga volume 1 m³ yang dibutuhkan dalam proses laminasi bambu laminasi seharga Rp 9.118.421. Perhitungan tersebut didapatkan dengan asumsi tebal lem sebesar 0,5 mm. Yang nantinya harga lem per meter kubik ini akan ditambah dengan harga kebutuhan bilah bambu yang dibutuhkan untuk membuat gading per meter kubik. Berikut perhitungan tabel harga bilah bambu yang dibutuhkan untuk membuat bambu laminasi per satuan meter kubik yang ditunjukkan pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Harga Bilah Bambu Per Kubik

Ukuran bilah		Satuan
Panjang	1	m
Lebar	25	mm
Tebal	4	mm
Volume	100000	mm ³
Jumlah bilah/layer	40	buah
Jumlah bilah	10.000	buah
Harga per bilah	Rp 500,00	
Harga bilah bambu/ m³	Rp 5.000.000	

Dibutuhkan 10.000 bilah bambu jika setiap bilahnya memiliki lebar 25 mm serta tebal 4 mm. 10.000 bilah bambu ini didapatkan dari lebar 1 meter dibagi 25 mm sehingga didapatkan 40 bilah lalu dikalikan total layer 1 meter kubik bambu lamiansi yaitu 250 layer. Untuk harga kebutuhan bilah bambu selanjutnya dikalikan dengan harga bambu perbilahnya yaitu Rp 500,00 sehingga didapatkan harga per satuan meter kubik sebesar Rp 5.000.000 untuk

mengetahui kebutuhan dalam pembuatan laminasi bambu per meter kubiknya maka. Total dari kebutuhan harga lem per meter kubik ditambahkan dengan total harga bambu per meter kubik. Sehingga didapatkan harga dalam pembuatan laminasi bambu sebesar Rp 14.118.421 per meter kubik.

Tabel 5.13 Perhitungan Volume Kebutuhan Gading Bambu Laminasi

No	Konstruksi	Panjang (cm)	Lebar (cm)	tinggi (cm)	Jumlah	Total Volume (m ³)
1	Gading 0	92,15592	3	4	2	0,002211742
2	Gading 1	95,10185	3	4	2	0,002282444
3	Gading 2	98,08129	3	4	2	0,002353951
4	Gading 3	100,81306	3	4	2	0,002419513
5	Gading 4	103,32045	3	4	2	0,002479691
6	Gading 5	105,6344	3	4	2	0,002535226
7	Gading 6	107,75932	3	4	2	0,002586224
8	Gading 7	109,4534	3	4	2	0,002626882
9	Gading 8	110,79546	3	4	2	0,002659091
10	Gading 9	111,38473	3	4	2	0,002673234
11	Gading 10	111,59011	3	4	2	0,002678163
12	Gading 11	109,9507	3	4	2	0,002638817
13	Gading 12	107,48235	3	4	2	0,002579576
14	Gading 13	104,13843	3	4	2	0,002499322
15	Gading 14	101,14175	3	4	2	0,002427402
16	Gading 15	99,64474	3	4	2	0,002391474
17	Gading 16	100,42063	3	4	2	0,002410095
18	Gading 17	97,52571	3	4	2	0,002340617
19	Gading 18	73,59906	3	4	2	0,001766377
20	Gading 19	41,9717	3	4	2	0,001007321
Total Volume (m3)						0,047567161

Dapat diketahui dari Tabel 5.13 total volume bambu yang dibutuhkan untuk membuat gading adalah 0,047567161 m³. Dengan adanya harga produksi bambu laminasi per m³, maka dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui harga gading bambu laminasi. Sehingga didapatkan bahwa harga gading berbahan laminasi bambu untuk memproduksi kapal ikan sebesar **Rp 623.478**.

5.3.4 Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi

Menggunakan Cetakan

Untuk mengetahui harga produksi gading bambu laminasi menggunakan cetakan yaitu menghitung harga pekerja. Sebelum melakukan perhitungan pekerja dan mendapatkan waktu

yang dibutuhkan dalam pembuatan gading, telah dilakukan percobaan dengan membuat 2 gading oleh 2 orang dan lama pengerjaan adalah 4 jam per gading. Dengan demikian asumsi untuk mendapatkan harga pekerja ini didapatkan. Untuk mendapatkan harga pekerja dengan cara menghitung kebutuhan JO untuk pembuatan konstruksi gading kapal jukung bambu laminasi menggunakan cetakan. Untuk produktivitas dari pekerja ini didapatkan dari data lapangan. Sehingga didapatkan total lama hari untuk membuat gading menggunakan cetakan selama 20 hari, dengan asumsi satu hari kerja terdapat 8 jam kerja yang dikerjakan oleh 2 orang. Biaya total dari pembuatan semua gading berbahan bambu laminasi adalah **Rp 3.500.000** Adapun untuk perhitungan harga pekerja terdapat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Perhitungan Harga Pekerja Gading Bambu Laminasi Menggunakan Cetakan

No	Proses pengerjaan	Orang	Kebutuhan waktu tiap gading (jam)	Total Gading	Total kebutuhan semua gading (jam)	Total kebutuhan hari	Harga tiap hari (Rp)	Harga total (Rp)
1	Tukang	1	4	40	160	20	100.000	2.000.000
2	Helper	1	4	40	160	20	75.000	1.500.000
Harga Total				Rp 3.500.000				

Dengan adanya biaya kebutuhan material dan pekerja, maka didapatkan biaya kebutuhan untuk memproduksi gading menggunakan cetakan. Dimana biaya total kebutuhan produksi didapatkan dengan menjumlahkan biaya pekerja dan biaya material. Sehingga total biaya yang didapatkan untuk pembuatan gading bambu laminasi menggunakan cetakan, yaitu sebesar **Rp 4.123.478**.

5.3.5 Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Menggunakan Meja Berlubang

Untuk mengetahui biaya perkerja dalam pembuatan gading menggunakan meja berlubang dilakukan perhitungan biaya pekerja sesuai dengan waktu dan jumlah pekerja. Hal ini dikarenakan dalam pembuatan gading berbahan bambu laminasi menggunakan meja berlubang memiliki waktu lebih lama daripada cetakan gading yang nantinya akan berpengaruh pada biaya produksi. Akan tetapi biaya material memiliki kesamaan dengan pembuatan gading menggunakan cetakan.

Untuk mengetahui harga produksi gading bambu laminasi menggunakan meja berlubang yaitu menghitung harga pekerja. Sebelum melakukan perhitungan pekerja dan mendapatkan waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan gading, telah dilakukan percobaan

dengan membuat 2 gading oleh 2 orang dan lama pengerjaan adalah 6 jam per gading. Dengan demikian asumsi untuk mendapatkan harga pekerja ini didapatkan. Untuk mendapatkan harga pekerja dengan cara menghitung kebutuhan JO untuk pembuatan konstruksi gading kapal jukung bambu laminasi menggunakan cetakan. Untuk produktivitas dari pekerja ini didapatkan dari penelitian sebelumnya. Sehingga didapatkan total waktu pembuatan gading menggunakan cetakan selama 30 hari, dengan asumsi satu hari kerja terdapat 8 jam kerja yang dikerjakan oleh 2 orang. Biaya total dari pembuatan semua gading berbahan bambu laminasi adalah **Rp 5.250.000** adapun untuk perhitungan harga pekerja terdapat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Perhitungan Harga Pekerja Gading Laminasi Bambu Meja Berlubang

No	Proses pengerjaan	Orang	Kebutuhan waktu tiap gading (jam)	Total Gading	Total kebutuhan semua gading (jam)	Total kebutuhan hari	Harga tiap hari (Rp)	Harga total (Rp)
1	Tukang	1	6	40	240	30	100.000	3.000.000
2	Helper	1	6	40	240	30	75.000	2.250.000
Harga Total				Rp 5.250.000				

Dengan adanya biaya kebutuhan material dan pekerja, maka didapatkan biaya kebutuhan untuk memproduksi gading menggunakan meja berlubang. Dimana biaya total kebutuhan produksi didapatkan dengan menjumlahkan biaya pekerja dan biaya material. Sehingga total biaya yang didapatkan untuk pembuatan gading menggunakan meja, yaitu sebesar **Rp 5.873.478**.

5.3.6 Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Kayu Jati

Dari hasil survei sebelumnya yang didapat dalam proses pembuatan kapal kayu dengan panjang 8 m tinggi 7.5 m dan lebar 1 m beliau membutuhkan 16 pasang gading. Dalam pembuatan satu pasang gading berukuran *web* 4 cm dan *face* 4 cm kayu jati yang dibutuhkan dengan ukuran diameter 10 cm, panjang 100 cm. Untuk lama pengerjaan Pak Mulyo Yusuf biasa mengerjakan dengan rekannya dan dapat menyelesaikan pembuatan gading yang berjumlah 16 gading dalam waktu 7 hari.

Untuk dapat lebih memahami material kayu yang dipakai dan dibuang (*waste material*), maka diperlukan analisis lebih lanjut. Dimana hasil dari wawancara yang dilakukan sebagai dasar asumsi untuk mencari *waste material*. Selain itu dari hasil wawancara dapat diketahui waktu dalam pembuatan gading menggunakan kayu jati untuk yang dapat digunakan untuk menghitung biaya yang akan dikeluarkan dalam pembuatan gading berbahan kayu jati ini.

Tabel 5.16. Persentase *Waste Material*

Nama	Ukuran	Volume (m ³)	Volume (m ³)
Kayu Jati (log)	100 cm x 13 cm (Diameter)	13.266	0,0132
Gading kayu Jati	4 cm x 4 cm x 100 cm x 4	6.400	0,0064
<i>Waste material</i>		51%	

Dari Tabel 5.16 untuk membuat 1 pasang gading yang berukuran *weeb* 4 cm *face* 4 cm dan panjang 100 cm dengan total volume 0,0064 m³, membutuhkan kayu jati yang memiliki panjang 100 cm dan diameter 13 cm dengan volume total sebesar 0,0132 m³. Sehingga dapat diketahui *waste material* dari pembuatan gading menggunakan kayu jati sebesar **51%**.

Untuk membandingkan harga pembuatan gading berbahan bambu laminasi dengan pembuatan gading kayu jati yang dibuat, maka harus dilakukan perincian kebutuhan volume dari bahan atau kayu jati solid yang belum diolah menjadi gading dengan asumsi 51% adalah *waste material*. Agar dapat dihitung biaya pembuatan gading menggunakan kayu jati dimana harga dari bahan baku kayu jati itu sendiri adalah Rp 20.000.000 m³.

Tabel 5.17 Perhitungan Volume Kebutuhan Gading Kayu Jati

No	Konstruksi	Panjang (cm)	Lebar (cm)	tinggi (cm)	Jumlah	Volume kayu log (m ³)	Volume pakai (m ³)
1	AP	92,15592	4,15	4,5	2	0,005833938	0,003442024
2	Gading 1	95,10185	4,15	4,5	2	0,006020431	0,003552054
3	Gading 2	98,08129	4,15	4,5	2	0,006209044	0,003663336
4	Gading 3	100,81306	4,15	4,5	2	0,006381979	0,003765368
5	Gading 4	103,32045	4,15	4,5	2	0,00654071	0,003859019
6	Gading 5	105,6344	4,15	4,5	2	0,006687195	0,003945445
7	Gading 6	107,75932	4,15	4,5	2	0,006821713	0,004024811
8	Gading 7	109,4534	4,15	4,5	2	0,006928957	0,004088084
9	Gading 8	110,79546	4,15	4,5	2	0,007013916	0,00413821
10	Gading 9	111,38473	4,15	4,5	2	0,00705122	0,00416022
11	Gading 10	111,59011	4,15	4,5	2	0,007064221	0,004167891
12	Gading 11	109,9507	4,15	4,5	2	0,006960438	0,004106659
13	Gading 12	107,48235	4,15	4,5	2	0,006804179	0,004014466
14	Gading 13	104,13843	4,15	4,5	2	0,006592492	0,00388957
15	Gading 14	101,14175	4,15	4,5	2	0,006402787	0,003777644
16	Gading 15	99,64474	4,15	4,5	2	0,006308019	0,003721731
17	Gading 16	100,42063	4,15	4,5	2	0,006357136	0,003750711
18	Gading 17	97,52571	4,15	4,5	2	0,006173873	0,003642585
19	Gading 18	73,59906	4,15	4,5	2	0,004659195	0,002748925
20	Gading 19	41,9717	4,15	4,5	2	0,002657022	0,001567643
Total Volume (m³)						0,125468466	0,074026395

Dari tabel 5.17 total volume kayu Jati yang dibutuhkan untuk membuat 20 gading adalah $0,125468466\text{m}^3$. Untuk volume *waste material* atau 51% dari total volume kayu Jati awal. Sedangkan dari total volume kayu Jati yang dipakai sebesar $0,074026395\text{ m}^3$ atau sebesar 49% dari total volume kayu Jati awal. Dengan adanya harga produksi bambu kayu Jati per kubik, maka dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui harga gading kayu Jati. Sehingga didapatkan bahwa harga untuk pembuatan gading berbahan kayu Jati untuk memproduksi kapal Jukung sebesar **Rp 2.509.369**.

Setelah didapatkan harga bahan baku maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan biaya pekerja. Berdasarkan perhitungan dan asumsi ini berdasarkan hasil dari survei yang dilakukan kelompok nelayan dan pembuat kapal Rukun Makmur Wonorejo. Dalam pengerjaan untuk membuat gading dibutuhkan 2 orang, yaitu tukang dan *helper*. Dimana untuk proses pembuatan gading kayu ini lebih cepat dibandingkan pembuatan gading berbahan bambu laminasi yaitu hanya memerlukan waktu 3,5 jam kerja untuk pembentukan satu gading kayu solid. Sehingga didapatkan total kebutuhan jam kerja untuk pembentukan gading kayu solid. Sehingga didapatkan total kebutuhan jam kerja untuk pembuatan gading kayu solid adalah 140 jam kerja. Berdasarkan asumsi biaya tukang per hari adalah Rp.150.000 dan biaya heleper Rp. 100.000 maka didapatkan total biaya pekerja untuk pembuatan seluruh gading yaitu **Rp3.062.500**. Rincian biaya biaya pekerja dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Perhitungan Harga Pekerja Gading Kayu Jati

No	Proses pengerjaan	Orang	Kebutuhan waktu tiap gading (jam)	Total Gading	Total kebutuhan semua gading (jam)	Total kebutuhan hari	Harga tiap hari (Rp)	Harga total (Rp)
1	Tukang	1	3,5	40	140	17,5	100.000	1.750.000
2	<i>Helper</i>	1	3,5	40	140	17,5	75.0000	1.312.500
Harga Total					Rp 3.062.500			

Sehingga total biaya yang didapatkan untuk pembuatan gading kayu jati, yaitu berdasarkan penjumlahan antara biaya bahan baku dan biaya pekerja. Didapatkan total harga pembuatan gading kayu jati adalah **Rp 5.571.869**.

5.4 Analisis Perbandingan Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Menggunakan Cetakan , Meja Berlubang dan Kayu Jati

Berdasarkan hasil dari perhitungan biaya pembuatan gading sebelumnya didapat perbandingan harga dari ketiga metode pembuatan gading, yaitu dengan menggunakan cetakan, meja berlubang dan kayu jati solid. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pembuatan 1

set gading menggunakan meja berlubang memiliki biaya paling mahal sebesar **Rp 5.873.478**. Sedangkan dalam pembuatan gading menggunakan cetakan paling murah untuk pembuatan 1 set gading memerlukan biaya sebesar **Rp 4.123.478**. Dan untuk biaya produksi 1 set gading menggunakan kayu jati menelan biaya sebesar **Rp5.571.869**. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan cetakan lebih menguntungkan dibandingkan meja berlubang sebesar Rp 1.750.000 atau **29,7%**. Sedangkan untuk perbandingan antara cetakan dengan kayu jati sebesar Rp 1.448.391 atau sebesar **25,9%**. Untuk dapat memahami perbandingan pembuatan gading antara tiga metode ini dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Perbandingan Biaya Pembuatan Gading

No	Keterangan	Cetakan	Meja Berlubang	kayu Jati
1	Biaya Material	Rp 623.478	Rp 623.478	Rp 2.509.369
2	Biaya pekerja	Rp 3.500.000	Rp 5.250.000	Rp 3.062.500
	Total	Rp4.123.478	Rp5.873.478	Rp5.571.869

Dari tabel 5.19 dapat diketahui dalam pembuatan gading menggunakan meja dan cetakan memiliki biaya kebutuhan sebesar Rp 623.478. Sedangkan dalam pembuatan gading menggunakan kayu jati sebesar Rp 2.509.369. Hal ini terjadi karena harga bahan bambu lebih murah dari pada kayu jati. Sedangkan dalam biaya tenaga kerja pembuatan gading menggunakan meja dan cetakan ini lebih mahal dari pada menggunakan kayu jati. Hal ini terjadi dikarenakan proses pembuatan gading menggunakan bambu memiliki proses yang lebih panjang sehingga memerlukan waktu yang lebih lama sehingga menelan biaya pekerja yang lebih banyak.

Apabila dibandingkan lebih lanjut, dari beberapa proses yang telah dilakukan pembuatan gading menggunakan bambu laminasi lebih mahal dari pada kayu jati solid ,dimana pembuatan bambu laminasi menggunakan cetakan menelan biaya sebesar **Rp 9.694.978** sedangkan untuk pembuatan gading menggunakan meja menelan biaya sebesar **Rp 10.726.378** sementara pembuatan gading menggunakan kayu solid menelan biaya sebesar **Rp 5.571.869**. Meski pembuatan gading bambu laminasi menggunakan cetakan dan meja berlubang membutuhkan biaya yang lebih besar dari pada menggunakan kayu solid besaran biaya ini masih dapat di tolerir. Hal ini dikarenakan ketika pembuatan kapal dilakukan secara *series*, maka biaya pembuatan cetakan gading hanya dikeluarkan satu kali pada saat awal pembuatan.

Tabel 5. 20 Pembuatan Gading dengan Cetakan

No	Keterangan	Cetakan	Meja Berlubang	Kayu Jati
1	Biaya cetakan	Rp 5.571.500	Rp 4.852.900	
2	Biaya material gading	Rp 623.478	Rp 623.478	Rp 2.509.369
3	Biaya pekerja	Rp 3.500.000	Rp 5.250.000	Rp 3.062.500
Total		Rp 9.694.978	Rp10.726.378	Rp 5.571.869

Pada Tabel 5.20 dapat diketahui bahwa untuk biaya pembuatan cetakan adalah sebesar Rp 5.571.500 dan biaya untuk pembuatan meja menelan biaya sebesar Rp 4.852.900. Untuk biaya kebutuhan pembuatan gading menggunakan cetakan dan meja sebesar Rp 623.478. Sedangkan untuk biaya kebutuhan gading dari kayu jati adalah sebesar Rp 2.509.369. Untuk biaya pekerja dari pembuatan gading menggunakan cetakan sebesar Rp 3.500.000 dan untuk pembuatan gading bambu laminasi menggunakan meja sebesar Rp 5.250.000. Untuk biaya dalam pembuatan gading menggunakan kayu jati menelan biaya sebesar Rp 5.571.869.

5.4.1 Perbandingan Akumulasi Produksi antara Cetakan dengan Meja dan Kayu Jati secara *Series*

Dalam pembuatan gading antara cetakan, meja dan kayu jati ini sudah dapat diketahui apabila gading hanya diproduksi satu kali lebih menguntungkan pembuatan gading menggunakan kayu jati. Maka untuk mengetahui harga produksi jika dibuat secara *series* untuk 10 kali produksi perlu dilakukanya perhitungan biaya. Dengan membandingkan antara biaya antara pembuatan gading menggunakan cetakan, meja dan menggunakan kayu jati.

Tabel 5. 21 Perbandingan Biaya Pembuatan Gading antara Cetak, Meja dan Kayu Jati secara *Series*

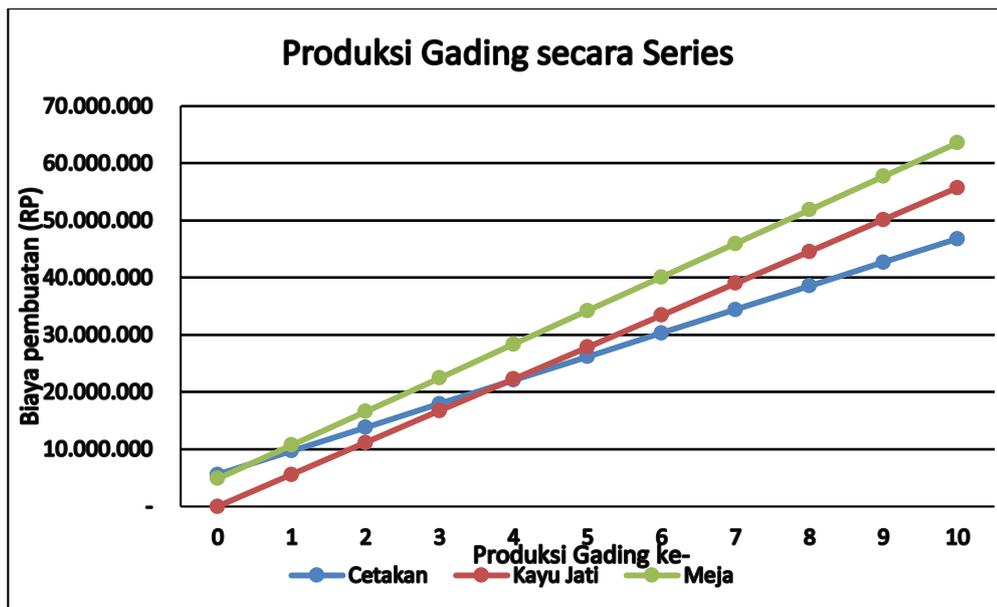
Produksi Ke-	Biaya Gading Cetakan	Biaya Gading Meja	Biaya Gading Jati
1	9.694.978	10.726.378	5.571.869
2	13.818.456	16.599.856	11.143.738
3	17.941.934	22.473.334	16.715.607
4	22.065.412	28.346.812	22.287.476
5	26.188.890	34.220.290	27.859.345
6	30.312.368	40.093.768	33.431.214
7	34.435.846	45.967.246	39.003.083
8	38.559.324	51.840.724	44.574.952
9	42.682.802	57.714.202	50.146.821
10	46.806.280	63.587.680	55.718.690

Hal ini dikarenakan adanya biaya cetakan yang harus dikeluarkan dalam pembuatan gading bambu laminasi pertama sehingga membutuhkan biaya awal sebesar Rp 9.694.978. Berbeda dengan pembuatan gading dengan kayu jati yang tidak memiliki cetakan gading hanya

membutuhkan biaya meterial dan pekerja sebesar Rp 5.571.869. Untuk produksi gading tahap ke-4 sampai tahap ke-10 pembuatan gading menggunakan cetakan lebih menguntungkan karena biaya cetakan sudah terekaduksi. Pada pembuatan gading ke-10 pembuatan gading menggunakan cetakan menghabiskan biaya sebesar Rp 46.806.280. Sedangkan pembuatan gading menggunakan kayu jati pada produksi ke-10 menghabiskan biaya sebesar Rp 55.718.690.

Selain itu dalam pembuatan gading antara cetakan dengan meja berlubang juga harus dibandingkan untuk dapat mengetahui keuntungan dari ketiga metode ini. Dapat diketahui dalam pembuatan gading menggunakan meja berlubang pada produksi ke-1 pembuatan gading berbahan bambu laminasi menggunakan cetakan membutuhkan biaya sebesar Rp. 9.694.788. Sedangkan untuk pembuatan gading berbahan bambu laminasi menggunakan meja berlubang membutuhkan biaya sebesar Rp 10.726.378. Hal ini dikarenakan untuk memproduksi gading menggunakan meja berlubang membutuhkan waktu yang lebih lama.

Biaya pembuatan gading dari ketiga metode ini dapat diambil kesimpulan yang mana dalam pembuatan gading kapal jukung lebih menguntungkan menggunakan material bambu laminasi dengan cetakan apabila dibuat secara *series*. Apabila pembuatan gading kapal jukung dibuat secara *non series* lebih menguntungkan pembuatan gading menggunakan kayu jati. Untuk dapat mempermudah mengetahui tingkat keuntungan dalam pembuatan gading antara cetakan, meja berlubang dan pembuatan gading menggunakan kayu jati secara *series* maka dapat dibuat grafik yang menunjukkan ketiga metode ini dalam pembuatan 10 gading.



Gambar 5. 2 Grafik perbandingan produksi gading secara series

Pada Gambar 5.2 dapat diketahui grafik perbedaan antara ketiga metode pembuatan gading yaitu antara cetakan, meja berlubang dan kayu jati. Pada tahap awal produksi dapat di ketahui pembuatan gading menggunakan kayu jati lebih murah daripada cetakan dan meja dikarenakan pembuatan gading menggunakan kayu jati tidak memerlukan cetakan. Sedangkan untuk pembuatan meja berlubang lebih murah daripada pembuatan cetakan akan tetapi sesuai dengan banyaknya produksi gading, penggunaan cetakan lebih menguntungkan dikarenakan memiliki biaya pembuatan gading lebih murah daripada meja berlubang dan pembuatan gading menggunakan kayu jati.

5.4.2 Analisa Ekonomis Pengembalian Modal Pembuatan Cetakan Gading Berbahan Bambu Laminasi

Dalam pembuatan cetakan gading untuk gading berbahan bambu laminasi ini perlu dilakukan analisa investasi atau modal usaha. Hal ini perlu dilakukan agar dapat diketahui waktu pengembalian dari modal investasi yang dikeluarkan, melalui keuntungan yang di dapatkan. Untuk modal investasi dalam pembuatan cetakan ini adalah sebesar Rp5.571.500. Sedangkan untuk mengetahui besaran keuntungan maka diasumsikan untuk setiap pembuatan 1 set gading memiliki keuntungan sebesar 20%. Berikut perhitungan tabel pengembalian investasi dari keuntungan pembuatan gading yang ditunjukkan pada Tabel 5.23.

Tabel 5. 22 Pengembalian modal cetakan

Produksi Ke-	Biaya Pembuatan Gading	Harga Jual Gading (20%)	Keuntungan	Akumulasi Keuntungan	Keterangan
1	Rp 4.123.478	Rp 4.948.174	Rp 824.696	Rp 824.696	Belum Balik modal
2	Rp 4.123.478	Rp 4.948.174	Rp 824.696	Rp1.649.391	Belum Balik modal
4	Rp 4.123.478	Rp 4.948.174	Rp 824.696	Rp3.298.782	Belum Balik modal
5	Rp 4.123.478	Rp 4.948.174	Rp 824.696	Rp4.123.478	Belum Balik modal
6	Rp 4.123.478	Rp 4.948.174	Rp 824.696	Rp4.948.174	Belum Balik modal
7	Rp 4.123.478	Rp 4.948.174	Rp 824.696	Rp5.772.869	Balik modal

Dari Tabel 5.23, dapat di ketahui biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan gading bambu laminasi menggunakan cetakan untuk 1 kali produksi adalah sebesar Rp 4.123.478. Bila *margin* keuntungan dari penjualan gading ini adalah 20 % maka dalam 1 kali produksi gading mendapatkan keuntungan sebesar Rp 824.696. Untuk mendapatkan biaya investasi yang sebesar Rp5.571.500 sehingga dibutuhkan penjualan gading sebanyak 7 kali dengan besaran keuntungan Rp 5.772.869 untuk mengembalikan modal yang telah dikeluarkan

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan cetakan gading secara *series* dilakukan dengan menggunakan pelat dengan tebal 10 mm dan lebar 10 cm. Pelat ditekuk dengan acuan pada bentuk *body plan* kapal jukung Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang. Proses penekukan pelat ini menggunakan metode *cold bending*. Untuk menambahkan kekuatan pelat dilas menggunakan betoneser pada bagian sisinya. Lalu untuk produksi gading laminasi bambu yang digunakan adalah bambu ori. Bambu disusun dengan metode tumpuk bata yang di setiap susunan bilahnya diberi lem *epoxy* untuk merekatkan dan memperkuat susunan bilah bambu. Lalu diberi tekanan menggunakan klem F agar menghasilkan gading yang sempurna.
2. Ditinjau dari analisis teknis, pembuatan gading berbahan bambu laminasi menggunakan cetakan dalam hal kemudahan sangat mudah dibandingkan dengan meja berlubang dan cara konvensional (gading kayu jati). Untuk kebutuhan SDM pembuatan gading menggunakan cetakan tidak memerlukan SDM yang berpengalaman. Untuk keseterdian kebutuhan material gading metode pembuatan gading menggunakan cetakan dan meja berlubang lebih mudah didapat dibandingkan dengan kayu jati.
3. Berdasarkan analisis ekonomis, pembuatan gading menggunakan cetakan membutuhkan biaya total sebesar **Rp 4.123.478**. Sedangkan untuk pembuatan gading menggunakan meja berlubang membutuhkan biaya sebesar **Rp 5.873.478**. Sedangkan untuk pembuatan gading menggunakan Kayu Jati sebesar **Rp 5.571.869**. Dilihat dari segi ekonomis gading bambu laminasi dengan menggunakan cetakan secara *series* lebih murah dibandingkan dengan meja berlubang sebesar **Rp 1.750.000** atau **29,7%**. Apabila pembuatan gading menggunakan cetakan dibandingkan dengan kayu jati maka lebih menguntungkan sebesar **Rp 1.448.391** atau sebesar **25,9%**.

6.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian, maka penulis menyarankan untuk :

1. Dalam pembuatan gading bambu laminasi harus efisien penggunaan lem agar lem tidak meluber saat dijepit dengan klem F.
2. Untuk hasil yang lebih baik dan rapi gunakan bilah bambu yang lurus dan memiliki ketebalan yang sama.
3. Apabila ingin mendapatkan hasil gading yang lebih rapi gunakan klem F secara vertikal dan horinzontal pada saat pencetakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, G., & Supomo, H. (2019) Studi aplikasi cetakan gading berbahan bambu laminasi untuk pembangunana kapal ikan secara *series* berdasarkan kearifan lokal. Surabaya ITS
- BKI. (2013). Jakarta: Rules for the Clasification and Construction for small vessel up to 24m.
- Budi, A. S. (2007). *Pengaruh Dimensi Bilah Terhadap Keruntuhan Lentur Balok Laminasi Bambu Petung*. Jurnal teknik Sipil Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Carter, W. (2009). *Akutansi Biaya*. Jakarta: Salemba.
- Elymart, J. (2010). *Kajian Perahu Tradisional Nusantara di Museum Bahari Jakarta Utara*. Depok: Universitas Indonesia.
- Fangchun, Z. (2000). *Selected works of bamboo research*. . China: Nanjing Forestry University Indian Standard (IS).: The Bamboo Research Editorial Committee Chapter XII-XIV (pp. 95-125).
- Farizy, S. (2018). surabaya: Studi Perencanaan Lengan Cadik Pada Jukung Berbahan HDPE Dengan Solidwork.
- Guisheng. (1985). Forest Product Laboratory, Nanjing Forestry University: a new product of structural material with high strength properties.
- Handayani. (2007). S. . Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan: Pengujian Sifat Mekanik Bambu (Metode pengawetan dengan boraks).
- Handayani, S. (2007). *Pengujian Sifat Mekanis Bambu (Metode Pengawetan dengan Boraks)*. Semarang: Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan Universitas Negeri Semarang, Vol. 9, No. 1, hal. 43-53. .
- Jensen. (1990). J.A. Eindhoven :Netherland: Bamboo research at the Eindhoven University of Technology .
- Kusumanti, I. (2009). *Tingkat Pemnafaatan Material Pada Pembuatan Gading-Gading Di Galangan Kapal Rakyat UD.Semangat Untung*. Bogor: IPB.
- Murtadlo, I., & Supomo, H. (2013). Rancang bangun peralatan untuk membuat gading kapal berbahan laminasi bambu, 3–8.
- Moody RC, H. R. (1999). *Glued structural member. Di dalam : Wood and Handbook, Wood as Engineering Material*. Madison: WI : USDA Forest Service, Forest Product Laboratory.
- Morisco. (1999). Yogyakarta: Rekayasa Bambu.
- Morisco. (2006). Yogyakarta: Pemberdayaan Bambu untuk Kesejahteraan dan Kelesatarian Lingkungan.
- Mowen, H. d. (2000). *Akuntansi Manajemen*. Jakarta: Erlangga.
- Nomura, & Yamazaki. (1977). *Fishing Techniques*. Tokyo: Japan International Cooperation Agency.
- Prabowo Andika, H. S. (2013). *Analisa Teknis Dan Ekonomis Ketebelan Bilah Bambu Laminasi Sebagai Meterial Lambung Kapal*. Surabaya: Jurnal Teknik POMITS.
- Ross, & USDA FOREST SERVICE. (2010). *Wood handbook-Wood as an engineering material*. WI: U.S. Department of Agriculture.
- Rosyid, A. B. (2009). *D.M. ITS, SURABAYA: KOMPOSIT BAMBUNYA untuk APLIKASI STRUKTUR*.
- Setiwan, M. P. (2013). *Analisa Teknis dan Ekonomis Pemilihan Bilah Laminasi Bambu Berdasarkan Lokasi Pemotongan SebagaiI Alternatif Penggantian Kayu Dalam Pembuatan Lambung Kapal*. ITS Surabaya.

- Sinambela, B. (2012). Teknologi Pembuatan Kapal Tradisional Pendahuluan. Diambil dari https://www.academia.edu/10151523/Teknologi_Pembuatan_Kapal_Tradisional_Pendahuluan
- Subiyanto, B. d. (t.thn.). 1995: Sifat fisis dan mekanis bambu laminasi .
- Supomo, H. (20013). Indonesia: Metode Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi.
- Supomo, H. (2013). Indonesia: Metode Laminasi Bambu Cold Press Planking System(CPPS) dan Konstruksi Kapal yang dihasilkan dengan MetodeTersebut.
- Supomo, H., Manfaat, D., & Zubaydi, A. (2015). *Flexural Strenght Analysis of Laminated Bamboo Slats (Bambusa Arundinancae) for Construsting a small fishing boat shell*. IJSCT (International Jurnal of Small Craft Technology) Transaction B-RINA IJSCT 167.
- Suprijanto, I. d. (2009). “*Standarisasi Bambu Laminasi Sebagai Alternatif Pengganti Kayu Konstruksi*”. Prosiding PPI Standarisasi 2009, hal 1-21.

LAMPIRAN

Lampiran A “Survei Lapangan”

Lampiran B “Desain rencan garis (*linesplan*) Jukung”

Lampiran C “Perhitungan konstruksi berdasarkan Biro Klassifikasi Indonesia”

Lampiran D “Pembuatan Cetakan Gading”

Lampiran E “Dokumentasi purwarupa cetakan gading”

Lampiran F “Dokumentasi purwarupa gading laminasi”

Lampiran G “Perhitungan Ekonomis

LAMPIRAN A
SURVEI LAPANGAN



Gambar. Kondisi Pelabuhan Sendang Biru



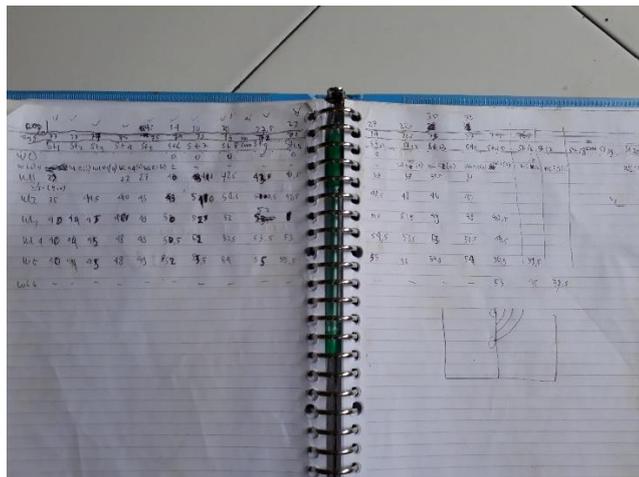
Gambar. Penyandaran Kapal-Kapal Ikan Besar



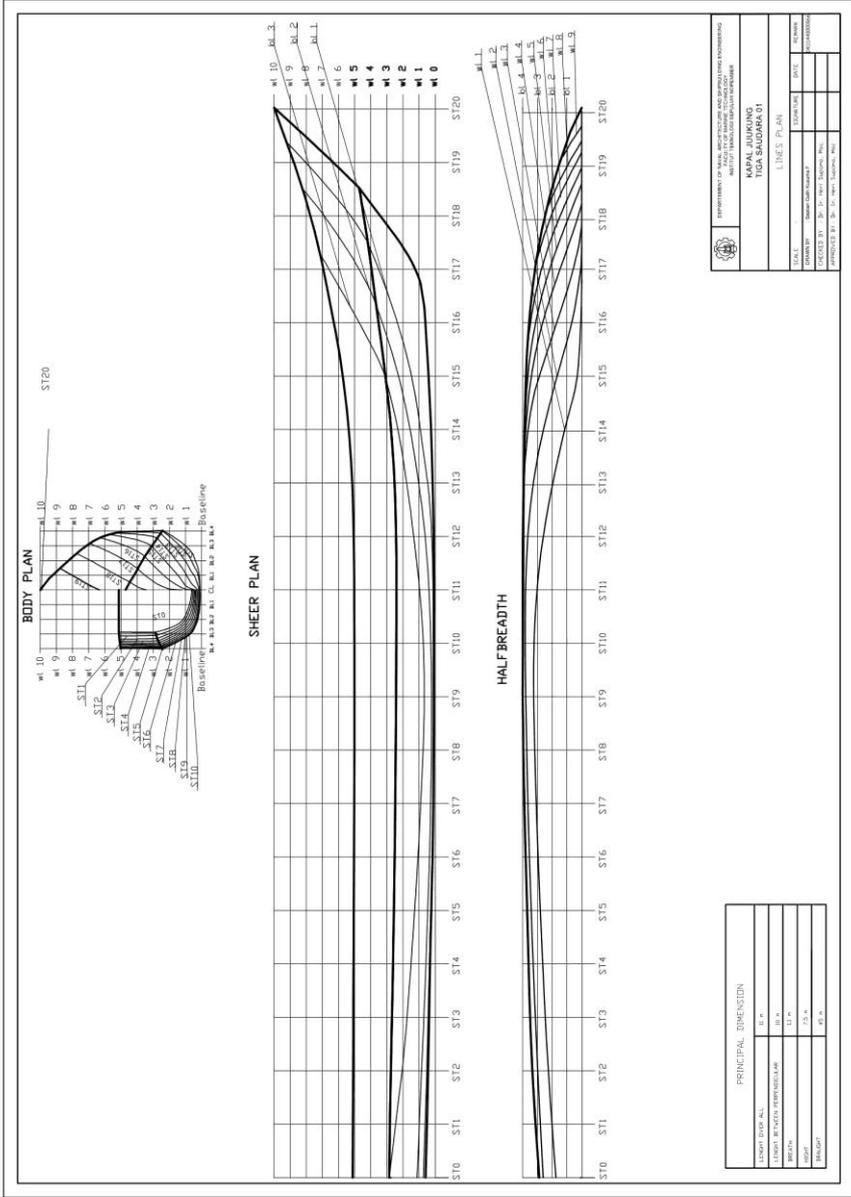
Gambar. Tempat Sandar Kapal Jukung



Gambar. Pengukuran kapal Jukung



LAMPIRAN B
DESAIN RENCANA GARIS (*LINESPLAN*) KAPAL JUKUNG



DEPARTMENT OF APPLIED MECHANICS ANNA UNIVERSITY, CHENNAI 600 025, INDIA	
NAME OF THE STUDENT TUNIA SAUDHANA D1	
REGISTRATION NO. 19AEE0001	
DATE 22/05/2024	
PROJECT TITLE ANALYSIS OF BRIDGE DECK	
PROJECTED BY TUNIA SAUDHANA D1	
PROJECTED FOR DR. S. SURESH KANTH	

PRINCIPAL DIMENSION	
LENGTH OF BRIDGE	100.00 m
WIDTH OF BRIDGE	10.00 m
HEIGHT OF BRIDGE	10.00 m
DEPTH OF BRIDGE	10.00 m

LAMPIRAN C
PERHITUNGAN KONSTRUKSI BERDASARKAN BIRO
KLASIFIKASI INDONESIA

Lunas dan linggi

Pada konstruksi lunas dan linggi digunakan tabel pada BKI

Scantling length L	Keel			
	Sailing yachts amidships		Motor yachts amidships	
	height	width	height	cross-section ¹
[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm ²]
6	75	150	70	80
8	90	185	80	130
10	110	220	90	190
12	125	255	105	250
14	140	285	115	310
16	160	320	125	380
18	175	355	140	450
20	195	385	150	520
22	210	410	165	600
24	230	435	180	690
26	245	455	190	770
28	260	470	205	860
30	280	480	220	950

¹ Applies to internal and external keels.

L	height	cross section
8	80	130
10	90	190
12	105	250
22	165	600
24	180	690

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

¹ Widths are to be measured halfway up the profile

L	foot	head
8	90	85
10	110	95
12	125	105
22	210	160
24	230	170

Maka apabila L const tidak terdapat pada tabel, dapat dilakukan interpolasi

Kapal ikan Jukung	
L	9.5
Tinggi/web keel (mm)	87.5
Lebar/face keel (mm)	200.00
luas permukaan keel (cm2)	175
linggi haluan(mm)	92.5
linggi buritan (mm)	105

Beam Shelves & Bilge plank

Untuk mendapatkan ukuran beam shelves menggunakan tabel rekomendasi dari BKI

Scantling length L	Beam shelf cross section	
	Sailing yachts	Motor yachts
[m]	[cm ²]	[cm ²]
6	29	32
8	40	40
10	50	50
12	70	60
14	90	80
16	110	100
18	130	110
20	150	130
22	170	150
24	190	170
26	220	190
28	250	210
30	280	240

L	cm ²
8	40
10	50
12	60
22	150
24	170

Sehingga dapat dilakukan interpolasi untuk mendapatkan ukuran luas penampang

Kapal Ikan Jukung	
L	9.5
B	1.1
H	0.75
Beam shelves (cm ²)	47.5
Bilge planks (cm ²)	47.5
luas penampang beam shelve (cm ²)	47.50
Beam shelves	
Lebar (cm)	11.88
Tinggi (cm)	4.00
Bilge planks	
Lebar (cm)	11.88
Tinggi (cm)	4.00

Perhitungan scantling untuk bagian *shell, deck, dan bulkheads* menggunakan acuan *BKI rules for small vessel up to 24m* tahun 2013
 Perhitungan scantling dapat dilihat pada bagian E. *Cold - moulded wood construction*

Main dimension

Kapal Jukung	10m
L	9.5
B	1.1
H	0.75

Bambu Laminasi

Perhitungan scantling ditentukan berdasarkan ultimate bending stress yang didapatkan dari experiment
 Ketebalan dari plating tidak boleh kurang dari :

$$t = 0,0452 \cdot f_k \cdot b \cdot \sqrt{\frac{P_d}{\sigma_{Rm}}} \quad [\text{mm}]$$

f_k	=	factor for curved plate panels in accordance with B.4.4.2.4
P_d	=	loading of component in question in accordance with A.1.9 Definition of the component logically as in Figs. 1.19 and 1.21.
σ_{Rm}	=	ultimate bending strength of wood composite [N/mm ²] determined by experiment
	=	82.64 Betung
	=	84.12 Ori
	=	45 Kayu jati solid
b	=	500 mm
	=	

P_d dapat dicari dengan rumus sebagai berikut

Hull area	Motor craft	Sailing craft and motorsailers
	Design loading [kN/m ²]	
Shell bottom	P_{dBm}	P_{dBS}
$\geq 0,4 L \div \text{fore}$	$2,7 L + 3,29$	$3,29 L - 1,41$
$< 0,4 L \div \text{aft}$	$2,16 L + 2,63$	$2,63 L - 1,13$
Shell side	P_{dSM}	P_{dSS}
$\geq 0,4 L \div \text{fore}$	$1,88 L + 1,76$	$2,06 L - 2,94$
$< 0,4 L \div \text{aft}$	$1,5 L + 1,41$	$1,65 L - 2,35$

Berdasarkan rumus tersebut maka dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan beban.

shell bottom		PdBM	
		10m	
\geq	0.4L	28.94	
$<$	0.4L	23.15	

shell side		PdSM
\geq	0.4L	19.62
$<$	0.4L	15.66

Tebal kulit

Kapal ikan Jember	
Tebal kulit (t)	13.25586494
Tebal kulit diambil (mm)	14
Tebal deck	13.25586494
Tebal deck diambil (mm)	14

Kapal ikan Jember	
Tebal kulit (t)	18.12389117
Tebal kulit diambil (mm)	14
Tebal deck	18.12389117
Tebal deck diambil (mm)	14

C

Section modulus frame dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada tabel 1.11 pada BKI yang dikemudian dikalikan dengan characteristic k10

$$k_{10} = \frac{152}{\sigma_{RM}}$$

σ_{RM} = ultimate stress of wood laminate [N/mm²]

Kekuatan tensile bahan pembuatan kapal (Mpa)	
Kayu jati	78 Mpa
Betung	140.8 Mpa
Ori	165.7 Mpa

tabel 1.11

Table 1.1

Section moduli of floors and transverse frames of motor-, sailing crafts and motorsailers [cm ³]		
Floors	Motor craft	$W_B = 3,21 \cdot e \cdot \ell^2 \cdot F_{VF} \cdot P_{dBM} \cdot 10^{-3}$ $W_{B(min)} = 3,21 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot F_{VF} \cdot P_{dBM} \cdot 10^{-3} \geq W_s$
	Sailing craft and motorsailer	$W_B = 2,72 \cdot e \cdot \ell^2 \cdot P_{dBS} \cdot 10^{-3}$ $W_{B(min)} = 2,72 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot P_{dBS} \cdot 10^{-3} \geq W_s$
Transverse frames	Motor craft	$W_S = 2,18 \cdot e \cdot \ell^2 \cdot F_{VSF} \cdot P_{dSM} \cdot 10^{-3}$ $W_{S(min)} = 2,18 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot F_{VSF} \cdot P_{dSM} \cdot 10^{-3} \geq L$
	Sailing craft and motorsailer	$W_S = 2,26 \cdot e \cdot \ell^2 \cdot P_{dSS} \cdot 10^{-3}$ $W_{S(min)} = 2,26 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot P_{dSS} \cdot 10^{-3} \geq L$
e = distance of floors/transverse frames [mm] ℓ = span (unsupported length of floor of frame) [m] F _{VF} = see A.1.9.3 F _{VSF} = see A.1.9.3 k ₄ = 0,045 · L + 0,10 for motor craft [m] or 0,60 [m], the larger value to be used = 0,065 · L + 0,30 for sailing craft and motorsailers [m] or 0,60 [m], the larger value to be used P _{dBM} = see A.1.9.2 P _{dBS} = see A.1.9.2 P _{dSM} = see A.1.9.2 P _{dSS} = see A.1.9.2		

Kapal wisata	10m			
L	9.5			
B	1.1			
H	0.75			
Lwl	9			
frame spacing (a) mm	500			
v	10			
		shell side	ISM [kN/m]	PdSM [kN/m ²]
		≥	0.4L (fore) 0.88 L + 1.7	19.62
		<	0.4L (aft) 1.5 L + 1.4	15.66

Untuk dapat menghitung modulus gading, maka diperlukan besar Fvsf. Dimana besaran tersebut diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Transverse frames Webs at side	$F_{VSF} = \left(0,1 \cdot \frac{v}{\sqrt{L_{WL}}} + 0,52 \right) (1,19 - 0,01 \cdot L) > 1,0$
Internal structural members Floors	$F_{VF} = \left(0,78 \cdot \sqrt{\frac{v}{L_{WL}}} - 0,48 \right) (1,335 - 0,01 \cdot L) \geq 1,0$

Kapal wisata	10m
Fvsf	0.9344
Fvf	1.170657525
K4	0.5275
K4 diambil	0.6
Ws frame	4.935954051
Ws (min) frame	7.193840947
Ws floor	9.105770045
Ws (min) floor	13.27108411
k10	0.917320459
Ws frame	4.527851634
Ws (min) frame	6.599057477
Ws floor	8.352909154
Ws (min) floor	12.17383697
Ws floor diambil	12.17383697
Ws frame diambil	6.599057477

6.0 43%

Ukuran frame			
Kapal ikan	Bambu laminasi	Kayu jati	23m
Modulus	8.0	14.0	85.0
Breadth (cm)	3	4.15	7
Height (cm)	4	4.5	8.5
Breadth (mm)	30	41.5	70
Height (mm)	40	45	85.36

Pada konstruksi gading kapal kayu digunakan tabel pada BKI dengan perbandingan (B/3+H) yang selanjutnya ukuran dari modulus dilihat pada tabel 1.25 pada BKI

B/3 + H ₁	Frame spacing	Arm length	Flat bar steel floors		Angle bar floors W cm ³	Wooden floors	
			Throat	Arm end		Height	Thickness
m	mm	mm	mm	mm		mm	mm
1,4	115	175	22 · 5	17 · 4	0,60	37	15
1,4	170	175	23 · 7	20 · 5	0,85	48	18
1,5	130	180	20 · 7	17 · 5	0,92	46	17
1,5	195	180	25 · 8	24 · 5	1,37	53	23
1,6	140	190	21 · 8	20 · 5	1,27	50	20
1,6	210	190	26 · 10	22 · 7	1,90	58	28
1,7	145	200	26 · 7	22 · 5	1,54	53	23
1,7	220	200	28 · 10	24 · 7	2,30	68	27
1,8	155	210	26 · 8	21 · 6	1,95	58	25
1,8	230	210	31 · 10	28 · 7	2,90	77	28
1,9	165	225	30 · 8	24 · 6	2,38	63	27
1,9	250	225	36 · 10	31 · 7	3,60	82	31
2,0	180	235	26 · 10	22 · 7	2,88	69	29
2,0	270	235	36 · 12	32 · 8	4,35	89	33
2,2	200	260	33 · 10	28 · 7	3,92	82	32
2,4	220	280	37 · 12	33 · 8	4,65	91	37
2,6	240	300	38 · 14	31 · 10	6,02	98	44
2,8	260	320	44 · 14	37 · 10	7,40	100	50
3,0	275	340	47 · 15	35 · 12	8,66	109	54
3,2	290	360			9,91	118	58
3,4	305	380			11,40	125	62
3,6	320	400			13,20	131	67
3,8	340	420			14,60	141	71
4,0	360	440			17,70	150	75
4,4	385	480			21,00	167	84
4,8	415	520			24,40	180	93
5,2	425	560			27,50	195	99
5,6	435	600			29,80	209	101

If the frame spacing is changed, the thickness of the floors or the section moduli for steel angle bar floors given in column 6 are to be altered in the same ratio.

Kapal wisata	10m
L	9.5
B	1.1
H	0.75
(B/3+H)	1.12
Scantling yg di ambil	1.4
Wooden floor (thickness)	18
Wooden floor (Height)	48
Frame space tabel	170
frame space desain	500
Wooden floor (thickness) desain	52.9412
Wooden floor (Height) desain	141.176

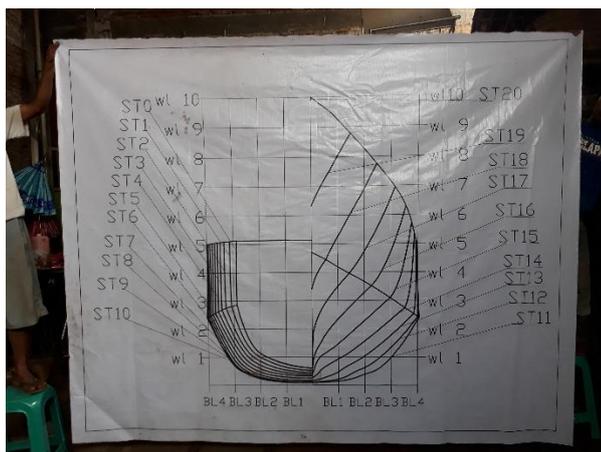
Bambu Laminasi

Perhitungan scantling ditentukan berdasarkan ultimate bending stress yang didapatkan dari experiment
Ketebalan dari plating tidak boleh kurang dari :

$$t = 0,0452 \cdot f_k \cdot b \cdot \sqrt{\frac{P_d}{\sigma_{Rm}}} \quad [\text{mm}]$$

f_k	=	factor for curved plate panels in accordance with B.4.4.2.4							
P_d	=	loading of component in question in accordance with A.1.9							
Definition of the component logically as in Figs. 1.19 and 1.21.									
σ_{Rm}	=	ultimate bending strength of wood composite [N/mm ²] determined by experiment							
	=	82.64 Betung							
	=	84.12 Ori							
	=	45 Kayu jati solid							
b	=	0.5 m							
Dengan menganalogikan besar beban yang terjadi pada kapal berbahan kayu jati solid sama dengan kapal berbahan bambu laminasi maka rumus menjadi									
$P_d = \left[\frac{t}{0,0452 * f_k * b} \right]^2 * \sigma_{Rm}$									
Dengan kondisi $P_{d1} = P_{d2}$ maka :									
$\left[\frac{t_1}{0,0452 * f_{k1} * b_1} \right]^2 * \sigma_{Rm1} = \left[\frac{t_2}{0,0452 * f_{k2} * b_2} \right]^2 * \sigma_{Rm2}$									
dengan kondisi faktor kelengkungan dan jarak gading yang sama maka :									
$t_1^2 * \sigma_{Rm1} = t_2^2 * \sigma_{Rm2}$									
atau									
$t_1 = t_2 * \sqrt{\frac{\sigma_{Rm2}}{\sigma_{Rm1}}}$									
Bambu laminasi									
Kapal wisata	10m								
Wooden floor (thickness)	52.9412	Wooden floor (thickness)	0						
Wooden floor (Height)	141.176	Wooden floor (Height) j	0						
Modulus	68.8077	Modulus	0						
floor (thickness) (mm)	38.72	floor (thickness) (mm)	0.00						
floor (Height) (mm)	103.26	floor (Height) (mm)	0.00						

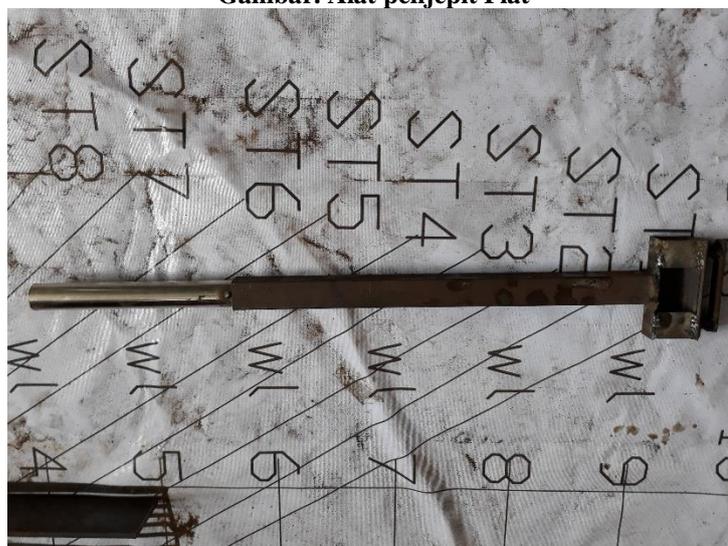
LAMPIRAN D
PROSES PEMBUATAN CETAKAN GADING



Gambar. Body Plan yang dicetak di Benner



Gambar. Alat penjepit Plat



Gambar. Tuas Pembending Plat



Gambar. Pemotongan Plat



Gambar. Penandaan Pada Plat



Gambar. Fitting



Gambar. Proses Penekukan Pada Plat



Gambar. Penggrindaan Pada Bagian Yang Ektrim



Gambar. Proses Pencocokan Pada Gambar



Gambar. Proses pengelasan dengan betoneser



Gambar. Salah Satu Cetakan yang sudah Jadi



Gambar. Kondisi Bengkel Saat Pengerja

LAMPIRAN E
DOKUMENTASI PURWARUPA CETAKAN GADING

Cetakan Gading AP



Cetakan Gading 1



Cetakan Gading 2



Cetakan Gading 3



Cetakan Gading 4



Cetakan Gading 5



Cetakan Gading 6



Cetakan Gading 7



Cetakan Gading 8



Cetakan Gading 9	
Cetakan Gading 10	
Cetakan Gading 11	
Cetakan Gading 12	

Cetakan Gading 12



Cetakan Gading 13



Cetakan Gading 14



Cetakan Gading
15



Cetakan Gading
16



Cetakan Gading
17



Cetakan Gading
18



Cetakan Gading
19



LAMPIRAN F
DOKUMENTASI PURWARUPA GADING LAMINASI BAMBU

Purwarupa
Gading st AP



Purwarupa
Gading st 10



LAMPIRAN G
PERHITUNGAN EKONOMIS

Tabel Ekonomis material cetakan gading series

No	Material	Panjang (mm)	Lebar/Diameter (mm)	Kebutuhan	Harga satuan	Harga Total
1	Pelat	54000	1000	4	Rp252,000	Rp1,008,000
2	Betoneser	12000	10	4	Rp73,500	Rp294,000
3	Banner	2500	2000	1	Rp150,000	Rp150,000
4	Elektroda 2,6	1	kg	2	Rp31,000	Rp62,000
5	Gerinda penghalus		100	7	Rp12,500	Rp87,500
6	Gerinda potong		100	20	Rp3,000	Rp60,000
7	Cat Dasar	1	kg	1	Rp40,000	Rp40,000
8	Cat warna	1	kg	1	Rp70,000	Rp70,000

Tabel biaya pekerja cetakan gading

No	Proses pengerjaan	Orang	Jumlah cetakan gading	Total waktu Pembuatan	Total kebutuhan hari	Harga tiap hari	Harga total
1	Tukang	1	20	80	14	Rp150.000	Rp2.100.000
2	Helper	1	20	80	14	Rp100.000	Rp1.400.000
Harga Total				Rp3.500.000			

Tabel Ekonomis lem per kubik

Density	1.65	ton/m ³
Berat/set	2	kg
Volume/set	1.21	dm ³
	1,212,121.21	mm ³
Tebal lem	0.5	mm
Efisiensi lem/set	1,616,161.62	mm ²
	1.62	m ²
Volume	1	m ³
Luas lapisan	1	m ²
Tebal bilah	4	mm
Jumlah lapisan	210.53	lapisan
Luas lapisan	210.53	m ²
Kebutuhan lem	173.68	kg
Harga lem/2kg	Rp 105,000	
Total harga	Rp 9,118,421	

Tabel Ekonomis bilah bambu per kubik

Ukuran bilah		Satuan
Panjang	1	m
Lebar	25	mm
tebal	4	mm
Volume	100000	mm ³
	0.0001	m ³
Jumlah bilah/layer	40	buah
Jumlah bilah	8,422	buah
Harga per bilah	Rp 500.00	
Harga bilah	Rp 3,988,920	

TabelPerhitungan volume kebutuhan gading bambu laminasi

No	Konstruksi	Panjang (cm)	Lebar (cm)	tinggi (cm)	Jumlah	Total Volume (m3)
1	AP	92.15592	3	4	2	0.002211742
2	Gading 1	95.10185	3	4	2	0.002282444
3	Gading 2	98.08129	3	4	2	0.002353951
4	Gading 3	100.81306	3	4	2	0.002419513
5	Gading 4	103.32045	3	4	2	0.002479691
6	Gading 5	105.6344	3	4	2	0.002535226
7	Gading 6	107.75932	3	4	2	0.002586224
8	Gading 7	109.4534	3	4	2	0.002626882
9	Gading 8	110.79546	3	4	2	0.002659091
10	Gading 9	111.38473	3	4	2	0.002673234
11	Gading 10	111.59011	3	4	2	0.002678163
12	Gading 11	109.9507	3	4	2	0.002638817
13	Gading 12	107.48235	3	4	2	0.002579576
14	Gading 13	104.13843	3	4	2	0.002499322
15	Gading 14	101.14175	3	4	2	0.002427402
16	Gading 15	99.64474	3	4	2	0.002391474
17	Gading 16	100.42063	3	4	2	0.002410095
18	Gading 17	97.52571	3	4	2	0.002340617
19	Gading 18	73.59906	3	4	2	0.001766377
20	Gading 19	41.9717	3	4	2	0.001007321
Total Volume (m3)						0.047567161

Tabel Perhitungan harga pekerja bambu laminasi

No	Proses pengerjaan	Orang	Jumlah cetakan gading	Total waktu Pembuatan	Total kebutuhan hari	Harga tiap hari	Harga total
1	Tukang	1	20	80	14	Rp150.000	Rp2.100.000
2	Helper	1	20	80	14	Rp100.000	Rp1.400.000
Harga Total				Rp3.500.000			

Persentase waste material

Nama	Ukuran	Volume (cm3)	Volume (m3)
Kayu Jati (log)	100 cm X 10 (Diamter)	7857,142857	0,007857143
Gading kayu Jati	4 cm x 4 cm x 100 cm x 2	3200	0,0032
Waste material	59%		

Perhitungan volume kebutuhan gading kayu Jati

No	Konstruksi	Panjang (cm)	Lebar (cm)	tinggi (cm)	Jumlah	Volume kayu log(m3)	Volume pakai (m3)
1	AP	92,15592	4,15	4,5	2	0,005833938	0,003442024
2	Gading 1	95,10185	4,15	4,5	2	0,006020431	0,003552054
3	Gading 2	98,08129	4,15	4,5	2	0,006209044	0,003663336
4	Gading 3	100,81306	4,15	4,5	2	0,006381979	0,003765368
5	Gading 4	103,32045	4,15	4,5	2	0,00654071	0,003859019
6	Gading 5	105,6344	4,15	4,5	2	0,006687195	0,003945445
7	Gading 6	107,75932	4,15	4,5	2	0,006821713	0,004024811
8	Gading 7	109,4534	4,15	4,5	2	0,006928957	0,004088084
9	Gading 8	110,79546	4,15	4,5	2	0,007013916	0,00413821
10	Gading 9	111,38473	4,15	4,5	2	0,00705122	0,00416022
11	Gading 10	111,59011	4,15	4,5	2	0,007064221	0,004167891
12	Gading 11	109,9507	4,15	4,5	2	0,006960438	0,004106659
13	Gading 12	107,48235	4,15	4,5	2	0,006804179	0,004014466
14	Gading 13	104,13843	4,15	4,5	2	0,006592492	0,00388957
15	Gading 14	101,14175	4,15	4,5	2	0,006402787	0,003777644
16	Gading 15	99,64474	4,15	4,5	2	0,006308019	0,003721731
17	Gading 16	100,42063	4,15	4,5	2	0,006357136	0,003750711
18	Gading 17	97,52571	4,15	4,5	2	0,006173873	0,003642585
19	Gading 18	73,59906	4,15	4,5	2	0,004659195	0,002748925
20	Gading 19	41,9717	4,15	4,5	2	0,002657022	0,001567643
Total Volume (m3)						0,125468466	0,074026395

Tabel Perhitungan harga pekerja gading kayu Jati

No	Proses pengerjaan	Orang	Kebutuhan jam tiap gading	Total kebutuhan jam semua gading	Total kebutuhan hari	Harga tiap hari	Harga total
1	Tukang	1	2	40	6.7	Rp150,000	Rp1,000,000
2	Helper	1	2	40	6.7	Rp100,000	Rp666,667
Harga Total				Rp1,667,000			

Perbandingan biaya pembuatan gading kapal Jukung secara *series*

Pembuatan <i>Series</i>			Harga pembuatan gading kayu Jati	
NO	Keterangan	Harga Tiap Biaya	Keterangan biaya	Harga tiap biaya
1	Biaya kebutuhan	Rp 623.478	Baiya kebutuhan	Rp2.509.369
2	Biaya pekerja	Rp 2.187.500	Biaya pekerja	Rp 1.750.000
Total		Rp. 2.820.978	Total	Rp 4.259.369

Tabe Perhitungan efisiensi produksi

Pembuatan <i>Series</i>			Pembuatan <i>non series</i>	
NO	Keterangan	Harga Tiap Biaya (Rp)	Keterangan	Harga Tiap Biaya (Rp)
1	Pembuatan Gading Bambu ke 1	6.320.978	Pembuatan gading kapal kayu ke 1	4.259.369
2	Pembuatan Gading Bambu ke 2	2.187.500	Pembuatan gading kapal kayu ke 2	4.259.369
3	Pembuatan Gading Bambu ke 3	2.187.500	Pembuatan gading kapal kayu ke 3	4.259.369
Total	Total	Rp 10.695.978	Total	Rp 12.778.107

BIODATA PENULIS



Septian Galih Kusuma Fajar, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Malang 9 September 1995 silam, Penulis merupakan anak kedua dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Dewi Masitoh, kemudian melanjutkan ke SDN 8 Tumpakrejo, SMPN 1 Donomulyo dan SMAN 10 Malang. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2014 melalui jalur SNMPTN tulis.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Industri Perkapalan Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* HIMATEKPAL Departemen Hubungan Luar ITS 2015/2016