



TUGAS AKHIR - MN184802

**STUDI APLIKASI CETAKAN GADING BERBAHAN LAMINASI
BAMBU UNTUK PEMBANGUNAN KAPAL IKAN SECARA
SERIES BERDASARKAN KEARIFAN LOKAL**

**Galih Bangun Prasetyo
NRP 0411124000089**

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

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



TUGAS AKHIR - MN184802

**STUDI APLIKASI CETAKAN GADING BERBAHAN LAMINASI
BAMBU UNTUK PEMBANGUNAN KAPAL IKAN SECARA
SERIES BERDASARKAN KEARIFAN LOKAL**

**Galih Bangun Prasetyo
NRP 0411124000089**

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

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



FINAL PROJECT - MN184802

**STUDY ON THE MOLD APPLICATION OF LAMINATED
BAMBOO FRAME FOR FISHING VESSEL BUILDING WITH
SERIES METHOD BASED ON LOCAL WISDOM**

**Galih Bangun Prasetyo
NRP 0411124000089**

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

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

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI APLIKASI CETAKAN GADING BERBAHAN LAMINASI BAMBUN UNTUK PEMBANGUNAN KAPAL IKAN SECARA SERIES BERDASARKAN KEARIFAN LOKAL

TUGAS AKHIR

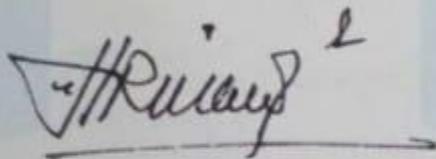
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

GALIH BANGUN PRASETYO
NRP 0411124000089

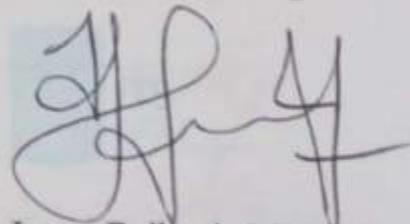
Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



Imam Baihaqi, S.T., M.T.
NIP 19890128 201504 1 003

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



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

SURABAYA, JULI 2019

LEMBAR REVISI

Studi Aplikasi Cetakan Gading Berbahan Laminasi Bambu Untuk Pembangunan Kapal Ikan Secara Series Berdasarkan Kearifan Lokal

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 03 Juli 2019

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

Oleh:

GALIH BANGUN PRASETYO
NRP 0411124000089

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc



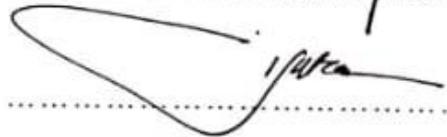
2. Mohammad Sholikhhan Arif, S.T., M.T.



3. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.

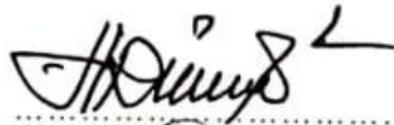


4. Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

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



2. Imam Baihaqi, S.T., M.T.



Surabaya, Juli 2019

Karya Tulis ini saya persembahkan untuk

Yang terkasih, terindah dan tercinta

Papa saya Agus Widodo

Mama saya Dwi Martini, S.Pd., M.Pd.

Istri saya Rif'atut Tamamiyah, S.Pd.

Adik saya Rachmad Limanto

Dan

Kepada pemilik semesta

ALLAH

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 Imam Baihaqi, 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. selaku kepala program studi Industri Perkapalan yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama ini;
5. Bapak M. Sholikhhan Arif, S.T., M.T. dan Bapak Sufian Imam Wahyudi, S.T., M.T. yang senantiasa membimbing saya dalam pengerjaan Tugas Akhir;
6. Pak Supardi dan Mas Joko Iswanto yang senantiasa membantu ketika saya berada di Laboratorium Teknologi dan Manajemen Produksi Kapal;
7. Kedua orang tua saya yang selalu mendukung saya dalam hal moral maupun materil;
8. Rifatut Tamamiyah selaku istri saya yang selalu mendampingi saya dalam setiap keterpurukan saya;
9. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

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, Juli 2019

Galih Bangun Prasetyo

STUDI APLIKASI CETAKAN GADING BERBAHAN LAMINASI BAMBU UNTUK PEMBANGUNAN KAPAL IKAN SECARA *SERIES* BERDASARKAN KEARIFAN LOKAL

Nama Mahasiswa : Galih Bangun Prasetyo
NRP : 0411124000089
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.
Imam Baihaqi S.T, M.T.

ABSTRAK

Pada umumnya kapal perikanan di Indonesia proses pembuatannya masih secara tradisional dengan kayu Jati sebagai material utamanya. Namun seiring berjalannya waktu kayu Jati solid semakin banyak memiliki kekurangan. Sehingga penelitian saat ini laminasi bambu dapat digunakan sebagai material alternatif pengganti kayu. Akan tetapi pada penggunaan alat cetaknya terjadi cukup banyak kekurangan. Karena harus menggunakan alat cetak yang berupa meja berlubang yang memiliki kendala kurang akuratnya lengkung serta durasi yang dibutuhkan cukup lama. Sehingga untuk mempercepat proses produksi maka dilakukan penelitian penerapan cetakan gading untuk memproduksi kapal ikan secara *series*. Dalam penelitian ini dilakukan pengerjaan membuat *Linesplan* kapal ikan 3 GT pada daerah Lumpur (Gresik), Kesek (Pasuruan), dan Puger (Jember). Dengan adanya teknologi laminasi, diharapkan pemanfaatan bambu dapat diperluas di bidang struktur, terutama pada gading kapal, *linesplan* Jember untuk acuan dalam pembuatan cetakan gading. Ditinjau dari hasil analisa teknis pembuatan gading berbahan bambu laminasi secara *series* lebih unggul dari berbagai aspek dibandingkan dengan pembuatan gading berbahan laminasi bambu secara *non series*. Pembuatan gading berbahan bambu laminasi secara *series* memiliki keunggulan kemudahan dan keakuratan dibandingkan pembuatan secara *non series*. Berdasarkan analisa ekonomis pembuatan gading pada kapal ikan 3 GT, pembuatan gading berbahan bambu laminasi secara *series* lebih mahal bila dibandingkan dengan pembuatan gading berbahan laminasi bambu secara *non series* tetapi lebih ekonomis jika dibandingkan dengan gading Jati solid. Total biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan kapal berbahan laminasi bambu secara *series* adalah sebesar Rp **42.106.973,00**. Biaya total untuk pembuatan gading berbahan laminasi bambu secara *non series* adalah sebesar Rp **40.622.246,00**. Selisih biaya pembangunan kapal dengan konstruksi gading menggunakan metode *series* dengan *non series* sebesar 3,7%. Pembangunan kapal menggunakan metode *series* dalam pembuatan konstruksi gading akan lebih ekonomis pada produksi kapal yang ke 3.

Kata kunci: *laminasi bambu, kapal ikan, linesplan, gading.*

STUDY ON THE MOLD APPLICATION OF LAMINATED BAMBOO FRAME FOR FISHING VESSEL BUILDING WITH SERIES METHOD BASED ON LOCAL WISDOM

Author : Galih Bangun Prasetyo
Student Number : 04111240000089
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.
Imam Baihaqi S.T, M.T.

ABSTRACT

In general, fishing vessels in Indonesia are still traditionally made with teak wood as the main material. But over time the solid Teak wood has more and more disadvantages. So that current research on bamboo lamination can be used as an alternative material for wood substitution. However, in the use of printing equipment there are quite a number of shortcomings. Because you have to use a printing device in the form of a hollow table that has less accurate arch constraints and the duration needed is quite long. So as to speed up the production process, a study of the application of frame molds to produce fishing vessels in series is conducted. In this research, work on making Linesplan 3 GT fishing vessels in Lumpur (Gresik), Kesek (Pasuruan) and Puger (Jember) areas was carried out. With the existence of lamination technology, it is expected that the use of bamboo can be expanded in the field of structure, especially on ship frame, the Jember lines for reference in making frame molds. Judging from the results of technical analysis of making frame made from laminated bamboo in series, it is superior to various aspects compared to the making of frame made from non-series bamboo laminates. Making frame made from laminated bamboo in series has the advantages of ease and accuracy compared to making non-series. Based on the economical analysis of frame production on 3 GT fishing vessels, the production of frame made from laminated bamboo in series is more expensive when compared to making frame made from non-series bamboo laminates but more economical compared to solid teak frame. The total cost needed for the manufacture of ships made from bamboo laminates in series is Rp. 42,106,973.00. The total cost for making frame made from non-series bamboo laminates is Rp. 40,622,246.00. The difference in the cost of building a ship with frame construction uses the non series series method of 3.7%. The construction of ships using the series method in the manufacture of frame construction will be more economical in the production of the third ship.

Key word: bamboo laminate, fishing vessel, linesplan, frame.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI	iv
HALAMAN PERUNTUKAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat	3
1.6. Hipotesis	3
BAB 2 STUDI LITERATUR	5
2.1. Kapal Ikan	5
2.1.1. Bentuk Lambung Kapal	6
2.1.2. Bentuk Konstruksi	8
2.1.3. Bahan Pembuatan Kapal Ikan	8
2.2. Material Laminasi	11
2.2.1. Jenis Spesies Bambu	14
2.2.2. Metode Pembuatan Teknik Laminasi Bambu	21
2.2.3. Aplikasi Bambu Laminasi	24
2.3. Proses Produksi Kapal Ikan	24
2.3.1. Konstruksi Gading, <i>Wrang</i> dan Balok Geladak	25
2.3.2. Pembangunan Kapal Ikan Tradisional	26
2.3.3. Pembangunan Kapal Ikan secara Modern	27
2.3.4. Proses Produksi secara <i>Series</i> dan <i>non-Series</i>	28
2.4. Kearifan Lokal	29
2.5. Cetakan Gading Laminasi Bambu dengan Metode <i>non-Series</i>	30
2.5.1. Biaya Total Pembuatan Gading Laminasi Bambu Secara <i>Non-Series</i>	32
2.6. Biaya Produksi Gading Kapal	32
BAB 3 METODOLOGI	35
3.1. Studi Literatur	35
3.2. Kondisi Lapangan	35
3.3. Membuat <i>Linesplan</i> Kapal Ikan Berbasis Kearifan Lokal	36
3.4. Menghitung Ukuran Konstruksi Gading Berdasarkan BKI 2013	36
3.5. Pembuatan Cetakan Gading Bambu Laminasi	37
3.5.1. Desain Cetakan Gading	37
3.5.2. Pembuatan <i>Moldlofting</i>	38
3.5.3. <i>Forming</i> Pelat Baja	38

3.6.	Membuat <i>Prototype</i> Gading Berbahan Bambu Laminasi	40
3.6.1.	Persiapan Material Bambu.....	40
3.6.2.	Proses Laminasi Gading Bambu Laminasi.....	41
3.6.3.	Proses <i>Finishing</i> Gading Laminasi Bambu	42
3.7.	Analisa Teknis dan Ekonomis.....	43
BAB 4	PERENCANAAN PEMBUATAN CETAKAN GADING.....	45
4.1.	Rencana Garis (<i>Linesplan</i>).....	45
4.1.1.	Rencana Garis Kapal Ikan Gresik	46
4.1.2.	Rencana Garis Kapal Ikan Pasuruan	47
4.1.3.	Rencana Garis Kapal Ikan Jember.....	48
4.2.	Gading Kapal Ikan Berbahan Laminasi Bambu.....	49
4.2.1.	Perhitungan Ukuran Konstruksi	51
4.3.	<i>Construction profile</i> dan <i>midship section</i>	55
4.4.	Pembuatan Cetakan Gading	56
4.5.	Pembuatan Gading Laminasi Bambu.....	58
BAB 5	ANALISA TEKNIS dan EKONOMIS.....	59
5.1.	Analisis Desain Rencana Garis Kapal Ikan.....	59
5.2.	Analisis Perbedaan Teknis Gading Berbahan Kayu dan Berbahan Bambu Laminasi	61
5.3.	Tingkat Kemudahan Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara <i>Series</i>	61
5.3.1.	Analisa Perbandingan Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara <i>Series</i> dengan Non- <i>Series</i>	62
5.4.	Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara <i>Series</i>	63
5.4.1.	Estimasi Ekonomis Pembuatan Cetakan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara <i>Series</i>	63
5.4.2.	Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara <i>Series</i>	65
5.5.	Analisa Perbandingan Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara <i>Series</i> dan Secara Non- <i>Series</i>	68
5.6.	Perbandingan harga kapal dengan metode pembuatan gading secara <i>series</i> dan <i>non series</i>	71
5.6.1.	Rekapitulasi harga kapal laminasi bambu dengan metode <i>series</i>	72
5.6.2.	Rekapitulasi harga kapal laminasi bambu dengan metode <i>non series</i>	72
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	75
6.1.	Kesimpulan.....	75
6.2.	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN		
LAMPIRAN A GAMBAR <i>LINESPLAN</i> TIAP DAERAH		
LAMPIRAN B PERHITUNGAN KONSTRUKSI BERDASARKAN BKI		
LAMPIRAN C DOKUMENTASI PURWARUPA CETAKAN GADING		
LAMPIRAN D DOKUMENTASI PURWARUPA GADING LAMINASI BAMB		
LAMPIRAN E PERHITUNGAN EKONOMIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penangkap jenis <i>Trawl</i> Sumber : (https://sites.google.com , 2016)	5
Gambar 2.2 Penangkap ikan jenis <i>Gillnet</i> Sumber : (Runny, 2017)	6
Gambar 2.3 Penangkap ikan Pukat Cincin Sumber : (NRL, 2015)	6
Gambar 2.4 Bentuk Lambung Kapal	7
Gambar 2.5 Konstruksi Kapal Kayu	8
Gambar 2.6 Anatomi Bambu Sumber : (Schroder, 2011)	12
Gambar 2.7 Bambu jepang (<i>Arundinaria japonica</i>)	14
Gambar 2.8 <i>Bambusa arundinacea wild</i>	15
Gambar 2.9 <i>Bambusa atra lindl</i>	15
Gambar 2.10 <i>Bambusa blumeana</i>	16
Gambar 2.11 <i>Bambusa glaucescens</i>	16
Gambar 2.12 <i>Bambusa maculata</i>	17
Gambar 2.13 <i>Bambusa polymorpha</i>	17
Gambar 2.14 <i>Bambusa tulda</i>	18
Gambar 2.15 <i>Bambusa tuldooides</i>	18
Gambar 2.16 <i>Bambusa vulgaris</i>	19
Gambar 2.17 Bambu betung (<i>Dendrocalamus asper</i>)	20
Gambar 2.18 Bambu sembilang (<i>Dendrocalamus giganteus</i>)	21
Gambar 2.19 Penempelan Kulit Metode <i>Lapstrake</i> Sumber : (Parker, 2015)	22
Gambar 2.20 Penempelan Kulit Metode <i>Strip</i> Sumber: (Boat Building Methods, 2009)	23
Gambar 2.21 Potongan Melintang Susunan Laminasi Tumpuk Bata	23
Gambar 2.22 Diagram alur pembangunan kapal ikan tradisional	26
Gambar 2.23 Diagram alur perencanaan pembangunan kapal ikan	27
Gambar 2.24 Proses laminasi dengan menggunakan alat pencetak gading	32
Gambar 3.1 Proses Pengukuran Gading per <i>Waterline</i>	36
Gambar 3.2 Desain cetakan gading	38
Gambar 3.3 Proses <i>planner</i> bilah bambu	40
Gambar 3.5.3.4 Proses cek kadar air pada bambu	41
Gambar 3.5 Proses klem F pada proses pembuatan gading laminasi bambu	42
Gambar 3.6 Proses <i>finishing</i> gading	43
Gambar 4.1 Rencana garis (<i>linesplan</i>) Kapal Ikan Gresik	47
Gambar 4.2 Rencana garis (<i>linesplan</i>) Kapal Ikan Pasuruan	48
Gambar 4.3 <i>Linesplan</i> Kapal Ikan Jember	49
Gambar 4.4 Bentuk gading kapal ikan daerah Gresik	50
Gambar 4.5 Bentuk gading kapal ikan daerah Pasuruan	50
Gambar 4.6 Bentuk gading kapal ikan daerah Jember	51
Gambar 4.7 <i>construction profile</i> dan <i>midship section</i> kapal ikan Jember	56
Gambar 4.8 Cetakan gading bambu secara <i>series</i>	57
Gambar 4.9 Gading Laminasi Bambu	58

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perbandingan ukuran utama kapal 3 daerah	45
Tabel 4.2 Perhitungan lunas dan linggi kapal ikan jember.....	51
Tabel 4.3 Tebal kulit, geladak, dan sekat	52
Tabel 4.4 Ukuran konstruksi galar kim/galar balok	52
Tabel 4.5 Hasil perhitungan beban PdSM	53
Tabel 4.6 Hasil perhitungan beban geladak.....	55
Tabel 4.7 Ukuran konstruksi balok geladak	55
Tabel 4.8 Rekapitulasi ukuran konstruksi kapal ikan Jember	55
Tabel 5.1 Ukuran utama kapal ikan Jember	59
Tabel 5.2 Metode <i>Fung</i> dan <i>Holtrop</i>	60
Tabel 5.3 Perbandingan modulus dan ukuran konstruksi gading.....	61
Tabel 5.4 Analisa teknis pembuatan gading secara <i>series</i> dan <i>non series</i>	62
Tabel 5.5 Ekonomis material cetakan gading <i>series</i>	64
Tabel 5.6 Perhitungan biaya pekerja cetakan gading	65
Tabel 5.7 Ekonomis lem per meter ³	65
Tabel 5.8 Ekonomis bilah bambu per meter ³	66
Tabel 5.9 Perhitungan volume kebutuhan gading	66
Tabel 5.10 Perhitungan harga pekerja gading laminasi bambu secara <i>series</i>	67
Tabel 5.11 Biaya Pembuatan Matras Berlubang (Murtadlo & Supomo, 2013)	68
Tabel 5.12 Perhitungan cetakan <i>non series</i> 1000 mm x 1000 mm.....	68
Tabel 5.13 Perhitungan biaya pekerja gading laminasi bambu secara <i>non series</i>	69
Tabel 5.14 Harga produksi kayu Jati kelas 2.....	69
Tabel 5.15 Analisa perbandingan <i>series</i> , <i>non series</i> , dan kayu Jati	70
Tabel 5.16 Perhitungan efisiensi produksi	70
Tabel 5.17 Perbandingan harga kapal dengan metode pembuatan gading <i>series</i> dan <i>non series</i>	71
Tabel 5.18 Rekapitulasi harga kapal laminasi bambu metode <i>series</i>	72
Tabel 5.19 Rekapitulasi harga kapal laminasi bambu metode <i>non series</i>	73

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada umumnya kapal perikanan di Indonesia pembuatannya masih secara tradisional. Kayu Jati merupakan material utama untuk membangun kapal perikanan tradisional. Namun seiring berjalannya waktu kayu Jati solid semakin sulit untuk dicari karena maraknya penebangan liar, pembakaran hutan, serta lamanya masa panen untuk kayu Jati itu sendiri. Belakangan ini kebutuhan kayu Jati semakin banyak, sedangkan tingkat produksi kayu Jati sangat minim. Oleh karena itu dalam penelitian saat ini laminasi bambu digunakan sebagai material alternatif pengganti kayu Jati.

Selain itu pembangunan kapal kayu secara tradisional di Indonesia masih belum efektif serta efisien terutama pada penggunaan material kapal, salah satunya gading kapal yang berbentuk melengkung. Pada umumnya para pekerjanya tidak menggunakan perencanaan konstruksi dan gading tersebut dibuat dengan memilih kayu yang bentuknya sudah melengkung sesuai desain sehingga tidak diperlukan perlakuan khusus. Bila kayu tersebut tidak melengkung maka di pilih kayu yang masih muda saat ditebang dan mengalami kelengkungan bila sudah kering. Setelah proses pemilihan lengkung kayu yang hampir sama dengan yang diinginkan kemudian dilanjutkan dengan proses pemotongan kayu sesuai lengkung yang diinginkan. Langkah ini menimbulkan keakuratan untuk sebuah gading yang dihasilkan bisa tidak sesuai karena butuh tenaga ahli yang berpengalaman. Padahal sifat gading kapal dalam konstruksi kapal sangat penting untuk rangka pada kapal.

Serta pada penelitian sebelumnya juga dibahas tentang pembuatan gading secara *non series*. Dimana dalam proses pembuatan gading yang dirasa kurang efisien dikarenakan proses pembuatannya yang rumit dengan menggunakan media meja berlubang. Sehingga memerlukan tenaga ahli dalam proses pembuatannya. Maka metode pembuatan gading secara *series* bisa menjadi solusi untuk hal tersebut. Karena dirasa bisa lebih unggul secara teknis dan ekonomis, serta mempermudah dalam pembuatan gading kapal ikan secara *series*.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini difokuskan pada studi bentuk gading kapal ikan serta pengaruh terhadap ukuran konstruksi gading dan juga biaya dalam proses produksinya dengan menggunakan metode *series*. Hasil penelitian ini diharapkan mampu

memberikan informasi tentang kekuatan kapal berdasarkan ukuran konstruksinya, dan juga biaya produksinya. Sehingga penulis mengambil judul “Studi Pembuatan Cetakan Gading Berbahan Laminasi Bambu Untuk Memproduksi Kapal Ikan Secara *Series* Berbasis Kearifan Lokal”.

1.2. Perumusan Masalah

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

1. Bagaimanakah desain bentuk lambung kapal sesuai dengan desain setiap daerah?
2. Bagaimanakah perancangan pembuatan cetakan gading laminasi bambu secara *series* serta proses produksi gading laminasi bambu?
3. Bagaimanakah perbandingan secara teknis antara gading kapal berbahan laminasi bambu dengan metode *series* dengan *non series*?
4. Bagaimanakah perbandingan secara ekonomis antara kapal ikan berbahan bambu laminasi secara *series* dengan *non series*?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan desain bentuk lambung kapal sesuai dengan desain setiap daerah.
2. Mendapatkan rancangan pembuatan cetakan gading laminasi bamboo secara *series* serta proses produksi gading laminasi bambu.
3. Mendapatkan analisis teknis pembuatan gading kapal berbahan bambu laminasi secara *series* dengan *non series*.
4. Mendapatkan nilai ekonomis pembuatan gading kapal berbahan bambu laminasi secara *series* dengan *non series*.

1.4. Batasan Masalah

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini permasalahan difokuskan pada:

1. Pembuatan gading berbahan laminasi bambu hanya satu daerah kearifan lokal
2. Material yang digunakan sebagai pencetak bambu adalah dari pelat besi ketebalan 10 mm
3. Bambu yang digunakan sebagai gading adalah bambu ori (*Bambusa Arundinacea*)
4. Batasan daerah hanya pada Kab. Gresik, Kab. Pasuruan dan Kab. Jember
5. Penelitian hanya untuk kapal berukuran 3 GT

1.5. Manfaat

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

1. Manfaat akademis

Dengan keterbatasan literatur tentang bambu dan metode produksi bambu untuk dunia perkapalan, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini akan dapat memberikan sumbangsih dalam memperbanyak kasanah ilmu pengetahuan tentang bambu khususnya dalam pemanfaatannya di dunia perkapalan, sebagai material alternatif inovatif.

2. Manfaat praktis

Dengan diketahui ukuran konstruksi dan kekuatan dari bambu laminasi secara lateral maka dapat menjadi pertimbangan dalam pembangunan kapal ikan bambu laminasi sebagai pengganti kayu yang semakin mahal untuk membuat konstruksi kapal. Komponen konstruksi kapal yang dimaksud adalah gading kapal.

1.6. Hipotesis

Hasil analisis ini akan menunjukkan harga gading berbahan bambu laminasi dengan metode *series* lebih murah daripada gading kayu Jati pada kapasitas GT yang sama dan juga dalam segi teknis lebih mudah dibandingkan dengan metode *non series*. Serta mempermudah dalam hal pembuatan gading sehingga tidak membutuhkan tenaga ahli dalam hal pembuatan gading.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

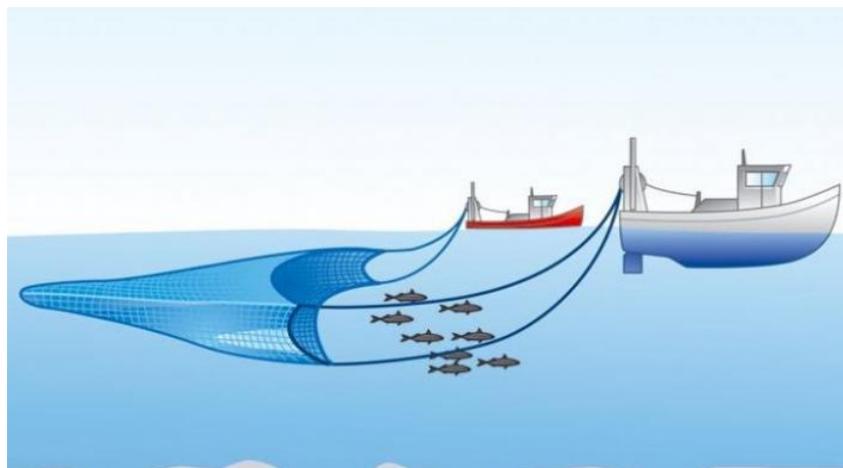
STUDI LITERATUR

2.1. Kapal Ikan

Kapal ikan merupakan suatu moda angkutan di laut yang sangat vital peranannya bagi masyarakat pesisir yang bermata-pencaharian sebagai nelayan. Kapal ikan dibangun dengan beragam teknik dimana terdapat perbedaan di setiap daerah sesuai dengan kondisi daerah tersebut. Pembangunan kapal ikan, secara umum masih dilakukan secara tradisional yaitu dengan mengikuti cara pembangunan kapal sebelumnya yang cenderung tanpa perencanaan yang tepat. Sedangkan saat ini seiring dengan berkembangnya teknologi perkapalan, setiap pembangunan kapal termasuk kapal ikan direncanakan sesuai dengan permintaan dan kebutuhan dari pemiliknya.

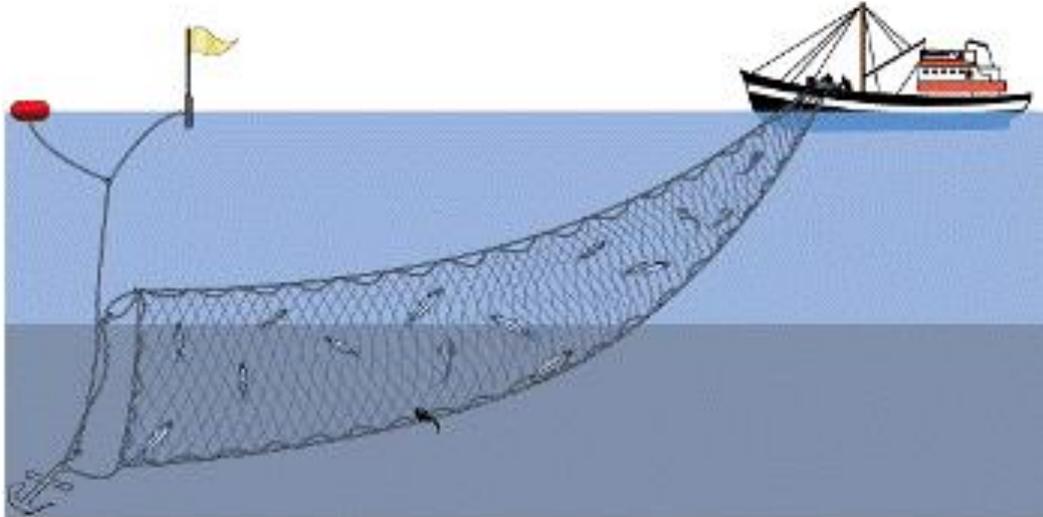
Kapal ikan adalah alat apung yang dipergunakan untuk melakukan penangkapan ikan, pengangkutan ikan maupun pengolahan ikan. Karakteristik kapal ikan berbeda dengan kapal jenis lainnya, dikarenakan kapal ikan memiliki fasilitas penyimpanan ikan serta alat bantu penangkapan ikan. Ada banyak metode yang digunakan oleh para nelayan untuk melakukan aktivitasnya dalam menangkap ikan, baik itu secara tradisional maupun secara modern. Umumnya kapal penangkap ikan yang menggunakan jaring sebagai alat penangkap ikan secara garis besar dapat digolongkan sebagai berikut:

- Kapal penangkap ikan jenis Pukat *Trawler* ditunjukkan pada Gambar 2.1.



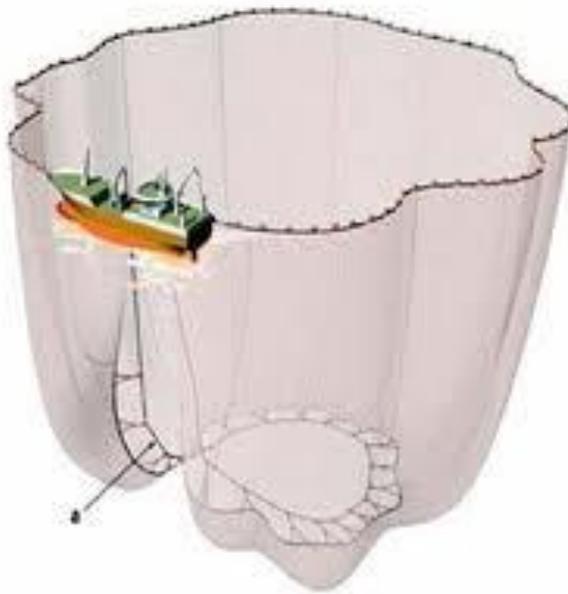
Gambar 2.1 Penangkap jenis *Trawl*
Sumber : (<https://sites.google.com>, 2016)

- Kapal penangkap ikan jenis Jaring Insang (*Gillnet*) ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Penangkap ikan jenis *Gillnet*
Sumber : (Runny, 2017)

- Kapal penangkap ikan jenis Pukat Cincin ditunjukkan pada gambar 2.3.



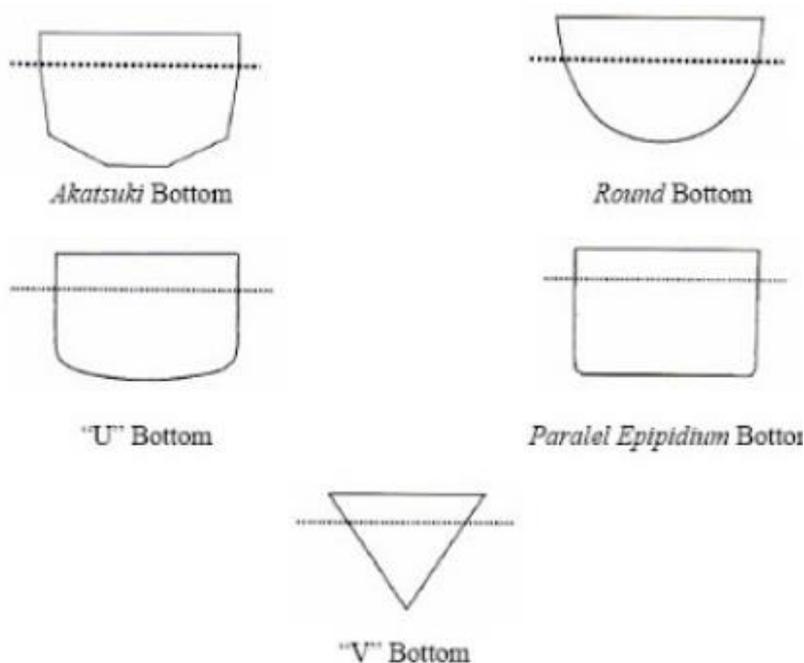
Gambar 2.3 Penangkap ikan Pukat Cincin
Sumber : (NRL, 2015)

2.1.1. Bentuk Lambung Kapal

Sedangkan dari segi bentuk pada kapal ikan tradisional terdapat beberapa variasi lambung kapal yang pernah dibuat, diantaranya sebagai berikut :

- Bentuk lambung kapal dengan dasar rata: (dari atas ke bawah)
 - Bentuk *scrow berge*
 - Bentuk *dory/skiff*

- Bentuk arc bottom
- Bentuk lambung kapal dengan dasar V: (dari atas ke bawah)
 - Bentuk *chine vee*
 - Bentuk *deep vee chine*
 - Bentuk *double chine/ skipjack*
- Bentuk lambung kapal dengan dasar lengkung: (dari atas ke bawah)
 - *Mesor Boat*
 - *Sailing dinghy*
 - *Keel set boat*
- Bentuk lambung kapal dengan dasar W



Gambar 2.4 Bentuk Lambung Kapal
 Sumber : (Badan Standarisasi Nasional, 2006)

Di Indonesia kapal ikan yang banyak digunakan adalah jenis *purse seine*. *Purse seine* sering disebut pukat jaring, pukat cincin atau pukat kantong karena bentuk jaring tersebut waktu dioperasikan berbentuk seperti kantong. *Purse seine* juga disebut jaring kolor karena pada bagian bawah jaring (tali ris bawah) dilengkapi dengan tali kolor yang gunanya untuk menyatukan bagian bawah jaring sewaktu operasi. *Purse seine* digunakan untuk menangkap ikan yang bergerombol di permukaan laut. Oleh karena itu, jenis-jenis ikan yang tertangkap

dengan alat penangkapan *purse seine* adalah jenis-jenis ikan pelagis yang hidupnya bergerombol.

2.1.2. Bentuk Konstruksi

Pada konstruksi kapal kayu terdapat istilah *deadwood* atau kayu mati dimana kayu ini merupakan sistem konstruksi yang berfungsi sebagai penguat di ujung bagian depan (*fore*) maupun belakang (*after*).



Gambar 2.5 Konstruksi Kapal Kayu
sumber: (SNI, 2006)

2.1.3. Bahan Pembuatan Kapal Ikan

- Kayu

Kayu Jati ini merupakan salah kayu yang terbaik untuk digunakan sebagai bahan baku mebel atau bahan-bahan untuk produk kayu lainnya. Kayu Jati ini 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 disamping lama pembebanan.

3. Struktur Anatomi Kayu

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

4. Lama Pembebanan

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

5. Berat Jenis dan Kerapatan

Kayu disusun oleh zat yang lebih berat daripada air, berat jenis zat kayu sekitar 1.5 Kg/m^3 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*. *Oil* 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. Dia memiliki warna dasar coklat 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*. 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. Kapal fiber juga jauh 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 dipersaingkan dengan baja. Sekalipun demikian kekuatan bambu yang tinggi ini 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 di bidang konstruksi masih sangat terbatas dan digunakan hanya pada konstruksi ringan.

2.2. Material Laminasi

Kayu Jati sebagai material dasar pembangunan kapal kayu terus mengalami kenaikan harga. Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) sebagai material alternatif memiliki keunggulan sifat mekanis yang baik, laju pertumbuhan yang cepat, dan mudah dibudidayakan. Namun demikian, pengaplikasian bambu Betung sebagai komponen konstruksi perlu dibuat dalam bentuk laminasi untuk mengatasi anatomi bambu yang berongga seperti pada Gambar 2.6. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan nilai kuat tarik dan kuat tekan bambu laminasi yang memiliki dua variasi bentuk penampang bilah T dan persegi empat sebagai lamina dengan sudut 90° antar lapisan, untuk diaplikasikan pada bangunan atas kapal kayu 5 GT, 15 GT, dan 30 GT serta mengetahui biaya produksi bambu laminasi untuk pembuatan bangunan atas kapal kayu 30 GT. Di dalam tugas akhir ini, dilakukan pengujian tarik dan pengujian tekan pada masing-masing variasi bambu laminasi. Dengan mengetahui dimensi penampang, kebutuhan bambu laminasi dapat diketahui untuk dibandingkan dengan kebutuhan kayu Jati satu bangunan atas.

Bambu merupakan bahan lokal yang sudah sangat dikenal di Indonesia dan memegang peranan sangat penting dalam kehidupan masyarakat, ini dapat dilihat dari banyaknya bambu pada berbagai keperluan masyarakat kita sejak nenek moyang kita ada. Pada umumnya, bagian-bagian yang dapat dibuat dari bambu jauh lebih murah jika dibandingkan dengan bahan bangunan lain untuk kegunaan yang sama. Bambu terdapat hampir di seluruh Indonesia. Bambu merupakan bahan ramuan yang penting sebagai pengganti kayu biasa bagi penduduk desa.

Dari hasil pengujian diketahui bahwa kuat tarik bambu laminasi variasi satu dan variasi dua masing-masing adalah 79.68 N/mm^2 dan 95.03 N/mm^2 . Kuat tekan variasi satu dan variasi dua adalah 31.47 N/mm^2 dan 31.33 N/mm^2 . Dimensi penampang Deck Beam dengan bambu laminasi untuk kapal 5 GT, 15 GT, dan 30 GT secara berurutan adalah $50 \times 70 \text{ mm}$, $80 \times 80 \text{ mm}$, dan $80 \times 90 \text{ mm}$. Dimensi penampang penegar dinding, secara berurutan adalah $50 \times 55 \text{ mm}$, $60 \times 75 \text{ mm}$, dan $65 \times 80 \text{ mm}$. Sementara untuk tebal kulit bangunan atas, secara berurutan adalah 18 mm , 35 mm , dan 35 mm . Biaya produksi bambu laminasi untuk bangunan atas kapal 30 GT adalah Rp 4.981.297,00 (Supomo, 2016).



Gambar 2.6 Anatomi Bambu
 Sumber : (Schroder, 2011)

Bambu secara botanis dapat digolongkan pada famili *Gramineae* (rumput). Berbeda dengan kayu, bambu tidak mengenal perkembangan pada gemang. Di Indonesia, ada banyak macam jenis bambu, tetapi hanya empat macam saja yang dianggap penting sebagai jenis bambu yang umum dipasarkan di Indonesia, yaitu bambu tali, bambu betung, bambu duri, dan bambu wulung.

Sifat mekanis bambu secara umum tergantung pada :

- Jenis bambu
- Umur bambu pada waktu penebangan
- Kelembaban (kadar air kesetimbangan) pada batang bambu
- Bagian batang bambu yang digunakan (kaki, pertengahan, kepala)
- Letak dan jarak ruas (bagian ruas tahan terhadap gaya tekan dan lentur)

Bambu laminasi (*glue limited timber glulam*) merupakan produk yang dibuat dengan merekatkan dua atau lebih lapisan bahan menjadi satu yang dibedakan menjadi lamina menyilang (*cross*) dan lamina sejajar (*parallel*). Lamina menyilang merupakan lapisan yang disusun secara menyilang satu dengan yang lain, sedangkan lamina sejajar adalah lapisan yang disusun sejajar antara satu dengan yang lain (Forsmith, 1952). Pada penelitian ini spesimen uji kuat tekan tegak lurus menggunakan susunan lamina sejajar yang susunan bilahnya horisontal dan vertikal (Jokosisworo, 2014).

Bambu laminasi sebagai material konstruksi perlu ditinjau sifat-sifatnya mengenai sifat mekanis dan sifat fisiknya. Sebagai bahan material alam, bambu mempunyai bermacam-macam sifat yang tergantung pada jenis, lingkungan pertumbuhan dan asalnya. Adapun yang termasuk karakteristik fisika bambu, antara lain:

- **Berat jenis**

Berat jenis bambu menunjukkan banyaknya massa bambu, dengan kata lain jumlah sel-sel penyusun bambu dengan berat sel masing-masing menunjukkan berat total bambu. Berat jenis bambu dihitung sebagai nilai perbandingan antara berat bambu kering dibagi berat air dengan volume sama dengan volume bambu tersebut.

- **Kadar air**

Adalah nilai yang menunjukkan banyaknya air yang ada dalam bambu. Kadar air dihitung sebagai persentase perbandingan berat air dalam bambu dengan berat kering tanur. Berat bambu kering tanur adalah berat bambu total tanpa air.

Secara garis besar keuntungan yang dapat diperoleh dari teknologi laminasi antara lain

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

Sedangkan, menurut Manik (1997), keunggulan teknologi laminasi sebagai berikut:

1. Pengadaan material di pasaran mudah karena ketebalan papan pelapis yang digunakan maksimum 2 cm, panjang pelapis tidak dibatasi.
2. Penggunaan material kayu lebih efisien, penyediaan kayu akan lebih cepat dan murah karena potongan kayu yang tipis (sampai 5 mm), pendek, serta ada cacatnya masih bisa digunakan untuk membuat konstruksi.
3. Sedikit menggunakan bahan pengikat mekanis dengan dimensi lebih kecil dan bersifat hanya menyatukan permukaan bidang.

4. Mudah dilakukan pemeriksaan cacat karena dimensi bahan baku penyusun laminasi lebih kecil dan tipis. Mudah dalam pemilihan bahan penyusun laminasi yang baik tanpa cacat.
5. Kekedapan dapat terjamin, konstruksi rigit atau kaku, perubahan dimensi kayu dapat teratasi dengan pengaturan arah serat kayu yang efektif.
6. Perlindungan berganda dapat dilaksanakan, kayu yang kering dan dijenuhkan (kayu oven) akan lebih tahan terhadap kerusakan, dan sifat lapisan lem yang diciptakan khusus juga merupakan perlindungan terhadap kerusakan pula.

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

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

2.2.1. Jenis Spesies Bambu

1. *Arundinaria japonica*

Arundinaria japonica atau bambu jepang memiliki ciri batangnya yang berwarna kuning-cokelat dan memiliki daun seperti palm. Tanaman ini merupakan jenis bambu yang tumbuh dengan baik di daerah dingin dan tempat-tempat teduh serta di bawah sinar matahari penuh. Gambar tumbuhan bambu jepang ini dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Bambu jepang (*Arundinaria japonica*)
Sumber : (www.stewartflowers.net, 2018)

2. *Bambusa arundinacea wild (Pring ori)*

Bambu jenis ini memiliki ciri batangnya yang tidak lurus. Warna batangnya hijau terang dan akan berubah kecokelatan saat terjadi kekeringan seperti pada Gambar 2.8. Tunas mudanya memiliki warna ungu pekat. Di seluruh batangnya terdapat senjata berupa

gagah dan duri yang melengkung. Biasanya kalau dipegang, tangan kita akan mengakibatkan gatal.



Gambar 2.8 *Bambusa arundinacea wild*
Sumber : (Nelindah, 2017)

3. *Bambusa atra lindl*

Batang bambu ini berwarna hijau gelap ketika masih muda dan berubah menjadi hijau kekuningan saat matang seperti pada Gambar 2.9. Panjang setiap ruas berkisar 60-80 cm dengan diameter 2-5 cm.



Gambar 2.9 *Bambusa atra lindl*
Sumber : (www.bagi-in.com, 2019)

4. *Bambusa blumeana*

Disebut juga dengan bambu duri karena pada ranting dan batangnya tumbuh duri. Di Jawa bambu ini dikenal dengan pring gesing dan haur cucuk untuk orang Sunda. Bambu duri memiliki penampilan luar berwarna hijau dimana panjang ruas berkisar 25-35 cm dan diameter 8-15 cm. Bentuk daunnya seperti tombak dengan panjang rata-rata 10-20 cm dan lebar 12-25 mm. Bambu jenis ini tumbuh di daerah tropis lembab dan kering seperti di tepi sungai, lereng bukit dan di sepanjang sungai air tawar. Gambar bambu tipe ini dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Bambusa blumeana*
Sumber : (Schroder, 2011)

5. *Bambusa glaucescens*

Bambusa glaucescens (Wild) atau *Bambusa multiplex* adalah jenis bambu yang berasal dari China (Provinsi Guangdong, Guangxi, Hainan, Hunan, Jiangxi, Sichuan, Yunann) Nepal, Bhutan, Assam, Sri Lanka, Taiwan dan Indochina utara. Jenis ini juga telah dinaturalisasi di beberapa negara seperti India, Hindia Barat, Florida, Georgia, Alabama, Irak, Madagaskar dan Mauritius. Adapun untuk gambar dari bambu ini dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 *Bambusa glaucescens*
Sumber : (Fakuda,S.,dkk, 2005)

6. *Bambusa maculata*

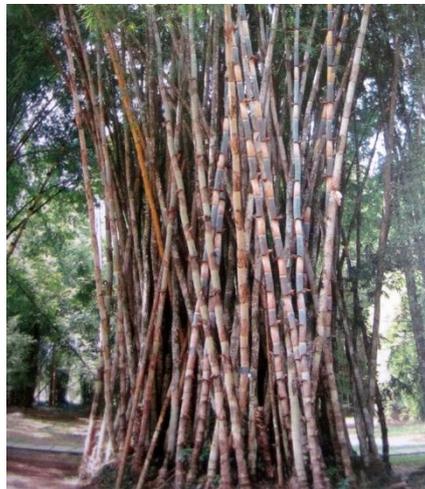
Bambusa maculata atau bambu tutul bisa tumbuh hingga ketinggian 15 m dengan diameter batang 4-8 cm. Bentuk dari bambu ini dapat dilihat pada Gambar 2.12. Bambu jenis ini biasanya dipakai untuk membuat kerajinan dan perabotan rumah tangga. Habitatnya berada di lahan kering dan tandus.



Gambar 2.12 *Bambusa maculata*
Sumber : (Alamendah, 2011)

7. *Bambusa polymorpha*

Ciri fisik bambu ini bisa dilihat dari warna batangnya yang hijau, ditutupi dengan rambut cokelat keputihan dan akan berubah menjadi hijau kecokelatan saat terjadi kekeringan seperti pada Gambar 2.13. Bambu ini mempunyai cabang yang dimulai dari pertengahan batang ke atas. Batangnya terbungkus dengan selubung berwarna hijau muda dan menjadi cokelat ketika sudah dewasa.



Gambar 2.13 *Bambusa polymorpha*
Sumber : (Jiang, 2012)

8. *Bambusa tulda*

Bambusa tulda atau bambu kayu India merupakan jenis bambu yang ditemukan di India, Indochina, Tibet, dan Yunnan. Di India, bambu ini dimanfaatkan sebagai bahan baku industri kertas. Pohon ini dapat tumbuh sampai ketinggian 15 m dan diameter 8 cm. Saat muda, warna batang pohonnya berwarna hijau dan ketika sudah dewasa berubah

menjadi abu-abu seperti Gambar 2.14. Percabangan bambu ini dimulai dari dasar hingga ke atas.



Gambar 2.14 *Bambusa tulda*
Sumber : (Puccio, 2017.)

9. *Bambusa tuldooides* (*Haur hejo*)

Bambusa tuldooides merupakan spesies bambu dari subfamili Bambusoideae. Jenis ini adalah spesies asli dari Guangdong, China. Dalam beberapa kondisi, bambu ini mampu tumbuh hingga 18 m tergantung dari tempat dan faktor lain (kekeringan). Di beberapa negara, jenis ini dibudidayakan sebagai tanaman bonsai. Gambar dari tanaman bambu ini dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 *Bambusa tuldooides*
Sumber : (exoticseedshop.com, 2019)

10. *Bambusa vulgaris* (*Pring ampel*)

Dari beberapa jenis bambu di atas, Pring ampel adalah jenis bambu yang paling mudah dikenali. Bambu ini memiliki ciri warna batangnya kuning lemon dengan garis-garis hijau dan daunnya berwarna hijau gelap seperti pada Gambar 2.16. *Bambusa vulgaris*

merupakan spesies asli Indochina dan provinsi Yunnan di China. Namun kini sudah banyak dibudidayakan di berbagai negara, termasuk Indonesia.

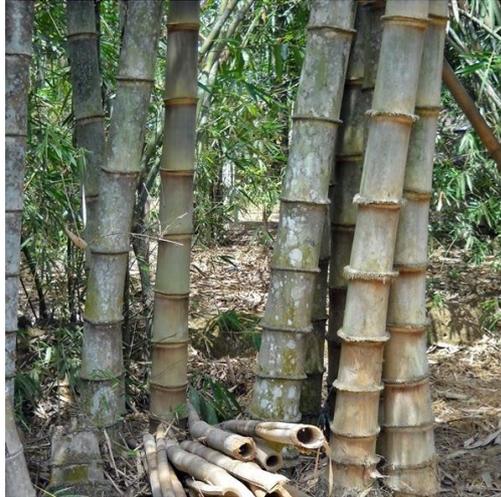


Gambar 2.16 *Bambusa vulgaris*
Sumber : (Riley, 2019)

11. *Dendrocalamus asper* (*Bambu betung*)

Dikenal sebagai bambu kasar atau bambu raksaksa. Habitat bambu ini berada di daerah tropis dan subtropis tepatnya di Asia Tenggara. Bambu ini dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan bangunan dan tunasnya dikonsumsi sebagai sayuran. Warna batang bambu ini hijau agak keabu-abuan dan menjadi cokelat kusam ketika kering. Batangnya lurus dengan panjang tiap ruas sekitar 25-60 cm dan diameter batangnya 3,5-15 cm. Bambu betung dalam bahasa botani disebut dengan nama *Dendrocalamus asper* (Schult. F) Backer ex Heyne. Di berbagai daerah, bambu yang termasuk dalam jenis ini dikenal dengan nama: buluh petong, buluh swanggi, buluh batueng, pering betung, betong, bulo lutong, awi bitung, jajang betung, pring petung, pereng petong, tiing petung, petung, bulo patung dan awo petung (Morisco, 1999).

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 cukup baik khususnya di daerah yang tidak terlalu kering. Warna kulit batang hijau kekuning-kuningan seperti pada Gambar 2.17. Batang dapat mencapai panjang 10-14 meter, panjang buku berkisar antara 40-60 cm dengan diameter 6-15 cm, tebal dinding 10-15 mm. Bambu betung banyak dipakai sebagai bahan bangunan, perahu, kursi, dipan (tempat tidur), saluran air, penampapan air aren hasil sadapan, dinding, (gedeg), dan berbagai jenis kerajinan.



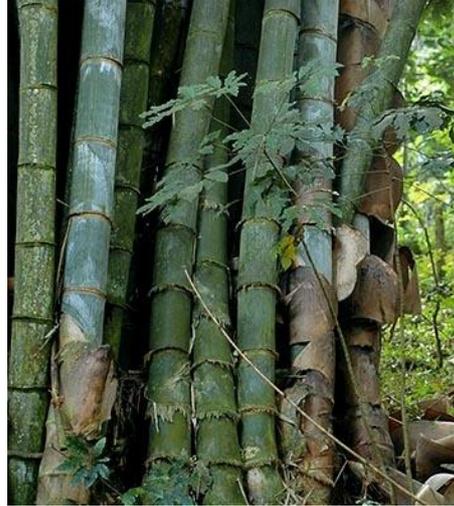
Gambar 2.17 Bambu betung (*Dendrocalamus asper*)
Sumber : (<http://agrobudidaya.blogspot.com>, 2014)

Penelitian tentang sifat mekanik bahan bambu telah dilakukan oleh Fangchun (2000), Surjokusumo (1997), Subiyanto (1996), Morisco (1999) dan Ahmad (2000). Dari penelitian ini diketahui kuat tarik dan tekan sejajar serat dapat mencapai 200 – 300 Mpa sedangkan kuat lentur berkisar 80 – 100 Mpa. Tetapi kuat geser tegak lurus serat hanya 2.5 MPa. Modulus elastisitas sejajar serat dapat mencapai 10-20 MPa. Di bidang konstruksi, bambu biasanya digunakan sebagai tiang, balok atau perancah, *scaffolding* (Idris, 1998; Krisdianto, 2000 dan Surjokusumo, 1997). Di Indonesia terdapat beberapa jenis spesies bambu dan yang paling banyak digunakan di bidang konstruksi adalah bambu betung (*Dendrocalamus asper*). Bambu jenis ini mudah dijumpai hampir di seluruh daerah tropis. Menurut Morisco (1999) dan Amanda (1996), bambu mempunyai kekuatan tarik dua kali dibandingkan dengan kuat tekan kayu. Apabila dibandingkan dengan baja yang mempunyai berat jenis antara 6.0 – 8.0 Kg/m³ (sementara BJ bambu = 0.6 - 0.8, kuat tarik (tensile strength) baja tulangan hanya sebesar 2.3 – 3.0 Mpa lebih besar dibandingkan dengan kekuatan tarik bambu. Dengan demikian bambu mempunyai kekuatan tarik per unit berat jenisnya sebesar 3-4 kali lebih besar dibandingkan dengan baja tulangan.

12. *Dendrocalamus giganteus* (Bambu sembilang)

Bambu ini juga dikenal dengan sebutan bambu naga dan merupakan salah satu jenis bambu terbesar di dunia. Bambu sembilang tumbuh di daerah tropis dan subtropis seperti Asia Tenggara. Pohon bambu ini mempunyai batang yang tinggi dan besar, ketinggiannya mencapai 30-40 m seperti pada Gambar 2.18. Habitatnya banyak ditemukan di Bangladesh, India, Sri Lanka dan negara-negara Asia Tenggara seperti

Indonesia, Myanmar dan Thailand. Ciri-ciri dari bambu ini yaitu mempunyai batang berwarna hijau agak keabu-abuan. Tunasnya berwarna ungu kehitaman. Panjang setiap ruas sekitar 25-40 cm dan diameter 10-35 cm.



Gambar 2.18 Bambu sembilang (*Dendrocalamus giganteus*)
Sumber : (Probo, 2014)

2.2.2. Metode Pembuatan Teknik Laminasi Bambu

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

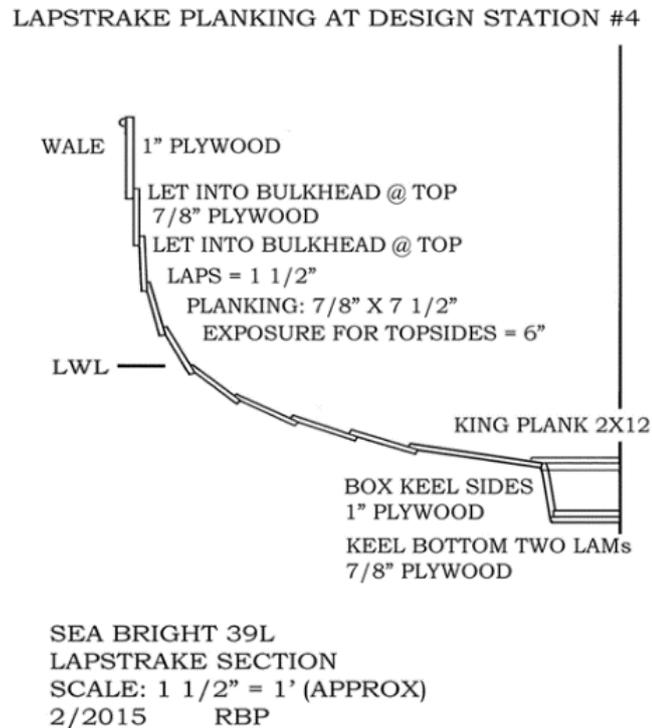
- ***Carvel planking***

Teknik Carvel merupakan metode tradisional pemasangan kulit pada lambung secara umum, yaitu dengan cara menempelkan papan kayu dengan kerangka (*ribcage/frame*) maupun pembujur (*stringer*) menggunakan paku, sekrup, atau paku keling. Setelah pemasangan papan atau kulit lambung yang menghasilkan bentuk dari badan kapal, kemudian dilakukan dempul atau pemakalan pada celah papan yang telah dipasang dengan menggunakan kapas, serabut, atau lainnya dan kemudian di dempul agar kedap dan mudah dalam perbaikannya

- ***Lapstrake planking***

Teknik *lapstrake* atau *klinker* merupakan metode pemasangan kulit lambung dimana papan-papan saling bertumpang tindih atau *overlap*. Pengencangan papan-papan menggunakan paku keling dengan panjang memadai yang dapat mengikat kedua papan yang saling bertumpang tindih atau *overlap*. Pemasangan kulit dengan metode ini menghasilkan lambung menjadi lebih kuat. Celah yang terjadi akibat pemasangan yang bertumpang tindih atau *overlap* dapat dikedapkan dengan mengisi celah dengan

pengeleman dengan *epoxy* atau sejenisnya. Adapun contoh pemasangan kulit dengan metode ini dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Penempelan Kulit Metode *Lapstrake*
Sumber : (Parker, 2015)

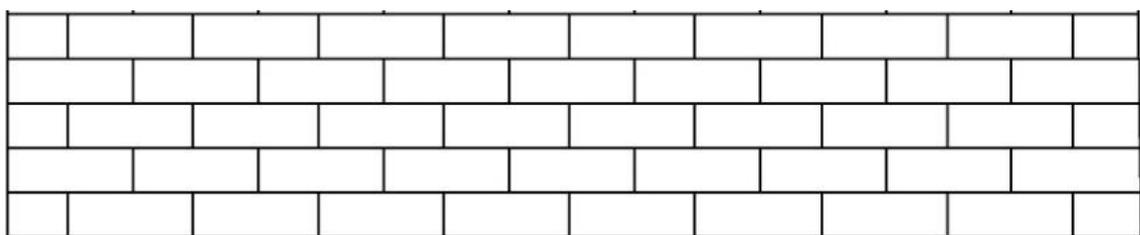
- ***Strip planking***

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 di bagian atas, cembung pada bagian bawahnya dan diikat (dikencangkan/fastening) dengan paku 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 diatas. Bentuk ini tidak mudah dalam perbaikan dikarenakan *strip* atau bilah yang digunakan diikat bersama. Bahan 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 bisa tahan terhadap hantaman ombak secara terus menerus selama berlayar. Adapun untuk penerapan metode tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Penempelan Kulit Metode *Strip*
Sumber: (Boat Building Methods, 2009)

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 2.21 dibuat tidak segaris atau disebut dengan metode tumpuk bata. Penyusunan bambu dengan metode tumpuk bata akan lebih kuat dibandingkan dengan yang segaris dan menjadikannya bersifat kedap air karena susunan antar bilah yang tidak mudah ditembus air. Selain itu, penempatan sambungan metode tumpuk bata menjadikan kembang susut produk yang relatif kecil.



Gambar 2.21 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.

2.2.3. Aplikasi Bambu Laminasi

Perkembangan penggunaan bambu dibidang konstruksi, khususnya dibidang perkapalan, relatif masih sangat kecil. Dengan adanya teknologi laminasi, diharapkan pemanfaatan bambu dapat diperluas dibidang struktur, terutama dibidang perkapalan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik laminasi bambu, pengaruh buku bambu dalam konstruksi laminasi dan sifat kelelahan material laminasi bambu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa secara umum laminasi bambu betung mempunyai sifat fisik dan sifat mekanik serta sifat terhadap kelelahan material (*fatigue*) yang lebih baik dibandingkan dengan kayu Jati (*solid*). Teknologi laminasi adalah teknik penggabungan bahan dengan bantuan perekat, bahan bangunan berukuran kecil dapat direkatkan membentuk komponen bahan sesuai keperluan. Teknik laminasi juga dapat dilakukan untuk menggabungkan bahan baku yang tidak seragam atau dari berbagai kualitas. (Morisco, 2006).

Kedepannya teknologi laminasi ini dapat digunakan tidak hanya dalam bidang maritim (pembuatan kapal) tetapi juga dapat berkembang dalam bidang produksi mebel atau IKM. Hasil pengujian yang menunjukkan material laminasi memiliki kekuatan fisik dan mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan kayu jati (*solid*) dan biaya yang lebih murah dapat menjadi referensi industri mebel untuk melakukan pengembangan bahan baku industrinya.

2.3. Proses Produksi Kapal Ikan

Diantara standar produksi yang ditetapkan dalam teknologi produksi laminasi adalah ukuran masing-masing lapisan. Tebal minimal dari laminasi adalah 5 mm dan maksimal adalah 20 mm (BKI, 1996). Adapun lebar lapisan tidak diberi batasan, namun untuk mencapai standar dan mengingat keterbatasan lebar dan tebal yang dihasilkan maka ditetapkan ukuran lebar bilah harus sama. Teknologi perekatan bambu laminasi merupakan teknik penggabungan bahan dengan bantuan perekat, bahan bangunan berukuran kecil dapat direkatkan membentuk komponen bangunan sesuai dengan keinginan. Teknik laminasi juga merupakan cara penggabungan bahan baku yang tidak seragam atau dari berbagai kualitas. Menurut Morisco (2006).

Di dalam BKI Tahun 2013 tertera aturan mengenai konstruksi yang menggunakan bahan lain dari jenis kayu yang diatur oleh BKI sebagai bahan utama pembuatan kapal kecil. Bahan lain tersebut diatur dalam volume VII tentang aturan untuk kapal kecil hingga 24 meter. Peraturan di dalamnya mengatur tentang beberapa rumus pendekatan untuk mengukur lunas, linggi, wrang maupun gading kapal.

2.3.1. Konstruksi Gading, Wrang dan Balok Geladak

Dalam menentukan modulus dari *wrang*, gading, dan balok geladak, perhitungan tersebut sudah terdapat pada tabel yang ada pada BKI. Hasil perhitungan dari *wrang*, gading, dan pembujur sekat berupa modulus penampang, yang mana perancang diberi kebebasan dalam hal menentukan dimensi penampang dari bagian konstruksi tersebut asalkan memenuhi modulus yang telah diperoleh sebelumnya. Modulus penampang dari *wrang*, gading, dan pembujur sekat ditentukan dari table 1.11, 1.12, 1.13, 1.15 dan 1.18 yang ada pada BKI volume VII tahun 2013, yang mana hasilnya dikalikan dengan karakteristik material yakni k10 (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 :

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

Dengan definisi :

$$e = \text{distance of floor/transverse frames [mm]}$$

$$l = \text{span (unsupported length of floor of frame) [m]}$$

$$F_{VSF} = \left(0.1 \cdot \frac{v}{\sqrt{L_{wl}}} + 0.52 \right) (1.19 - 0.01 \cdot L) > 1.0 \quad (3)$$

$$P_{dSM} = \text{beban yang terjadi pada sisi kapal}$$

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:

$$W = \frac{I}{Z} \quad (4)$$

Dengan:

$$W = \text{modulus penampang [cm}^3\text{]}$$

I = momen inersia [cm^4]

z = titik berat [cm]

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

2.3.2. Pembangunan Kapal Ikan Tradisional

Teknik pembuatan kapal secara tradisional di Indonesia masih terpaku pada pengalaman pembangunan kapal sebelumnya tanpa adanya perencanaan desain yang tepat dan akurat. Hal tersebut dapat mempengaruhi keefektifan kapal tersebut dikarenakan bentuk lambung yang tidak terencana sehingga menyebabkan hambatan yang besar pada kapal. Selain penggunaan kemudi yang tidak efektif dikarenakan posisi yang tidak proporsional juga bisa menyebabkan manuver kapal tidak maksimal. Pembangunan kapal secara tradisional terdiri dari beberapa proses, diantaranya (Sinambela, 2012):



Gambar 2.22 Diagram alur pembangunan kapal ikan tradisional

- **Pemilihan Kayu**

Sebelum proses pembangunan kapal, pemilihan kayu harus dilakukan karena kayu adalah material pokok pembuatan kapal.

- **Peletakan Lunas**

Peletakan lunas adalah hal pertama yang dilakukan di awal pembangun kapal. Lunas harus diberi kayu yang kuat serta harus diperhatikan agar saat dibangun dalam kondisi *even keel* (tegak)

- **Pembentukan Lambung**

Kebanyakan pembangunan kapal kayu tradisional membentuk bagian lambung terlebih dahulu. Pemasangan kulit (dinding) lambung ini dilakukan dengan membentuk papan sesuai dengan bentuk lambung yang akan dibuat. Setelah membentuk lambung dengan pemasangan kulit (dinding) terlebih dahulu, barulah memasang gading (*frame*) yang disesuaikan dengan bentuk kulitnya. Untuk membentuk lambung yang memiliki kelengkungan, para pembuat kapal biasanya membakar atau merebus kayu yang akan dibengkokkan kemudian setelah dirasa cukup panas untuk memuai, barulah kayu dibengkokkan sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

- **Pemasangan Kerangka**

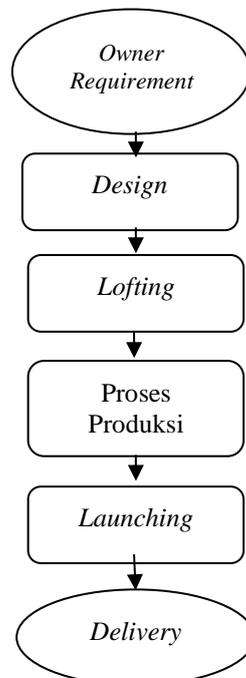
Setelah bentuk badan kapal selesai, maka selanjutnya yang dilakukan adalah memasang kerangka (*frame/gading*). Pemakaian gading ini biasanya memanfaatkan kayu Jati solid lalu dipotong sesuai dengan lekukan yang di dapat dari pemasangan kulit tersebut. Hal ini dapat memungkinkan adanya konstruksi kapal kayu yang asimetris dan masih banyak beberapa faktor teknis pembangunan kapal kayu yang dilakukan oleh para pembuat kapal terkesan terabaikan dan seadanya. Selain itu jarak gading pada kapal yang dibangun tidak selalu sama dan ukuran gading tidak memiliki standar baku.

- **Peluncuran**

Peluncuran merupakan proses menurunkan kapal dari landasan luncur ke air. Proses peluncuran secara tradisional umumnya kapal ditarik oleh banyak orang dan kapal akan bergerak meluncur secara perlahan hingga kapal dapat mengapung di air.

2.3.3. Pembangunan Kapal Ikan secara Modern

Proses pembangunan kapal sekarang ini 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 di Gambar 2.23.



Gambar 2.23 Diagram alur perencanaan pembangunan kapal ikan

- ***Owner Requirement***

Langkah awal yang dilakukan sebagai acuan pembangunan kapal, agar sesuai dengan permintaan pemesan

- ***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. Lalu mendapatkan juga *General Arrangement* dan juga *Construction Profile*.

- ***Lofting***

Merupakan kegiatan menggambar bentuk badan kapal dalam skala 1:1. Tujuan dilakukan *lofting* adalah memindahkan dari gambar desain ke dalam ukuran skala sebenarnya.

- **Proses Produksi**

Proses produksi pada bangunan kapal kayu meliputi *Fabrikasi*, *Assembly* dan *Erection*. Di sana dilakukan identifikasi material, pemotongan material, penggabungan antar komponen hingga pengecatan.

- **Peluncuran**

Setelah semua proses dalam pembangunan kapal selesai, maka di lakukan peluncuran. Yaitu proses meluncurnya kapal dari landasan peluncuran dengan menggunakan gaya berat kapal.

2.3.4. 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.

- 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 yaitu *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*)nya telah tertentu.

Kelebihan proses produksi secara *Series* adalah:

- Dapat di perolehnya tingkat biaya produksi per unit (*unit production cost*) yang rendah karena dihasilkan pada volume yang besar serta standard.
- Biaya tenaga kerja (*labor cost*)nya adalah rendah , karena jumlah tenaga kerjanya yang sedikit dan tidak memerlukan tenaga yang 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 dipergunakannya tenaga manusia dan tenaga yang dibutuhkannya 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.

(<http://brainly>, 2018)

2.4. 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 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.

Di daerah pesisir pantai Lamongan sebagian besar warganya berprofesi sebagai nelayan. Pada daerah tersebut juga merupakan salah satu galangan kapal tradisional, baik untuk pembuatan maupun perbaikan kapal. Salah satu jenis perahu yang dihasilkan adalah ijon-ijon, yang merupakan kapal khusus untuk menangkap ikan.

Galangan kapal disana pada umumnya merupakan usaha personal yang bersifat nonformal sehingga tidak berbadan hukum. Keahlian dan ketrampilan pembuat perahu berdasarkan pengalaman dan otodidak. Tidak ada rancangan atau desain terlebih dahulu ketika akan membuat perahu. Sarana dan prasarana yang digunakan juga masih relatif sederhana dan kurang memanfaatkan teknologi modern.

Perahu ijon-ijon oleh masyarakat dikonotasikan sebagai perahu perempuan dengan ciri linggi tumpul dan berbadan gemuk. Terdapat simbol topeng, mata, alis, sanggul, mahkota dan bunga. Rancang bangunnya terdapat ruang untuk menyimpan, menampung, mengangkut dan mendinginkan hasil tangkapan. Akibat lambung yang cukup besar gerak kapal menjadi lebih lambat. Untuk mempercepat gerakan dilakukan modifikasi pada mesin, poros, baling-baling dan sistem kemudi. Ijon-ijon dibuat indah dengan daya tahan yang lama atau awet serta daya apung yang tinggi. Bahan yang digunakan biasanya kayu Jati, mahoni, mimbo, asam londo, akasia dan kayu ulin. Sebagaimana membuat rumah, dalam pembuatan perahu masyarakat juga menggunakan perhitungan-perhitungan tertentu, sesaji dan doa-doa terlebih dahulu. (Kusalamani, 2019)

2.5. Cetakan Gading Laminasi Bambu dengan Metode non-Series

Sebelum dilakukannya 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 secara *non-series*.

I. Proses Pembuatan Matras untuk Mencetak Gading

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mempersiapkan matras untuk mencetak

gading adalah 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)
- 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).

II. 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. Di letakkan 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 ragum 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 2.24.
- Pada awal pembentukan gading ini awalnya langsung dibentuk dari 3 layer bilah dan langsung dilaminasi untuk berikutnya menunggu hingga lem kering \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 2.24 Proses laminasi dengan menggunakan alat pencetak gading
 Sumber : (Murtadlo & Supomo, 2013)

2.5.1. Biaya Total Pembuatan Gading Laminasi Bambu Secara *Non-Series*

Biaya total dimana untuk menghasilkan alat pencetak gading ini semua biaya yang berhubungan dengan pembuatan alat ini dijumlahkan (Murtadlo & Supomo, 2013).

Biaya material	:	Rp 3.054.800,00
Biaya konsumabel	:	Rp 1.109.500,00
Biaya tenaga kerja	:	Rp 230.000,00
Biaya mesin	:	Rp 158.600,00
Biaya transportasi	:	Rp 300.000,00
Total	:	Rp 4.822.900,00

2.6. Biaya Produksi Gading Kapal

Perhitungan biaya produksi kapal ikan ini dilakukan dengan perhitungan biaya produksi satu meter kubik bambu laminasi jenis bambu Ori. Harga ini dibandingkan dengan harga satu meter kubik kayu Jati sebagai material pembuatan konstruksi gading kapal

Adapun komponen yang termasuk dalam perhitungan biaya produksi ini adalah jumlah dan harga bambu laminasi satu meter kubik, jumlah dan banyaknya perekat yang dibutuhkan untuk membuat bambu laminasi, biaya material pembuatan cetakan gading bambu serta biaya tenaga kerja ahli dalam pembuatan gading.

Begitupun perhitungan tersebut di gunakan untuk menghitung biaya produksi gading berbahan Jati solid sehingga hasilnya bisa di gunakan untuk perbandingan analisa ekonomis. Berikut merupakan dari beberapa biaya yang diperhitungkan :

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 terimakan kepada pemilik atau pemesan. Material langsung dalam proses produksi di perusahaan dibagi menjadi dua 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 bantuannya 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.

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, biaya *maintenance* mesin pabrik

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Studi Literatur

Tahap awal yang harus dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini diawali dengan mencari dan membaca referensi yang berkaitan, sehingga mendapatkan dugaan awal untuk disusun menjadi hipotesa. Referensi yang dapat digunakan untuk acuan studi literatur dapat berupa jurnal maupun penelitian-penelitian yang sudah ada.

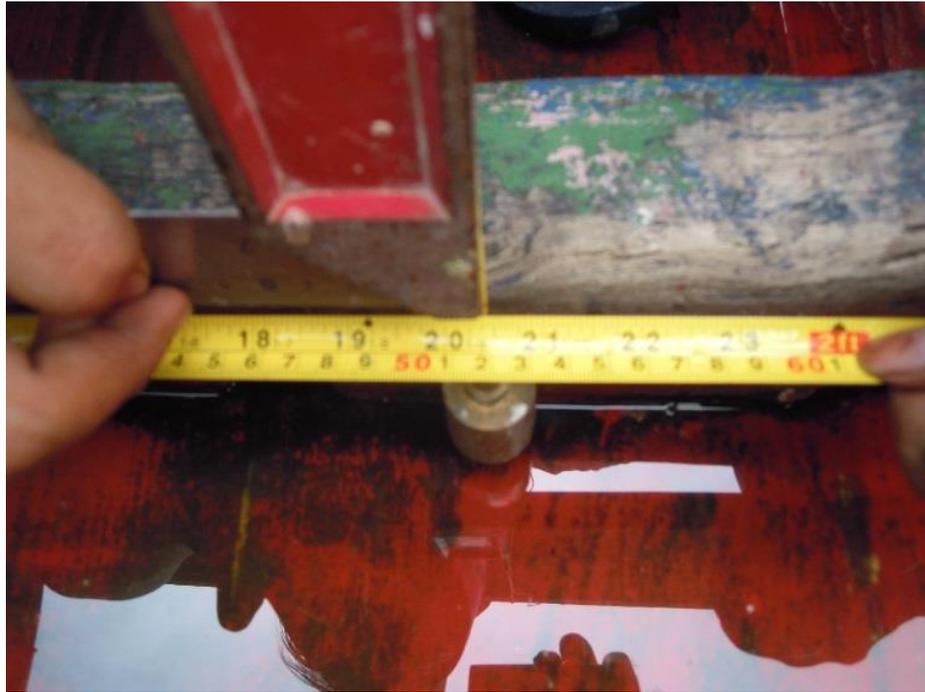
Studi literatur yang dilakukan mengakomodasi kayu Jati dan bambu. Baik secara populasi maupun karakteristik. Kemudian studi juga dilakukan terkait tentang Teknik pembuatan laminasi bambu. Studi yang dilakukan juga mengakomodasi pengetahuan tentang konstruksi kapal dan peraturan terkait konstruksi kapal dalam karya tulis ini standard peraturan yang digunakan adalah BKI. Serta mencakup tentang pengetahuan kearifan lokal para nelayan nelayan di daerah yang ditentukan.

3.2. Kondisi Lapangan

Kondisi lapangan ini digunakan untuk mendapatkan hasil cetakan gading kapal bambu laminasi yang paling optimal sesuai dengan keadaan lapangan secara nyata. Dalam tahap ini dilakukan pencarian data dan informasi mengenai keadaan kapal nelayan yang membutuhkan peningkatan kelayakan. Setelah didapatkan informasi kondisi lapangan, maka dilakukan tahapan survei.

Dalam tahapan ini sebelum melakukan survei, maka dilakukan persiapan material dan tempat serta waktu pengerjaan untuk memastikan penelitian dapat dilakukan secara maksimal. Bagaiman persiapan proses pembuatan cetakan gading, pembuatan gading laminasi bambu, dan tempat pengerjaan yang strategis untuk mendapatkan pengerjaan penelitian yang efisien.

Untuk bisa menghitung dalam aspek teknis maka kita harus mengetahui tentang kondisi lapangan yang ada. Untuk itu di perlukan survei untuk mendapatkan garis koordinat yang dapat digunakan untuk pembuatan *linesplan* kapal.



Gambar 3.1 Proses Pengukuran Gading per *Waterline*

Metode dalam pengukuran kapal. Seperti di lihat pada gambar 3.1. Alat yang di perlukan adalah bandul, siku, dan meteran. Bandul berguna agar kita bisa mengetahui bahwa pengukuran yang di kerjakan sudah tegak lurus terhadap tanah, serta siku yang digunakan berfungsi untuk agar pengukuran sejajar dengan tanah. Setelah pengukuran selesai maka akan di dapatkan panjang koordinat pada setiap *waterline* pada masing masing gading.

Sehingga di dapatkan koordinat tiap *waterline* yang berfungsi dalam pembuatan *Linesplan* (Rencana Garis) yang di gunakan untuk pembuatan cetakan gading berbahan laminasi bambu.

3.3. Membuat *Linesplan* Kapal Ikan Berbasis Kearifan Lokal

Setelah didapatkan semua *linesplan* dari tiap daerah, maka didapatkan *linesplan* yang dipilih diantara ketiga *linesplan* tersebut. Diantara *linesplan* kapal ikan gresik, *linesplan* kapal ikan pasuruan, dan *linesplan* kapal ikan jember, maka didapatkan *linesplan* yang paling optimal untuk digunakan sebagai acuan cetakan gading bambu laminasi berdasarkan kearifan lokal yaitu *linesplan* Jember. Dikarenakan kebutuhan kapal yang cukup banyak.

3.4. Menghitung Ukuran Konstruksi Gading Berdasarkan BKI 2013

Pada tahap ini dilakukan perhitungan konstruksi gading berdasarkan standar BKI 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 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*.

3.5. Pembuatan Cetakan Gading Bambu Laminasi

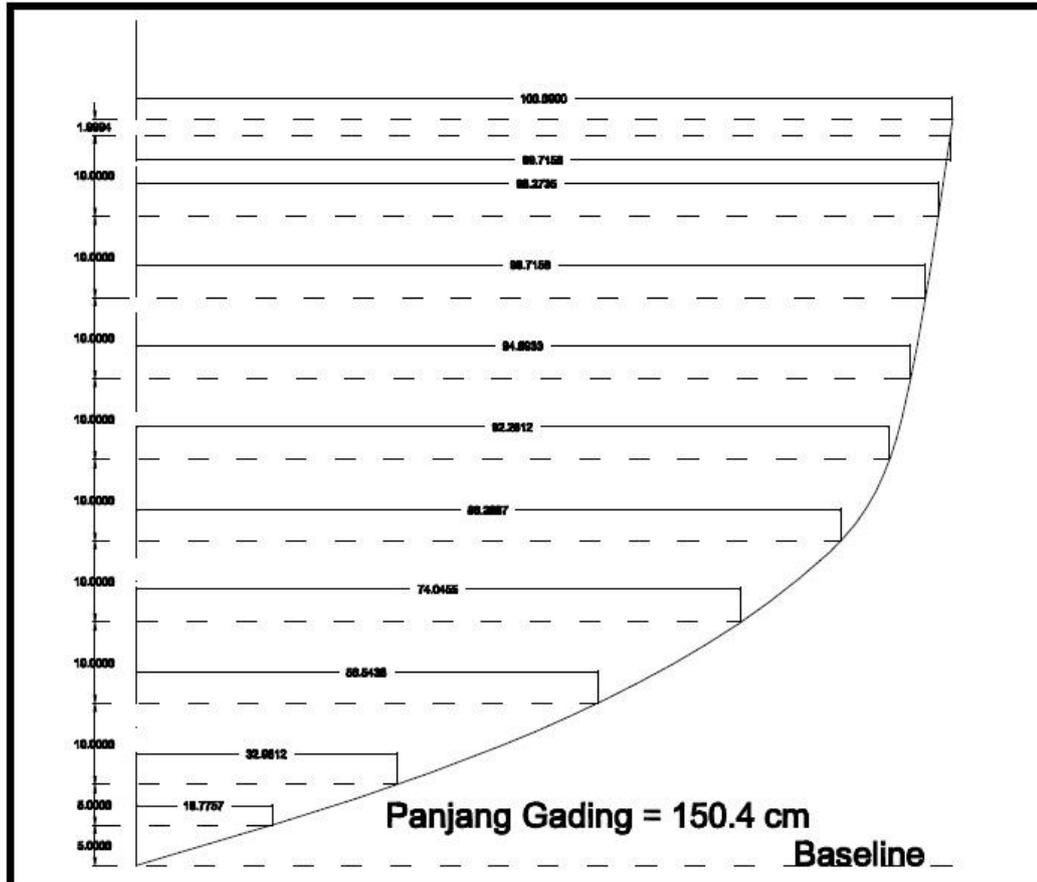
Setelah didapatkan ukuran konstruksi gading dan *linesplan* sebagai acuan, maka dilakukan tahap pembuatan cetakan gading bambu laminasi. Beracuan pada *body plan* yang sudah digunakan, maka dipisahkan tiap *framena*. Setelah memisahkan setiap *framena*, maka dilakukan pengeplotan agar dapat membuat cetakan gading dengan laminasi bambu.

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.

3.5.1. Desain Cetakan Gading

Pada dunia teknik, proses desain merupakan suatu kunci untuk menghasilkan produk yang baik. Proses desain merupakan salah satu proses tahap awal sebelum membuat suatu produk. Proses desain juga merupakan salah satu tahapan yang sangat riskan, dimana apabila pada proses desain tidak dilakukan dengan benar, maka produk yang diharapkan akan berkualitas buruk bahkan gagal. Oleh karena itu pada proses desain harus dilakukan secara teliti dan seksama.

Proses desain cetakan gading mengacu pada gambar rencana garis (*linesplan*) kapal ikan Jember. Pada rencana garis kapal ikan Jember terdapat salah satu bagian utama yang dapat dijadikan acuan untuk membuat desain cetakan gading, yaitu *bodyplan*. Hal ini dikarenakan *bodyplan* itu sendiri menggambarkan bentuk rangka atau gading kapal ikan setiap jarak tertentu (*frame spacing*). Dalam hal ini pada *bodyplan* mengambil jarak gading sebesar 500 mm. Dari gambar *bodyplan* tersebut, maka desain cetakan gading dapat diproses, sehingga akan didapatkan desain cetakan gading kapal ikan Jember. Desain cetakan gading kapal ikan Jember dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain cetakan gading

3.5.2. Pembuatan *Moldlofting*

Tahap berikutnya dalam proses pembuatan cetakan gading bambu laminasi yaitu tahap *mold lofting*. Tahap ini merupakan tahapan dimana desain cetakan gading yang ada diproduksi menjadi gambar berskala 1:1. Tahap ini dilakukan dengan cara mencetak gambar desain cetakan gading pada sebuah *banner* yang dapat mencakup ukuran 1:1 dari gambar desain.. Setelah didapatkan gambar dengan skala 1:1, maka proses tahap berikutnya dapat dilakukan, dimana pada tahap berikutnya yaitu membentuk beton eiser agar sesuai dengan gambar desain yang telah dicetak dengan skala 1:1. Proses pembentukan beton eiser agar sesuai dengan gambar desain yaitu dengan cara menempelkan beton eiser ke gambar, kemudian dilakukan penekukan beton eiser dengan bantuan palu hingga beton eiser dapat membentuk seperti pada gambar desain yang ada. Setelah beton eiser ini terbentuk sesuai dengan gambar desain, maka proses pembentukan cetakan gading dapat dilakukan.

3.5.3. *Forming Pelat Baja*

Tahap berikutnya yaitu proses pembuatan cetakan gading. Cetakan gading yang dibuat pada kali ini menggunakan bahan dari baja dengan tebal 10 mm. Langkah pertama untuk

memproses cetakan gading ini yaitu dengan cara menempelkan beton eiser yang sesuai dengan gambar desain pada bagian pinggi pelat baja. Pada pelat tersebut kemudian diberikan tanda pada daerah-daerah yang melengkung. Pada daerah tersebut kemudian dilakukan proses pemanasan supaya memudahkan pelat baja dilakukan *forming*. Proses penyesuaian kelengkungan pelat baja terhadap gading yang akan diinginkan dilakukan secara bertahap. Hal ini dikarenakan proses pelengkungan pelat baja tidak menggunakan mesin *bending*, sehingga proses tersebut harus dilakukan secara seksama.

Setelah dilakukan pembentukan kelengkungan pada pelat baja tersebut, maka langkah selanjutnya yaitu memberikan penegar berupa beton eiser pada bagian pinggir baja. Beton eiser tersebut dilas pada cetakan baja berguna untuk mempertahankan bentuk posisi kelengkungan dari cetakan gading tersebut. Mempertahankan bentuk kelengkungan gading juga merupakan hal yang sangat penting, hal ini dikarenakan apabila bentuk kelengkungan gading tersebut tidak dijaga, maka bentuk gading yang menggunakan cetakan tersebut akan berbeda dengan desain yang telah dilakukan. Adapun proses saat pembentukan cetakan gading dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Proses *forming* baja menjadi cetakan

3.6. Membuat *Prototype* Gading Berbahan Bambu Laminasi

Setelah didapatkan cetakan gading laminasi bambu, dilakukan tahap persiapan material untuk pembuatan gading. Spesimen uji gading laminasi bambu dibentuk dari papan laminasi utuh, dimana bahan bakunya berupa bilah-bilah bambu yang telah diproses. Adapun urutan langkah-langkah pembuatan gading laminasi dijelaskan dengan penggunaan alat dan bahan sebagai berikut

- Alat: mesin *planner*, mesin potong, alat ukur (penggaris, meteran, dll), klem F, amplas, dan lain lain
- Bahan: bilah bambu, lem *epoxy ewa resin (marine use)*, *hardener*

Pada tahap dilakukan pengerjaan secara teknis hingga terbentuknya purwarupa gading tiap stationnya sesuai dengan acuan *linesplan* yang digunakan.

3.6.1. Persiapan Material Bambu

Pada tahap awal proses, yang dibutuhkan adalah mempersiapkan bambu ori dengan usia yang sedikit tua. Karena jika terlalu muda bilah bambu akan muda patah ketika di lakukan proses produksi. Setelah itu bilah bambu harus melalui proses *planner* agar dapat memiliki lebar dan tebal yang sama. Hal ini bertujuan agar dalam proses penyusunan gading di atas cetakan bisa lebih mudah dan lebih efektif. 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 dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.3 Proses *planner* bilah bambu

Setelah ukuran tebal dan lebar bilah bambu sama, langkah selanjutnya sebelum melakukan proses produksi adalah menunggu kadar air pada bilah bambu menurun. Agar siap untuk segera diolah maka bambu harus disimpan di tempat yang terbuka dan kering, untuk menghindari jamur pada material bambu. Kadar air maksimal yang diizinkan pada material bambu menurut BKI 2013 adalah sebesar 20%. Proses pengecekan kadar air pada bambu dibantu dengan menggunakan alat *digital moisture*. Dengan menggunakan alat tersebut maka dapat diketahui kadar air yang terkandung dalam bilah bambu tersebut. Pengecekan kadar air yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.53.4 Proses cek kadar air pada bambu

3.6.2. Proses Laminasi Gading Bambu Laminasi

Saat kadar air pada bilah bambu sudah berada di bawah angka tersebut, maka itu berarti bambu siap untuk diolah. Selain bilah bambu bahan material yang dibutuhkan adalah lem *epoxy ewa* serta *hardener* yang berfungsi sebagai perekat sambungan antar tumpukan bilah bambu. Agar kekuatan gading laminasi bambu lebih kuat proses penumpukan disarankan dilakukan dengan metode tumpuk bata.

Untuk hasil lengkung pada gading bisa sesuai dengan cetakan yang sudah dibuat, maka proses produksi harus dilakukan sedikit demi sedikit. Pada penelitian ini melakukan proses penataan bilah bambu pada cetakan disusun setiap 3 (tiga) lapis sebelum di kunci dengan klem F. Proses penguncian lapisan dengan klem F ditunjukkan seperti pada Gambar 3.6. Proses ini dilakukan secara terus menerus sampai menghasilkan tebal gading yang sesuai dengan perhitungan konstruksi gading yang telah dilakukan.



Gambar 3.5 Proses klem F pada proses pembuatan gading laminasi bambu

Agar proses pengeleman maximal maka harus menunggu lem *epoxy* benar benar kering merata. Proses tersebut memakan waktu 3 – 6 jam. Karena jika lem tidak kering sempurna maka ketika klem di buka dari atas cetakan susunan bilah akan kembali ke bentuk semula. Hal itu terjadi karena tegangan sisa yang dimiliki bilah bambu lebih besar. Maka bisa diambil kesimpulan bahwa lem *epoxy* juga akan menambah kekuatan pada gading laminasi bambu tersebut.

3.6.3. Proses *Finishing* Gading Laminasi Bambu

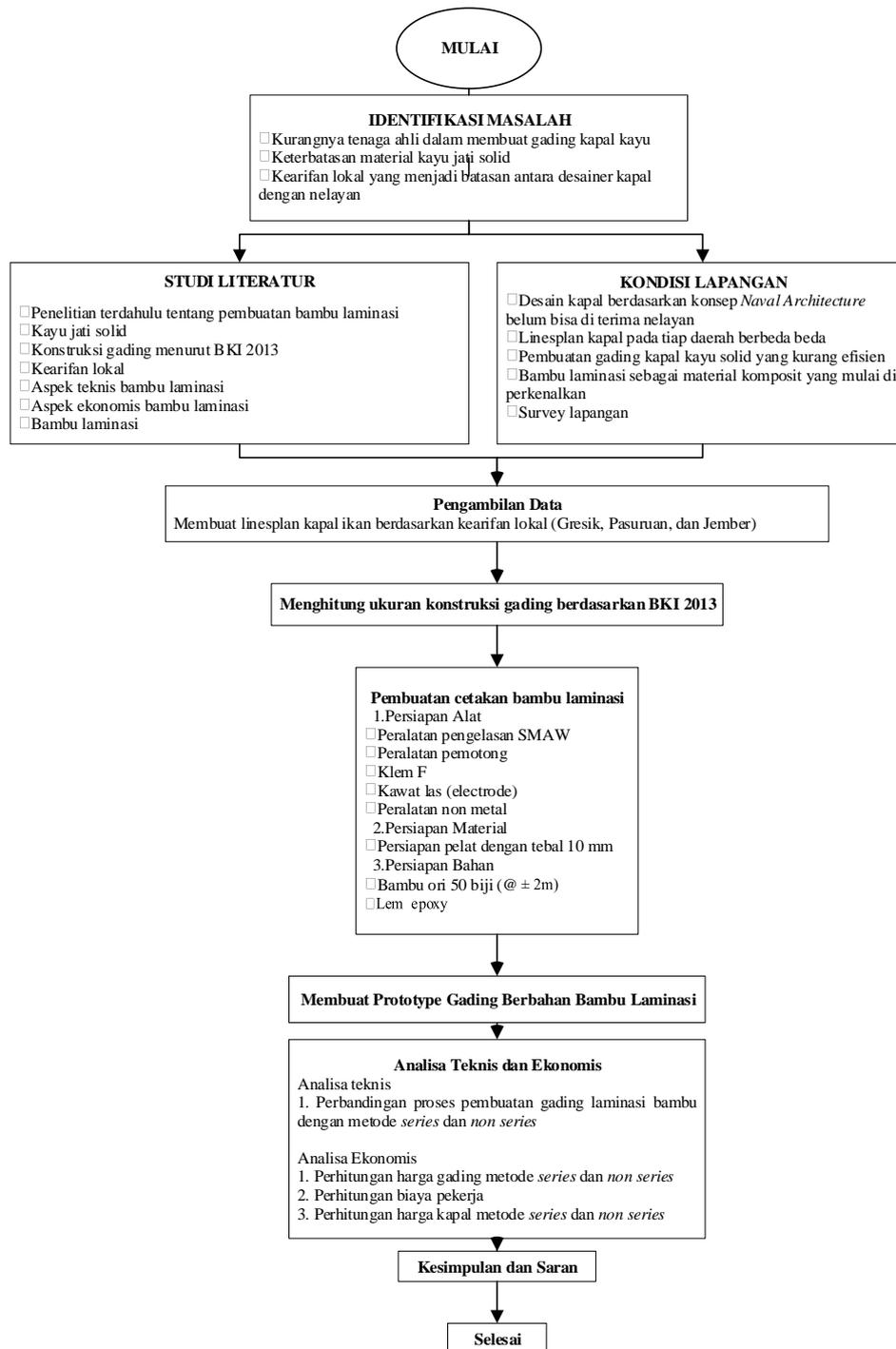
Proses terakhir dalam suatu produksi produk adalah proses *finishing*. Dimana setelah semua tahap dan proses telah selesai dilakukan, maka harus dilakukan *finishing* pada gading tersebut. Karena pada proses penyusunan sering terjadi kelebihan lebar material pada *face* gading serta adanya pelubangan lem *epoxy* pada dinding dinding gading. Untuk itu butuh diratakan agar sesuai dengan perhitungan konstruksi gading. Pada proses ini dibantu dengan menggunakan alat mesin *handplanner* ataupun dengan menggunakan gerinda ber *flapdisk* seperti pada Gambar 3.6. Proses *finishing* harus dilakukan dengan berhati-hati dengan seksama. Hal ini dikarenakan penggunaan *handplanner* dengan tidak berhati-hati dapat beresiko untuk merusak gading tersebut. Sehingga proses pemerataan gading dilakukan secara sedikit demi sedikit agar mendapatkan ukuran gading yang sesuai dengan perhitungan konstruksi yang telah dilakukan.



Gambar 3.6 Proses *finishing* gading

3.7. Analisa Teknis dan Ekonomis

Setelah proses pembuatan gading, maka tahap selanjutnya adalah melakukan analisa perbandingan teknis dan ekonomis. Dalam analisa teknis meliputi tingkat kemudahan, tingkat keakuratan, alat alat yang digunakan serta bagaimana proses produksi dari masing masing metode. Sedangkan dalam analisa ekonomis perbandingan dilakukan pada estimasi biaya cetakan, estimasi biaya pekerja dan estimasi biaya pembuatan gading bambu.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

BAB 4

PERENCANAAN PEMBUATAN CETAKAN GADING

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, tinggi kapal, dan sarat kapal. Pada tahap untuk mendapatkan ukuran utama kapal pada penelitian ini yaitu didapatkan dari pengukuran langsung kapal *existing* pada tiga lokasi. Tiga lokasi yang di targetkan adalah daerah pantai Gresik dan Pasuruan (mewakili daerah utara Jawa) dan Jember (mewakili daerah selatan Jawa).

Desain rencana garis (*linesplan*) kapal memiliki tiga bagian utama, yaitu gambar *bodyplan*, *sheerplan*, dan *halfbreadth plan*. Untuk mendapatkan gambaran *bodyplan* dari kapal yang ada, maka digunakan metode pengukuran bentuk gading kapal dengan alat ukur serta bandul sebagai acuan tegak lurus. Proses pengukuran dilakukan pada setiap jarak gading. Hasil dari pengukuran ini adalah gambar rencana tiap gading kapal yang kemudian digabungkan menjadi gambar *body plan* kapal. Proses ini kemudian disempurnakan dengan cara *meredraw* kapal *existing* dengan bantuan sebuah *software*. Setelah didapatkan gambar *bodyplan* yang sempurna, kemudian dilakukan proyeksi menjadi dua gambar, yaitu gambar *sheerplan* dan *halfbreadth plan*. Setelah didapatkan ketiga bagian gambar utama dari rencana garis (*linesplan*) kemudian gambar tersebut dilakukan proses penyempurnaan dengan menggunakan bantuan *software* AutoCad. Sehingga dengan metode tersebut maka didapatkan ketiga gambar rencana garis (*linesplan*) dari masing-masing daerah yang ditinjau yaitu daerah pantai Gresik, Pasuruan, dan Jember. Dan juga didapatkan perbandingan ukuran utama kapal ikan masing masing daerah yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan ukuran utama kapal 3 daerah

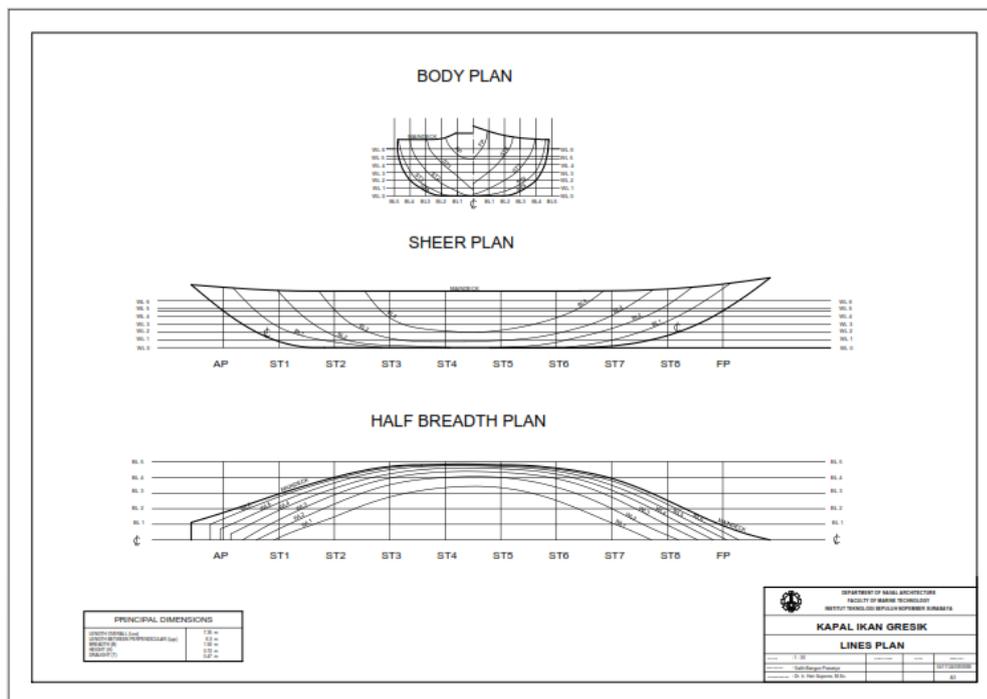
Kapal Daerah	Gresik	Pasuruan	Jember
L (m)	7.35	9	9
B (m)	1.92	2	1.5
H (m)	0.72	1.2	1
T (m)	0.47	0.4	0.6
Cb	0.62	0.53	0.76

Kapal Daerah	Gresik	Pasuruan	Jember
L/B	3.8	4.5	6
B/H	2.6	2.66	1.5
T/B	0.24	0.2	0.4
L/H	10.2	7.5	9
T/H	0.65	0.53	0.6

4.1.1. Rencana Garis Kapal Ikan Gresik

Pada setiap daerah pasti memiliki kearifan lokal tersendiri pada setiap kapal. Hal ini yang membuat kapal di tiap-tiap daerah Indonesia memiliki bentuk yang unik-unik dan berbeda-beda. Bentuk kapal yang berbeda-beda tentu saja membuat rencana garis (*linesplan*) dari kapal juga berbeda-beda, hal ini dikarenakan bentuk rencana garis (*linesplan*) kapal mewakili dari bentuk kapal tersebut. Untuk bentuk dari kapal ikan daerah Gresik memiliki kearifan lokal tersendiri, dimana pada kapal ikan daerah Gresik memiliki ciri khas khusus yaitu kapal tersebut menyerupai mangkok apabila dilihat dari tampak samping.

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan maka didapatkan ukuran utama untuk kapal ikan daerah Gresik yaitu untuk panjang kapal (L) = 7.35m, lebar kapal (B) = 1.92m, tinggi kapal (H) = 0.72m, dan sarat kapal (T) = 0.47m. Sehingga dengan ukuran utama yang didapatkan dan gambaran dari model kapal ikan daerah Gresik, maka dapat dilakukan desain rencana garis (*linesplan*) untuk kapal ikan tersebut. Apabila ditinjau dari desain rencana garis (*linesplan*) maka akan didapatkan perbandingan ukuran utama dan koefisien yang mencirikan kapal ikan Gresik. Adapun perbandingan ukuran utama kapal pada kapal ikan daerah Gresik memiliki perbandingan $L/B = 3.8$, $B/H = 2.6$, $T/B = 0.24$, $L/H = 10.2$, $T/H = 0.65$, dan $L/H = 10.20$. Selain itu apabila dilihat dari segi koefisien C_b , maka kapal ikan daerah Gresik memiliki koefisien C_b yang dapat terbilang kecil yaitu berkisar 0.5-0.65. Hal ini menandakan bahwa cirikhas dari bentuk kapal ikan gresik ataupun desain rencan garis kapal ikan gresik memiliki bentuk yang ramping, dan tidak gemuk. Gambar rencana garis (*linesplan*) kapal ikan daerah Gresik dapat dilihat pada Gambar 4.1.

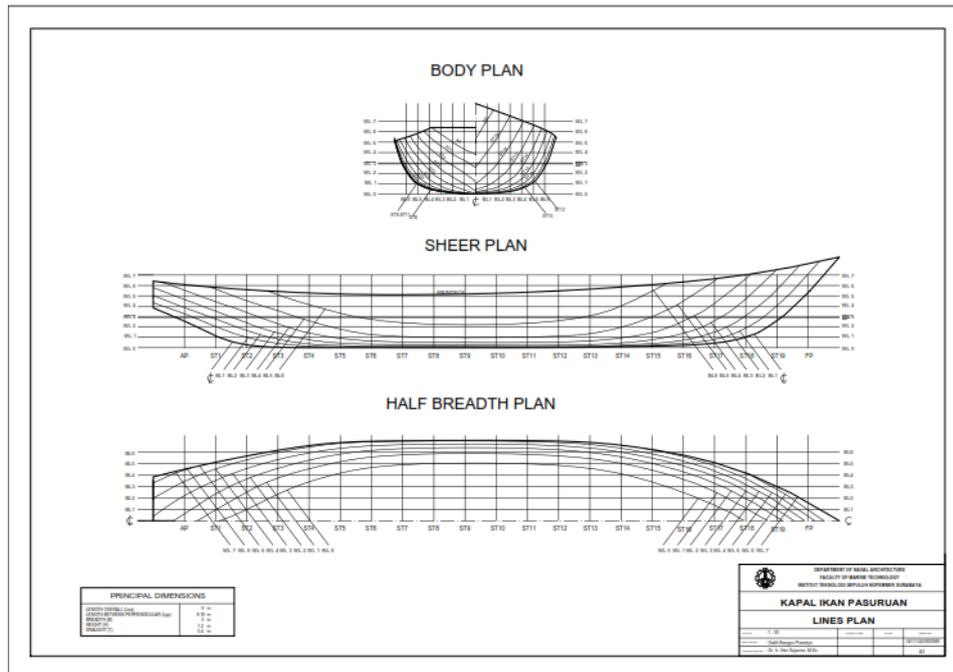


Gambar 4.1 Rencana garis (*linesplan*) Kapal Ikan Gresik

4.1.2. Rencana Garis Kapal Ikan Pasuruan

Bentuk dari kapal ikan daerah Pasuruan memiliki kearifan lokal tersendiri yang berbeda dengan kearifan lokal Gresik. Apabila pada kapal ikan daerah Gresik memiliki ciri khas khusus yaitu kapal tersebut menyerupai mangkok apabila dilihat dari tampak samping dan ukuran kapal yang cenderung kecil, maka untuk ciri khas dari bentuk kapal ikan daerah Pasuruan ini yaitu memiliki kecenderungan berbentuk kapal yang panjang, selain itu apabila dilihat dari tampak atas, maka bentuk kapal ikan daerah Pasuruan ini menyerupai tanduk pada bagian buritan kapal. Hal tersebut menjadi ketertarikan tersendiri untuk model bentuk kapal ikan daerah Pasuruan.

Berdasarkan data survei yang didapatkan, ukuran utama untuk kapal ikan daerah Pasuruan yaitu panjang kapal (L) = 9m, lebar kapal (B) = 2m, tinggi kapal (H) = 1.2m, dan sarat kapal (T) = 0.4m. Dari ukuran utama yang didapatkan dan gambaran dari model kapal ikan daerah Pasuruan, sehingga proses desain rencana garis (*linesplan*) untuk kapal ikan tersebut dapat dilakukan dengan cara meredraw gambar kapal ikan daerah pasuruan yang ada. Adanya desain rencana garis (*linesplan*) maka akan didapatkan perbandingan ukuran utama dan koefisien yang mencirikan kapal ikan Pasuruan. Adapun perbandingan ukuran utama kapal pada kapal ikan daerah Pasuruan memiliki perbandingan $L/B = 4.5$, $B/H = 2.66$, $T/B = 0.2$, $L/H = 7.5$, dan $T/H = 0.533$. Selain itu apabila dilihat dari segi koefisien C_b , maka kapal ikan daerah Pasuruan memiliki koefisien C_b 0.529. Gambar rencana garis (*linesplan*) kapal ikan daerah Pasuruan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



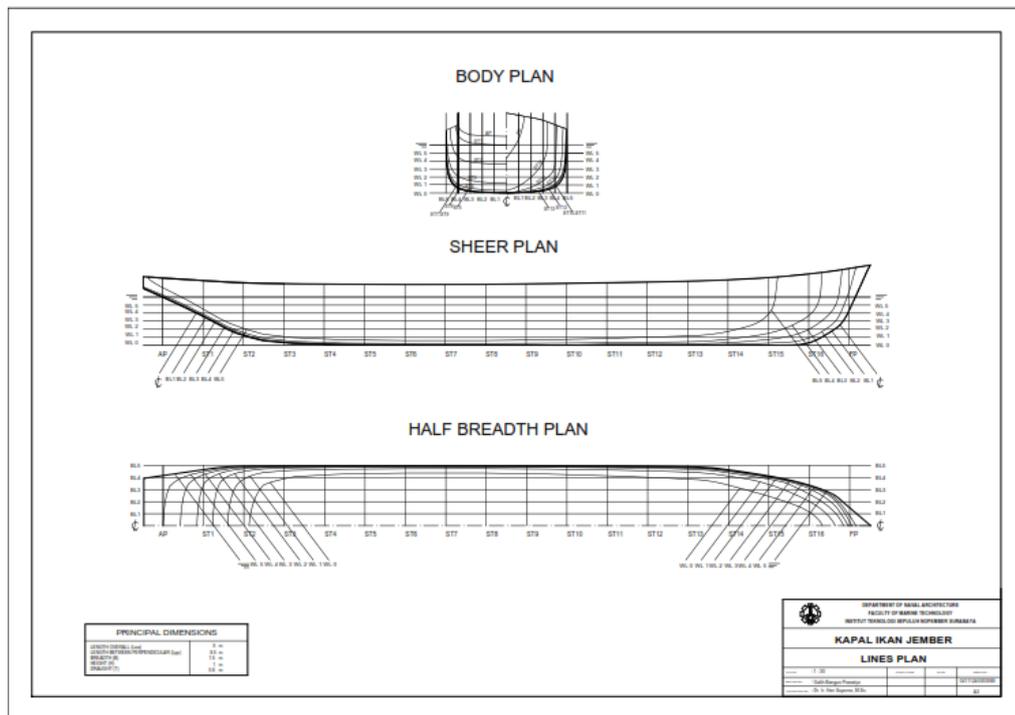
Gambar 4.2 Rencana garis (*linesplan*) Kapal Ikan Pasuruan

4.1.3. Rencana Garis Kapal Ikan Jember

Bentuk kapal ikan pada daerah yang ketiga yakni daerah Jember memiliki bentuk dengan ciri khas tersendiri. Apabila pada kapal ikan daerah Gresik memiliki ciri khas khusus yaitu kapal tersebut menyerupai mangkok sedangkan untuk kapal daerah Pasuruan memiliki ciri khas berbentuk kapal yang panjang serta bagian buritan kapal apabila dilihat dari tampak atas menyerupai sebuah tanduk, maka ciri khas dari kapal Jember ini yaitu memiliki bentuk badan yang gemuk, sehingga apabila dilihat secara fisik maka bentuk lambung kapal Jember memiliki kemiripan dengan bentuk lambung tipe kapal *displacement*.

Ukuran utama untuk kapal ikan daerah Jember yang didapatkan dari hasil survei yaitu memiliki panjang kapal (L) = 9m, lebar kapal (B) = 1.5m, tinggi kapal (H) = 1m, dan sarat kapal (T) = 0.6m. Dengan proses yang sama dengan proses mendesain rencana garis kapal ikan Gresik dan Pasuruan, maka dari ukuran utama yang didapatkan dan gambaran dari model kapal ikan daerah Jember dapat dilakukan proses desain rencana garis (*linesplan*) untuk kapal ikan daerah Jember. Desain rencana garis (*linesplan*) kemudian dilihat perbandingan ukuran utama dan koefisien untuk mengetahui ciri khas bentuk rencana garis (*linesplan*) dari kapal Jember. Adapun perbandingan ukuran utama kapal pada kapal ikan daerah Jember memiliki perbandingan $L/B = 6$, $B/H = 1.5$, $T/B = 0.4$, $L/H = 9$, $T/H = 0.6$, dan $L/H = 9$. Selain itu apabila dilihat dari segi koefisien C_b dan C_m , maka kapal ikan daerah Pasuruan memiliki koefisien C_b 0.758 dan koefisien C_m sebesar 0.931. Dari koefisien yang ada, maka dapat disimpulkan bahwa ciri khas dari kapal ikan daerah Jember memiliki bentuk badan yang gemuk dan menyerupai

kapal *displacement*. Gambar dari rencana garis (*linesplan*) kapal ikan daerah Jember dapat dilihat pada Gambar 4.3.



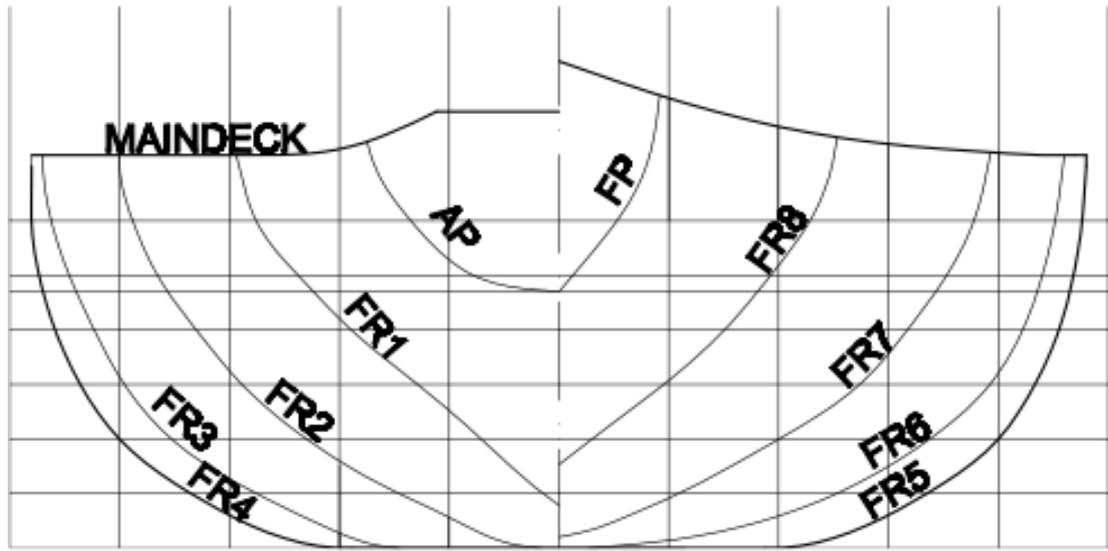
Gambar 4.3 *Linesplan* Kapal Ikan Jember

4.2. Gading Kapal Ikan Berbahan Laminasi Bambu

Seperti yang telah diketahui bahwa bentuk dan desain rencana garis (*linesplan*) pada masing-masing daerah memiliki ciri khas tersendiri atau dapat disebut dengan kearifan lokal. Kearifan lokal ini dapat dibidang menjadi budaya bagi daerah masing-masing. Sehingga dengan adanya bentuk dan desain rencana garis (*linesplan*) yang berbeda-beda tentu saja bentuk gading dari tiap kapal tersebut akan berbeda-beda. Hal ini dikarenakan gambaran gading yang ada pada kapal apabila dilihat pada desain rencan garis (*linesplan*) yaitu terdapat pada bagian *bodyplan*. Apabila setiap daerah memiliki *bodyplan* yang berbeda-beda, maka bentuk gading dari tiap daerah juga berbeda-beda, oleh karena itu maka akan ditinjau perbedaan bentuk gading dari masing-masing daerah yang ada.

1. Gading Kapal Ikan Gresik

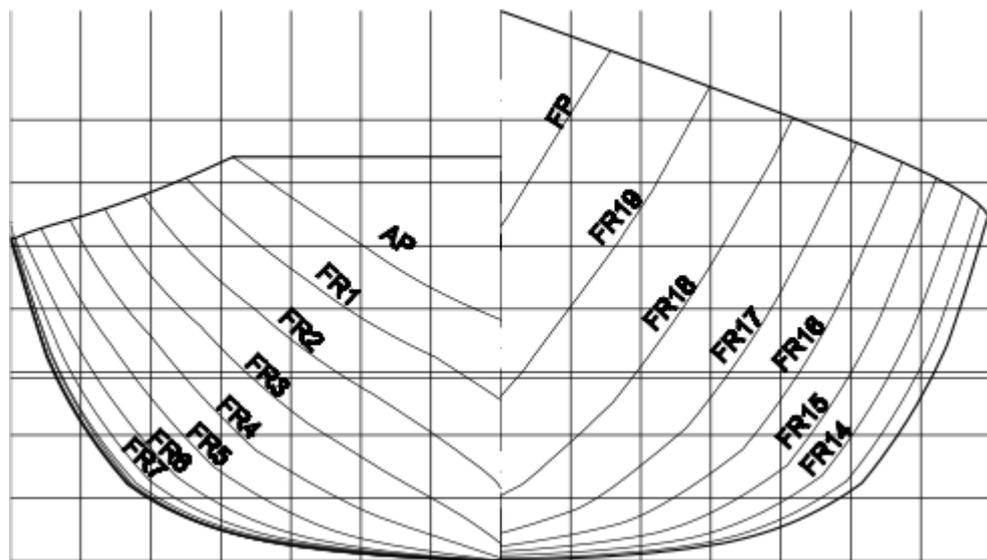
Untuk mengetahui perbedaan gading pada tiap daerah maka dapat ditinjau dari bentuk *bodyplan* dari rencana garis (*linesplan*) yang ada. Pada desain *bodyplan* kapal ikan daerah Gresik dapat dilihat bahwa bentuk dari gading kapal tersebut memiliki kecenderungan berbentuk U dari haluan hingga buritan kapal. Bentuk gading kapal ikan daerah Gresik dapat diamati pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Bentuk gading kapal ikan daerah Gresik

2. Gading Kapal Ikan Pasuruan

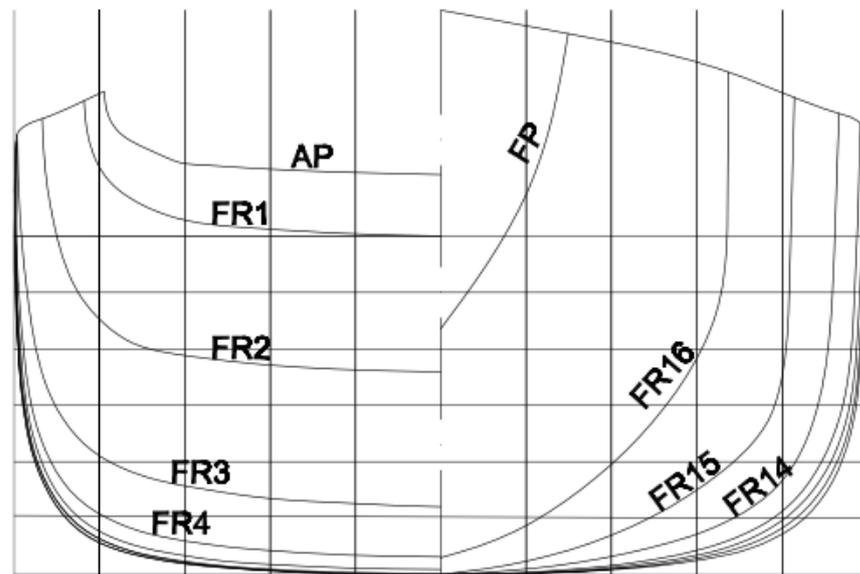
Sedangkan pada kapal ikan daerah Pasuruan, memiliki bentuk *bodyplan* yang berbeda dengan kapal ikan daerah Gresik. Apabila pada desain *bodyplan* kapal ikan daerah Gresik bentuk dari gading kapal tersebut memiliki kecenderungan berbentuk U dari haluan hingga buritan kapal, maka untuk kapal ikan daerah pasuruan memiliki bentuk gading kapal yang cenderung berbentuk U pada bagian *midship* kapal dan berbentuk V pada bagaian buritan dan haluan kapal. Adapun untuk bentuk gading kapal ikan daerah Pasuruan dapat diamati pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Bentuk gading kapal ikan daerah Pasuruan

3. Gading Kapal Ikan Jember

Sedangkan pada kapal ikan daerah Jember, memiliki bentuk *bodyplan* yang berbeda dengan kapal ikan daerah Gresik dan kapal ikan daerah Pasuruan. Apabila bentuk dari gading kapal ikan Gresik memiliki kecenderungan berbentuk U dari haluan hingga buritan kapal dan untuk kapal ikan daerah Pasuruan berbentuk U pada bagian *midship* kapal dan berbentuk V pada bagian buritan dan haluan kapal, maka untuk gading kapal ikan daerah Jember memiliki kecenderungan berbentuk U pada bagian buritan hingga *midship* kapal, dan berbentuk V pada bagian haluan kapal. Adapun untuk bentuk gading kapal ikan daerah Jember dapat diamati pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Bentuk gading kapal ikan daerah Jember

4.2.1. Perhitungan Ukuran Konstruksi

- Lunas dan Linggi 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 ikan jember adalah 8.788 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 4.2.

Tabel 4.2 Perhitungan lunas dan linggi kapal ikan jember

Kapal ikan jember	
L (m)	8.788
Tinggi/web keel (mm)	83.94

Kapal ikan jember	
Lebar/face keel (mm)	183.04
luas permukaan keel (cm ²)	153.64
linggi haluan (mm)	88.94
linggi buritan (mm)	97.88

- **Kulit, Geladak, dan Sekat**

Untuk perhitungan tebal dari kulit, geladak, dan sekat dapat dilakukan perhitungan dengan mengacu pada rumus BKI *up to* 24m tahun 2013. Pada rumus tersebut terdapat konstrain *sigma ultimate bending strenght* 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 ikan jember 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, geladak, dan sekat seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Tebal kulit, geladak, dan sekat

Kapal ikan Jember	
Tebal kulit (t)	12.8
Tebal kulit diambil (mm)	16
Tebal deck	12.8
Tebal deck diambil (mm)	16

- **Galar kim/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 ikan jember, disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Ukuran konstruksi galar kim/galar balok

Kapal Ikan jember	
L (m)	8.788
B (m)	1.5
H (m)	1
Beam shelves (cm ²)	43.94
Bilge planks (cm ²)	43.94
luas penampang beam shelve (cm²)	43.94

Kapal Ikan jember	
Beam shelves	
Lebar (mm)	110
Tinggi (mm)	40
Bilge planks	
Lebar (mm)	110
Tinggi (mm)	40

- **Gading Kapal**

Menentukan ukuran gading untuk kapal ikan dengan material bambu laminasi dapat mengikuti rumus yang tertera pada Bab 2. Berdasarkan analisa sebelumnya didapatkan ukuran utama kapal **Lcons** sebesar 8.788 m, B 1.5 m, H 1 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 4.5 Hasil perhitungan beban PdSM

shell side		PdSM [kN/m ²]	PdSM [kN/m ²]
≥	0.4L (<i>fore</i>)	1.88 L + 1.76	18.28144
<	0.4L (<i>aft</i>)	1.5 L + 1.41	14.592

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 18.28 kN/m².

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 1.02. 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 Bab 2. Sehingga modulus gading bambu dapat dihitung seperti di bawah ini :

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

$$W_s = 2.18 \cdot 500 \cdot 0.567^2 \cdot 1.02 \cdot 18.28 \cdot 10^{-3}$$

$$W_s = 1090.0.567^2.1.02.18.28.10^{-3}$$

$$W_s = 6.0823$$

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 :

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

$$W_{s(min)} = 2.18 . 500 . 0.6^2 . 1.02 . 18.28 . 10^{-3}$$

$$W_{s(min)} = 1090.0.6^2.1.02.18.28.10^{-3}$$

$$W_{s(min)} = 6.8109$$

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 6.8109 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 6.24 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 ikan Jember ini sebesar **8.00**. Setelah mendapatkan hasil besaran modulus, maka untuk mendapatkan besaran lebar (*face*) dan tinggi (*web*) dari sebuah gading dapat dilakukan dengan perhitungan dibawah ini :

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

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

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

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

- **Balok Geladak**

Menghitung ukuran konstruksi balok geladak, menurut BKI *up to* 24m tahun 2013, yang menjadi konstrain utama adalah beban yang diterima dari konstruksi geladak tersebut. Dalam menghitung dari beban yang diterima oleh geladak bergantung dengan panjang dan tinggi dari bangunan atas kapal. Adapun hasil dari perhitungan beban tertera pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil perhitungan beban geladak

Kapal ikan Jember	
L (m)	8.788
Main Deck	10.5249

Dengan adanya hasil perhitungan beban yang terjadi pada geladak maka perhitungan modulus untuk balok geladak dapat dilakukan. Perhitungan modulus ini mengacu pada peraturan BKI. Sehingga didapatkan modulus dan ukuran balok geladak seperti pada Tabel 4.7..

Tabel 4.7 Ukuran konstruksi balok geladak

Kapal ikan jember	
Modulus (cm³)	10.00
Breadth (mm)	30
Height (mm)	44.72

4.3. *Construction profile dan midship section*

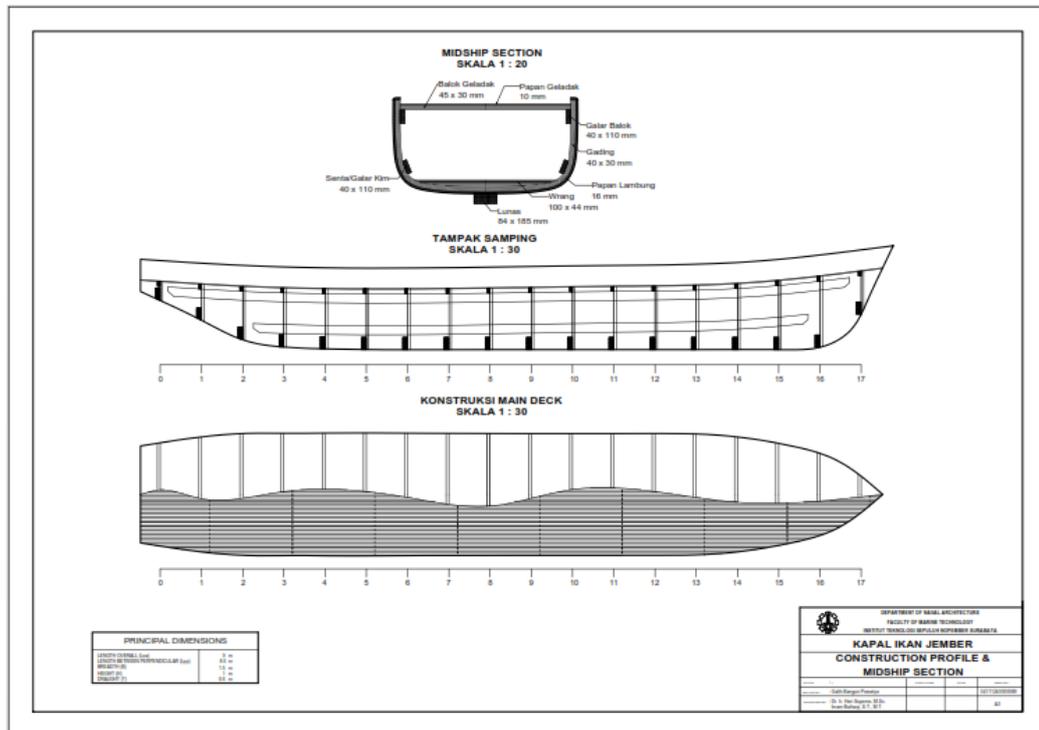
Gambar *construction profile* pada umumnya digunakan untuk menunjukkan bentuk dan ukuran konstruksi dari kapal yang akan dibangun. Untuk dapat membuat gambar *construction profile* maka dibutuhkan data berupa ukuran-ukuran konstruksi kapal yang telah dilakukan perhitungan. Dalam hal ini rekapitulasi dari ukuran konstruksi kapal ikan daerah Jember dapat dilihat pada Tabel 4.3. 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 4.8 Rekapitulasi ukuran konstruksi kapal ikan Jember

KAPAL IKAN JEMBER		
KONSTRUKSI	Face (mm)	Web (mm)
Lunas	185	85
Linggi Haluan	90	90
Gading	30	40
Galar Kim	110	40

Galar Balok	110	40
Balok Geladak	30	45
KONSTRUKSI	Tebal (mm)	
Wrang	45	
Tebal Kulit	15	
Tebal Geladak	15	

Hasil rekapitulasi ukuran konstruksi kapal dimana yang dimaksud adalah Tabel 4.3 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. Adapun gambar desain *construction profile* dan *midship section* tersebut akan disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 *construction profile* dan *midship section* kapal ikan Jember

4.4. Pembuatan Cetakan Gading

Kapal laminasi bambu merupakan kapal yang mempunyai keuntungan lebih jika diproduksi secara *series*. *Series* dalam hal ini juga dapat diartikan sebagai kapal *sistership*, Sehingga kapal *series* memiliki kesamaan bentuk lambung, ukuran lambung, dan konstruksi. Dengan adanya bentuk lambung yang sama setiap kapal akan diproduksi, maka dalam hal ini akan dilakukan pembuatan cetakan konstruksi lambung kapal untuk mempercepat proses dari

pembangunan kapal ikan. Salah satu konstruksi lambung yang dapat diproduksi dengan cetakan, yaitu konstruksi gading. Dimana dengan pembuatan cetakan gading ini juga merupakan salah satu kunci untuk memproduksi gading kapal laminasi bambu secara tepat dan cepat.

Untuk mendapatkan keakuratan dalam membuat cetakan gading, maka diperlukan proses yang matang untuk mengurangi kesalahan teknis. Oleh karena itu proses pembuatan cetakan gading harus dilakukan secara seksama dan penuh perhitungan. Dimulai dari proses desain cetakan gading, pembuatan *mold lofting* (ukuran 1:1), *forming* pelat baja, penambahan penahan beton eiser dan yang terakhir *finishing*.

Proses terakhir dalam pembuatan cetakan gading bambu laminasi adalah tahap *finishing*. Tahap ini merupakan tahap penyempurnaan dari cetakan gading bambu laminasi. Pada tahap ini dilakukan penggrindaan sisa-sisa dari pengelasan yang masih menempel pada cetakan gading bambu laminasi. Selain itu pada proses ini juga dilakukan proses pengecatan pada hasil cetakan gading bambu laminasi. Proses pengecatan ini merupakan suatu proses yang sangat penting. Hal ini dikarenakan, produksi kapal *series* pasti akan menggunakan lambung dan konstruksi dengan bentuk yang sama. Oleh karena cetakan gading bambu laminasi ini akan digunakan secara berkelanjutan untuk memproduksi kapal ikan Jember. Sehingga untuk menjaga keawetan dari cetakan gading bambu laminasi ini dapat dilakukan pelapisan cat pada cetakan gading tersebut. Pelapisan cat tersebut dapat berfungsi sebagai pelindung cetakan gading dari proses korosi, mengingat bahwa cetakan gading yang dibuat merupakan berbahan material baja. Hasil dari cetakan gading kapal bambu laminasi dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.8 Cetakan gading bambu secara *series*

4.5. Pembuatan Gading Laminasi Bambu

Salah satu bagian kapal yang tidak dapat tergantikan adalah gading. Karena gading memiliki fungsi sebagai kerangka penahan *body* kapal. Oleh sebab itu pemilihan material gading sangat diperlukan dalam menunjang kekuatan kapal tersebut. Sehingga dapat dimiliki kapal yang kuat dengan memperhitungkan muatan secara efektif.

Setelah memiliki cetakan gading untuk membuat gading laminasi bambu, maka yang perlu dipersiapkan adalah bahan dan pembuatan gading dari bambu itu sendiri. Dengan memiliki bahan bambu, yang harus dilakukan yaitu melakukan *planner* untuk menyamakan ukuran tiap bilah bambu.

Setelah proses *finishing* dilakukan, maka akan didapatkan gading bambu laminasi dengan ukuran dan bentuk sesuai dengan desain yang ada. Proses pembentukan gading ini dapat diterapkan untuk mendapatkan gading-gading kapal bambu laminasi yang lainnya. Adapun hasil akhir gading bambu laminasi yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.9 Gading Laminasi Bambu

BAB 5

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS

5.1. Analisis Desain Rencana Garis Kapal Ikan

Pada proses sebelumnya telah dilakukan desain rencana garis (*linesplan*) terhadap kapal ikan yang sudah ada, dimana kapal ikan tersebut ditinjau dari tiga daerah yang berbeda yaitu kapal ikan daerah Pasuruan, Gresik dan Jember. Berdasarkan desain rencana garis (*linesplan*) ketiga daerah tersebut, maka ditentukan salah satu rencana garis (*lineplan*) yang kemudian dijadikan acuan yaitu rencana garis (*linesplan*) kapal ikan daerah Jember. Alasan untuk memilih rencana garis (*linesplan*) kapal ikan daerah Jember yakni dikarenakan bentuk kapal ikan yang lebih cenderung ke bentuk *displacement* sehingga memiliki stabilitas yang tinggi. Adanya stabilitas yang tinggi pada kapal ikan, hal ini sangat mendukung dalam proses penangkapan ikan, dikarenakan pada saat proses pengangkatan ikan dari laut menuju geladak kapal membutuhkan stabilitas kapal yang tinggi untuk menjaga keseimbangan kapal. Adapun untuk ukuran utama desain rencana garis (*linesplan*) kapal ikan Jember akan ditampilkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Ukuran utama kapal ikan Jember

Main Dimension		
Kapal Ikan Jember		
Panjang (LOA)	9	m
Panjang (LPP)	8.576	m
B mld	1.5	m
H	1	m
T	0.6	m
Cb	0.758	
GT	2.087737	
Perbandingan ukuran utama		
L/B	6	
B/H	1.5	
T/B	0.4	
B/T	2.5	
L/H	9	
T/H	0.6	
L/H	9	

Ukuran utama dari kapal daerah Jember ini memiliki spesifikasi dengan panjang LOA yaitu 9m, panjang LPP yaitu 8.576m, B *moulded* atau lebar terbesar pada kapal ini yaitu 1.5m, dan tinggi kapal (H) yaitu 1m. Dengan ukuran utama yang ada maka dapat dihitung *gross tonnage* (GT) dari kapal tersebut. Fungsi rumus dari perhitungan *gross tonnage* (GT) itu sendiri adalah fungsi besar ruangan yang tertutup. Sehingga apabila ingin diketahui *gross tonnage* (GT) dari kapal ini, maka dengan perhitungan GT kapal menurut *International Convention on Tonnage Measurement of Ship* maka didapatkan GT kapal ini sebesar 2 GT. Dibandingkan juga dengan metode metode *displacement* yang ada seperti *Fung*, *Holtrop* dan lain sebagainya. Seperti pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Metode *Fung* dan *Holtrop*

Fung	0.00057	<	V/L^3	<	0.01257
	1.696	<	B/T	<	10.204
	0.526	<	Cp	<	0.774
	0.556	<	Cx	<	0.994
	14.324o	<	ie	<	23.673o
	2.52	<	L/B	<	17.935
	0.662	<	Cwp	<	0.841
Holtrop	0.55	<	Cp	<	0.85
	3.9	<	L/B	<	15
	2.1	<	B/T	<	4

Jika dilihat dari metode *Fung* dan *Holtrop* besaran B/T yang diizinkan adalah $1,696 < B/T < 10,204$ dan $2,1 < B/T < 4$. Jika kapal Jember didapatkan $B/T = 2,5$ maka ukuran tersebut memenuhi standart dari kedua metode tersebut. Dan untuk besaran L/B yang diizinkan untuk metode *Fung* dan *Holtrop* adalah $2,52 < L/B < 17,935$ dan $3,9 < L/B < 15$. Jika kapal jember memiliki $L/B = 6$ maka ukuran tersebut juga memenuhi standart dari kedua metode tersebut.

Apabila ditinjau dari segi perbandingan ukuran utama kapal, maka kapal ikan daerah Jember ini dapat dikategorikan memiliki kekuatan memanjang yang kuat, hal ini dibuktikan berdasarkan Tabel 5.1 perbandingan ukuran utama kapal L/H sebesar 6, dimana semakin kecil perbandingan L/H kapal, maka kekuatan memanjang kapal semakin kuat. Apabila dibandingkan dengan peraturan BKI dengan persyaratan paling kecil L/H adalah 14 maka pada kapal ikan Jember ini dapat dikategorikan sangat kecil. Selain itu apabila ditinjau dari perbandingan T/B, maka kapal ini juga memiliki nilai T/B yang kecil. Dimana hal tersebut menandakan bahwa stabilitas kapal ikan daerah Jember ini, memiliki kondisi yang bagus. Sehingga dengan pertimbangan-pertimbangan yang ada, maka pada penelitian ini diambil rencana garis (*linesplan*) kapal ikan Jember sebagai acuan.

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

Pada bab sebelumnya telah dilakukan perhitungan konstruksi gading kapal berbahan bambu laminasi. Oleh karena itu pada bab ini akan dibahas mengenai perbandingan konstruksi gading kapal berbahan kayu dengan berbahan bambu laminasi dengan ukuran utama kapal yang sama. Pada proses perhitungan modulus gading, salah satu faktor pengali yang utama adalah *ultimate stress*. 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 dari pada modulus gading dari kayu Jati. Adapun perbandingan ukuran konstruksi beserta modulus antara gading berbahan bambu laminasi dengan gading berbahan kayu Jati akan diperlihatkan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.3 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, maka untuk kayu Jati memiliki ukuran 4.15 cm dan 4.5 cm.

5.3. Tingkat Kemudahan Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara Series

Pada dasarnya proses pembuatan produk secara *series* pasti lebih mudah daripada secara *non series*. Hal ini dikarenakan untuk membuat produk secara *series* maka hanya diperlukan sebuah cetakan untuk dapat membuat produk lebih dari satu. Oleh karena itu untuk mengetahui tingkat kemudahan pembuatan gading berbahan bambu laminasi secara *series* dilakukan analisa perbandingan metode pembuatan gading berbahan bambu laminasi secara *series* dengan beberapa metode pembuatan gading lainnya. Adapun metode yang digunakan sebagai

perbandingan adalah metode pembuatan gading berbahan bambu laminasi secara *non-series* dan pembuatan gading berbahan Jati solid.

5.3.1. Analisa Perbandingan Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara *Series* dengan *Non-Series*

Dari penjelasan tahapan pembuatan dan perbandingan gading laminasi bambu secara *series* dengan gading laminasi bambu secara *non-series* dapat dilihat dari berbagai segi. Dimulai dari segi investasi alat yang diperlukan, proses produksi gading, dan kebutuhan SDM akan terdapat perbedaan didalamnya. Perbandingan pembuatan gading secara *series* dan *non series* dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Analisa teknis pembuatan gading secara *series* dan *non series*

Perbandingan teknis pembuatan gading secara <i>series</i> dan <i>non series</i>			
	<i>Series</i>	<i>Non series</i>	
Investasi Alat	- Mesin planner	- Mesin planner	
	- <i>Digital moisture</i>	- <i>Digital moisture</i>	
	- Klem F	- Klem F	
	- Cetakan gading	- Cetakan gading	
		- Ragum kombinasi pelat	
Proses produksi	- Persiapan	- Persiapan	
	Material	Material	
	Cetakan gading <i>series</i>	Meja berlubang	
	Tidak membutuhkan <i>setting</i>		- <i>Setting</i> meja berlubang
			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	3 Jam/gading	18 Jam/gading	
SDM	Tidak membutuhkan orang dengan keahlian dalam membuat gading	Membutuhkan orang dengan keahlian dalam membuat gading	

Berdasarkan Tabel 5.3 apabila ditinjau dari segi investasi alat maka yang membedakan dari metode *series* dan *non series* adalah alat ragum kombinasi pelat. Pada proses pembuatan gading secara *non series* dibutuhkan alat ragum kombinasi pelat untuk dapat menunjang proses pembuatan gading secara *non series*. Alat ragum kombinasi pelat ini adalah komponen yang dibuat secara khusus untuk menunjang meja berlubang agar dapat digunakan. Sehingga komponen ini sangat sulit didapatkan.

Apabila ditinjau dari proses produksi maka proses pembuatan bambu laminasi secara *non series* memiliki tahapan yang cukup kompleks dari pada proses pembuatan bambu laminasi secara *series*. Hal ini ditunjukkan dimana pada proses pembuatan bambu laminasi secara *non series* terdapat proses *setting* meja berlubang. Pada proses tersebut diharuskan melakukan pemasangan tatakan bawah dan pemasangan ragum. Selain itu pada pemasangan ragum masih diharuskan untuk ditata menyesuaikan dengan bentuk gading kapal. Hal ini sangat berbeda dengan proses pembuatan bambu laminasi secara *series*. Apabila secara *series* maka cetakan langsung siap digunakan tanpa proses *setting* terlebih dahulu.

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.

5.4. Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara *Series*

Selain dari segi teknis, analisis dari segi ekonomis juga diperlukan. Pada umumnya pembuatan suatu produk secara *series* memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan produk yang tidak *series*. Hal ini dikarenakan dari segi efisien material, apabila secara *series* tingkat efisiensi material semakin tinggi dibandingkan tidak *series*. Oleh karena itu untuk mengetahui tingkat ekonomis pembuatan gading berbahan bambu laminasi secara *series* dibandingkan dengan beberapa metode pembuatan gading lainnya. Adapun metode yang digunakan sebagai perbandingan adalah metode pembuatan gading berbahan bambu laminasi secara *non-series* dan pembuatan gading berbahan Jati solid.

5.4.1. Estimasi Ekonomis Pembuatan Cetakan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara *Series*

Untuk estimasi nilai investasi, perlu dilakukan penjabaran analisa 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 dan pembuatan kapal dengan gading berbahan dasar laminasi bambu. Setelah mengetahui perbedaan secara analisa teknis dari segi pembuatan, waktu yang digunakan serta ketahanan gading yang telah terbentuk, tidak bisa dikatakan lebih unggul

seutuhnya apabila tidak ada analisa mengenai bagaimana nilai ekonomis berbanding lurus atau bahkan bertolak belakang dengan analisa teknis yang telah dilakukan.

Tabel 5.5 Ekonomis material cetakan gading *series*

No	Item	Panjang (mm)	Lebar/diameter (mm)	Total Kebutuhan semua gading	Harga satuan (rupiah)	Harga Total
1	Beton Eser	12000	12	4	Rp 97,000	Rp 388,000
2	Pelat (10mm)	6000	10	4	Rp 350,000	Rp 1,400,000
3	Molded	10	4	40	Rp 12,000	Rp 480,000
4	Elektroda			1 Pcs	Rp 130,000	Rp 130,000
5	Batu Gerinda			1 Pcs	Rp 65,000	Rp 65,000
6	LPG			10 Kg	Rp 700,000/ 50 kg	Rp 140,000
Total Harga				Rp 2,603,000		

Berdasarkan Tabel 5.5, maka didapatkan analisa ekonomis nilai investasi dalam pembuatan cetakan gading. Bahan material termahal untuk membuat cetakan gading yaitu merupakan bahan material pelat baja dengan tebal 10mm. Total kebutuhan untuk membuat seluruh cetakan gading dibutuhkan sebanyak 4 set pelat baja tebal 10mm. Dengan harga per 1 set pelat baja adalah Rp 350.000, maka total harga kebutuhan pelat baja untuk membuat cetakan gading sebesar Rp. 1.400.000. Semua proses pengerjaan diatas dapat diselesaikan dalam waktu 8 jam per harinya dengan jumlah pekerja 2 orang. Selain itu Tabel 5.1 menunjukkan bahwa harga untuk pengadaan bahan-bahan dalam pembuatan cetakan gading bambu akan direalisasikan dengan kebutuhan operasional yang lain.

Harga untuk membuat cetakan mal yaitu:

1. Molded : Rp 12.000,00 per meter
2. Beton eser : Rp 97.000,00 per lonjor 12 m
3. Pelat : Rp 350.000,00 10 mm

Kemudian dilakukan proses pengerjaan dengan rincian biaya sebagai berikut:

1. Elektroda : Rp 130.000,00 per pcs
2. Batu gerinda : Rp 65.000,00 per pcs
3. LPG : Rp 700.000,00 50 kg

Setelah didapatkan harga material pembuatan cetakan gading berbahan laminasi bambu maka untuk mendapatkan biaya produksi perlu untuk mengitung 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 dan 1 orang *helper*. Sehingga didapatkan biaya total pembuatan cetakan *series* adalah sebesar Rp 5.603.000,00. Adapun perhitungan harga pekerja terdapat pada tabel 5.6

Tabel 5.6 Perhitungan biaya pekerja cetakan gading

No	Proses pengerjaan	Orang	Kebutuhan jam tiap gading	Total kebutuhan jam semua gading	Total kebutuhan hari	Harga tiap hari	Harga total
1	Tukang	1	4	72	12	Rp 150,000	Rp 1,800,000
2	Helper	1	4	72	12	Rp 100,000	Rp 1,200,000
Harga Total				Rp		3,000,000	

5.4.2. Estimasi Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara *Series*

Analisa 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 analisa tersebut dilakukan dengan efektif dan efisien untuk pengembangan usaha dari industri kapal ikan tradisional. Maka dalam penelitian ini metode perhitungan akan dilakukan per satuan volume dari penjumlahan antara keperluan bambu ditambahkan dengan keperluan lem seperti pada tabel berikut:

Tabel 5.7 Ekonomis lem per meter³

Kebutuhan lem		
Density	1.65	ton/m ³
Berat/set	2	kg
Volume/set	1.21	dm ³
	1,212,121.21	mm ³
Tebal lem	0.75	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	260.53	kg
Harga lem/2kg	Rp 105,000	
Total harga	Rp 13,677,632	

Dapat diketahui dari Tabel 5.7 harga lem per volume m³ yang didapatkan seharga Rp 13.677.63,00. Perhitungan tersebut didapatkan dengan asumsi tebal lem sebesar 0,75 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 5.8.

Tabel 5.8 Ekonomis bilah bambu per meter³

Harga Bilah Bambu		
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	8,421.05	buah
harga per bilah	Rp 600.00	
Harga bilah	Rp 5,052,632	

Dibutuhkan 8.421,05 buah bilah bambu jika setiap bilahnya memiliki lebar 25 mm serta tebal 4 mm. maka untuk tiap layernya per luasan meter² dibutuhkan bilah bambu sebanyak 40 buah. Dan harga kebutuhan bilah bambu per satuan meter kubik didapatkan Rp 5.052.632,00. Sehingga didapatkan harga gading laminasi bambu per kubik seharga Rp 18.730.263,16.

Tabel 5.9 Perhitungan volume kebutuhan gading

No	Konstruksi	Panjang (cm)	Lebar (cm)	tinggi (cm)	Jumlah	Total Volume (m3)
1	AP	75.5	3	4	2	0.00238704
2	Gading 1	99.46	3	4	2	0.00292272
3	Gading 2	121.78	3	4	2	0.00315173
4	Gading 3	131.322	3	4	2	0.00321849
5	Gading 4	134.1	3	4	2	0.00321847
6	Gading 5	134.103	3	4	2	0.00323246
7	Gading 6	134.7	3	4	2	0.00325200
8	Gading 7	135.5	3	4	2	0.00325200
9	Gading 8	135.5	3	4	2	0.00325200
10	Gading 9	135.5	3	4	2	0.00325200
11	Gading 10	135.3	3	4	2	0.00324720

No	Konstruksi	Panjang (cm)	Lebar (cm)	tinggi (cm)	Jumlah	Total Volume (m3)
12	Gading 11	135.11	3	4	2	0.00324264
13	Gading 12	134.69	3	4	2	0.00323256
14	Gading 13	133.8	3	4	2	0.00321216
15	Gading 14	130.4	3	4	2	0.00313008
16	Gading 15	123.33	3	4	2	0.00295992
17	Gading 16	110.38	3	4	2	0.00264912
18	FP	57.69	3	4	2	0.00138456
Total Volume (m3)						0.05042555

Dapat diketahui dari Tabel 5.9 total volume bambu yang dibutuhkan untuk membuat gading adalah 0,05042555 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 **944.483,00**.

Setelah didapatkan harga material maka untuk mengetahui harga produksi gading bambu laminasi secara *series* yaitu menghitung harga pekerja. Harga pekerja ini didapatkan dengan cara menghitung kebutuhan JO untuk pembuatan konstruksi gading kapal bambu laminasi secara *series*. Untuk produktivitas dari pekerja ini didapatkan dari data lapangan. Sehingga didapatkan total lama hari untuk membuat gading secara *series* sebesar 1.63 hari, dengan asumsi satu hari kerja terdapat 6 jam kerja efektif. Adapun untuk perhitungan harga pekerja terdapat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Perhitungan harga pekerja gading laminasi bambu secara *series*

No	Konstruksi	Nama	Jumlah Orang	Total Hari	Harga per hari	Harga Total
1	Gading	Tukang	2	1.63	Rp 150,000	Rp 408,315
		Helper	2	1.63	Rp 100,000	
TOTAL						Rp 408,315

Dengan adanya biaya kebutuhan material dan pekerja, maka didapatkan biaya kebutuhan untuk memproduksi gading secara *series*. Dimana biaya total kebutuhan produksi didapatkan dengan menjumlahkan biaya pekerja dan biaya material. Total biaya produksi gading bambu laminasi secara *series* adalah sebesar Rp. 1.352.779.

5.5. Analisa Perbandingan Ekonomis Pembuatan Gading Berbahan Bambu Laminasi Secara *Series* dan Secara *Non-Series*

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*. Total kebutuhan biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan cetakan gading berbahan bambu laminasi yaitu sebesar Rp 4.852.900,00. Dengan rincian seperti pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Biaya Pembuatan Matras Berlubang (Murtadlo & Supomo, 2013)

Biaya pembuatan matras berlubang 2000 mm x 1500 mm		
1	Biaya Material	Rp 3,054,800.00
2	Biaya Consumable	Rp 1,109,500.00
3	Biaya Tenaga Kerja	Rp 230,000.00
4	Biaya Mesin	Rp 158,600.00
5	Biaya Transport	Rp 300,000.00
Total		Rp 4,852,900.00

Biaya material tersebut di dapatkan besaran meja 2000 mm x 1500 mm. Sehingga agar *fair* jika dibandingkan dengan penelitian ini, maka besaran meja hanya diperlukan sebesar 1000 mm x 1000 mm. Dan secara otomatis akan berdampak pada pengurangan biaya material serta consumable. Dengan proyeksi ukuran yang ada maka didapatkan perbandingan biaya 3 : 1. Sehingga biaya pembuatan matras yang dibandingkan dengan penelitian ini adalah seperti tabel 5.12

Tabel 5.12 Perhitungan cetakan *non series* 1000 mm x 1000 mm

Biaya pembuatan matras berlubang 1000 mm x 1000 mm		
1	Biaya Material	Rp 1,018,266.00
2	Biaya Consumable	Rp 369,833.00
3	Biaya Tenaga Kerja	Rp 230,000.00
4	Biaya Mesin	Rp 158,600.00
5	Biaya Transport	Rp 300,000.00
Total		Rp 2,076,699.00

Sehingga dapat diketahui biaya material pembuatan meja berlubang sebesar Rp 2.076.699,00. Biaya tersebut meliputi biaya material, consumable, tenaga kerja, mesin dan biaya transportasi. Setelah didapatkan harga material maka untuk mengetahui harga produksi gading bambu laminasi secara *series* yaitu menghitung harga pekerja. Harga pekerja ini didapatkan dengan cara menghitung kebutuhan JO untuk pembuatan konstruksi gading kapal laminasi

bambu secara *non series*. Untuk produktivitas dari pekerja ini didapatkan dari data lapangan. Sehingga didapatkan total lama hari untuk membuat gading secara *series* sebesar 9.8 hari, dengan asumsi satu hari kerja terdapat 6 jam kerja efektif. Hal ini dikarenakan pengerjaan dengan metode *non series* membutuhkan keahlian dalam proses produksinya. Sehingga dalam pengerjaannya dibutuhkan waktu yang cukup lama dan secara otomatis biaya pengerjaannya pun akan semakin bertambah mahal. Harga total pengerjaan konstruksi gading laminasi bambu secara *non series* adalah sebesar Rp 2.449.888. Adapun perhitungan biaya pekerja gading laminasi bambu bisa dilihat pada tabel 5.13.

Tabel 5.13 Perhitungan biaya pekerja gading laminasi bambu secara *non series*

No	Konstruksi	Nama	Jumlah Orang	Total Hari	Harga per hari	Harga	Harga Total
1	Gading	Tukang	2	9.80	Rp 150,000	Rp 1,469,933	Rp 2,449,888
		Helper	2	9.80	Rp 100,000	Rp 979,955	
TOTAL							Rp 2,449,888

Selain itu pada penelitian ini diperlukan pembandingan lain selain dengan bambu laminasi secara *non series*, adapun pembandingan yang dimaksud adalah biaya gading berbahan kayu Jati. Untuk perhitungan biaya gading dengan berbahan kayu Jati dilakukan dengan mengestimasi kebutuhan total gading yang ada dalam m³. Berdasarkan data yang diperoleh harga kayu Jati per m³ sebesar Rp. 24.000.000. Sehingga dengan adanya biaya tersebut maka diperoleh harga kebutuhan gading dengan bahan kayu Jati sebesar Rp. 18.358.000. Adapun perhitungan harga kebutuhan kayu Jati dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Harga produksi kayu Jati kelas 2

Harga pembuatan gading kayu Jati kelas 2	
Keterangan biaya	Harga tiap biaya
Biaya kebutuhan	Rp 15,552,000
Biaya pekerja	Rp 2,806,000
Harga Total	Rp 18,358,000

Dalam penelitian ini diasumsikan pembuatan gading berbahan laminasi bambu secara *series* maupun *non series* ini diaplikasikan pada satu desain kapal acuan yang sama. Sehingga didapatkan kebutuhan gading laminasi bambu yang sama. Akan tetapi yang membedakan ada pada biaya pekerjanya, karena dalam proses pengerjaannya terdapat beda kesulitan yang cukup signifikan sehingga biaya pengerjaan gading secara *non series* lebih mahal. Setelah

mendapatkan biaya ekonomis pembuatan gading bambu secara *series* maupun *non series* serta harga ekonomis gading berbahan kayu Jati. Maka langkah selanjutnya adalah analisa perbandingan antara produksi pembuatan gading secara *series*, *non series*, dan kayu Jati.

Tabel 5.15 Analisa perbandingan *series*, *non series*, dan kayu Jati

Pembuatan <i>Series</i>			Pembuatan <i>non series</i>		Harga pembuatan gading kayu Jati	
NO	Keterangan	Harga Tiap Biaya	Keterangan	Harga Tiap Biaya	Keterangan biaya	Harga tiap biaya
1	Pembuatan Cetakan	Rp 5,603,000	Pembuatan Meja Berlubang	Rp 2,076,699	Biaya kebutuhan	Rp 15,552,000
2	Pembuatan Bambu	Rp 1,352,799	Pembuatan Bambu	Rp 3,434,194	Biaya pekerja	Rp 2,806,000
Total	Rp	6,955,799	Total	Rp	Total	Rp 18,358,000

Berdasarkan Tabel 5.15 maka dapat dilihat bahwa biaya kebutuhan untuk pembuatan gading berbahan laminasi bambu secara *series* adalah Rp **6.955.799,00** biaya kebutuhan untuk pembuatan gading berbahan laminasi bambu secara *non series* adalah Rp **5.510.893,00** sedangkan biaya produksi untuk pembuatan gading berbahan kayu Jati adalah Rp **18.358.000,00**. Sehingga apabila ditinjau lebih dalam lagi maka perbandingan pembuatan secara *series* lebih mahal 26% jika dibandingkan dengan pembuatan gading laminasi bambu secara *non series*. Harga tersebut lebih mahal jika hanya digunakan untuk mencetak satu (1) kali, akan tetapi harga cetakan gading laminasi bambu secara *series* akan lebih efisien jika digunakan lebih dari sekali. Dan perbandingan pembuatan gading laminasi bambu secara *series* dengan pembuatan gading menggunakan kayu Jati solid lebih murah 163%.

Cetakan gading laminasi bambu secara *series* akan lebih murah dan efisien jika dibandingkan dengan cetakan laminasi bambu secara *non series* apabila digunakan untuk mencetak 3 kali bangunan. Seperti pada perhitungan tabel 5.16

Tabel 5.16 Perhitungan efisiensi produksi

Pembuatan <i>Series</i>			Pembuatan <i>non series</i>	
NO	Keterangan	Harga Tiap Biaya	Keterangan	Harga Tiap Biaya
1	Pembuatan Cetakan	Rp 5,603,000	Pembuatan Meja Berlubang	Rp 2,076,699
2	Pembuatan Gading Bambu ke 1	Rp 1,352,799	Pembuatan Gading Bambu ke 1	Rp 3,434,194

Pembuatan <i>Series</i>			Pembuatan <i>non series</i>	
3	Pembuatan Gading Bambu ke 2	Rp 1,352,799	Pembuatan Gading Bambu ke 2	Rp 3,434,194
4	Pembuatan Gading Bambu ke 3	Rp 1,352,799	Pembuatan Gading Bambu ke 3	Rp 3,434,195
Total		Rp 11,014,196.00	Total	Rp 12,379,281.00

Seperti pada perhitungan tabel 5.16 didapatkan harga investasi dan produksi gading ke 3 pada metode *series* adalah sebesar Rp 11.014.196,00 dan jika dibandingkan dengan metode *non series* adalah sebesar Rp 12.379.281,00. Harga pembuatan gading laminasi bambu secara *series* lebih murah 12% jika dibandingkan dengan metode *non series*.

5.6. Perbandingan harga kapal dengan metode pembuatan gading secara *series* dan *non series*

Setelah didapatkan harga pada masing masing pembuatan gading maka langkah selanjutnya adalah membuat rincian harga kapal laminasi bambu secara menyeluruh. Bagian konstruksi lain yang harus dihitung juga adalah kulit, *maindeck*, balok geladak, lunas, linggi, galar, wrang dan *transom*. Dan juga untuk harga produksi semuanya harus ditambahkan dengan biaya pekerja masing masing bagian kapal.

Metode kubikisasi pada perhitungan biaya material kapal mempermudah dilakukannya perhitungan harga dari kapal itu sendiri. Sehingga pada penelitian kali dilakukan perhitungan harga kapal menyeluruh dengan membandingkan dua pekerjaan pada salah satu proses pembangunan konstruksi kapal yaitu gading kapal. Dua pekerjaan yang dibandingkan pada kali ini yaitu harga kapal menyeluruh dengan metode pembuatan gading secara *series* dan harga kapal menyeluruh dengan metode pembuatan gading secara *non series*. Sehingga didapatkan perbedaan harga kapal dengan kedua metode tersebut seperti pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Perbandingan harga kapal dengan metode pembuatan gading *series* dan *non series*

Harga Kapal Kasko			
<i>Series</i>	<i>Non series</i>	Selisih	Persentase
Rp 42,106,973	Rp 40,622,246	Rp 1,484,722	3.7%

Berdasarkan Tabel 5.12 maka didapatkan harga dari kapal yang menggunakan metode *series* dalam membuat konstruksi gading yaitu sebesar Rp. **42.106.973,00**, dan untuk kapal yang menggunakan metode *non series* dalam membuat konstruksi gading yaitu sebesar Rp. **40.622.246,00**. Dari kedua harga kapal tersebut didapatkan selisih harga kapal sebesar Rp. **1.484.722,00**. Apabila dipersentasekan maka terdapat selisih 3,7% lebih murah pada kapal yang menggunakan metode *non series* pada pembuatan konstruksi gadingnya.

5.6.1. Rekapitulasi harga kapal laminasi bambu dengan metode *series*

Biaya pengeluaran pembuatan kapal secara keseluruhan berbahan bambu laminasi secara *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*. Total kebutuhan biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan cetakan gading berbahan bambu laminasi yaitu sebesar Rp 36.503.973. Dengan rincian seperti pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Rekapitulasi harga kapal laminasi bambu metode *series*

No	Material	Material (Volume) (m3)	Kebutuhan Volume (m3)	Jumlah kebutuhan	Harga	Total harga
1	Bambu + Lem	1	1.196799	1.19679863	Rp 18,730,263	Rp 22,416,353
2	Pekerja				Rp 14,087,620	Rp 14,087,620
3	Cetakan Gading				Rp 5,603,000	Rp 5,603,000
Total						Rp 42,106,973

Berdasarkan Tabel 5.18 maka dapat dilihat bahwa biaya kebutuhan material untuk pembuatan kapal berbahan laminasi bambu secara *series* adalah Rp **22.416.353,00** serta untuk biaya pembuatan cetakan gading yaitu sebesar Rp **5.603.000,00**. Biaya pekerja untuk pembuatan kapal berbahan laminasi bambu secara *series* adalah Rp **14.087.620,00** sedangkan untuk biaya keseluruhan produksi kapal adalah Rp **42.106.973,00**.

5.6.2. Rekapitulasi harga kapal laminasi bambu dengan metode *non series*

Biaya pengeluaran pembuatan kapal secara keseluruhan 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*. Total kebutuhan biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan cetakan gading berbahan bambu laminasi yaitu sebesar Rp 36.503.973. Dengan rincian seperti pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Rekapitulasi harga kapal laminasi bambu metode *non series*

No	Material	Material (Volume) (m3)	Kebutuhan Volume (m3)	Jumlah kebutuhan	Harga	Total harga
1	Bambu + Lem	1	1.196799	1.19679863	Rp 18,730,263	Rp 22,416,353
2	Pekerja				Rp 16,129,194	Rp 16,129,194
3	Meja Berlubang				Rp 2,076,699	Rp 2,076,699
Total						Rp 40,622,246

Berdasarkan Tabel 5.19 maka dapat dilihat bahwa biaya kebutuhan material untuk pembuatan kapal berbahan laminasi bambu secara *series* adalah Rp **22.416.353,00** serta untuk pembuatan meja berlubang yaitu sebesar Rp **2.076.699,00**. Biaya pekerja untuk pembuatan kapal berbahan laminasi bambu secara *series* adalah Rp **16.129.194,00** sedangkan untuk biaya keseluruhan produksi kapal adalah Rp **40.622.246,00**.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

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

1. Pembuatan *linesplan* yang didapatkan dari 3 tempat survei yaitu daerah Lumpur (Gresik), Kesek (Pasuruan), dan Puger (Jember), didapatkan *linesplan* Jember yang sesuai dengan kearifan lokal mewakili popilasi kapal dan gading yang akan dibuat.
2. Pembuatan cetakan gading secara *series* dilakukan dengan menggunakan pelat yang *diforming* persis seperti desain gading, setelah itu dikuatkan dengan menggunakan beton eiser. Lalu untuk produksi gading laminasi bambu adalah dengan cara menyusun bila bambu dengan metode tumpuk bata yang disetiap susunan bilahnya diberi lem *epoxy ewa* untuk merekatkan dan memperkuat susunan bilah bambu. Dan dalam proses produksinya dibantu dengan klem F agar susunan bilah bambunya tidak berubah.
3. 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 dimasukan dalam lubang dan mengatur sesuai desain. Proses pengaturan tersebut yang menyebabkan dibutuhkannya 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.

4. Berdasarkan analisa ekonomis yang telah dianalisa, pembuatan kapal berbahan bambu laminasi secara *non series* lebih ekonomis bila dibandingkan dengan pembuatan kapal berbahan laminasi bambu secara *series*. Pembangunan kapal laminasi bambu secara *series* akan lebih ekonomis daripada secara *non series* ketika dilakukan pada pembangunan kapal ke 3. Total biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan kapal berbahan laminasi bambu secara *series* adalah sebesar **Rp 42.106.973,00**. Biaya total untuk pembuatan gading berbahan laminasi bambu secara *non series* adalah sebesar **Rp 40.622.246,00**.

6.2. Saran

Setelah dilakukan penelitian, maka penulis menyarankan untuk :

1. Pada proses pengeleman laminasi bilah untuk menghasilkan gading yang bagus, maka lem harus ditunggu hingga kering untuk melanjutkan ke layer berikutnya.
2. Menggunakan bilah bambu dengan ketebalan yang sama dan tanpa ada bilah yang cacat untuk menghasilkan gading laminasi bilah bambu yang baik.
3. Apabila ingin mendapatkan hasil gading yang lebih lebar, maka tambahkan ragam secara vertikal dan horizontal.

DAFTAR PUSTAKA

- alamendah. (2011). Bambu-Tutul-Bambusa maculata | Alamendah's Blog. Diambil 24 Juni 2019, dari <https://alamendah.org/2011/01/28/jenis-jenis-bambu-di-indonesia/bambu-tutul-bambusa-maculata/>
- BKI. (2013). Rules for the Classification and Construction. Part 3. Special Ships: Volume VII Rules for Small Vessel up to 24 m 2013 Edition, VII, 228.
- Boat Building Methods. (2009). Diambil 23 Juni 2019, dari http://www.selway-fisher.com/boat_building_methods.htm
- exoticseedshop.com. (2019). Bambusa tuldooides - Punting Pole Bamboo seeds – Exotic Seeds Shop. Diambil 24 Juni 2019, dari <https://exoticseedshop.com/products/111588>
- Fakuda,S.,Hanaya,Y.,Shibuya, T. (2005). Bambusa glaucescens (Willd.) Sieb. ex Munro - Biomedical Education. Diambil 24 Juni 2019, dari <http://iprsindh.com.pk/bambusa-glaucescens-willd-sieb-ex-munro/>
- <http://agrobudidaya.blogspot.com>. (2014). Manfaat Bambu Betung ~ Agro Budidaya. Diambil 24 Juni 2019, dari <http://agrobudidaya.blogspot.com/2014/01/manfaat-bambu-betung.html>
- <https://sites.google.com>. (n.d.). Unsustainable Fishing Practices - Over-fishing, a global depletion of fish stocks. Diambil 23 Juni 2019, dari <https://sites.google.com/site/overfishingglobaldepletion/unsustainable-fishing-practices>
- Jiang, lihua. (2012). Bambusa polymorpha 6 | Bambusa polymorpha seeds are availabl... | Flickr. Diambil 24 Juni 2019, dari <https://www.flickr.com/photos/ynbambus/7353997036>
- Murtadlo, I., & Supomo, H. (2013). Rancang bangun peralatan untuk membuat gading kapal berbahan laminasi bambu, 3–8.
- Nelindah. (n.d.). Bambu ori | Bambusa blumeana Culm size: 20 - 25 m height, 8 ... | Flickr. Diambil 24 Juni 2019, dari <https://www.flickr.com/photos/51463027@N02/18381324586>
- NRL, A. (2015). MENANGKAP IKAN DENGAN PUKAT CINCIN ~ MANCING TV. Diambil 23 Juni 2019, dari <http://merahmatafishing.blogspot.com/2013/02/menangkap->

ikan-dengan-pukat-cincin.html

- Parker, R. (2015). A Cold-molded Lapstrake 39' Sea Bright Ketch—My Seventh Cruising Sailboat? | WoodenBoat Magazine. Diambil 23 Juni 2019, dari https://www.woodenboat.com/whiskey_plank/cold-molded-lapstrake-39-sea-bright-ketch-my-seventh-cruising-sailboat
- Probo, B. (2014). Satu Harapan: Bambu Sembilang, Bambu Raksasa, Kurangi Erosi Tanah. Diambil 24 Juni 2019, dari <http://www.satuharapan.com/read-detail/read/bambu-sembilang-bambu-raksasa-kurangi-erosi-tanah>
- Puccio, P. (n.d.). Bambusa tulda - Monaco Nature Encyclopedia. Diambil 24 Juni 2019, dari <https://www.monaconatureencyclopedia.com/bambusa-tulda-2/?lang=en>
- Riley, N. (2019). Bambusa Vulgaris Vittata Greeting Card for Sale by Nicole Riley. Diambil 24 Juni 2019, dari <https://fineartamerica.com/featured/bambusa-vulgaris-vittata-nicole-riley.html?product=greeting-card>
- Ross, R. J., & USDA Forest Service., F. P. L. (2010). *Wood handbook : wood as an engineering material*. <https://doi.org/10.2737/FPL-GTR-190>
- Runny, N. A. (2017). CARA MENGGUNAKAN ALAT TANGKAP GILLNET - PERIKANAN DAN KELAUTAN. Diambil 23 Juni 2019, dari <http://perikanan38.blogspot.com/2017/08/cara-menggunakan-alat-tangkap-gill-net.html>
- Schroder, S. (2011a). Bamboo Stem Anatomy — Guadua Bamboo. Diambil 23 Juni 2019, dari <https://www.guaduabamboo.com/identification/bamboo-stem-anatomy>
- Schroder, S. (2011b). Bambusa blumeana — Guadua Bamboo. Diambil 24 Juni 2019, dari <https://www.guaduabamboo.com/species/bambusa-blumeana>
- Sinambela, B. (2012). Teknologi Pembuatan Kapal Tradisional Pendahuluan. Diambil dari https://www.academia.edu/10151523/Teknologi_Pembuatan_Kapal_Tradisional_Pendahuluan
- Supomo, H. (2016). *STUDI PENGGUNAAN BAMBU SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF UNTUK BAHAN PEMBUATAN KAPAL IKAN DENGAN METODE COLD PRESS PLANKING SYSTEM*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- www.bagi-in.com. (2019). Bambusa atra lindl - Bagi-in.com. Diambil 24 Juni 2019, dari <https://www.bagi-in.com/jenis-jenis-bambu/bambusa-atra-lindl/>

www.stewartflowers.net. (2018). Jual Tanaman Hias Bambu Jepang Untuk Pagar -
www.stewartflowers.net. Diambil 24 Juni 2019, dari <https://www.stewartflowers.net/jual-tanaman-hias-bambu-jepang-untuk-pagar/>

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran A “Desain rencan garis (*linesplan*) tiap daerah”

Lampiran B “Perhitungan konstruksi berdasarkan Biro Klassifikasi Indonesia”

Lampiran C “Dokumentasi purwarupa cetakan gading”

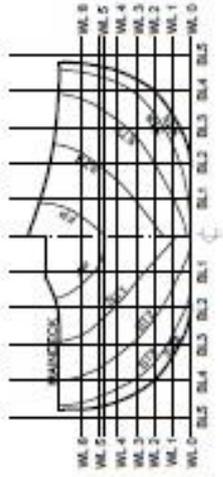
Lampiran D “Dokumentasi purwarupa gading laminasi”

Lampiran E “Perhitungan Ekonomis”

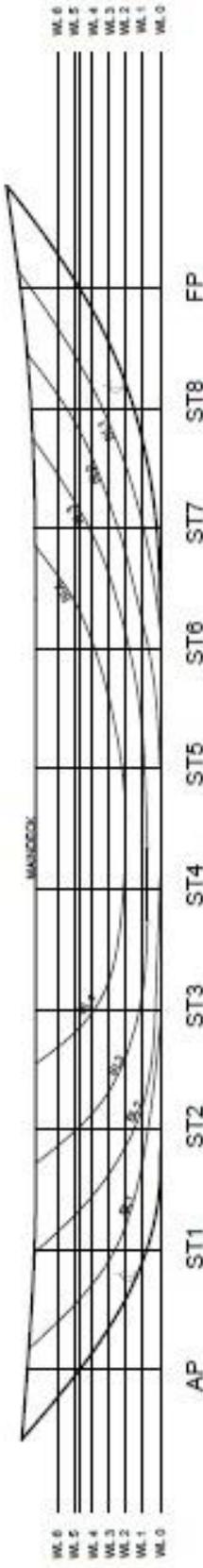
LAMPIRAN A
DESAIN RENCANA GARIS (*LINESPLAN*) TIAP DAERAH

**RENCANA GARIS (*LINESPLAN*)
DAERAH GRESIK**

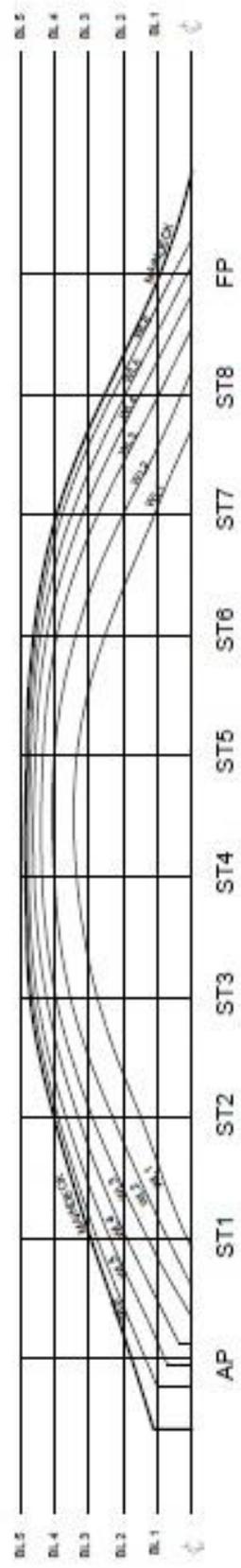
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSIONS	
LENGTH-OVERALL (L) (M)	1.38 m
BREADTH (B) (M)	0.3 m
HEIGHT (H) (M)	0.27 m
DRAUGHT (T) (M)	0.17 m



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

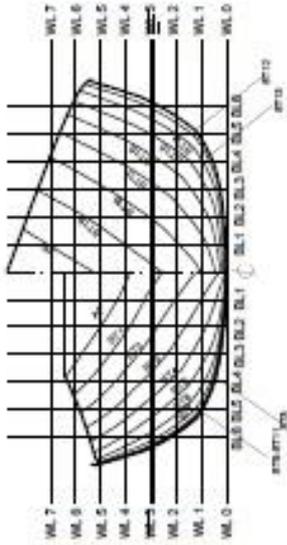
KAPAL IKAN GRESEK

LINES PLAN

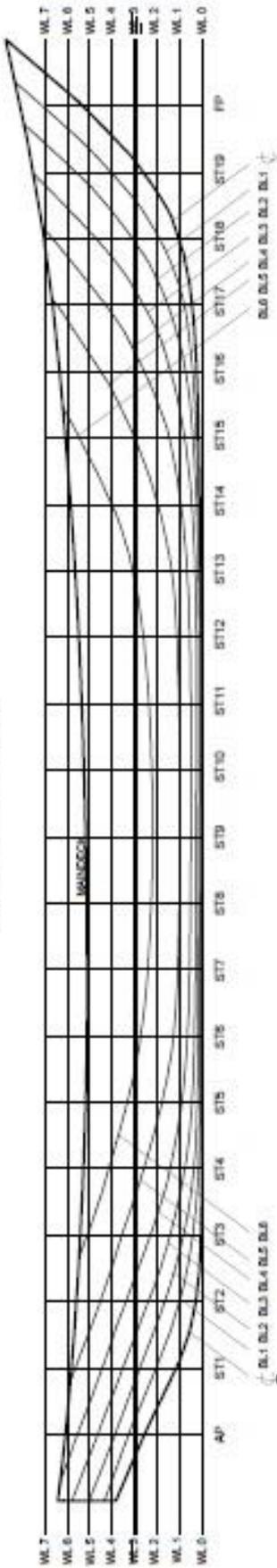
Scale	1 : 20	Sheet	
Author	Dr. H. Nur Supriyanto, M. Sc.	Revision	
Drawn by	Dr. H. Nur Supriyanto, M. Sc.	Date	2011/03/20/2018
Approved by	Dr. H. Nur Supriyanto, M. Sc.	Page	03

**RENCANA GARIS (*LINESPLAN*)
DAERAH PASURUAN**

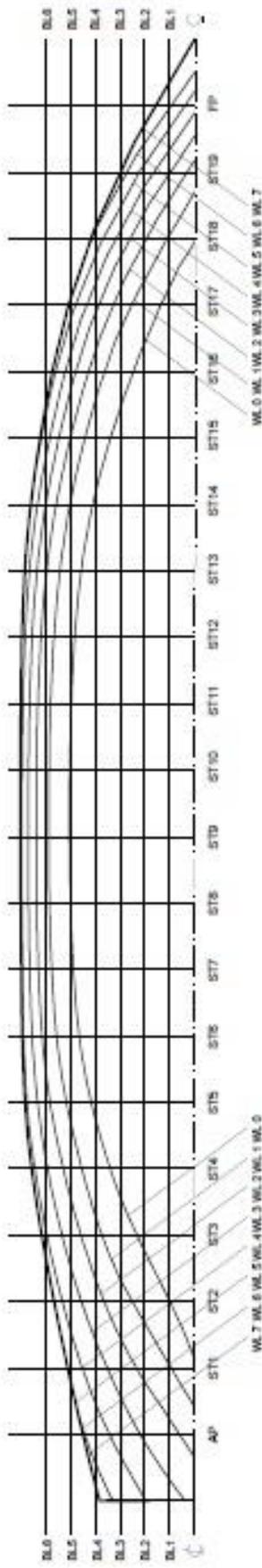
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSIONS	
LENGTH-OVERALL (L _{OA})	6.0 m
LENGTH-BETWEEN-PERPENDICULARS (L _{BP})	4.8 m
BREADTH (B)	1.2 m
HEIGHT (H)	1.2 m
DRAUGHT (T)	0.4 m

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

KAPAL IKAN PASURUAN

LINES PLAN

Date:	11.2023	Instructor:	Name:	NIM:
Author:	Chair Nugraha Pratomo	Reviewer:		
University:	ITS - Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Year:		

**RENCANA GARIS (*LINESPLAN*)
DAERAH JEMBER**

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN KONSTRUKSI BERDASARKAN BIRO
KLASIFIKASI INDONESIA

Frames

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	$W_B = 3,21 \cdot e \cdot \ell^2 \cdot F_{VF} \cdot P_{dBM} \cdot 10^{-3}$ $W_{B(min)} = 3,21 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot F_{VF} \cdot P_{dBM} \cdot 10^{-3} \geq W_B$
	Sailing craft and motorsailer	$W_B = 2,72 \cdot e \cdot \ell^2 \cdot P_{dBS} \cdot 10^{-3}$ $W_{B(min)} = 2,72 \cdot e \cdot k_4^2 \cdot P_{dBS} \cdot 10^{-3} \geq W_B$
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 Ikan Jember	
L	8.788
B	1.5
H	1
Lwl	8.576
frame spacing (a) mm	500
v	10

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

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

Kapal Ikan Jember	
Fvsf	0.949447701
Fvf	1.198935191
K4	0.49546
K4 diambil	0.6
Ws frame	6.082387209
Ws (min) frame	6.810993208
k10	0.917320459
Ws frame	5.579498224
Ws (min) frame	6.247863413
Ws frame diambil	8

6.0 43%

Ukuran frame

Kapal ikan	Bambu laminasi	Kayu jati
Modulus	8.0	14.0
Breadth (cm)	3	4.15
Height (cm)	4.0	4.5
Breadth (mm)	30	41.5
Height (mm)	40	45

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	cm2
8	40
10	50
12	60
22	150
24	170

Sehingga dapat dilakukan interpolasi untuk mendapatkan ukuran luas penampang

Kapal Ikan Jember	
L	8.788
B	1.5
H	1
Beam shelves (cm2)	43.94
Bilge planks (cm2)	43.94
luas penampang beam shelve (cm2)	43.94
Beam shelves	
Lebar (cm)	10.99
Tinggi (cm)	4.00
Bilge planks	
Lebar (cm)	10.99
Tinggi (cm)	4.00

Lunas dan linggi

Pada konstruksi lunas dan linggi digunakan tabel pada BK1

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 Jember	
L	8.788
Tinggi/web keel (mm)	83.94
Lebar/face keel (mm)	183.04
luas permukaan keel (cm2)	153.64
linggi haluan(mm)	88.94
linggi buritan (mm)	97.88

Shell, deck, bulkheads

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 Ikan Jember	
L	8.788
B	1.5
H	1

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/mm²] 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}
≥ 0,4 L ÷ fore	2,7 L + 3,29	3,29 L - 1,41
< 0,4 L ÷ aft	2,16 L + 2,63	2,63 L - 1,13
Shell side	P_{dSm}	P_{dss}
≥ 0,4 L ÷ fore	1,88 L + 1,76	2,06 L - 2,94
< 0,4 L ÷ aft	1,5 L + 1,41	1,65 L - 2,35

Berdasarkan rumus tersebut maka dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan beban.

shell bottom		PdBM
		0
≥	0.4L	27.0176
<	0.4L	21.61208

shell side		PdSM
≥	0.4L	18.28144
<	0.4L	14.592

Tebal kulit

Kapal Ikan Jember	
Tebal kulit (t)	12.80802572
Tebal kulit diambil (mm)	16
Tebal deck	12.80802572
Tebal deck diambil (mm)	16

Deck beam

Pada konstruksi balok geladak digunakan tabel 1.18 pada BKI

Table 1.18

Section moduli of main deck beams for motor and sailing craft and motorsailers [cm ³]	
Weather deck beams	$W_{DU} = 2,04 \cdot e \cdot \ell^2 \cdot P_{dD}$
	$W_{DU(min)} = 1,65 \cdot e \cdot P_{dD}$
Beams within deckhouses	$W_{DU1} = 2,04 \cdot k_8 \cdot e \cdot \ell^2 \cdot P_{dD}$
	$W_{DU1(min)} = 1,65 \cdot k_8 \cdot e \cdot P_{dD}$
e = distance of girders [m]	
ℓ = unsupported length of girder [m]	
P _{dD} = see A.1.9.4	
k ₈ = correction factor for craft whose length L = 10,0 m	
k ₈ = 0,9 - 0,01 · L	

Maka akan dilakukan perhitungan PdD dengan menggunakan rumus pada BKI 1.9.4 A

Table 1.3

Area			Sailing- and motor craft ³ Design loads P _{dD} [kN/m ²]
Main deck			0,26 L + 8,24
Cabins	h ≤ 0,5 m	deck ¹	0,235 L + 7,42
		wall	0,26 L + 8,24
Deckhouses	h > 0,5 m	deck ^{1,2}	(0,235 L + 7,42) (1 - h'/10)
		side wall ²	(0,26 L + 8,24) (1 - h'/10)
		front wall	1,25 (0,26 L + 8,24) (1 - h'/10)
¹ Minimum load for non-walk-on cabin decks P _{dD min} = 4,0 [kN/m ²] ² h' = 0,5 · h (h = superstructure height above main deck) ³ In the case of special-purpose craft such as fishing craft, the deck load may have to be corrected as appropriate for additional loads present			

Kapal Ikan Jember	
L	8.788
Deck houses	2.3713
Main Deck	10.5249

Kapal Ikan Jember	
Modulus bambu main deck	10.5217
Modulus bambu deck (dh)	2.3713
k10	0.91732
Modulus sebenarnya deck (dh)	2.17524
Modulus sebenarnya deck	9.65181

Ukuran Beam

Kapal Ikan Jember	
Modulus	10.00
Breadth (cm)	3
Height (cm)	4.5
Breadth (mm)	30
Height (mm)	44.72

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

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

Dengan kondisi $P_{d1} = P_{d2}$ maka :

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

dengan kondisi faktor kelengkungan dan jarak gading yang sama maka :

$$t_1^2 \cdot \sigma_{Rm1} = t_2^2 \cdot \sigma_{Rm2}$$

atau

$$t_1 = t_2 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{Rm2}}{\sigma_{Rm1}}}$$

Bambu laminasi

Kapal Ikan Jember	
Wooden floor (thickness) jati	58.9744
Wooden floor (Height) jati	135.897
Modulus	71.0239
floor (thickness) (mm)	43.13
floor (Height) (mm)	99.40

Rekap Konstruksi Kapal Ikan Jember							
No	Konstruksi	Panjang (cm)	Lebar (cm)	tinggi (cm)	Vol (cm3)	Jumlah	Total Volume (m3)
1	Lunas	750	18.30	8.39	115230.000	1	0.1152
2	Linggi haluan	156	8.89	8.89	12340.105	1	0.0123
3	Ap	75.5	3	4.0	1193.520	2	0.0024
4	Gading 2	99.46	3	4.0	1461.360	2	0.0029
5	Gading 3	121.78	3	4.0	1575.864	2	0.0032
6	Gading 4	131.322	3	4.0	1609.243	2	0.0032
7	Gading 5	134.1036	3	4.0	1609.236	2	0.0032
8	Gading 6	134.103	3	4.0	1616.232	2	0.0032
9	Gading 7	134.686	3	4.0	1616.232	2	0.0032
10	Gading 8	135.5	3	4.0	1626.000	2	0.0033
11	Gading 9	135.5	3	4.0	1626.000	1	0.0016
12	Gading 10	135.5	3	4.0	1626.000	2	0.0033
13	Gading 11	135.3	3	4.0	1623.600	2	0.0032
14	Gading 12	135.11	3	4.0	1621.320	2	0.0032
15	Gading 13	134.69	3	4.0	1616.280	2	0.0032
16	Gading 14	133.84	3	4.0	1606.080	2	0.0032
17	Gading 15	130.42	3	4.0	1565.040	2	0.0031
18	Gading 16	123.33	3	4.0	1479.960	2	0.0030
19	Gading 17	110.38	3	4.0	1324.560	2	0.0026
20	FP	57.69	3	4.0	692.280	2	0.0014
Total Volume (m3)							0.1801
No	Konstruksi	1/2 Luas (cm2)	Tebal wrang	Tinggi wrang	Vol (cm3)	Jumlah	Total Volume (m3)
21	Wrang 1	334.58	9.94	4.31	14344.576	2	0.0287
22	Wrang 2	344.988	9.94	4.31	14790.802	2	0.0296
23	Wrang 3	351.15	9.94	4.31	15054.988	2	0.0301
24	Wrang 4	364.51	9.94	4.31	15627.776	2	0.0313
25	Wrang 5	372.95	9.94	4.31	15989.628	2	0.0320
26	Wrang 6	379.85	9.94	4.31	16285.454	2	0.0326
27	Wrang 7	384.5	9.94	4.31	16484.815	2	0.0330
28	Wrang 8	387.12	9.94	4.31	16597.144	2	0.0332
29	Wrang 9	388.18	9.94	4.31	16642.589	2	0.0333
30	Wrang 10	388.2	9.94	4.31	16643.447	2	0.0333
31	Wrang 11	388.23	9.94	4.31	16644.733	2	0.0333
32	Wrang 12	386.36	9.94	4.31	16564.560	2	0.0331
33	Wrang 13	380.99	9.94	4.31	16334.330	2	0.0327
34	Wrang 14	371.56	9.94	4.31	15930.034	2	0.0319
35	Wrang 15	350.68	9.94	4.31	15034.838	2	0.0301
36	Wrang 16	304.512	9.94	4.31	13055.459	2	0.0261
37	Wrang 17	196.93	9.94	4.31	8443.055	2	0.0169
38	Wrang 18	47.7	9.94	4.31	2045.060	2	0.0041
Total Volume (m3)							0.5250
No	Konstruksi	1/2 Luas (cm2)	Tebal kulit (mm)	Tebal kulit (cm)	Vol (cm3)	Jumlah	Total Volume (m3)
39	Kulit	63166.774	16.00	1.6	101066.838	2	0.2021
40	Transom	3365.2312	16.00	1.6	5384.370	2	0.0108
41	Main deck	60749.2423	10.00	1	60749.242	2	0.1215
Total Volume (m3)							0.3344
No	Konstruksi	Panjang (cm)	Lebar (cm)	tinggi (cm)	Vol (cm3)	Jumlah	Total Volume (m3)
42	Balok Geladak 1	57.83	3	4.47	775.871	2	0.0016
43	Balok Geladak 2	67.423	3	4.47	904.574	2	0.0018
44	Balok Geladak 3	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
45	Balok Geladak 4	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
46	Balok Geladak 5	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
47	Balok Geladak 6	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
48	Balok Geladak 7	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
49	Balok Geladak 8	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
50	Balok Geladak 9	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
51	Balok Geladak 10	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
52	Balok Geladak 11	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
53	Balok Geladak 12	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
54	Balok Geladak 13	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
55	Balok Geladak 14	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
56	Balok Geladak 15	75	3	4.47	1006.231	2	0.0020
57	Balok Geladak 16	70.23	3	4.47	942.234	2	0.0019
58	Balok Geladak 17	65.23	3	4.47	875.152	2	0.0018
59	Balok Geladak 18	23.12	3	4.47	310.187	2	0.0006
Total Volume (m3)							0.0338
No	Konstruksi	Panjang (cm)	Lebar (cm)	tinggi (cm)	Vol (cm3)	Jumlah	Total Volume (m3)
60	Galar Balok	755	10.99	4.00	33174.700	2	0.0663
61	Galar Kim	650	10.99	4.00	28561.000	2	0.0571
Total Volume					1.1968	m3	

LAMPIRAN C
DOKUMENTASI PURWARUPA CETAKAN GADING

<p>Cetakan Gading AP</p>			
<p>Cetakan Gading 1</p>			
<p>Cetakan Gading 2</p>			

Cetakan Gading 3



Cetakan Gading 4



Cetakan Gading 5



^ Cetakan Gading 6



Cetakan Gading 7



Cetakan Gading 8 - 13



Cetakan Gading 14



Cetakan Gading 15



Cetakan Gading 16



Cetakan Gading 17



Cetakan Gading 18



Cetakan Gading 19



Cetakan Gading 20



Cetakan Gading 21



Cetakan Gading FP



LAMPIRAN D
DOKUMENTASI PURWARUPA GADING LAMINASI BAMBU

Purwarupa Gading st AP



Purwarupa Gading st 4



Purwarupa Gading st FP



LAMPIRAN E
PERHITUNGAN EKONOMIS

Kebutuhan lem		Harga Bilah Bambu	
Density	1.65 ton/m ³	Ukuran bilah	Satuan
Berat/set	2 kg	Panjang	1 m
Volume/set	1.21 dm ³	Lebar	25 mm
	1,212,121.21 mm ³	tebal	4 mm
Tebal lem	0.75 mm	Volume	100000 mm ³
Efisiensi lem/set	1,616,161.62 mm ²		0.0001 m ³
	1.62 m ²	jumlah bilah/layer	40 buah
Volume	1 m ³	Jumlah bilah	8,421.05 buah
luas lapisan	1 m ²	harga per bilah	Rp 600.00
tebal bilah	4 mm	Harga bilah	Rp 5,052,632
jumlah lapisan	210.53 lapisan		
luas lapisan	210.53 m ²		
Kebutuhan lem	260.53 kg		
Harga lem/2kg	Rp 105,000		
Total harga	Rp 13,677,632	Harga/kubik	Rp 18,730,263.16

Perhitungan harga kebutuhan pembuatan mal & cetakan gading bambu

No	Item	Panjang (mm)	Lebar/diameter (mm)	Nomor gading	Gading Panjang	Lebar	Total Kebutuhan tiap gading	Total Kebutuhan semua gading	Harga satuan (rupiah)	Harga per gading	Harga Total
1	Beton Eser	12000	12	Ap	1510	50	0.13	4	Rp 97,000	Rp 12,206	Rp 388,000
				1	1989.2	50	0.17			Rp 16,079	
				2	2435.6	50	0.20			Rp 19,688	
				3	2626.44	50	0.22			Rp 21,230	
				4	2682.072	50	0.22			Rp 21,680	
				5	2682.06	50	0.22			Rp 21,680	
				6	2693.72	50	0.22			Rp 21,774	
				7	2710	50	0.23			Rp 21,906	
				8	2710	50	0.23			Rp 21,906	
				9	2710	50	0.23			Rp 21,906	
				10	2706	50	0.23			Rp 21,874	
				11	2702.2	50	0.23			Rp 21,843	
				12	2693.8	50	0.22			Rp 21,775	
				13	2676.8	50	0.22			Rp 21,637	
				14	2608.4	50	0.22			Rp 21,085	
				15	2466.6	50	0.21			Rp 19,938	
				16	2207.6	50	0.18			Rp 17,845	
Fp	1153.8	50	0.10	Rp 9,327							
2	Plat (10mm)	6000	10	Ap	755	50	0.13	4	Rp 350,000	Rp 44,042	Rp 1,400,000
				1	994.6	50	0.17			Rp 58,018	
				2	1217.8	50	0.20			Rp 71,038	
				3	1313.22	50	0.22			Rp 76,605	
				4	1341.036	50	0.22			Rp 78,227	
				5	1341.03	50	0.22			Rp 78,227	
				6	1346.86	50	0.22			Rp 78,567	
				7	1355	50	0.23			Rp 79,042	
				8	1355	50	0.23			Rp 79,042	
				9	1355	50	0.23			Rp 79,042	
				10	1353	50	0.23			Rp 78,925	
				11	1351.1	50	0.23			Rp 78,814	
				12	1346.9	50	0.22			Rp 78,569	
				13	1338.4	50	0.22			Rp 78,073	
				14	1304.2	50	0.22			Rp 76,078	
				15	1233.3	50	0.21			Rp 71,943	
				16	1103.8	50	0.18			Rp 64,388	
Fp	576.9	50	0.10	Rp 33,653							
3	Molded	10	4	-	-	-	40	Rp 12,000	-	Rp 480,000	
Total Harga								Rp	2,268,000		

Biaya Material Pembuatan Matras Cetakan

No	Material	Dimensi	Berat	Satuan	Harga per Satuan	Harga Total
1	Pelat	1800 x 2000 x 10	275	1	2750000	2750000
2	Pelat	100 x 50 x 10	0,38	20	3800	76000
3	Pelat	70 x 40 x 8	0,17	10	1700	17000
4	Studbolt	M12 x 1,75	0,9	4	10200	40800
5	Assbar	Ø12	0,86	3	17000	51000
6	Assbar	Ø30	5,3	1	30000	30000
7	Nut	M12 x 1,75		15	6000	90000
						3054800

Biaya Consumable Pembuatan Matras

No	Material	Dimensi (mm)	Jumlah	Harga per Satuan	Harga Total
1	Kawat Las		5	23900	119500
2	Batu Gerinda		5	12000	60000
3	Mata Bor Tab	M12 x 1,75	1	220000	220000
4	Mata Bor	Ø12	1	240000	240000
5	Mata Bor	Ø13	1	270000	270000
6	Mata Bor	Ø10	1	200000	200000
					1109500

Biaya Tenaga Kerja

No	Tenaga Kerja	Jumlah Pekerja	Waktu (jam)	Harga per Jam	Harga Total
1	Welder	1	3	22500	67500
2	Fitter	2	3	18750	112500
3	Helper	2	2	12500	50000
					230000

Biaya Mesin

No	Jenis Mesin	Jumlah Pekerja	Waktu	Berat	Harga per Satuan	Total
1	Mesin Las SMAW	1	3		4000	12000
2	Mesin CNC-cutting	1	1	275	500	137500
3	Mesin Gerinda	1	2	10	300	3000
4	Mesin Bor	1	2	4	300	1200
5	Mesin Bubut	1	2,5	7	500	3500
6	Mesin Gergaji	1	1	7	200	1400
						158600

Biaya Transport 300000

Biaya pembuatan matras berlubang

1	Biaya Material	Rp 3,054,800.00
2	Biaya Consumable	Rp 1,109,500.00
3	Biaya Tenaga Kerja	Rp 230,000.00
4	Biaya Mesin	Rp 158,600.00
5	Biaya Transport	Rp 300,000.00
Total		Rp 4,852,900.00

Perhitungan harga kebutuhan bahan pembuatan gading kayu jati																	
No	Item	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Gading			Total Kebutuhan	Total Kebutuhan	Harga satuan	Harga per gading						
					Nomor gading	Panjang (mm)	Lebar (m)					Tebal (m)					
1	Kayu jati	3	0.12	0.05	Ap	75.5	50	50	0.036	Rp 24,000,000	Rp 864,000						
					1	99.46	50	50	0.036		Rp 864,000						
					2	121.78	50	50	0.036		Rp 864,000						
					3	131.322	50	50	0.036		Rp 864,000						
					4	134.1036	50	50	0.036		Rp 864,000						
					5	134.103	50	50	0.036		Rp 864,000						
					6	134.686	50	50	0.036		Rp 864,000						
					7	135.5	50	50	0.036		Rp 864,000						
					8	135.5	50	50	0.036		Rp 864,000						
					9	135.5	50	50	0.036		Rp 864,000						
					10	135.3	50	50	0.036		Rp 864,000						
					11	135.11	50	50	0.036		Rp 864,000						
					12	134.69	50	50	0.036		Rp 864,000						
					13	133.84	50	50	0.036		Rp 864,000						
					14	130.42	50	50	0.036		Rp 864,000						
					15	123.33	50	50	0.036		Rp 864,000						
16	110.38	50	50	0.036	Rp 864,000												
Total Harga								Rp			15,552,000						
Perhitungan biaya pekerja pembuatan gading																	
No	Proses pengerjaan	Orang	Kebutuhan jam tiap gading	Total kebutuhan jam semua gading	Total kebutuhan JO	Harga tiap JO	Harga total										
1	Pembuatan gading																
	Tukang	1	2	92	92	Rp 18,000	Rp 1,656,000										
	Helper	1	2	92	92	Rp 12,500	Rp 1,150,000										
Harga Total						Rp	2,806,000										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Harga pembuatan gading kayu jati</th> </tr> <tr> <th>Keterangan biaya</th> <th>Harga tiap biaya</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Biaya kebutuhan</td> <td>Rp 15,552,000</td> </tr> <tr> <td>Biaya pekerja</td> <td>Rp 2,806,000</td> </tr> <tr> <td>Harga Total</td> <td>Rp 18,358,000</td> </tr> </tbody> </table>								Harga pembuatan gading kayu jati		Keterangan biaya	Harga tiap biaya	Biaya kebutuhan	Rp 15,552,000	Biaya pekerja	Rp 2,806,000	Harga Total	Rp 18,358,000
Harga pembuatan gading kayu jati																	
Keterangan biaya	Harga tiap biaya																
Biaya kebutuhan	Rp 15,552,000																
Biaya pekerja	Rp 2,806,000																
Harga Total	Rp 18,358,000																

Perhitungan Jam Orang Kapal Laminasi Bambu Secara Series

No	Nama konstruksi	Luasan (m2)	Tebal (m)	Jumlah pengeleman lapisan	Luasan total (m2)	Produktifitas (JO/luasan)	Jumlah JO	Jumlah Orang	Total waktu	Total Hari	Total Hari
1	Kulit	12.63	0.02	4	50.53	6	303.20	4	75.80	12.63	
2	Main deck	12.15	0.02	4	48.60	6	291.60	4	72.90	12.15	
No	Nama konstruksi	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Jumlah pengeleman lapisan	Jumlah Konstruksi	Luasan Total (m2)	Produktifitas (JO/luasan)	Jumlah JO	Total waktu	Total Hari
1	Gading	1.36	0.030	0.040	9	36.00	13.17	2.98	39.20	9.80	1.63
2	Balok geladak	0.75	0.03	0.04	11	18	4.46	2.98	13.26	3.31	0.55
3	Lunas	7.50	0.18	0.08	20	1	27.46	2.98	81.71	20.43	3.40
4	Linggi	1.56	0.09	0.09	22	1	3.05	2.98	9.08	2.27	0.38
5	Galar	7.55	0.11	0.04	9	4	29.86	2.98	88.86	22.22	3.70
Harga Pekerja											
No	Konstruksi	Nama	Jumlah Orang	Total Hari	Harga per hari	Harga	Harga Total				
1	Kulit	Tukang	2	12.63	Rp 150,000	Rp 1,895,003	Rp 3,158,339				
		Helper	2	12.63	Rp 100,000	Rp 1,263,335					
2	Main Deck	Tukang	2	12.15	Rp 150,000	Rp 1,822,477	Rp 3,037,462				
		Helper	2	12.15	Rp 100,000	Rp 1,214,985					
3	Gading	Tukang	2	1.63	Rp 150,000	Rp 244,989	Rp 408,315				
		Helper	2	1.63	Rp 100,000	Rp 163,326					
4	Balok geladak	Tukang	2	0.55	Rp 150,000	Rp 82,868	Rp 138,114				
		Helper	2	0.55	Rp 100,000	Rp 55,246					
5	Lunas	Tukang	2	3.40	Rp 150,000	Rp 510,702	Rp 851,170				
		Helper	2	3.40	Rp 100,000	Rp 340,468					
6	Linggi	Tukang	2	0.38	Rp 150,000	Rp 56,779	Rp 94,631				
		Helper	2	0.38	Rp 100,000	Rp 37,852					
7	Galar	Tukang	2	3.70	Rp 150,000	Rp 555,380	Rp 925,633				
		Helper	2	3.70	Rp 100,000	Rp 370,253					
TOTAL							Rp 8,613,663				
No	Nama konstruksi	Volume Material/ (m3)	Harga	Harga Pekerja							
1	Wrang	0.5250266	Rp 9,833,886	Rp 5,363,938							
2	Transom	0.0107687	Rp 201,701	Rp 110,019							
TOTAL				Rp 5,473,957							
Harga pekerja keseluruhan											
				= Rp 14,087,620							
Harga material				= Rp 62,308,791							
No	Material	Material (Volume) (m3)	Kebutuhan Volume (m3)	Jumlah kebutuhan	Harga	Total harga					
1	Bambu + Lem	1	1.196799	1.19679863	Rp 18,730,263	Rp 22,416,353					
2	Pekerja				Rp 14,087,620	Rp 14,087,620					
Total						Rp 36,503,973					

Perhitungan Jam Orang Kapal Laminasi Bambu Secara non Series

No	Nama konstruksi	Luasan (m2)	Tebal (m)	Jumlah pengeleman lapisan	Luasan total (m2)	Produktifitas (JO/luasan)	Jumlah JO	Jumlah Orang	Total waktu	Total Hari	Total waktu	Total Hari
1	Kulit	12.63	0.02	4	50.53	6	303.20	4	75.80	12.63	75.80	12.63
2	Main deck	12.15	0.02	4	48.60	6	291.60	4	72.90	12.15	72.90	12.15
No	Nama konstruksi	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Jumlah pengeleman lapisan	Jumlah Konstruksi	Luasan Total (m2)	Produktifitas (JO/luasan)	Jumlah JO	Jumlah Orang	Total waktu	Total Hari
1	Gading	1.36	0.030	0.040	9	36.00	13.17	17.86	235.19	4	58.80	9.80
2	Balok geladak	0.75	0.03	0.04	11	18	4.46	2.98	13.26	4	3.31	0.55
3	Lunas	7.50	0.18	0.08	20	1	27.46	2.98	81.71	4	20.43	3.40
4	Linggi	1.56	0.09	0.09	22	1	3.05	2.98	9.08	4	2.27	0.38
5	Galar	7.55	0.11	0.04	9	4	29.86	2.98	88.86	4	22.22	3.70
Harga Pekerja												
No	Konstruksi	Nama	Jumlah Orang	Total Hari	Harga per hari	Harga	Harga Total					
1	Kulit	Tukang	2	12.63	Rp 150,000	Rp 1,895,003	Rp 3,158,339					
		Helper	2	12.63	Rp 100,000	Rp 1,263,335						
2	Main Deck	Tukang	2	12.15	Rp 150,000	Rp 1,822,477	Rp 3,037,462					
		Helper	2	12.15	Rp 100,000	Rp 1,214,985						
3	Gading	Tukang	2	9.80	Rp 150,000	Rp 1,469,933	Rp 2,449,888					
		Helper	2	9.80	Rp 100,000	Rp 979,955						
4	Balok geladak	Tukang	2	0.55	Rp 150,000	Rp 82,868	Rp 138,114					
		Helper	2	0.55	Rp 100,000	Rp 55,246						
5	Lunas	Tukang	2	3.40	Rp 150,000	Rp 510,702	Rp 851,170					
		Helper	2	3.40	Rp 100,000	Rp 340,468						
6	Linggi	Tukang	2	0.38	Rp 150,000	Rp 56,779	Rp 94,631					
		Helper	2	0.38	Rp 100,000	Rp 37,852						
7	Galar	Tukang	2	3.70	Rp 150,000	Rp 555,380	Rp 925,633					
		Helper	2	3.70	Rp 100,000	Rp 370,253						
TOTAL							Rp 10,655,237					
No	Nama konstruksi	Volume (m3)	Harga Material/ m3	Harga	Harga Pekerja							
1	Wrang	0.5250266	18730263	Rp 9,833,886	Rp 5,363,938							
2	Transom	0.0107687	18730263	Rp 201,701	Rp 110,019							
		TOTAL			Rp 5,473,957							
Harga pekerja keseluruhan				=	Rp 16,129,194							
Harga material				=	Rp 62,308,791							
No	Material	Material (Volume) (m3)	Kebutuhan Volume (m3)	Jumlah kebutuhan	Harga	Total harga						
1	Bambu + Lem	1	1.196799	1.19679863	Rp 18,730,263	Rp 22,416,353						
2	Pekerja				Rp 16,129,194	Rp 38,545,547						
Total												

BIODATA PENULIS



Galih Bangun Prasetyo, itulah nama lengkap penulis. Anak pertama dari dua bersaudara. Dilahirkan di Jombang pada 30 Agustus 1994. Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Dharma Wanita, kemudian melanjutkan ke SD Muhammadiyah GKB Gresik, SMPN 3 Jombang dan SMAM 1 Gresik. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2012.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Industri Perkapalan. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *Koor Steering Committee* Divisi Kaderisasi Departemen PSDM Himatekpal 2014/2015.

Email: Galih.prasetyo10@gmail.com