



TESIS - MN185401

STUDI TEKNIS DAN EKONOMIS DIMENSI KONSTRUKSI KAPAL KAYU SESUAI *RULES* BKI (1996)

BAGUS KUSUMA ADITYA
04111650030001

DOSEN PEMBIMBING

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

2. Prof. Dr.Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc.,M.M.
NIP : 19611015 198703 1 003

PROGRAM MAGISTER
TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

HALAMAN JUDUL

TESIS - MN185401

**STUDI TEKNIS DAN EKONOMIS DIMENSI KONSTRUKSI KAPAL KAYU
SESUAI RULES BKI (1996)**

**BAGUS KUSUMA ADITYA
04111650030001**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc
NIP : 19640416 198903 1 003**
- 2. Prof. Dr.Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc.,M.M.
NIP : 19611015 198703 1 003**

**PROGRAM MAGISTER
TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

BAGUS KUSUMA ADITYA

NRP: 04111650030001

Tanggal Ujian: 19 Agustus 2020

Periode Wisuda: September 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing:

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

.....

2. Prof. Dr.Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc.,M.M.
NIP. 19611015 198703 1 003

.....

Penguji:

1. Prof. Ir Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D.
NIP. 19590505 198403 1 012

.....



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

.....

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

.....

Kepala Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan



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

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Y.M.E atas hikmat, kasih dan karunianya sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik pada Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam kesempatan ini, penulis mengambil judul, “STUDI TEKNIS DAN EKONOMIS DIMENSI KONSTRUKSI KAPAL KAYU SESUAI *RULES* BKI (1996)”. Penulis menyadari bahwa selama dalam proses pengerjaan dan penyusunan laporan hingga selesai, penulis banyak mendapat dukungan dalam banyak hal dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Ibu Tukirah, Ibu mertua Ud Antiek Wijati , Istri Dinda S.A.G.P, Anak-anak cantikku serta seluruh keluarga dan kerabat yang turut memberikan dukungan do'a dan semangat.
2. Bapak Dr. Ir. Heri Supomo. Msc beserta Tim Beliau (Mas Solikhan, Mas Sufian) dan Prof. Dr.Ir. Buana Ma'ruf M.Sc.,M.M. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu untuk mengarahkan dan memberi nasihat dalam menyelesaikan penelitian ini hingga selesai.
3. Bapak Aries Sulisetyono,ST.,M.Sc.,Ph.D. selaku dosen wali serta dosen pengampu selama masa perkuliahan, yang telah meluangkan waktu untuk membina dan mengarahkan selama penulis menempuh pendidikan dikampus.
4. Bapak Prof.Ir Achmad Zubaydi,M.Eng.,Ph.D ,Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc.,Ph.D. dan Bapak Dr.Ir Ketut Suastika selaku Dosen Penguji pada sidang Tesis yang telah dilaksanakan beserta Mas Yudha Apri yang telah banyak membantu dalam proses sidang Tesis.
5. Seluruh Jajaran Sekretariat Pasca Sarjana Teknik Perkapalan dan Teknik Transportasi Laut yang telah membantu dan melayani penulis dalam proses perlengkapan administrasi selama perkuliahan dan penelitian.
6. Terima kasih untuk semua yang membantu dalam proses belajar di Departement Pasca Sarjana Teknik Kelautan : Mas Awwalin, Mas Kharis,

Mbak Febri, alumni pasca sarjana FTK-ITS dan Rekan-rekan lainnya beserta semua pihak yang belum bisa disebutkan satu per satu.

7. Rekan-rekan Dosen dan Tendik Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan di Jajaran Universitas Hang Tuah Surabaya yang belum bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap kepada Tuhan Y.M.E yang penuh Kasih berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Akhir kata penulis memohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan dalam penelitian dan penulisan laporan Tesis ini, dan semoga laporan Tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya, dan bagi mahasiswa di lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya khususnya. Salam Sejahtera untuk kita semua, Tuhan Memberkati.

Surabaya, Agustus 2020

Hormat Saya,

Penulis

STUDI TEKNIS DAN EKONOMIS DIMENSI KONSTRUKSI KAPAL KAYU SESUAI *RULES* BKI (1996)

Nama Mahasiswa : Bagus Kusuma Aditya
NRP : 04111650030001
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc
2. Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., M.M. M.RINA

ABSTRAK

Pembangunan kapal kayu secara konvensional umumnya tidak disertai dengan perhitungan dan perencanaan secara mendetail sehingga membuat dimensi konstruksi menjadi *Over Constructed* serta harga material kapal menjadi besar. Untuk mengetahui dimensi elemen konstruksi pada kasko kapal dari lunas sampai dengan geladak utama, harga material kayu dan proses pembangunan kapal berbahan kayu dilakukan metode pengukuran langsung serta interview. Data kapal yang disurvei selanjutnya dianalisis dimensinya sesuai *Rules* BKI (1996). Data konstruksi kapal *existing* dan ukuran utama kapal *existing* dianalisis menggunakan *Rules* BKI (1996) selanjutnya kapal dengan analisis *Rules* BKI dilakukan pengurangan konstruksi sebesar 10%, 20% dan 30% untuk mengetahui besarnya reduksi dimensi konstruksi yang masih dibawah batas tegangan ijin BKI sebesar $12,75 \text{ N/mm}^2$.

Dari hasil analisis teknis tiga kapal, didapatkan nilai tegangan pada kapal A (*Existing*) sebesar $7,827 \text{ N/mm}^2$ dan *Rules* BKI sebesar $7,112 \text{ N/mm}^2$, pada kapal B (*Existing*) sebesar $6,608 \text{ N/mm}^2$ dan *Rules* BKI sebesar $7,617 \text{ N/mm}^2$ sedangkan pada kayu C (*Existing*) sebesar $8,142 \text{ N/mm}^2$ dan *Rules* BKI sebesar $6,765 \text{ N/mm}^2$. data kapal menurut *Rules* BKI (1996) selanjutnya direduksi pada dimensi konstruksinya dengan variabel pengurangan 10%, 20% dan pada 30% pengurangan tidak direkomendasikan, pada Kapal A nilai tegangan terbesar $10,609 \text{ N/mm}^2$ (Reduksi 20%). pada Kapal B didapatkan dan nilai tegangan terbesar $12,421 \text{ N/mm}^2$ (Reduksi 20%). pada Kapal C dan nilai tegangan terbesar $11,032 \text{ N/mm}^2$ (Reduksi 20%).

Analisis ekonomi akan didapatkan pada kapal didasarkan pada harga kayu per meter kubik. Sehingga didapatkan hasil pada Kapal A adalah sebesar Rp. 300.240.000,- (*Existing*) dan Rp. 322.800.000,- (*Rules* BKI) sedangkan untuk hasil reduksi terendah yaitu Rp. 258.240.000,- (reduksi 20%). Untuk Kapal B adalah sebesar Rp. 295.800.000,- (*Existing*) dan Rp. 263.040.000,- (*Rules* BKI) dan nilai reduksi terendah Rp. 210.432.000,- (reduksi 20%). Kapal C adalah sebesar Rp. 214.100.000,- (*Existing*) dan Rp. 233.500.000,- (*Rules* BKI) dan nilai reduksi terendah Rp. 186.800.000,- (reduksi 20%).

Kata Kunci : Dimensi Konstruksi, Kapal kayu, Pemodelan Struktur, *Rules* BKI (1996)

**TECHNICAL AND ECONOMICAL STUDY
ON DIMENSION OF WOODEN SHIPS CONSTRUCTION
BASED ON BKI REGULATION (1996)**

By : Bagus Kusuma Aditya
Identity Number : 04111650030001
Supervisor : 1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc
2. Prof. Dr.Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc.,M.M. M.RINA

ABSTRACT

Wooden Ships in conventional buliding methods generally not accompanied by detailed calculation and planning so as to make the dimensions of the construction can be over constructed and cost of the material will be more expensive. To find out the dimension of the construction element on the wooden ships from keel to the main deck, the price of the woods material and the process of wooden shipbuilding direct measurement method and interviews are carried out. The ships data of the surveyed were then analyzed for their dimension based on BKI Rules (1996). ships existing datasheet and main particular of ships existing will be analyzed according BKI Rules (1996) furthermore with the analysis of the BKI Rules the reduction in construction is carried out by 10%, 20% dan 30% to find out the size of reduction in constructions dimension which is still below the allowable stress limit of BKI 12,75 N/mm².

From the result of technical analysis of the ships, the stress value of Ships A (Existing) 7,827 N/mm² and BKI Rules 7,112 N/mm², Ships B (Existing) 6,608 N/mm² and BKI Rules 7,617 N/mm² and Ships C (Existing) 8,142 N/mm² and BKI Rules 6,765 N/mm². Ships data according BKI Rules (1996) then reduced to the construction dimension with a reduction variable 10%, 20% and at variable 30% are not recomended, stress value in Ships A 10,609 N/mm² (variable 20%), stress value in Ships B 12,421 N/mm² (variable 20%). And stress value in Ships C 11,032 N/mm² (variable 20%).

An economical analysis will be obtained on the ship based on the prices of wood in cubic meter. The result in Ships A IDR 300.240.000,- (Existing), IDR. 322.800.000,- (BKI Rules) and the lowest reduction of price IDR. 258.240.000,- (variable 20%). In Ships B IDR. 295.800.000,- (Existing), Rp. 263.040.000,- (BKI Rules) and the lowest reduction of price IDR. 210.432.000,- (variable 20%). In Ships C IDR. 214.100.000,- (Existing), IDR. 233.500.000,- (BKI Rules) and the lowest reduction of price IDR. 186.800.000,- (variable 20%).

Keyword : Dimension of Construction, Wooden ship, Stucture model, BKI Rules (1996)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Hipotesis.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Umum.....	6
2.2 Kapal Kayu.....	8
2.2.1 Sejarah Kapal Kayu.....	11
2.2.2 Jenis Kapal Kayu.....	14
2.2.3 Jenis Material Kayu Kapal	15
2.2.4 Konstruksi Kapal Kayu	20
2.3 <i>Rules</i> BKI (1996) Tentang Kapal Kayu	21
2.4 Persyaratan Kontruksi Kapal Kayu	38
2.5 Metode Produksi Kapal Kayu	39
2.6 Nilai Ekonomis Kapal Kayu.....	45
2.6.1 Volume Kayu Terpasang.....	46
2.6.2 Analisis Harga Kapal Berdasarkan Jumlah Kayu Terpasang.....	47

2.7 Pemodelan Struktur	47
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	54
3.1 Diagram Alir Penelitian	54
3.2 Identifikasi Masalah dan Studi Literatur	56
3.3 Survei Lapangan Pada Kapal Kayu Serta Pengumpulan Data	56
3.4 Perancangan data <i>Scantling</i> kapal <i>Existing</i> sesuai <i>Rules</i> BKI (1996) berdasarkan ukuran utama kapal <i>Existing</i>	58
3.5 Analisis Dimensi Konstruksi Kapal Kayu dengan Pemodelan Struktur ...	59
3.6 Analisis Volume Material Kayu Terpasang	59
3.7 Analisis Ekonomis Kapal Kayu <i>Existing</i> dan Kapal Kayu Sesuai <i>Rules</i> BKI (1996)	59
BAB 4 HASIL SURVEI KAPAL EXISTING	60
4.1 Data Kapal Kayu	60
4.2 Dimensi Konstruksi Kapal <i>Existing</i> Berdasarkan Survei.....	62
4.3 Data Volume Kayu Terpasang Kapal Kayu <i>Existing</i>	64
4.4 Data Produksi Kapal Kayu <i>Existing</i>	66
BAB V PERHITUNGAN KONSTRUKSI KAPAL SECARA RULES BKI (1996).....	68
5.1 Analisis Penentuan Dimensi Konstruksi Kapal Kayu secara <i>Rules</i> BKI..	68
5.2 Analisis Perbandingan Ukuran Kontruksi Kapal <i>Existing</i> dan Perhitungan menurut <i>Rules</i> BKI (1996)	70
5.2 Analisis Hasil Perhitungan Akurasi pada Kontruksi Kapal Kayu.....	75
5.3 Analisis Perbandingan Volume Kayu Terpasang Kapal Kayu <i>Existing</i> dengan Kapal Kayu Menurut <i>Rules</i> BKI (1996)	79
BAB 6 ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS	84
6.1 Pemodelan dan Analisis Struktur	84
6.1.1 Pemodelan & Pembebanan.....	85
6.1.2 Analisis Struktur.....	91
6.2 Analisis Hasil dan Rekomendasi Dimensi Konstruksi Kapal Kayu berdasarkan Analisis Pemodelan Struktur.....	96

6.2.1	Optimasi Pengurangan Ukuran Konstruksi : Kapal A (Kota Baru II)	96
6.2.2	Optimasi Pengurangan Ukuran Konstruksi : Kapal B (King Anugerah).....	100
6.2.3	Optimasi Pengurangan Ukuran Konstruksi : Kapal C (Titipan Ilahi)	103
6.3	Analisis Perbandingan Biaya Material Kayu berdasarkan Volume Kayu Terpasang antara kapal <i>Existing</i> , Kapal Sesuai Analisis <i>Rules</i> BKI 1996 dan Sesuai Hasil Pemodelan Struktur	107
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN.....		116
7.1	Kesimpulan.....	116
7.2	Saran.....	118
DAFTAR PUSTAKA		119
LAMPIRAN.....		121
BIODATA PENULIS.....		169

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Umur Pemakaian Kayu Pada Berbagai Keadaan	16
Tabel 2. 2 Kekuatan Kayu.....	17
Tabel 2. 3 Kelembaman Maksimal Konstruksi Kapal Kayu	25
Tabel 2. 4 Dimensi Linggi dan Lunas Untuk Pelayaran Pantai.	27
Tabel 2. 5 Gading-Gading Kapal Pelayaran Pantai	29
Tabel 2. 6 Penampang Gading-Gading	29
Tabel 2. 7 Tinggi Wrang Kapal Pelayaran Pantai.....	31
Tabel 2. 8 Galar Balok dan Galar Balok Kim Pelayaran Pantai	31
Tabel 2. 9 Jarak Gading dan Kulit Luar	33
Tabel 2. 10 Jarak Balok geladak, Geladak dan Lutut Balok Pelayaran Pantai	34
Tabel 2. 11 Modulus penampang dan penampang balok geladak.	35
Tabel 2. 12 Tebal Papan Sekat dan Modulus Penegar Sekat	36
Tabel 4. 1 Data Kapal Kayu	60
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Dimensi Konstruksi Kapal <i>Existing</i> Berdasarkan Survei	62
Tabel 4. 3 Volume Kayu Terpasang Kapal Kota Baru II (<i>Existing</i>).....	64
Tabel 4. 4 Volume Kayu Terpasang Kapal King Anugerah (<i>Existing</i>)	65
Tabel 4. 5 Volume Kayu Terpasang Kapal Titipan Ilahi (<i>Existing</i>)	66
Tabel 5. 1 Ukuran Konstruksi Kapal Kota Baru II	68
Tabel 5. 2 Ukuran Konstruksi Kapal King Anugerah.....	69
Tabel 5. 3 Ukuran Konstruksi Kapal Titipan Ilahi.....	70
Tabel 5. 4 Perbandingan Ukuran Konstruksi Kapal Kota Baru II	71
Tabel 5. 5 Perbandingan Ukuran Konstruksi Kapal King Anugerah.....	72
Tabel 5. 6 Perbandingan Ukuran Konstruksi Kapal Titipan Ilahi.....	73
Tabel 5. 7 Resume Ukuran Konstruksi Kapal Kayu <i>Existing</i>	73
Tabel 5. 8 Resume Ukuran Konstruksi Berdasarkan <i>Rules</i> BKI (1996).....	74
Tabel 5. 9 Hasil Pengukuran Akurasi Kapal A (Kota Baru II)	76
Tabel 5. 10 Hasil Pengukuran Akurasi Kapal B (King Anugerah).....	77
Tabel 5. 11 Hasil Pengukuran Akurasi Kapal C (Titipan Ilahi).....	78
Tabel 5. 12 Volume Kayu Terpasang Kapal A (Kota Baru II)	79

Tabel 5. 13 Volume Kayu Terpasang Kapal B (King Anugerah).....	79
Tabel 5. 14 Volume Kayu Terpasang Kapal C (Titipan Illahi).....	80
Tabel 5. 15 Resume Perbandingan Volume Kayu Terpasang.....	80
Tabel 6. 1 Beban Geladak Kapal dari BKI Guidance for FRP & Wooden Fishing Vessels up to 24 m – 2015.....	90
Tabel 6. 2 Tegangan ijin kayu jati menurut BKI	92
Tabel 6. 3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan.....	95
Tabel 6. 4 Pengurangan ukuran material.....	96
Tabel 6. 5 Hasil running pengurangan material dan tegangan yang dihasilkan....	97
Tabel 6. 6 Pengurangan ukuran material.....	100
Tabel 6. 7 Hasil running pengurangan material dan tegangan yang dihasilkan..	100
Tabel 6. 8 Pengurangan ukuran material.....	103
Tabel 6. 9 Hasil running pengurangan material dan tegangan yang dihasilkan..	104
Tabel 6. 10 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu A (Kota Baru II) (Existing).....	107
Tabel 6. 11 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu B (King Anugerah) (Existing) ..	108
Tabel 6. 12 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu C (Titipan Illahi) (Existing)	108
Tabel 6. 13 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu A (Kota Baru II) (Rule BKI).....	109
Tabel 6. 14 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu B (King Anugerah) (Rule BKI)	109
Tabel 6. 15 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu C (Titipan Illahi) (Rule BKI)....	110
Tabel 6. 16 Perbandingan Biaya Material Kayu Terpasang	110
Tabel 6. 17 Volume Kayu Terpasang setelah dilakukan Reduksi Kapal A (Kota Baru II).....	111
Tabel 6. 18 Volume Kayu Terpasang setelah dilakukan Reduksi Kapal B (King Anugerah).....	112
Tabel 6. 19 Volume Kayu Terpasang setelah dilakukan Reduksi Kapal C (Titipan Illahi)	112
Tabel 6. 20 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu A (Kota Baru II) (Rule BKI).....	113
Tabel 6. 21 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu B (King Anugerah) (Rule BKI)	113
Tabel 6. 22 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu C (Titipan Illahi) (Rule BKI)....	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Konstruksi Gading dan Ukuran Balok Kayu	3
Gambar 2. 1 Perbedaan Metode Pembangunan Kapal Kayu secara Modern dan Tradisional	9
Gambar 2. 2 Ukuran Panjang Kapal Kayu.....	18
Gambar 2. 3 Ukuran Lebar Kapal Kayu	18
Gambar 2. 4 Ukuran Tinggi Kapal Kayu	19
Gambar 2. 5 Konstruksi Linggi Haluan	20
Gambar 2. 6 Bentuk Kampuh Papan.....	26
Gambar 2. 7 Konstruksi Kapal Kayu	39
Gambar 2. 8 Geometri elemen beam189.....	52
Gambar 2. 9 Geometri Elemen <i>SHELL181</i>	53
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	55
Gambar 3. 2 Penegar Sekat	57
Gambar 3. 3 Material Kayu.....	57
Gambar 4. 1 Material kayu jati	61
Gambar 4. 2 Komponen kapal berbahan jati.....	61
Gambar 6. 1 Pembebanan pada alas kapal dan sisi kapal	87
Gambar 6. 2 Pembebanan pada geladak kapal.....	88
Gambar 6. 3 Tekanan hidrostatik sederhana	89
Gambar 6. 4 Beban Geladak Kapal.....	90
Gambar 6. 5 Kondisi Batas	91
Gambar 6. 6 Tegangan Von Mises pada Konstruksi Lambung	91
Gambar 6. 7 Stress von mises 7,827 Mpa pada kapal <i>Existing</i>	92
Gambar 6. 8 Stress von mises 7,112 Mpa pada ukuran kapal <i>Existing</i> menurut <i>Rules</i> BKI (1996)	93
Gambar 6. 9 Stress von mises 6,608 Mpa pada kapal <i>Existing</i>	93
Gambar 6. 10 Stress von mises 7,617 Mpa pada ukuran kapal <i>Existing</i> menurut <i>Rules</i> BKI (1996)	94
Gambar 6. 11 Stress von mises 8,142 Mpa pada kapal <i>Existing</i>	94

Gambar 6. 12 Stress von mises 6,765 Mpa pada ukuran kapal <i>Existing</i> menurut Rules BKI (1996)	95
Gambar 6. 13 Reduksi 10% nilai Stress von mises 8,588 Mpa	98
Gambar 6. 14 Reduksi 20% Stress von mises 10,609 Mpa	98
Gambar 6. 15 Reduksi 30% Stress von mises 13,608 Mpa	99
Gambar 6. 16 Grafik perbandingan reduksi konstruksi terhadap nilai tegangan..	99
Gambar 6. 17 Reduksi 10% Stress von mises 9,076 Mpa	101
Gambar 6. 18 Reduksi 20% Stress von mises 12,421 Mpa	102
Gambar 6. 19 Reduksi 30% Stress von mises 14,470 Mpa	102
Gambar 6. 20 Grafik perbandingan reduksi konstruksi terhadap nilai tegangan	103
Gambar 6. 21 Reduksi 10% Stress von mises 8,061 Mpa	105
Gambar 6. 22 Reduksi 20% Stress von mises 11,032 Mpa	105
Gambar 6. 23 Reduksi 30% Stress von mises 12,852 Mpa	106
Gambar 6. 24 Grafik perbandingan reduksi konstruksi terhadap nilai tegangan..	106
.....	106

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara dengan pulau yang cukup banyak, Indonesia memiliki berbagai jenis dan bentuk kapal untuk menghubungkan alur kepulauan yang ada, baik kapal yang dibangun secara modern maupun kapal yang dibangun dengan cara tradisional. Dalam proses pembangunan suatu kapal, perlu digunakan metode yang disesuaikan dengan bahan atau material yang akan digunakan pada kapal tersebut. Kapal berbahan baku kayu yang ada di Indonesia umumnya dibangun oleh galangan kapal tradisional yang tersebar di sebagian besar pesisir pantai Indonesia, di mana dalam pembangunannya masih banyak mengesampingkan proses perencanaan dan keterbatasan peralatan dengan teknologi tinggi. Material kayu ini banyak dipilih sebagai bahan baku kapal karena memang ketersediaannya di Indonesia masih cukup banyak, murah dan dianggap minim perawatan dibandingkan dengan kapal berbahan metal, jenis kayu jati yang juga merupakan salah satu tumbuhan yang banyak di Indonesia juga menjadi salah satu bahan yang banyak diminati untuk pembuatan kapal terutama pada daerah-daerah pesisir pantai di Indonesia.

Regulasi atau peraturan terkait pembangunan kapal pada umumnya diatur oleh pemerintah melalui Instansi yang ditunjuk serta mengacu pada perhitungan-perhitungan konstruksi yang berlaku secara Internasional. Untuk kapal berbahan metal sendiri saat ini memiliki regulasi dan persyaratan yang cukup kompleks dan mendetail mengingat tingkat kebutuhan kekuatan, ketahanan dan keselamatan yang lebih dalam kapal beroperasi. Di sisi lain peraturan terkait kapal berbahan non metal masih kurang mendapat perhatian lebih dari beberapa pihak diluar instansi yang ditunjuk untuk memperbaharui dan menyempurnakan isi dari peraturan yang ada. Minimnya penelitian maupun studi untuk mendapatkan tingkat optimasi kapal berbahan kayu sebagai bentuk partisipasi terhadap kepedulian tentang kapal berbahan kayu juga menjadikan minimnya masukan

terhadap pemerintah atau instansi yang ditunjuk sebagai regulator pembangunan kapal untuk menyempurnakan regulasi yang dibuat.

Kapal berbahan kayu yang terdapat dan dibangun di Indonesia kebanyakan digunakan sebagai kapal penangkap ikan dan kapal angkut muatan dengan skala kecil antar pulau dengan jarak pelayaran yang terbatas. Kapal kayu yang sedang dibangun maupun kapal yang telah beroperasi saat ini cenderung terlihat kokoh dan cukup berat secara visual, bahkan beberapa komponen konstruksi memiliki dimensi yang sangat besar dengan harapan konstruksi tersebut mampu menopang kekuatan kapal dengan cukup baik, padahal hal tersebut justru akan menambah berat kosong dari kapal akan menjadi semakin besar. Hal ini terlihat dari dimensi elemen konstruksi yang digunakan yaitu menggunakan jenis balok-balok berbahan kayu yang cukup besar. Dimensi yang cukup besar ini bisa dilihat pada contoh Gambar 1. 1 Konstruksi Gading dan Ukuran Balok Kayu yang memperlihatkan ukuran dari konstruksi kapal kayu yang ada di galangan kapal kayu. Ukuran konstruksi yang cukup besar ini tentunya akan membuat volume muatan dari kapal menjadi sangat minim dan terbatas, selain itu juga membuat *displacement* kapal menjadi besar. Dengan asumsi yang ada tersebut otomatis jumlah muatan yang bisa diangkut oleh kapal kayu cenderung lebih kecil dibandingkan dengan kapal berbahan metal yang memiliki ukuran utama kapal yang mirip. Hal ini secara fungsionalnya, tentunya kapal berbahan kayu tidak bisa dikatakan optimal untuk proses distribusi/angkutan dari satu tempat ke tempat lainnya karena berkurangnya daya angkut dari kapal. Selain itu beberapa penelitian yang pernah dilakukan juga menunjukkan tingkat dimensi atau akurasi dimensi konstruksi kapal kayu tradisional masih lebih besar dari dimensi konstruksi yang dipersyaratkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) selaku regulator yang ditunjuk oleh pemerintah. meskipun secara visual juga bahwa dimensi konstruksi secara analisis *Rules* BKI disinyalir juga masih memiliki ukuran yang relatif cukup besar padahal batas tegangan yang dipersyaratkan masih bisa dimaksimalkan secara dimensinya. Maka dari itu, penulis melakukan penelitian dengan mengangkat permasalahan dengan judul “Studi Teknis dan Ekonomis Dimensi Konstruksi Kapal Kayu Sesuai *Rules* BKI (1996)”.



Gambar 1. 1 Konstruksi Gading dan Ukuran Balok Kayu

Dalam Gambar 1. 1 tersebut bisa terlihat ukuran gading-gading dari kapal serta proses pembuatan lunas kapal menggunakan bahan kayu dengan dimensi yang cukup besar dan berat, sehingga bisa diasumsikan bahwa tingkat kekuatan dari kapal menjadi terlalu kuat dan terlalu kokoh. Hal ini pun menyebabkan berat kapal menjadi besar dan menurunkan kapasitas muat dari kapal itu sendiri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka pokok permasalahan yang akan dipecahkan adalah:

1. Bagaimana identifikasi dan analisis dimensi konstruksi kapal berbahan kayu < 20 GT yang telah dibangun menurut *Rules* BKI (1996)?
2. Bagaimana bentuk pemodelan struktur kekuatan konstruksi kapal kayu berdasarkan karakteristik pembebanan?;
3. Bagaimana nilai ekonomis dimensi konstruksi kapal kayu yang telah dibangun, analisis konstruksi berdasarkan *Rules* BKI (1996) dan *Engineering Judgement* berdasarkan hasil pemodelan struktur?

1.3 Tujuan Penelitian

Berkenaan dengan rumusan masalah tersebut di atas, tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Melakukan identifikasi perhitungan konstruksi kapal kayu < 20 GT pada kapal yang telah dibangun, menganalisis dimensi konstruksi kapal yang telah dibangun menurut *Rules* BKI (1996) dan menganalisis efektifitas dimensi konstruksi berdasarkan pemodelan struktur;
2. Melakukan suatu bentuk pemodelan struktur konstruksi kapal berbahan kayu berdasarkan analisis pembebanan struktur untuk mendapatkan tingkat efisiensi atau pengurangan nilai dimensi elemen konstruksi kapal berbahan kayu;
3. Menganalisis nilai ekonomis dimensi konstruksi kapal berbahan kayu terkait *volumetric* kayu terpasang pada kapal yang telah dibangun, analisis berdasarkan *Rules* BKI (1996) dan dengan hasil pemodelan struktur untuk mendapatkan tingkat penurunan biaya volumetrik kayu terpasang pada pembangunan kapal berbahan kayu.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain:

- a. Untuk praktisi :
 1. Dapat memberikan gambaran efektifitas dimensi konstruksi kapal kayu tradisional sebelum proses pembangunan kapal atau pada proses penggantian konstruksi saat reparasi kapal;
 2. Penyajian referensi bagi perencana kapal dan galangan kapal sebagai bentuk optimalisasi konstruksi;
 3. Dapat memberikan gambaran besarnya pengurangan biaya kasko badan kapal baik dalam perencanaan dan pemodalan galangan kapal kayu tradisional;
- b. Untuk akademisi :
 1. Sebagai masukan bagi instansi terkait dan pemerintah dalam penyempurnaan regulasi tentang kapal kayu;
 2. Dapat memberikan masukan sebagai langkah awal untuk penelitian-penelitian selanjutnya terkait analisis kapal ikan berbahan kayu.

1.5 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Regulasi yang digunakan sebagai acuan adalah *Rules* Biro Klasifikasi Indonesia (1996) tentang peraturan kapal kayu dan beberapa regulasi terkait konstruksi kapal kayu yang nantinya digunakan sebagai pembanding;
2. Analisis konstruksi hanya terbatas pada kapal kayu < 20 GT yang dibangun oleh galangan kapal kayu tradisional;
3. Analisis konstruksi dibatasi pada konstruksi kasko kapal mulai dari dasar kapal sampai dengan geladak utama di luar *outfitting*, permesinan dan kelistrikan;
4. Dalam penelitian ini dibatasi pada satu jenis kayu yang umum digunakan sebagai bahan pembuatan kapal yaitu jenis kayu Jati;
5. Dalam penelitian ini tidak membahas terkait pengeleman, pembautan dan pengikatan antar sambungan kayu;
6. Penggunaan *software* dalam menganalisis struktur menggunakan “*Software* Pemodelan struktur”.

1.6 Hipotesis

Dimensi konstruksi kapal kayu < 20 GT yang dibangun secara konvensional diindikasikan mempunyai dimensi lebih besar dari seharusnya karena minimnya perencanaan. Analisis *scantling* menurut *Rules* BKI (1996) juga disinyalir berada di bawah batas yang dipersyaratkan. Dengan kekuatan struktur yang optimal dan memenuhi standar kelas, dimensi konstruksi kapal kayu < 20 GT dapat lebih menguntungkan secara teknis maupun ekonomis.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Pemilihan bahan baku kayu untuk keperluan pembuatan kapal kayu harus didasarkan pada sifat (kelas awet dan kelas kuat) atau karakteristik dari kayu yang akan digunakan sebagai material konstruksi dan kulit kapal. Dalam suatu teori menyatakan bahwa terdapat beberapa pertimbangan-pertimbangan prinsip yang harus diperhatikan dalam pemilihan kayu yang meliputi kekuatan, daya tahan, dan ketersediaan dalam hal mutu, jumlah dan ukuran yang diinginkan (Fyson & FAO, 1985). Material kayu membutuhkan tingkat kekuatan yang tinggi dan tingkat ketahanan terhadap air baik air tawar maupun air laut, cuaca, kelembapan udara serta serangan organisme laut. Dilihat dari segi proses pengerjaannya, pembangunan kapal berbahan kayu cenderung lebih mudah dibandingkan dengan bahan lain seperti metal, FRP ataupun material lain dan penggunaan teknologi yang terlalu banyak. Hal ini adalah salah satu alasan yang menjadikan kayu lebih unggul jika digunakan sebagai bahan baku kapal dibandingkan dengan bahan lain untuk pembangunan kapal berukuran kecil.

Untuk memenuhi tujuan Tesis yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, kegiatan awal yang perlu dilakukan adalah tinjauan pustaka. Sumber tinjauan pustaka meliputi *Rules* BKI, buku teks/panduan, jurnal-jurnal, *handout* perkuliahan, serta beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan. Sumber-sumber tersebut membahas mengenai konstruksi kapal kayu terkait ukuran, kekuatan, aplikasi dan pembahasan lain yang berhubungan dengan konstruksi kayu yang dapat dijadikan sebagai referensi maupun sebagai data sekunder untuk menunjang penelitian ini.

Dikutip dari sebuah penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya bahwa secara umum di Indonesia proses pembuatan kapal di galangan kapal tradisional dan galangan rakyat kurang memperhatikan analisis serta perhitungan yang dipersyaratkan oleh regulasi yang dalam hal ini adalah Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Akibat dari peraturan yang diabaikan yang telah dikaji BKI tersebut maka

informasi teknis mengenai dimensi konstruksi kapal seperti kesesuaian konstruksi, penggunaan jenis kayu dan stabilitas masih perlu dianalisis dalam bentuk yang sederhana dan menjadi tujuan penelitian ini. Metode yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan ini adalah studi literatur dan pengukuran langsung pada kapal. Penelitian yang telah dilakukan pada 14-24 Nopember 2015 dimana data yang dikumpulkan meliputi data primer dengan melakukan wawancara dan pengukuran kapal di galangan. Sedangkan data sekunder diperoleh dari dinas terkait. Sehingga berdasarkan hasil analisis diketahui beberapa bagian konstruksi berada dibawah standar antara lain :

1. Jarak wrang (13%);
2. Lebar balok geladak (27%);
3. Lebar linggi haluan (23%);
4. Jarak gading (13%);
5. Tebal papan geladak (33%);
6. Tebal kulit luar (12%);
7. Lebar galar kim (15%) dan
8. Tebal galar kim (25%).

Dalam penelitian tersebut tidak dilakukan analisa secara ekonomis dampak dari kelebihan dimensi konstruksi terhadap nilai kapal dan termasuk akibat terhadap berat kapal dalam bentuk volumetrik sehingga secara biaya tidak bisa langsung untuk dilakukan analisis. Tetapi setidaknya dalam penelitian tersebut sudah menunjukkan seberapa besar dimensi konstruksi kapal berbahan kayu yang dibangun secara tradisional memiliki ukuran lebih dari yang dipersyaratkan (Sebayang, Hutauruk, & Bustari, 2016).

Selain berpengaruh pada bobot kapal, pembangunan kapal yang tidak dilengkapi perencanaan dan perhitungan teknis akan didapatkan nilai tegangan antara kapal *existing* dibanding analisis secara *Rules* BKI seperti pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya di mana tegangan yang terjadi pada konstruksi kapal nelayan di lapangan lebih besar daripada tegangan yang terjadi pada konstruksi kapal nelayan sesuai perhitungan BKI. Adapun tegangan yang terjadi pada gading, kulit, lunas dan linggi baik di lapangan maupun perhitungan BKI masih di bawah tegangan ijin kayu jati yang dipersyaratkan.

Berdasarkan hasil analisis didapatkan tegangan konstruksi lambung kapal di lapangan 2,02 Mpa, tegangan konstruksi geladak kapal di lapangan 35,27 Mpa, tegangan konstruksi lambung kapal menurut perhitungan BKI 2,19 Mpa dan tegangan konstruksi geladak kapal menurut perhitungan BKI 7,44 Mpa dengan tegangan ijin kayu sebesar 12,75 MPa (Rachman, Misbah, & Wartono, 2012).

2.2 Kapal Kayu

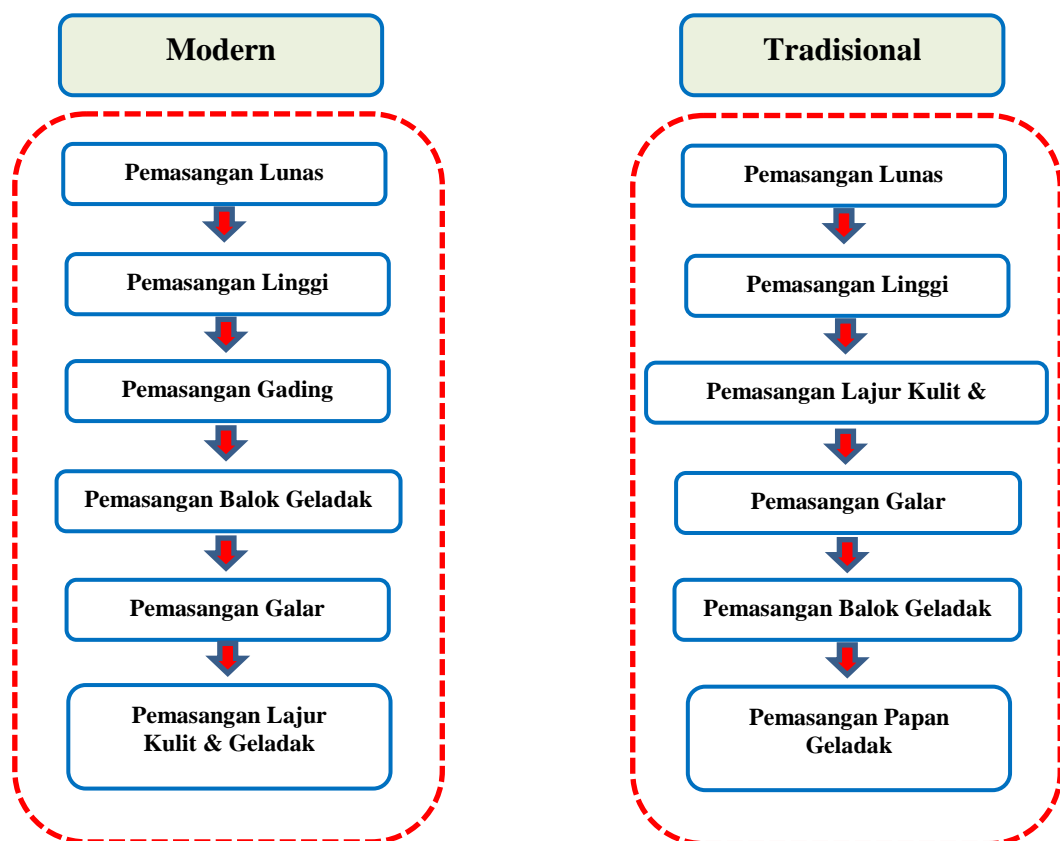
Kapal berbahan kayu yang sebagian besar menyebutkannya sebagai kapal ikan adalah salah satu dari sekian banyak jenis kapal yang ada di mana kapal berbahan kayu merupakan kapal yang sebagian maupun secara keseluruhan baik dari lambung (*shell*), geladak (*deck*), serta konstruksi dan beberapa komponennya berbahan material kayu yang terhubung/tersambung dengan metode pengeleman, pembautan, pemakuan ataupun pemasakan. Di Indonesia metode atau cara pembangunan pada kapal kayu biasanya dibuat dengan metode blok utuh (satu kesatuan), yang artinya kapal tidak dibangun secara bagian per bagian melainkan dibangun secara satu kesatuan utuh. Metode pembangunan pada jenis ini banyak dipilih dikarenakan pada setiap proses penyambungan komponen kayu satu dengan lainnya yang tidak mudah dan merupakan tahapan yang tidak mudah dalam proses pembangunannya serta tingkat kekuatan dari hasil sambungan akan menjadi tuntutan utama bagi galangan pembangun kapal kayu jika kapal tersebut dibangun secara bagian per bagian.

Karakteristik dari pembangunan kapal kayu yang terdapat di Indonesia di antaranya adalah bahwa kapal dibangun tanpa adanya perencanaan serta perhitungan teknis yang matang dan dibuat berdasarkan keahlian perkayuan yang dimiliki oleh para tukang pembuat kapal secara turun temurun. Selain itu, pemilihan bahan baku (*raw material*) untuk kapal kayu akan menyesuaikan dengan banyak atau sedikitnya ketersediaan jenis kayu yang terdapat pada daerah dimana kapal kayu tersebut dibangun. Kayu dipilih karena selain material yang banyak tersedia dan juga tingkat perawatan kapal kayu jauh lebih mudah serta murah dibandingkan dengan perawatan kapal berbahan metal maupun *fiberglass*.

Jika dilihat dari segi kekuatan konstruksi dari kapal kayu, maka secara umum maka terdapat dua jenis kekuatan utama dari kapal. Kekuatan kapal yang

pertama adalah kekuatan kapal secara memanjang dan kekuatan kedua adalah kekuatan kapal secara melintang. Komponen penunjang kekuatan kapal kayu secara memanjang meliputi : lunas, linggi, galar kim, galar balok dan kulit kapal, sedangkan kekuatan melintang dari kapal kayu meliputi : gading, wrang, balok geladak dan geladak.

Proses pembangunan kapal kayu dari waktu ke waktu mengalami banyak perubahan atau transformasi. Dalam proses perubahan ini sudah banyak ditemui jenis perbaikan-perbaikan atau penyempurnaan baik secara teknologi, metode pembangunan kapal maupun sistem manajemen dari pembangunan yang bersifat tradisional ke arah pembangunan yang bersifat lebih modern. Adapun perbedaan mendasar dalam metode pembangunan kapal kayu secara tradisional dan modern dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. 1 Perbedaan metode pembangunan kapal kayu secara modern dan tradisional (Dewa, 2010)

Jika dilihat dari gambar perbedaan tersebut diatas bahwa secara modern pembangunan kapal selain dengan kondisi lahan yang sudah tertata dan peralatan kerja yang sudah memadai bahwa proses pembangunannya dimulai dari pembuatan dan pemasangan rangka konstruksi kapal dari lunas sampai dengan galar dan berlanjut dengan pemasangan kulit lambung dan papan geladak. Sebaliknya pembangunan kapal secara tradisional secara lokasi umumnya adalah dengan memanfaatkan lahan yang ada di pesisir di sekitar rumah pengrajin dan dengan peralatan sederhana dan murah bahwa juga secara proses pembangunannya bertahap dan secara bersamaan mulai dari pembuatan dan pemasangan lunas dan gading bersamaan dengan pemasangan papan lambung dan selanjutnya adalah dengan pemasangan rangka geladak serta diikuti dengan pemasangan papan geladak. Di Indonesia, proses pembangunan kapal kayu cukup bervariasi dan terdapat beberapa perbedaan di tiap daerah, proses pembangunan ini umumnya didasarkan pada tradisi atau kebiasaan pengrajin atau galangan kapal. Produksi pembuatan kapal kayu di Indonesia banyak ditemukan di daerah pesisir pantai seperti Probolinggo, Lamongan, Tuban, Muara Angke, Cirebon, Serang, Pelabuhan Ratu, Prigi, Bungus, Sibolga, Makasar, dan daerah pesisir lainnya di Indonesia yang masing-masing daerah tersebut pada proses pembuatannya memiliki tingkat teknologi yang berbeda-beda. Jenis kayu yang digunakan pada masing-masing daerah juga bervariasi, contohnya di daerah Probolinggo dan Lamongan umumnya kayu yang digunakan adalah kayu jati sedangkan di daerah seperti Kalimantan banyak menggunakan kayu besi (ulin) sebagai material utamanya.

Untuk material kayu yang digunakan pada kapal harus memenuhi beberapa kriteria dalam penentuannya, karena kayu yang tidak memenuhi persyaratan tidak diijinkan untuk digunakan atau terpasang pada kapal dan bagian-bagiannya. Menurut Biro Klasifikasi Indonesia beberapa kriteria dan persyaratan dari material kayu adalah sebagai berikut :

- Berat jenis kayu yang digunakan pada area yang terendam air minimal adalah 700 kg/m^3 ;
- Untuk area seperti geladak, balok geladak, lutut geladak dan komponen konstruksi pada geladak berat jenis minimum 560 kg/m^3 ;

- Kelembapan kayu yang diijinkan yaitu sebesar 15%;
- Mutu minimum kayu yang boleh digunakan adalah Kelas Kuat III dan Kelas Awet III;
- Kondisi kayu yang digunakan harus baik, tidak cacat, tidak ada celah, tidak berlubang terutama pada lingkaran tahun serta memiliki sifat mudah untuk dikerjakan;
- Kayu harus tahan terhadap Air, Cuaca, Musim, Jamur serta Serangga;
- Kayu tidak mudah dimakan tiram dan tidak mudah mengalami deformasi;
- Bahan untuk mengikat antar kayu, yang diijinkan adalah : Pena Kayu, Pena Baja, Mur-Baut, Sekrup (Screw);
- Bahan yang boleh digunakan untuk menjamin kekedapan diantaranya : Pakal (Ter, Dammar, Minyak), Dempul dan Cat;
- Proses pemotongan kayu harus baik dan menggunakan alat potong yang memenuhi syarat untuk menjamin hasil potong pada permukaan kayu tidak bergari, bergerigi ataupun cacat

2.2.1 Sejarah Kapal Kayu

Pada awalnya kapal berbahan kayu merupakan kapal yang dibuat untuk tujuan alat transportasi sederhana pada daerah pedalaman dan sebagai alat transportasi untuk menangkap ikan, di mana rangka kapal dibuat berbahan kayu serta selanjutnya rangka yang ada dilapisi dengan kulit kayu maupun kulit dari hewan. Dalam suatu penelitian yang pernah dilakukan, kapal/perahu tertua sudah dibuat sekitar 6 sampai dengan 9 ribu tahun lalu. Di beberapa daerah lain, kapal juga dibuat dari bahan anyaman batang bambu dan menggunakan kain/kulit atau layar sebagai alat bantu mengerakkan kapal. Kapal-kapal terdahulu ini memiliki fungsi dan kemampuan yang sangat terbatas, fungsinya hanya sekadar untuk mengapung dan bergerak di atas air namun tidak mampu berlayar terlalu jauh dari bibir pantai karena tingkat ombak yang cukup besar. Kapal yang ada tersebut digunakan terutama hanya untuk menangkap ikan dan berburu binatang yang hidup disekitar perairan pedalaman.

Bangsa Mesir kuno sekitar tahun 4000 sebelum masehi juga pernah membangun perahu panjang dengan dioperasikan oleh manusia menggunakan dayung. Selanjutnya perkembangan jenis kapal kayu atau perahu begitu pesat karena dengan ditemukannya material layar yang terbuat dari tenunan kapas sehingga kapal mampu melaju lebih cepat dibanding layar berbahan kulit. Bangsa-bangsa di beberapa negara lalu mulai membangun kapal/perahu yang berukuran lebih besar untuk digunakan menyeberangi lautan dengan kombinasi dayung dan layar sekaligus. Sekitar tahun 3000 SM, bangsa Mesir kuno telah mulai memiliki kemampuan menata/menyusun beberapa papan kayu untuk dijadikan lambung kapal. Bangsa Mesir ini juga menggunakan penyambung/pengikat dari bahan rumput berjenis *Cyperus Papyrus* dan bahan alami lainnya yang dianggap layak untuk menghubungkan papan-papan kayu tersebut dan menyumbat lubang yang ada di antara papan kayu supaya tidak terjadi kebocoran pada kapal. Kapal *Khufu* merupakan salah satu jenis kapal yang dibangun dengan cara ini.

Selain bangsa Mesir, ada juga bangsa Belanda yang juga membangun kapal pemburu ikan yang dijuluki *herring* yang menjadi acuan baku bagi pembangunan kapal penangkap ikan di negara-negara Eropa. Kapal berjenis *Herring Buss* ini digunakan oleh para penangkap ikan Belanda hingga abad ke 19. Kapal jenis ini diperkirakan untuk pertama kalinya dibangun di *Hoorn* sekitar tahun 1415 dan terakhir dibuat di *Vlaardingen* tahun 1841. Kapal yang ada ini diperkirakan memiliki panjang sekitar 20 meter dan *displacement* sekitar 60 -100 ton. Kapal ini menggunakan alat bantu jaring untuk menangkap ikan. Proses penangkapan ini dengan metode Jaring ditarik pada malam hari oleh belasan hingga puluhan nelayan lalu diasinkan serta dilakukan proses fermentasi pada drum kayu yang berada di atas kapal.

Pada sekitar abad ke-17 jenis perahu yang dijuluki *dogger* dibuat oleh bangsa Inggris yang menjadi cikal bakal kapal pukat dan rawai pertama yang pernah dibuat, kapal ini dioperasikan di Laut Utara. julukan *dogger* ini diambil dari bahasa Belanda, *dogger* sendiri memiliki arti "kapal pukat". Istilah *dogger* dipakai oleh bangsa tersebut untuk menyebut area tempat nelayan menangkap ikan dengan alat bantu pukat. *Dogger* merupakan kapal yang memiliki kecepatan

yang rendah, namun masih dianggap kuat serta mampu menangkap ikan di kawasan Laut Utara yang memiliki iklim yang berubah ubah. Kapal ini secara teknis memiliki panjang sekitar 15 meter, lebar 4.5 meter, sarat kapal setinggi 1.5 meter, dan *displacement* sebesar kurang lebih 13 ton. Kapal ini dianggap memiliki kapasitas satu ton umpan, tiga ton garam, setengah ton makanan dan kayu bakar, serta memuat hasil tangkapan sampai dengan satu ton.

Perahu dengan nama *Dory* adalah jenis kapal berukuran kecil dengan sarat yang pendek, kapal ini berukuran hanya sekitar lima hingga tujuh meter. *Dory* memiliki kubu-kubu yang tinggi, bentuk haluan yang meruncing dan dasar kapal yang rata, serta pembuatannya yang sangat mudah serta murah. Kapal *Dory* dibuat sekitar abad 18 di negara New England, kapal *Dory* merupakan kapal dengan bentuk adaptasi dari perahu *bateau* yang berasal dari negara Perancis yang beroperasi di Sungai *Saint Lawrence* sekitar awal abad 16. Berhubungan dengan kapal tersebut terdapat pula kapal *Wherry* merupakan perahu dengan operasional pada pantai yang menjadi acuan bagi generasi kapal *bateau* dan kapal *dory*. Kapal *Dory* selanjutnya dibuat dengan cara ditumpuk satu sama lain untuk memudahkan proses penyimpanan muncul untuk pertama kalinya sekitar tahun 1800an. Perahu jenis ini dibuat dengan tujuan agar mudah dibawa ke tengah laut dalam jumlah banyak sehingga hasil tangkapan bisa berlebih.

Kemudian sekitar awal tahun 1900an, bentuk desain kapal yang dianggap lebih efektif untuk kapal dengan alat tangkap berjenis pukat layar mulai dibuat di sekitar pelabuhan penangkapan ikan Inggris, Brixham. Bentuk dan desain ini kemudian mempengaruhi bentuk kapal kapal di beberapa negara lainnya. Pada tahun 1890-an terdapat sekitar 300 kapal pukat jenis ini di pelabuhan penangkapan ikan tersebut namun saat ini beberapa kapal tersebut masih diawetkan sebagai bukti sejarah dari kapal.

Nelayan tradisional yang ada di Indonesia melakukan penangkapan ikan dan hasil laut lainnya dengan skala kecil secara perorangan (untuk kebutuhan pribadi) maupun dengan tujuan komersial, pekerjaan ini umumnya dilakukan oleh masyarakat yang tinggal disekitar pesisir pantai dan kelompok serta organisasi tertentu menggunakan metode penangkapan ikan yang beragam dan perahu tradisional yang juga bervariasi.

Berdasarkan FAO (Food and Agricultural Organization, 2015) yang merupakan cikal bakal peraturan kapal ikan dan pengolahan ikan, terdapat setidaknya empat juta kapal/perahu yang tersebar di seluruh dunia, dengan 2.7 juta berupa perahu yang tidak memiliki atap (terbuka). Selebihnya hampir semua kapal yang ada sudah dilengkapi dengan mesin penggerak, dan hanya sepertiga perahu tanpa geladak yang memiliki mesin, mesin yang umum digunakan adalah mesin portable yang terpisah dari badan kapalnya. Sekitar 1.8 juta kapal/perahu merupakan perahu yang dibangun secara konvensional/tradisional yang menggunakan dayung dan layar sebagai penggerak. Data yang tersaji tersebut adalah gabungan dari data resmi kapal yang beroperasi serta terdaftar di beberapa negara di dunia atau yang sudah memiliki lisensi penangkapan ikan dari lembaga resmi yang telah ditunjuk; jumlah kapal tradisional yang sebenarnya kemungkinan lebih banyak dari jumlah tersebut. Meskipun secara prediksi sejumlah besar kapal dan perahu nelayan tradisional masih banyak digunakan di Negara-negara berkembang yang memiliki pantai produktif atau perairan yang memiliki hasil tangkapan melimpah. Sedangkan Indonesia diperkirakan juga memiliki sekitar 700 ribu kapal penangkapan ikan dan hasil perairan lainnya, dimana sekitar 150 ribu merupakan kapal terbuka seperti kano dan dan selebihnya adalah kapal yang tidak memiliki mesin. Selain Indonesia, negara Filipina diperkirakan memiliki kurang lebih jumlah yang hampir sama, dengan sebagian merupakan perahu dengan lambung yang sempit dan memiliki "sayap". Perahu ini disebut dengan *jukung*, atau dalam Bahasa Filipina disebut *banc*.

2.2.2 Jenis Kapal Kayu

Di Indonesia, kapal berbahan kayu banyak ditemui pada pesisir pantai dan daerah pedalaman, tetapi ada pula kapal berbahan kayu yang juga ditemui untuk pelayaran antar pulau meskipun jumlahnya yang tidak begitu banyak. Jenis kapal berbahan kayu yang banyak ditemui ini diantaranya berjenis :

a. Kapal ikan berbahan kayu

Kapal jenis ini umumnya dibuat dengan bahan kayu yang terdapat di daerah pesisir atau daerah terdekat dari perkampungan nelayan tersebut. Kapal ini sudah dibuat dengan beberapa item konstruksi yang cukup baik dan juga telah

dilengkapi dengan mesin penggerak berjenis *Inboard* maupun *Outboard*. Kapal ini dibuat untuk menampung hasil tangkapan ikan dengan tipe alat tangkap yang berbeda beda di setiap daerah.

b. Kapal pelayaran rakyat

Dalam kebutuhannya untuk mengirim dan mengangkut kebutuhan logistik maupun penumpang, kapal pelayaran rakyat ini dibuat untuk pelayaran yang tidak begitu jauh, pada umumnya jenis kapal ini dimiliki oleh perorangan yang berlayar dengan trayek yang tetap. Jenis kapal ini lebih banyak menggunakan sistem penggerak mesin *Inboard* dan dioperasikan oleh beberapa crew dalam berlayar.

c. Kapal wisata

Dengan tujuan untuk menikmati keindahan suatu perairan seperti pantai ataupun sungai, maka kapal ini dibuat dengan bahan kayu dengan menonjolkan bentuk estetika dengan kapasitas angkut penumpang dengan jumlah tertentu dan beroperasi dengan periode yang tidak tetap.

2.2.3 Jenis Material Kayu Kapal

Rules BKI (1996) tentang peraturan Kapal Kayu menjelaskan bahwa pemilihan jenis kayu didasarkan pada sifat-sifat dari kayu itu sendiri. Material kayu yang digunakan sebagai material kapal haruslah kayu yang memiliki kualitas yang cukup baik serta memiliki ketahanan terhadap air, cuaca dan kelembapan yang cukup tinggi. Kayu yang digunakan harus memiliki kualitas tinggi dengan cara dilakukan pengawetan. Pengawetan adalah suatu proses untuk meningkatkan daya tahan kayu terhadap serangan binatang dan tumbuhan laut serta kualitas kekuatan dari kayu itu sendiri. Kekuatan kayu yang dimaksud disini adalah daya tahan material kayu terhadap kekuatan mekanis dari luar, antara lain : daya dukung, daya tarik, daya tahan dan sebagainya termasuk tekanan hidrostatik yang dialami kapal kayu.

Tingkat kekuatan yang tinggi dan tahan terhadap serangan organisme laut diharapkan dapat memperlama umur pakai kapal. Faktor yang sangat mempengaruhi umur pakai kapal diantaranya tingkat kelas kuat (KK) kayu yang digunakan dan tingkat kelas awet (KA). KK adalah pengklasifikasian kayu

berdasarkan besarnya nilai berat jenis (BJ) kayu tersebut, dan KA adalah pengklasifikasian kayu berdasarkan daya tahannya terhadap serangan jamur, rayap, dan organisme perusak lainnya (Fyson, 1985). Kayu yang digunakan dalam pembuatan konstruksi kapal kayu digolongkan berdasarkan kualitas kelas awet dan kualitas kelas kuat. Kualitas Kelas Awet adalah tingkat kekuatan alami sesuatu jenis kayu terhadap serangan hama yang umumnya dinyatakan dalam kelas awet I, II, III. Makin besar angka kelasnya makin rendah keawetannya. Sedangkan kualitas Kelas Kuat adalah tingkat ketahanan alami suatu jenis kayu terhadap kekuatan mekanis (beban) dinyatakan dalam Kelas Kuat I, II, III, IV dan V. Makin besar angka kelasnya maka makin rendah pula kekuatannya. Tingkat keawetan kayu secara umum dan pengaruh serangan serangga bisa dilihat pada Tabel 2. 1 dan tingkat kekuatan kayu secara umum bisa dilihat pada Tabel 2. 2.

Tabel 2. 1 Umur Pemakaian Kayu Pada Berbagai Keadaan

Kelas awet	I	II	III	IV	V
Selalu Berhubungan dengan tanah Lembab	8 tahun	5 tahun	3 tahun	Sangat pendek	Sangat pendek
Hanya dipengaruhi oleh cuaca tetapi dijaga agar tidak terendam air dan tidak kekurangan udara	20 tahun	15 tahun	10 tahun	Beberapa tahun	Sangat pendek
Dibawah atap, tidak berhubungan dengan tanah lembab dan tidak kekurangan udara	Tidak terbatas	Tidak terbatas	Sangat lama	Beberapa tahun	Pendek
seperti diatas tetapi dipelihara dengan baik dan dicat	Tidak terbatas	Tidak terbatas	Tidak terbatas	20 tahun	20 tahun
Serangan rayap tanah	Tidak	jarang	Cepat	Sangat cepat	Sangat cepat
Serangan bubuk kayu kering	Tidak	jarang	Hampir tidak	Tidak berarti	Sangat cepat

Sumber : *Rules* BKI 1996 tentang Kapal Kayu

Tabel 2. 2 Kekuatan Kayu

Kelas kuat	Berat jenis	Keteguhan Lengkung Mutlak (Kg/m²)	Keteguhan Tekan Mutlak (Kg/m²)
I	Lebih dari.... 0.90	Lebih dari 1100	Lebih dari...650
II	0.60-0.90	725-1100	425-650
III	0.40-0.60	500-725	300-425
IV	0.30-0.40	300-500	215-300
V	Kurang dari....0.30	Kurang dari...300	Kurang dari....215

Sumber : *Rules* BKI 1996 tentang Kapal Kayu

Sifat fisik kayu secara umum digambarkan sebagai berikut :

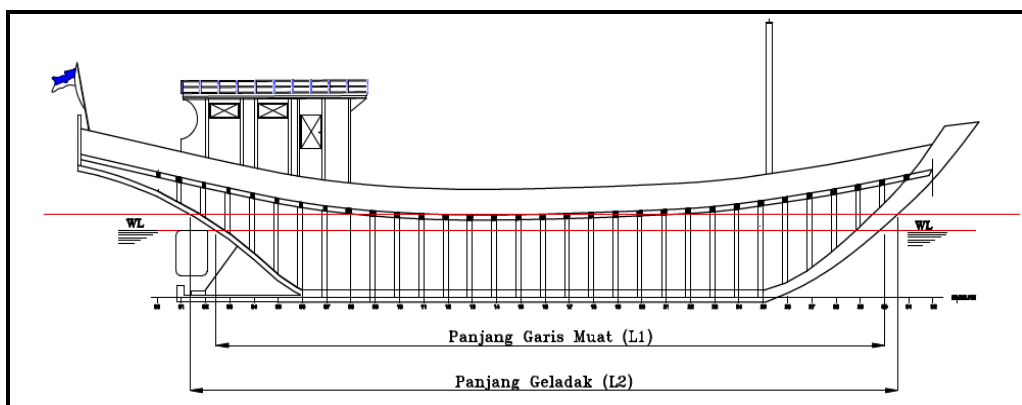
1. Berat dan Berat Jenis dari kayu itu sendiri. Berat suatu kayu tergantung dari jumlah zat kayu, rongga sel, kadar air dan *zat ekstraktif* didalamnya. Berat suatu jenis kayu berbanding lurus dengan BJ-nya. Kayu mempunyai berat jenis yang berbeda-beda, berkisar antara BJ minimum 0,2 (kayu balsa) sampai BJ 1,28 (kayu nani). Umumnya makin tinggi BJ kayu, kayu semakin berat dan semakin kuat pula.
2. Keawetan adalah ketahanan kayu terhadap serangan dari unsur-unsur perusak kayu dari luar seperti jamur, rayap, bubuk dll.
3. Warna Kayu yang beraneka warna macamnya disebabkan oleh zat pengisi warna dalam kayu yang berbeda-beda.
4. Tekstur adalah ukuran relatif sel-sel kayu. Berdasarkan teksturnya, kayu digolongkan kedalam kayu bertekstur halus (contoh: giam, kulim dll), kayu bertekstur sedang (contoh: jati, sonokeling dll) dan kayu bertekstur kasar (contoh: kempas, meranti dll).
5. Arah Serat adalah arah umum sel-sel kayu terhadap sumbu batang pohon. Arah serat dapat dibedakan menjadi serat lurus, serat berpadu, serat berombak, serta terpilin dan serat diagonal (serat miring).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) bahwa beberapa jenis kayu yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat kapal digolongkan menjadi beberapa kriteria sesuai dengan daerah penyebarannya, jenis kayu tersebut diantaranya dapat dilihat pada (lampiran 2.1).

Jenis kayu yang ada ini mempengaruhi bagian – bagian dari ukuran utama kapal kayu serta ditentukan berdasarkan beberapa kriteria untuk mempermudah penentuan besaran dimensi dari konstruksi kapal kayu. Perbedaan jenis penggunaan kayu untuk material kapal tentunya akan mengakibatkan perbedaan ukuran dari kapal, secara umum ukuran utama kapal kayu yang ada diantaranya :

1. Panjang kapal (L)

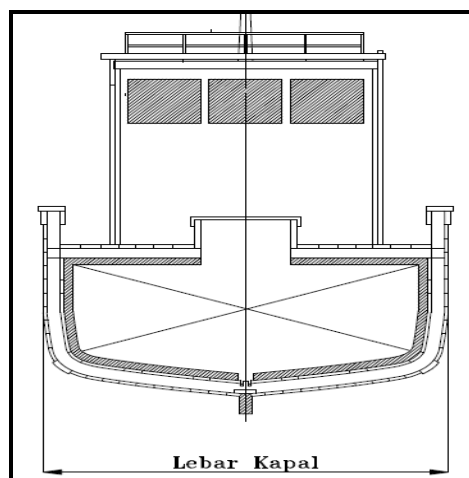
Jarak mendatar antara ujung depan linggi haluan sampai dengan ujung belakang linggi buritan. Dapat dilihat pada Gambar 2. 2 di bawah ini :



Gambar 2. 2 Ukuran Panjang Kapal Kayu

2. Lebar kapal (B)

Jarak mendatar antar sisi luar kulit lambung kapal yang diukur pada lebar kapal yang terbesar. Dapat dilihat pada Gambar 2. 3 di bawah ini :



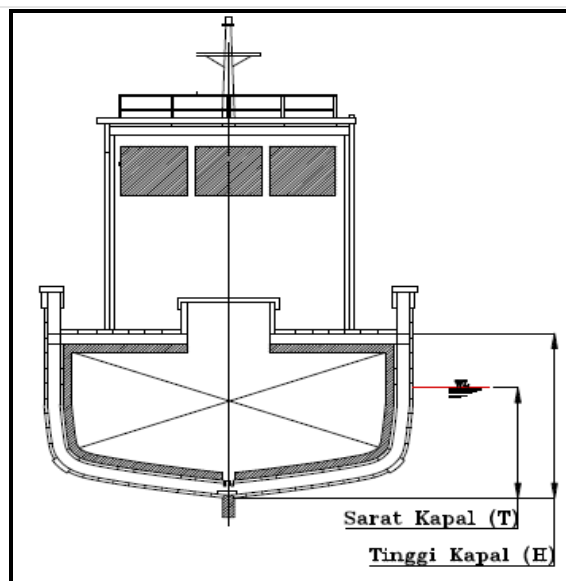
Gambar 2. 3 Ukuran Lebar Kapal Kayu

3. Tinggi kapal (H)

Jarak tegak (vertikal) yang diukur pada bidang tengah kapal dari bidang dasar (lunas) sampai dengan garis atau sisi atas geladak utama. Jarak ini dapat dilihat pada Gambar 2. 4.

4. Sarat kapal (d)

Tinggi terbesar dari lambung kapal yang berada di bawah permukaan air yang diukur dari garis muatan penuh sampai dengan bagian kapal yang paling rendah. Dapat dilihat pada Gambar 2. 4 di bawah ini :



Gambar 2. 4 Ukuran Tinggi Kapal Kayu

5. Perbandingan ukuran utama kapal

Pada umumnya bentuk kapal tergantung ukuran utama kapal, perbandingan ukuran utama kapal dan koefisien bentuk kapal. Ukuran utama kapal terdiri dari panjang kapal = L , lebar kapal = B , tinggi kapal = H dan sarat air kapal = d . Perbandingan ukuran utama kapal meliputi harga-harga perbandingan L/B , L/H , B/d , H/d , sedang koefisien bentuk kapal terdiri dari koefisien balok = C_b , koefisien gading besar = C_m , koefisien garis air = C_w dan koefisien prismatic = C_p .

Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 2004 mensyaratkan perbandingan ukuran kapal sebagai berikut :

- a. $L/H = 14$ Untuk daerah pelayaran samudra

- b. $L/H = 15$ Untuk daerah pelayaran pantai
- c. $L/H = 17$ Untuk daerah pelayaran local
- d. $L/H = 18$ untuk daerah pelayaran terbatas

2.2.4 Konstruksi Kapal Kayu

Kapal kayu pada pelayaran tradisional secara umum memiliki 2 (dua) tipe konstruksi, yaitu dengan konstruksi gading-gading tunggal dan konstruksi dengan gading berganda. Dari kedua tipe tersebut memiliki perbedaan pada lunas kapalnya, dimana pada konstruksi gading-gading tunggal lunas terhubung dengan lajur papan lunas dan *wrang*. Sedangkan pada konstruksi gading berganda kapal memiliki dua lunas yaitu lunas luar dan lunas dalam dan terhubung dengan *wrang*. Berikut ini dapat dilihat pada Gambar 2. 5 terkait detail kontruksi kapal kayu.



Gambar 2. 5 Konstruksi Linggi Haluan (Widodo, 1998)

Bagian-bagian konstruksi kapal kayu secara umum adalah :

1. Lunas, merupakan bagian konstruksi kapal kayu yang berada pada area tengah (*Center Line*) dari kapal yang berfungsi sebagai penguat utama ditengah kapal secara memanjang.
2. *Wrang*, merupakan konstruksi pada area dasar kapal yang terikat pada pelat kulit area dasar sebagai penguat melintang dari kapal.
3. Galar Kim, merupakan balok memanjang yang terdapat pada sisi kapal area bawah yang berfungsi sebagai penguat memanjang area sisi, dimana galar kim ini juga biasa disebut sebagai senta bawah dri kapal.

4. Gading-gading, merupakan rangka konstruksi yang terhubung dari wrang sampai dengan geladak pada sisi kapal dan terikat pada pelat kulit. Rangka gading ini mengikuti lengkungan badan kapal secara melintang sepanjang kapal.
5. Galar Balok, merupakan konstruksi balok memanjang pada kapal pada area atas dibawah pelat geladak yang berfungsi sebagai kekuatan memanjang kapal pada area atas yang menghubungkan antara gading dan pelat geladak.
6. Balok Geladak. Merupakan konstruksi melintang pada pelat geladak yang berfungsi sebagai penguat melintang area atas kapal.
7. Pelat Kulit, merupakan papan yang ditata dan diatur sedemikian rupa sebagai penutup kapal area bawah dan sisi kapal, pelat ini dibuat secara kedap untuk meminimalisir masuknya air kedalam kapal.
8. Pelat Geladak, merupakan papan yang berfungsi sebagai geladak dan muatan yang dibuat secara kedap sepanjang kapal dari belakang sampai depan.
9. Linggi, merupakan konstruksi kayu yang berukuran cukup besar dari sisi belakang dan sisi depan sebagai penumpu kekuatan memanjang dikapal serta penguat kapal dalam menghadapi ombak dan benturan dilaut.

2.3 Rules BKI (1996) Tentang Kapal Kayu

Selain peraturan tentang kapal baja, kapal *Alluminium* dan kapal FRP, Biro Klasifikasi Indonesia yang merupakan *regulator* bagi pembangunan kapal di Indonesia juga mengeluarkan peraturan terkait kapal kayu. Di mana dalam peraturan ini membahas tentang aturan umum seperti Konstruksi, Instalasi Mesin, Instalasi Listrik serta bentuk perencanaan dari kapal kayu.

Peraturan tentang kayu yang digunakan pada pembangunan kapal kayu di Indonesia menurut Biro Klasifikasi Indonesia dijabarkan pada beberapa terbitan diantaranya :

1. Biro Klasifikasi Indonesia – Peraturan Untuk Material – *Non Metal* (Bagian 2-Kayu / 2006).

Peraturan untuk material Non Metal pada Biro Klasifikasi Indonesia mengatur dua bab terkait material yang dipersyaratkan untuk kapal kayu. Bab yang dibahas terkait material kayu diantaranya :

Persyaratan Material, Metode Pengeleman dan Perlindungan Kayu

A. Umum

Di dalam bab ini dibahas peraturan umum kayu terkait klasifikasi kayu, mutu dan metode pengeringan kayu.

B. Jenis Kayu dan Klasifikasi

Didalam bab ini dibahas peraturan terkait kayu padat dan kayu lapis

C. Kayu Lapis Bangunan Kapal

Kayu lapis dalam bab ini dibahas terkait peraturan umum kayu lapis, jenis kayu yang digunakan, penyambungan, kelompok kekuatan, kualitas, bentuk cacat serta perbaikannya, perlakuan permukaan, ukuran panel, pengujian kayu lapis, penandaan dan stempel, sertifikat, dan penyimpanan panel kayu lapis.

D. Kayu Lapis Untuk Pesawat Udara

Penggunaan kayu lapis untuk pesawat udara dibahas dalam bab ini. Dimana dalam bab ini dibahas terkait peraturan umum kayu lapis untuk pesawat udara, konstruksi, sambungan, kelompok kekuatan kayu, kualitas, cacat kayu, pengujian, penandaan dan pemberian stempel, sertifikat dan penyimpanan panel kayu lapis untuk pesawat udara.

E. Menyambung Bahan Kayu

Proses penyambungan pada kapal kayu dibahas dalam bab ini, dimana didalamnya dibahas tentang komponen laminasi dan komponen lapis banyak, dan sambungan tirus.

F. Perlindungan Kayu

Dalam bab ini membahas tentang perlindungan kapal berbahan kayu terhadap jamur, serangga dan cuaca.

2. Biro Klasifikasi Indonesia – Peraturan Kapal Kayu (1996)

BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) selaku regulator dalam pembangunan kapal di Indonesia juga mengeluarkan beberapa persyaratan dalam pembangunan kapal kayu termasuk kapal ikan berbahan kayu, laminasi dan komposit., meskipun secara umum peraturan ini tidak terlalu mendetail. Dalam peraturan yang dikeluarkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) ini memiliki 7 (tujuh) pokok

pembahasan utama dan beberapa informasi tambahan terkait komponen dari kapal kayu, yang meliputi :

Bab 1. Umum

Dalam bab ini menjelaskan peraturan umum terkait kapal yang memiliki gading lengkung, penggolongan area operasional kapal, gambar-gambar serta persetujuan gambar.

Bab 2. Bahan

A. Kayu

Dalam bab ini membahas kayu secara umum, mutu kayu, jenis kayu yang bisa digunakan dan proses pengeringan dan pengawetan.

B. Kayu Lapis

Dalam bab ini membahas batas kekuatan yang diijinkan untuk penggunaan kayu lapis.

C. Logam

Dalam bab ini dibahas terkait material logam yang dipadukan dengan kapal kayu seperti Mur, Baut, Paku dll.

Bab 3. Ukuran Utama dan Ukuran Konstruksi

A. Ukuran Utama

Dalam bab ini membahas ukuran utama dari kapal yang meliputi Panjang (L), Lebar (B), Tinggi (H), dan Sarat (T).

B. Ukuran Konstruksi

Dalam bab ini mensyaratkan terkait perbandingan ukuran utam yang dijadikan dasar dalam penentuan dimensi konstruksi.

Bab 4. Ukuran Bagian Konstruksi

A. Lunas

Dalam bab ini dibahas tentang dimensi Lunas Kayu Balok, Dimensi Lunas Kayu balok yang dilaminsasi dan Lunas kapal kayu yang menggunakan bahan baja.

B. Linggi Haluan dan Linggi Buritan

Dalam bab ini dibahas linggi kapal kayu yang menggunakan balok kayu, lunas balok kayu dengan bahan laminasi, linggi yang terbuat dari baja dan sistem pengikat linggi.

C. Gading – gading

Dalam bab ini membahas terkait konstruksi gading gading yang digunakan yang berbahan kayu balok, gading yang berbahan kayu yang berlapis, gading-gading baja atau logam lainnya.

D. Wrang

Dalam bab ini dibahas terkait dimensi wrang yang digunakan pada kapal kayu.

E. Galar Kim

Dalam bab ini dibahas terkait dimensi galar yang berbahan kayu balok, galar kim yang berbahan kayu berlapis.

F. Galar Balok

Dalam bab ini membahas bentuk galar balok terkait pemasangannya dikapal termasuk masalah penembusannya.

G. Balok Geladak dan Lutut – lututnya

Dalam bab ini membahas dimensi balok geladak yang berbahan kayu balok dan berbahan kayu berlapis pada kapal kayu.

H. Kulit Luar

Dalam bab ini dibahas dimensi atau tebal dari kayu yang dijadikan sebagai kulit luar kapal.

I. Geladak

Dalam bab ini dibahas tentang dimensi tebal geladak yang dipersyaratkan, termasuk panjang maksimum kayu yang digunakan sebagai geladak.

J. Pagar

Dalam bab ini dibahas tentang batasan tinggi pagar yang diijinkan untuk penggunaannya di kapal kayu.

K. Sekat Kedap Air

Dalam bab ini membahas terkait penempatan sekat-sekat kedap yang ada dikapal

L. Ruang Ikan Kapal Ikan Jenis Kuter

Dalam bab ini memberikan petunjuk tentang ruang muat kapal ikan hidup yang ada pada kapal kayu.

Bab 6. Pembautan dan Pemakuan

A. Umum

Dalam bab ini membahas tentang ukuran baut yang digunakan pada kapal kayu, ukuran paku dan pemasangannya.

B. Gading-Gading dan Wrang

Pada bab ini membahas tentang pemakuan dan pengikatan gading dan wrang kapal kayu.

C. Lunas dan Linggi

Pada bab ini membahas tentang pengikatan dan jumlah baut yang dipersyaratkan untuk pengikatan Lunas dan linggi kapal kayu.

D. Kulit Luar dan Gading-Gading

Pada bab ini dibahas tentang jenis pengikatan serta jumlah yang dipersyaratkan pada kulit luar terhadap gading – gading kapal kayu.

E. Galar, Balok Geladak dan Lutut

Dalam bab ini membahas terkait hubungan antara Galar terhadap balok geladak serta lutut kapal kayu dan bagaimana pengikatannya.

F. Geladak

Pada bab ini dibahas tentang pengikatan system penutupan geladak dan jumlah baut yang harus terpasang untuk pengikatannya.

Bab 7. Pengeleman

A. Umum

Secara umum kapal yang pengikatannya harus menggunakan pengeleman dibahas dalam bab ini, jenis lem serta alat untuk melakukan pengeleman.

B. Kayu untuk Konstruksi Lem

Dalam bab ini ditentukan kondisi kayu yang akan dilem dan batasan kelembaman seperti pada Tabel 2. 3

Tabel 2. 3 Kelembaman Maksimal Konstruksi Kapal Kayu

Bagian Konstruksi	Kelembaman Max (%)
Lunas luar dan linggi	18
Lunas dalam dan wrang	14
Kulit alas	15
Kulit sisi	12
Galar balok	10
Geladak	8
Bangunan dalam	8

Sumber : BKI 1996

C. Sambungan Lem

Dalam bab ini dibahas sifat.karakteristik lem yang akan digunakan termasuk persyaratan pada saat proses penyambungan antar kayu pada konstruksi kapal kayu.

D. Pengujian Sambungan Lem

Hasil sambungan dengan menggunakan pengeleman dalam bab ini harus diuji dan disaksikan oleh Surveyor BKI.

Bab 8. Pemakalan dan Pelapisan Kulit Luar

A. Pemakalan

Dalam bab ini dibahas terkait persyaratan pemakalan konstruksi kapal dan bentuk kampuh papan dianjurkan sesuai seperti Gambar 2. 6



Gambar 2. 6 Bentuk Kampuh Papan
(BKl Peraturan Tentang Kapal Kayu, 1996)

B. Pelapisan Kulit Luar

Dalam bab ini dibahas tentang peraturan pelapisan kulit luar dari kapal kayu terhadap serangan dari luar guna menjamin keawetan dari konstruksi kapal kayu.

Selain persyaratan tentang berat jenis dari kayu yang akan digunakan, Biro Klasifikasi Indonesia secara umum dalam regulasi yang dikeluarkannya menentukan besaran dari konstruksi kapal kayu hanya didasarkan pada angka penunjuk yang terlihat pada tabel angka penunjuk dari kapal yang merupakan fungsi dari Ukuran Utama kapal. Sehingga dalam penentuan dimensi konstruksi kapal kayu yang dibangun nantinya akan mengacu pada nilai L (panjang) kapal dan menyesuaikannya dengan nilai angka penunjuk. Untuk nilai yang berada diantara nilai yang ada, maka perlu dilakukan interpolasi untuk mendapatkan besaran dimensi konstruksi kapal.

Tabel angka penunjuk tersebut diantaranya meliputi :

1. Tabel Ukuran Lunas dan Linggi pada kapal dengan area pelayaran tertentu.

Dalam tabel ini menampilkan dimensi lunas dan linggi untuk pelayaran pantai dan pelayaran lokal. Lunas dan linggi pada kapal kayu merupakan komponen yang cukup besar dan berat sehingga tentunya akan menjadi pertimbangan mutlak untuk kekuatan dan keamanan dari kapal kayu yang dibuat. Tabel untuk pelayaran pantai seperti pada Tabel 2. 4

Tabel 2. 4 Dimensi Linggi dan Lunas Untuk Pelayaran Pantai.

L(B/3 +H)	Lunas				Linggi Haluan
	Penampang*	Hanya luas luar Lebar x Tinggi	Lunas luar dan lunas dalam dalam Lebar x Tinggi		Lebar x *) Tinggi
m ²	cm ²	mm	mm	mm	mm
1	2	3	4	5	6
20	320	150 x 215	125 x 140	130 x 115	125 x 180
25	375	160 x 235	130 x 160	135 x 125	135 x 195
30	430	170 x 255	140 x 170	140 x 140	145 x 210
35	485	180 x 275	145 x 185	150 x 145	150 x 225
40	540	190 x 285	150 x 200	155 x 155	160 x 240
50	650	210 x 310	165 x 220	175 x 165	175 x 260
60	750	220 x 340	175 x 235	190 x 175	190 x 280

L(B/3 +H)	Lunas				Linggi Haluan
	Penampang*	Hanya luas luar Lebar x Tinggi	Lunas luar dan lunas dalam Lebar x Tinggi		Lebar x *) Tinggi
m ²	cm ²	mm	mm	mm	mm
1	2	3	4	5	6
70	855	235 x 365	190 x 240	205 x 195	200 x 300
80	955	250 x 380	205 x 255	215 x 200	215 x 315
90	1060	265 x 400	215 x 275	225 x 210	225 x 335
100	1160	275 x 420	225 x 280	235 x 225	235 x 355
120	1370	305 x 450	250 x 300	260 x 240	255 x 385
140	1570		270 x 320	280 x 255	275 x 415
160	1775		280 x 350	295 x 270	295 x 440
180	1985		290 x 370	310 x 290	310 x 460
200	2190		310 x 390	325 x 300	325 x 480
220	2400		330 x 400	340 x 320	340 x 510
240	2600		340 x 415	360 x 330	355 x 530
260	2800		350 x 435	375 x 340	370 x 550

Tinggi linggi buritan harus sekurang-kurangnya 5% lebih besar daripada tinggi haluan dan lebarnya boleh sama (lihat juga Bab 4 ayat 2).

*) berlaku untuk L/H < 8

Untuk L/H > 8 maka luas penampang harus diperbesar sesuai dengan tabel pada Bab 3 ayat 2.3

Sumber : BKI 1996 tentang Kapal Kayu

2. Tabel Gading-gading kapal kayu

Gading-gading pada kapal kayu memiliki fungsi sebagai penopang kulit lambung serta menambah kekuatan kapal secara melintang. BKI telah mempersyaratkan besaran gading-gading kapal melalui fungsi lebar dan tinggi kapal. Dalam tabel ini disajikan beberapa kriteria terkait gading gading konstruksi kapal kayu. Yaitu Tabel 2. 5 tentang gading kapal pada pelayaran pantai dan Tabel 2. 6 tentang penampang gading.

Tabel 2. 5 Gading-Gading Kapal Pelayaran Pantai

B/3 + H	Modulus penampang untuk jarak gading sama dengan 100 mm			
	Yang dilengkung		Berlapis	Dari Baja
	Tunggal	Berganda		
	W 100	W 100	W 100	W 100
m	cm³	cm³	cm³	cm³
1	2	3	4	5
2,4	24,5	20,5	12,25	1,53
2,6	29,0	24,0	14,50	1,81
2,8	35,0	29,0	17,50	2,19
3,2	49,0	41,0	24,50	3,06
3,6	68,0	57,0	34,00	4,25
4,0	90,0	75,0	45,00	5,63
4,4	117,0	97,0	58,50	7,30
4,8	146,0	122,0	73,00	9,10
5,2	182,0	152,0	91,00	11,40
5,6	223,0	186,0	111,50	13,90
6,0	266,0	222,0	133,00	16,60
6,4	312,0	260,0	156,00	19,50
6,8	353,0	294,0	176,50	22,00
7,2	400,0	334,0	200,00	25,00
7,6	455,0	378,0	227,50	28,40
8,0	505,0	520,0	252,50	31,60

Sumber : BKI 1996 tentang Kapal Kayu

Tabel 2. 6 Penampang Gading-Gading

W	Tebal	Tinggi	
cm³	mm	mm	mm
1	2	3	4
59	53	82	62
72	56	88	66
87	60	93	70
110	65	101	76
136	70	108	81
168	75	116	87

W	Tebal	Tinggi	
cm ³	mm	mm	mm
1	2	3	4
202	80	123	97
243	85	131	99
294	90	140	105
342	95	147	110
400	100	155	116
442	105	163	122
530	110	170	128
604	115	178	136
685	120	185	139
782	125	194	145
860	130	200	150
990	135	210	157
1095	140	217	163
1220	145	225	169
1350	150	233	175
1485	155	240	180
1640	160	248	186
1790	165	255	191
1980	170	265	198
2130	175	270	203
2355	180	280	210
2530	185	287	215
2760	190	295	221
2920	195	300	225
3200	200	310	232
3690	210	325	240
4240	220	340	255
4840	230	355	266
5450	240	370	277
6170	250	385	289

Sumber : BKI 1996 tentang Kapal Kayu

3. Tabel Ukuran *Wrang*

Dalam tabel ini membahas tentang tinggi *wrang* untuk kapal Pelayaran pantai dan tinggi *wrang* untuk kapal pelayaran lokal pada Tabel 2. 7

Tabel 2. 7 Tinggi Wrang Kapal Pelayaran Pantai

B/3 + H	Tinggi Wrang	
	Hanya lunas luar	Lunas luar dan lunas dalam
m	mm	mm
1	2	3
2,4	170	140
2,6	180	150
2,8	190	160
3,0	200	170
3,4	220	190
3,8	240	210
4,2	260	225
4,6	280	250
5,0		270
5,4		285
5,8		305
6,2		325
6,6		345

Sumber : BKI 1996 tentang Kapal Kayu

4. Tabel Ukuran Galar Balok Kapal Kayu

Dalam Tabel 2. 8 ini menyajikan ukuran penampang galar balok pada kapal pelayaran pantai

Tabel 2. 8 Galar Balok dan Galar Balok Kim Pelayaran Pantai

L(B/3 + H)	Penampang galar balok	Galar balok Tinggi x tebal	Galar balok samping Tinggi x tebal	Galar balok bawah Tinggi x tebal	Galar balok kim Tinggi x tebal
m ²	cm ²	mm	mm	mm	mm
1	2	3	4	5	6
20	55	155 x 36	-	-	190 x 47
25	83	180 x 46	-	-	195 x 49
30	111	200 x 55	-	-	205 x 50
35	138	220 x 62	-	-	210 x 52
40	165	240 x 68	-	-	220 x 53

L(B/3 + H)	Penampang galar balok	Galar balok Tinggi x tebal	Galar balok samping Tinggi x tebal	Galar balok bawah Tinggi x tebal	Galar balok kim Tinggi x tebal
m²	cm²	mm	mm	mm	mm
1	2	3	4	5	6
45	192	265 x 73	-	-	225 x 54
50	219	280 x 79	-	-	235 x 55
60	273	295 x 61 275 x 65	96 x 96 -	- 174 x 53	245 x 57
70	327	325 x 67 305 x 72	105 x 105 -	- 185 x 59	255 x 58
80	380	350 x 72 320 x 77	113 x 113 -	- 200 x 63	270 x 59
90	423	370 x 76 345 x 81	119 x 119 -	- 215 x 66	270 x 60
100	471	390 x 81 365 x 86	125 x 125 -	- 225 x 70	275 x 61
110	520	410 x 84 385 x 90	132 x 132 -	- 240 x 73	280 x 62
120	556	430 x 88 395 x 93	136 x 136 -	- 245 x 76	285 x 63
130	592	490 x 91 410 x 97	140 x 140 -	- 250 x 79	285 x 64
160	710	255 x 80	134 x 134	2 x 230 x 70	290 x 66
180	785	270 x 83	141 x 141	2 x 245 x 73	300 x 66
200	846	290 x 86	146 x 146	2 x 255 x 77	305 x 67
220	930	300 x 88	152 x 152	2 x 265 x 80	310 x 67
240	980	315 x 90	157 x 157	2 x 275 x 83	310 x 68
260	1040	325 x 92	162 x 162	2 x 285 x 86	315 x 68

Sumber : BKI 1996 tentang Kapal Kayu

5. Tabel Jarak gading dan Kulit Luar Kapal

Pada tabel ini yaitu merupakan penentuan jarak gading dan kulit luar kapal seperti tersaji pada Tabel 2. 9 pada pelayaran pantai dan pelayaran lokal.

Jarak gading pada pembangunan kapal tradisional umumnya dibuat berdasarkan perkiraan pada proses pembuatannya.

Tabel 2. 9 Jarak Gading dan Kulit Luar

L(B/3 + H)	Gading		Tebal sisi dan alas	Kulit luar*)	
	Tunggal	Berganda		Papan lajur sisi atas dan lunas	
	Jarak gading-gading			Lebar	Tebal
m ²	mm	mm	mm	mm	mm
1	2	3	4	5	6
35	315	350	34	400	39
40	330	365	36	410	41
45	340	380	37	420	43
50	355	395	39	430	45
60	380	425	42	460	49
70	405	450	45	490	52
80	425	475	48	530	56
90	440	490	51	570	60
100	455	505	53	600	63
120	485	540	57	680	67
140	515	570	61	760	72
160	530	590	65	830	76
180	545	605	68	900	80
200	560	620	71	970	83
220	570	630	74	1050	87
240	575	640	77	1120	90
260	585	650	80	1200	94

Sumber : BKI 1996 tentang Kapal Kayu

6. Tabel Jarak Balok Geladak, Geladak dan Lutut Balok

Tabel selanjutnya didalam peraturan Biro Klasifikasi Indonesia adalah terkait konstruksi pada area geladak yang meliputi papan geladak dan penegar yang menopangnya, pada tabel ini ditentukan nilai besaran konstruksi didasarkan pada Panjang, lebar dan tinggi kapal kayu. Pada Tabel 2. 10 tersaji tentang Jarak balok geladak, geladak dan lutut geladak kapal Pelayaran Pantai

Tabel 2. 10 Jarak Balok geladak, Geladak dan Lutut Balok Pelayaran Pantai

L(B/3 + H)	Jarak balok	Tebal geladak	Tutup sisi geladak	Lutut horisontal	Tebal pagar
			Lebar/tebal		
m ²	mm	mm	mm	Jumlah	mm
1	2	3	4	5	6
20	450	36	190 36	5	23
25	470	39	200 39	5	25
30	490	41	210 41	5	27
35	515	43	220 43	5	30
40	530	45	230 44	5	32
50	570	48	250 48	6	35
60	600	51	260 51	6	37
70	635	53	270 54	7	40
80	660	55	280 56	7	42
90	685	57	290 58	8	45
100	710	59	300 61	8	47
120	745	62	320 65	9	50
140	780	66	340 68	9	50
160	815	68	350 72	10	50
180	840	71	360 75	10	50
200	865	73	370 77	11	50
220	890	74	380 80	12	55
240	910	76	390 83	12	55
260	930	78	400 86	13	55

Sumber : BKI 1996 tentang Kapal Kayu

7. Tabel Modulus Penampang Balok Geladak

Modulus ini merupakan luasan penampang konstruksi dari balok geladak yang dibuat atau diatur terkait web maupun face nya sejauh nilai modulus penampang tersebut masih dalam batas minimal yang dipersyaratkan oleh BKI melalui tabel ini. Dalam tabel ini disajikan dalam dua golongan kapal kayu. Dalam Tabel 2. 11 ini menyajikan Modulus penampang balok geladak serta penampang dari balok geladak itu sendiri.

Tabel 2. 11 Modulus penampang dan penampang balok geladak.

Panjang Balok	Modulus Penampang untuk jarak dasar Balok sama dengan 100 mm					
	Kapal Ikan Kuter			Kapal Barang		
	Balok Kayu	Balok Baja	Beban Geladak	Balok Kayu	Balok Baja	Beban Geladak
	W 100	W 100	p	W 100	W 100	P
m	cm ³	cm ³	t/cm ³	cm ³	cm ³	t/cm ³
1	2	3	4	5	6	7
1,60	3,50	0,65	0,422	4,05	0,75	0,496
1,80	4,65	0,86	0,430	5,35	0,99	0,506
2,00	5,80	1,07	0,438	6,66	1,23	0,515
2,40	8,60	1,57	0,454	9,90	1,81	0,534
2,40	12,00	2,23	0,470	13,80	2,57	0,553
3,20	16,10	2,96	0,486	18,50	3,40	0,572
3,60	21,20	3,93	0,502	24,40	4,52	0,591
4,00	26,90	5,02	0,518	30,90	5,77	0,610
4,40	33,70	6,25	0,534	38,70	7,20	0,629
4,80	41,10	7,65	0,550	47,30	9,80	0,648
5,20	49,70	9,25	0,566	57,10	10,65	0,667
5,60	59,70	11,00	0,583	68,60	12,65	0,686
6,00	70,00	13,10	0,600	80,50	15,10	0,705
6,40	82,00	15,20	0,616	94,50	17,50	0,724
6,80	95,00	17,60	0,632	109,00	20,30	0,743
7,20	109,00	20,30	0,648	125,00	23,40	0,763
7,60	125,00	23,10	0,664	144,00	26,60	0,782
8,00	142,00	26,30	0,680	163,00	30,60	0,800
8,40	160,00	29,50	0,969	184,00	34,00	0,820

Penampang Balok Geladak			
W	Lebar x Tinggi		Lebar x Tinggi
cm ³	mm		mm
1	2	3	4
24	70 x 45	44 X 57	53 x 53
29	75 x 48	47 X 61	56 x 56
33,5	80 x 50	49 X 64	59 x 59
40	85 x 53	52 X 68	62 x 62
45	90 x 55	54 X 71	65 x 65
53	95 x 58	57 X 75	68 x 68
60	100 x 60	59 X 78	71 x 71

Penampang Balok Geladak									
W	Lebar x Tinggi			Lebar x Tinggi			Lebar x Tinggi		
cm ³	mm			mm			mm		
70	105	x	63	62	X	82	75	x	75
77	110	x	65	64	X	85	78	x	78
98	120	x	70	69	X	92	84	x	84
122	130	x	75	74	X	100	90	x	90
149	140	x	80	80	X	106	96	x	96
180	150	x	85	85	X	113	103	x	103
216	160	x	90	90	X	120	109	x	109
255	170	x	95	95	X	127	115	x	115
300	180	x	100	100	X	134	122	x	122
349	190	x	105	105	X	141	128	x	128
404	200	x	110	111	X	148	134	x	134
528	220	x	120	121	X	162	147	x	147
676	240	x	130	132	X	175	159	x	159
850	260	x	140	142	X	190	172	x	172
1050	280	x	150	152	X	204	185	x	185
1270	300	x	160	162	X	217	197	x	197

Sumber : BKI 1996 tentang Kapal Kayu

8. Tabel Sekat Kapal Kayu

Dalam Tabel 2. 12 disajikan tentang tebal papan sekat dan modulus penampang sekat dari kapal kayu. Seperti dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 12 Tebal Papan Sekat dan Modulus Penegar Sekat

Jarak Penegar dalam mm							Tebal Papan (-Pelat)			
500 (400)	530 (425)	560 (450)	590 (475)	620 (500)	650 (525)	680 (550)	Kayu Padat	Kayu Padat	Multi- Plex	Baja
Tinggi Tekan p dalam m							mm			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,30							2 x 20	40	10	3,5
2,05	1,83	1,13					2 x 22	45	12	4
	2,60	2,35					2 x 24	55	14	4,5
		3,20	2,90	2,60			2 x 26	65	16	5
			3,77	3,40	3,10		2 x 28	75	18	5,5
				4,30	3,90	3,60	2 x 30	85	20	6
					4,80	4,40	2 x 32	90	20	6,5

Panjang Penegar	Penegar Baja		Penegar Kayu	
	Sekat Biasa	Sekat Tubrukan	Sekat Biasa	Sekat Tubrukan
	Modulus Penampang untuk Jarak Dasar Penegar Sama dengan 100 mm			
m	cm ³			
1	2	3	4	5
1,25	0,88	1,10	12,30	15,30
1,50	1,37	1,70	19,30	24,00
1,75	2,00	2,49	28,00	34,80
2,00	2,80	3,48	39,20	48,70
2,25	3,80	4,72	53,20	66,20
2,50	4,92	6,10	69,00	85,80
2,75	6,26	7,80	87,50	109,00
3,00	7,90	9,83	111,00	138,00
3,25	9,50	11,80	133,00	165,00
3,50	11,75	14,60	164,00	204,00
3,75	14,10	17,50	197,00	245,00
4,00	16,80	20,90	235,00	292,00
4,25	19,70	24,50	276,00	330,00
4,50	23,00	28,60	322,00	400,00

Sumber : BKI 1996 tentang Kapal Kayu

Dengan acuan beberapa tabel tersebut yang ada, maka setiap dimensi konstruksi kapal kayu bisa ditentukan. Ini berarti bahwa tidak ada suatu bentuk kalkulasi yang mendetail akan dimensi dari konstruksi yang terpasang dikapal. Sehingga hal yang terjadi pada pembangunan kapal kayu kan menjadikan kapal menjadi sangat kokoh dan aman dalam operasionalnya. Berbeda halnya pada konstruksi kapal berbahan metal, bahwa setiap komponen konstruksi dihitung berdasarkan besarnya pembebanan yang terjadi pada kapal. Pada beberapa area kapal besaran dari pembebanan akan berbeda sehingga membuat ukuran yang dikalkulasi adalah batas minimum yang diijinkan untuk ukuran aman suatu konstruksi. Sedangkan pada kapal kayu, besarnya konstruksi mengacu pada nilai yang ditentukan tanpa melalui perhitungan yang didasarkan pada besaran pembebanan yang dialami oleh kapal.

2.4 Persyaratan Kontruksi Kapal Kayu

Dalam pembangunan kapal kayu terdapat beberapa kriteria ukuran utama dari kapal yang harus ditentukan dari awal sebelum kapal dibangun. Kriteria ukuran utama tersebut meliputi :

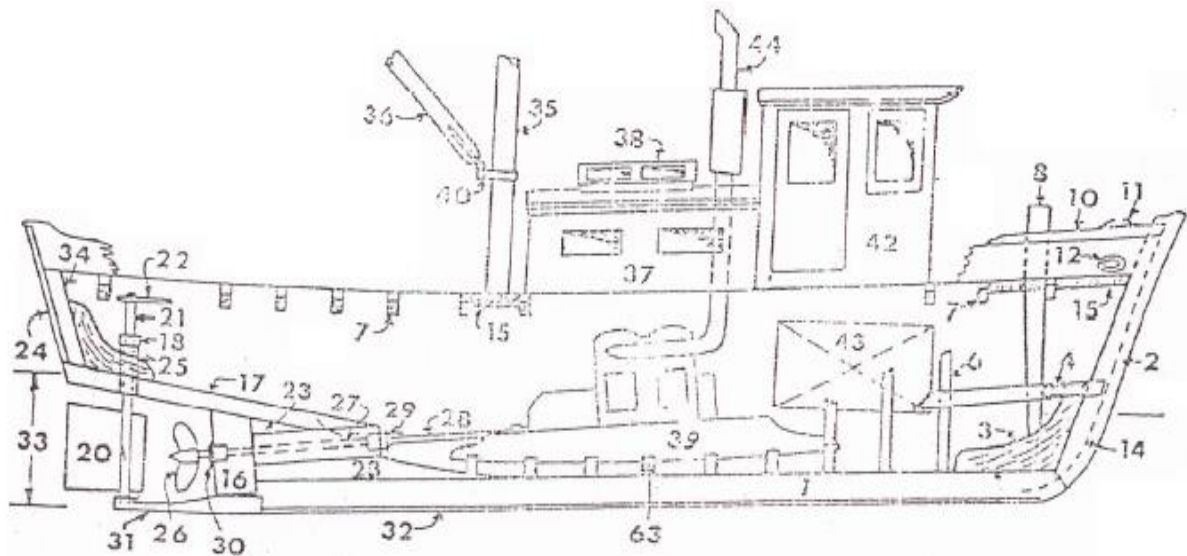
- a. Panjang (L)
- b. Lebar (B)
- c. Tinggi (D)
- d. Sarat (T)
- e. Volume Muatan (*Payload*)

Selain itu, menurut regulasi Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) bahwa beberapa komponen penting dalam kapal kayu yang digunakan sebagai penguatan utama kapal ditentukan kayu dengan mutu minimum Kelas Kuat III dan kayu dengan mutu minimum Kelas Awet III. Karakteristik lain dari kayu yang akan digunakan sebagai konstruksi kapal jua harus memiliki kriteria sebagai berikut :

- a. Kualitas yang baik
- b. Kayu yang digunakan tidak Celah Cacat dan tidak Pecah-pecah
- c. Kayu tidak berlubang pada lingkaran tahun
- d. Kayu haraus tahan terhadap Air, Cuaca musim, Tumbuhan serta binatang laut
- e. Kayu tidak mudah dimakan tiram dan tidak lentur
- f. Bahan pengikat yang digunakan untuk penguat konstruksi kapal kayu adalah Pena kayu, Pena baja, Mur-Baut, Sekrup.
- g. Bahan yang digunakan untuk menunjang kekedapan dalam kapal adalah : Pakal (ter + pasir atau damar + minyak tanah + cat), Dempul, Cat.
- h. Metode pelengkungan yang diguanakn untuk komponen konstruksi yang melenngkung adalah dengan metode : pemanasan dengan api dan penguapan.

Konstruksi secara umum yang ada pada kapal kayu dapat dilihat pada Gambar 2. 7, sedangkan Pembagian komponen pada kapal kayu secara umum terbagi atas :

- a. Bangunan Tulang Belakang (lunas)
- b. Gading-gading
- c. Papan Luar dan geladak Kapal Kayu
- d. Bangunan diatas Geladak dan Lubang Palkah



Keterangan:			
1. Lunas	10. Punuk	19. Kemudi	28. As (ngas)
2. Linggi muka	11. Horlop tumpang	20. Daun kemudi	29. Buspenahan
3. Bojo muka (siku)	12. Horlop	21. Popor kemudi	30. Klot
4. Ankul (siku)	13. Gebiok (skor)	22. Tulaga	31. Sepatu kemudi
5. Lunas dalam	14. Alur luar	23. Bojo belakang	32. kasut lunas
6. Gading	15. Blok	24. Papan belakang	33. Pengambangan
7. Bungkuk (galang dek)	16. Linggi belakang	25. Siku belakang	34. Klam
8. Tajuk kepala	17. Dongkleh	26. Baling-baling	35. Tiang
9. Putaran jangkar	18. Lobang kemudi	27. Askoker	36. Derek

Gambar 2. 7 Konstruksi Kapal Kayu (Bakri, 1986)

2.5 Metode Produksi Kapal Kayu

Dalam proses produksi atau proses pembangunan kapal kayu, besarnya biaya produksi sangatlah penting mengingat sebagian besar kapal kayu ini diproduksi oleh galangan menengah kebawah yang memiliki keterbatasan dalam hal finansial. Para pemesan kapal kayu pun sebagian besar tergolong perusahaan atau perorangan yang sangat mengutamakan harga dari kapal. Hal yang mempengaruhi biaya produksi kapal kayu antara lain harga material kayu yang

akan digunakan yaitu banyaknya *raw material* yang akan dipakai serta upah pekerja yang kebanyakan adalah pekerja dengan kemampuan khusus. Oleh karenanya pengaruh perubahan harga material kayu yang merupakan fungsi dari volume kayu dan upah pekerja terhadap biaya produksi harus diketahui atau bahkan direncanakan dengan matang.

Metode yang digunakan dalam menghitung volume kayu terpasang adalah dengan suatu bentuk perencanaan serta kalkulasi tiap komponen kapal ditambahkan dengan besarnya upah pekerja sehingga menjadi nilai pokok dalam suatu proses produksi kapal. Diharapkan nantinya dengan hasil kalkulasi yang ada mampu menunjukkan sensitivitas biaya produksi terhadap harga kayu dan terhadap upah pekerja semakin kecil seiring semakin besarnya ukuran kapal serta prospek ke depan semakin kurang baik seiring semakin besarnya ukuran kapal kayu apabila tidak diimbangi oleh daya beli pasar.

Proses produksi kapal kayu memiliki beberapa tahapan yang secara umum hampir sama dalam pembangunan kapal berbahan metal. Dalam pembuatan kapal kayu ini ada beberapa tahapan yaitu ;

- 1) Adanya *owner* (pemesan kapal)
- 2) Perencanaan gambar
- 3) Persiapan
- 4) Pembuatan komponen utama kapal
- 5) *Assembly* (penggabungan)
- 6) Sistim permesinan
- 7) Sistim kelistrikan
- 8) Sistim bahan bakar minyak dan perpipaan
- 9) Akomodasi dan *out fitting*
- 10) *Finishing*
- 11) *Launcing and sea trial*

Kapal kayu yang ada di Indonesia pada umumnya adalah kapal kayu penangkap ikan dan kapal angkut lositik serata penumpang berukuran kecil yang banyak diproduksi secara konvensional di daerah pesisir pantai atau daratan di perairan pedalaman. Pembangunan kapal kayu ini sangat minim teknologi dan hanya didasarkan pada keahlian dan pengalaman para pengrajin kayu yang

bersifat turun temurun. Dengan berbekal peralatan perkayuan sederhana, mereka melakukan proses produksi kapal kayu dengan menggunakan material yang banyak dan umum didaerah pengrajin itu sendiri. Secara umum metode atau langkah-langkah pembangunan kapal kayu dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut :

1) Perencanaan

Secara umum sistem perencanaan kapal kayu tradisional di Indonesia jarang sekali menggunakan gambar atau design sebagai bentuk perencanaan, galangan banyak menggunakan sketsa manual, foto atau bentuk fisik kapal yang sudah pernah dibangun untuk meyakinkan calon pemesan kapal terkait kapasitas dan kemampuan dar galangan tradisional. Tetapi tidak sedikit pula kapal kayu sebelum dibangun sudah dilengkapi dengan gambar-gambar dan perhitungan umum (*basic design*) sebagai bentuk kriteria dan batasan dalam pembangunan kapal nantinya. Gambar dan perhitungan ini umumnya jika kapal tersebut dipesan oleh pemerintah dan dikerjakan oleh galangan kapal kayu yang ditunju dan telah memenuhi kualifikasi.

2) Persiapan

Setelah melalui proses perencanaan, galangan akan melakukan bentuk persiapan yang meliputi : Persiapan lokasi, Material, Peralatan, Tenaga Kerja dan beberapa persiapan lainnya. Hal lain lagi yang menjadi faktor utama dalam persiapan ini adalah terkait masalah pendanaan dalam pembelian material dan komponen kapal kayu. Hal ini disebabkan karena umumnya galangan ini erupakan perusahaan dengan skala menengah kebawah yang memiliki tingkat modal yang tidak begitu besar.

Persiapan pembangunan kapal kayu memerlukan waktu yang tidak sedikit, karena material kayu yang merupakan komponen utama ini tidak mudah untuk didapatkan baik secara jumlah maupun kualitasnya, mengingat penggunaan kayu saat ini sudah dibatasi dan ketersediaan kayu yang sudah semakin menipis.

Persiapan tenaga kerja juga akan menjadi kendala dalam pembangunan kapal kayu, mengingat bahwa jumlah pekerja kapal kayu yang

tidak begitu banyak yang membuat jumlah tenaga kerja dalam pembangunan satu unit kapal hanya mencakup beberapa orang saja.

3) Pembuatan Komponen dan penggabungan komponen

Secara umum dalam pembangunan kapal kayu ini menggunakan metode perangkaan, ini berarti semua komponen kapal kayu yang merupakan rangka akan dibuat terlebih dahulu oleh galangan pembangun. Urutan dalam pembuatan rangka ini pada umumnya adalah : pembuatan rangka Lunas → pembuatan rangka Linggi haluan dan buritan → pembuatan rangka wrang → pembuatan rangka gading → pembuatan rangka galar dan bracket. Keseluruhan rangka ini nantinya akan dirakit terlebih dahulu diatas lokasi pembangunan. Sistem penyambungan yang digunakan adalah menggunakan pasak kayu, paku ataupun baut. Beberapa area rangka adakalanya juga diperkuat dengan pelat besi untuk menambah kekuatan dari rangka.

Selanjutnya setelah rangka konstruksi selesai dibuat, maka selanjutnya adalah pembuatan kulit, papan geladak dan sekat-sekat. Papan kayu yang digunakan akan dibentuk dengan dipanasi serta dipukul untuk mendapatkan bentuk yang bisa menyesuaikan dengan rangka konstruksi. Sekat yang dibuat biasanya dibuat beserta dengan penegar-penegarnya lalu kemudian diinstal pada badan kapal. Pembuatan kulit, geladak ataupun sekat ini dibuat dengan margin tertentu dan baru dipotong menyesuaikan kondisi kapal setelah dipasang. Mengingat semua komponen ini dibuat secara konvensional, maka tidak sedikit kapal yang diproduksi ini mengalami ketidaksimetrisan bentuk antara kanan dan kiri. Hal ini diakibatkan karena ketebalan kayu yang tidak sama, kesalahan pemotongan ataupun kesalahan pemasangan.

4) Pemasangan Sistem Permesinan

Sistem permesinan pada kapal kayu ini meliputi mesin induk, mesin jangkar dan juga mesin penunjang alat tangkap ikan. Permesinan ini dipesan sejak awal, karena proses pemesanan permesinan memerlukan waktu dan biaya yang tidak sedikit. Adakalanya juga permesinan ini menggunakan stok yang dimiliki oleh galangan itu sendiri baik itu permesinan baru atau permesinan bekas. Pemasangan permesinan dikapal ini akan menggunakan pondasi berbahan kayu yang dilapisi dengan pelat baja. Setelah proses install

mesin dikapal, maka akan dilanjutkan dengan pemasangan poros dan baling-baling kapal. Secara konvensional ini ukuran dari poros dan baling-baling jarang sekali menggunakan perhitungan teknis, melainkan didasarkan pada pengalaman dan mengacu pada ukuran pada kapal yang telah dibangun.

Dalam proses pemasangan permesinan ini galangan seringkali mengalami banyak kendala, mengingat mesin yang dibeli atau mesin yang sudah ada yang bersifat semi marine, sehingga bentuk penyesuaian harus banyak dilakukan supaya mesin bisa berfungsi dengan baik. Tidak sedikit pula galangan kapal akan membeli mesin darat dan memodifikasinya untuk bisa dipasang dikapal. Keterbatasan keahlian galangan kapal kayu dalam bidang permesinan juga menjadi kendala dalam proses pemasangan permesinan dikapal, sehingga galangan harus mendatangkan teknisi atau pekerja yang berkompeten di bidang tersebut.

5) Pemasangan Sistem Kelistrikan

Sumber daya kelistrikan pada kapal kayu ini pada umumnya menggunakan Accu (*battery*) atau generator. Kelistrikan pada kapal biasanya hanya digunakan sebagai sumber penerangan dikapal dan alat navigasi (jika ada). Peralatan listrik, lampu dan kabel yang digunakan pada kapal kayu juga tergolong material non marine use. Hal ini disebabkan dengan keterbatasan biaya pembangunan serta mahalnya komponen listrik yang bersifat marine use membuat galangan menggunakan komponen kelistrikan darat untuk dipasang dikapal.

Sumber daya kelistrikan pada kapal kayu juga jarang dilengkapi dengan komponen panel, sehingga semua perlengkapan kelistrikan langsung terhubung ke sumber daya dikapal. Sumber daya kapal kayu pada umumnya menggunakan sumber yang tidak begitu besar supaya dalam proses operasionalnya nanti tidak menimbulkan biaya yang cukup besar. Kabel-kabel yang terpasang pun diatur sedemikian rupa tanpa menggunakan jalur kabel dan hanya menggunakan pipa PVC sebagai selubungnya. Daya listrik yang cukup besar pada kapal kayu diperlukan untuk penerangan lubang palkah dan penerangan proses penangkapan ikan.

6) Pemasangan Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan pada kapal kayu tidak begitu kompleks seperti pada kapal baja, sistem perpipaan yang cukup dominan pada kapal kayu adalah sistem bahan bakar dan sistem sanitasi. Pipa yang digunakan pun adalah menggunakan pipa darat (*non galvanized*). Pipa-pipa pada kapal akan diikat menggunakan klem pipa pada rangka kapal dan penembusannya tidak begitu memperhatikan tingkat kedapannya kapal. Sistem perpipaan pada kapal kayu juga meminimalisir penggunaan katup dan hanya bersifat fungsional saja.

Untuk sistem sanitasi pada kapal kayu banyak menggunakan pipa PVC karena dianggap murah dan mudah dalam pemasangannya. Hal ini tentunya akan mengurangi tingkat keawetan dari pipa dan tingkat resiko yang tinggi dalam hal kebocoran jika pipa tersebut mengalami benturan. Sistem pipa pada kapal kayu juga jarang dilakukan pengetesan setelah proses install, galangan menganggap setiap proses pengerjaan yang telah dilakukan sudah cukup meyakinkan dan aman.

7) Akomodasi dan *Outfitting*

Akomodasi dan *Outfitting* pada kapal kayu meliputi pemasangan bollard, jangkar, pelapis ruangan yang bersifat sederhana. Semua komponen ini dipasang tanpa menggunakan perencanaan dan hanya menyesuaikan dengan kondisi kapal yang telah dibangun, pemilihan jangkarpun tidak memperhatikan angka penunjuk perlengkapan kapal dan hanya menggunakan perkiraan berat jangkar saja termasuk panjang tali jangkarnya. Kapal kayu juga minim dilengkapi dengan pelapisan ruangan dan biasanya hanya pada atap saja yang menggunakan ceiling berbahan kayu. Pelapisan yang membutuhkan perhatian khusus adalah pada ruang muat dari kapal guna menjamin kualitas ikan hasil tangkapan.

8) *Finishing*

Proses finishing pada kapal kayu adalah dengan melakukan pengecatan pada kapal dan pemeriksaan kedapannya secara konvensional serta pemeriksaan komponen kapal yang bersifat umum. Finishing pada kapal kayu ini juga dilakukan proses pengurusan surat-surat kapal termasuk beberapa sertifikat yang harus dilengkapi oleh kapal. Finishing pada kapal kayu

dilakukan beberapa waktu sebelum kapal dilakukan peluncuran dan disaksikan oleh pemesan kapal.

9) *Launching* dan *Trial*

Setelah semua proses produksi dilalui, untuk selanjutnya kapal akan diluncurkan ke perairan, peluncuran dalam galangan kapal kayu ini umumnya bersifat konvensional menggunakan *slipway* atau *airbag*. Peluncuran juga harus memperhatikan pasang surut perairan atau pada saat pasang tertinggi pada perairan setempat. Setelah kapal berada diatas air maka akan dilakukan percobaan kapal dalam hal manouver, ketahanan mesin termasuk percobaan alat tangkap dikapal.

2.6 Nilai Ekonomis Kapal Kayu

Menurut Islahuzzaman, 2012 “ Harga pokok produksi adalah biaya manufaktur yang berkaitan dengan barang-barang yang diselesaikan dalam periode tertentu”. Kapal kayu pada umumnya dibuat berdasarkan pesanan dengan tujuan bisnis/usaha dari suatu badan atau perorangan. Secara prinsip ekonomi hal ini berarti bahwa kapal harus dibuat dengan baik dengan tujuan kapal dibangun dengan biaya seminim mungkin serta menghasilkan kapal yang kuat dan memiliki daya muat yang besar. Selain itu diharapkan bahwa kapal dalam operasionalnya harus dibuat dengan biaya yang murah untuk menekan biaya dalam usaha serta memberikan nilai balik modal dengan cepat.

Komponen biaya dalam pembangunan kapal kayu ini secara umum meliputi beberapa biaya diantaranya:

1. Biaya Perencanaan (Jika ada)
2. Biaya Material Kayu dan Material Penunjang
3. Biaya Permesinan
4. Biaya Kelistrikan dan sumber daya (*Power Source*)
5. Biaya Perlengkapan Navigasi dan Komunikasi
6. Biaya Surat dan Perijinan
7. Biaya Lain-lain dan *Overhead*

Dari beberapa jenis biaya tersebut diatas bahwa nilai investasi/produksi terbesar dalam pembangunan kapal kayu adalah pada Material Kayu dan Biaya Permesinan.

2.6.1 Volume Kayu Terpasang

Dalam pemnbangunan kapal kayu, jumlah awal material kayu yang ada tentunya lebih besar dari jumlah kayu yang terpasang, dikarenakan kayu akan dipotong dan dibentuk sesuai dengan ukuran tertentu sehingga akan banyak bagian kayu yang terbuang atau tidak bisa dipergunakan. Para pengrajin kapal kayu biasanya membeli kayu dalam bentuk gelondong/kubikasi yang menyebabkan bagian kayu yang abstrak, ranting dan kulit kayunya tidak akan terpakai.

Beberapa perhitungan sederhana dalam perhitungan volume kayu terpasang adalah sebagai berikut :

- a. Lunas, yaitu dengan menghitung kebutuhan panjang lunas dikalikan dengan ukuran lunas yang digunakan pada kapal.
- b. Pelat Dasar dan Pelat Kulit, yaitu dengan menghitung luasan dari kulit yang dibutuhkan dikalikan dengan tebal kulit yang ditentukan.
- c. Pelat Geladak, yaitu dengan menghitung luasan dari geladak yang dibutuhkan dikalikan dengan tebal geladak yang ditentukan.
- d. *Wrang*, yaitu dengan menghitung luasan tiap wrang dikalikan tebal dari wrang dan menjumlahkan total kebutuhan dari wrang.
- e. Galar, yaitu dengan menghitung kebutuhan panjang dari galar dan dikalikan dengan ukuran dari galar yang digunakan.
- f. Gading-gading, yaitu dengan menghitung luasan tiap gading dikalikan tebal dari gading dan menjumlahkan total kebutuhan dari gading.
- g. Balok Geladak, yaitu dengan menghitung luasan tiap balok geladak dikalikan tebal dari balok geladak dan menjumlahkan total kebutuhan dari balok geladak

Semua komponen tersebut dibuat dalam bentuk tabel, sehingga akan didapatkan total volume atau kubikasi dari kebutuhan kayu dalam satu kapal. Dalam menentukan dimensi dan kebutuhan dari kayu dalam satu kapal ini, diperlukan data pendukung yaitu berupa gambar-gambar dan survei langsung

pada kapal. Survei ini dilakukan untuk mengukur kondisi riil dari konstruksi yang ada serta gambar-gambar dibuat dengan tujuan mengetahui dimensi lengkung dari kapal pada area tertentu yang sulit diestimasi.

2.6.2 Analisis Harga Kapal Berdasarkan Jumlah Kayu Terpasang

Dalam menentukan harga dari kapal yang akan dibangun berdasarkan jumlah kayu terpasang termasuk biaya jasa pembuatan, maka ada beberapa hal yang harus ditentukan. Secara umum komponen harga dalam kapal meliputi :

- a. Biaya Material Langsung misalnya pembelian kayu dan material pendukung
- b. Biaya Material Tidak Langsung misalnya listrik dan biaya pengiriman
- c. Biaya Overhead misalnya asuransi

Dalam hal ini biaya hanya difokuskan pada biaya material saja dan tidak termasuk jasa pembuatan kapal serta material non konstruksi. Dari kebutuhan total kayu terpasang yang sudah dihitung dalam bentuk tabel, maka selanjutnya adalah menghitung harga kayu dengan dasar kisaran umum harga kayu yang digunakan per m³.

2.7 Pemodelan Struktur

Dalam menentukan tingkat kekuatan dari kapal kayu, bisa menggunakan pendekatan *Finite Elemen Method* (FEM) (Purnomo & Supomo, 2014) Dalam jurnal tersebut dikatakan bahwa pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan *software MSC Patran* 2010, sedangkan untuk metode analisis menggunakan *software MSC Nastran* 2010. Kapal yang dijadikan studi kasus untuk pemodelan dan analisis adalah kapal ikan tradisional, dengan jenis kasko *hard chine bottom*. Ukuran utama kapal didapatkan dengan perumusan tertentu, di mana hasil tiap ukuran utama harus mempertimbangkan koefisien bentuk kapal. Perhitungan dilakukan dengan ukuran *Gross Tonnage* (GT) yang telah ditentukan sebagai variabel konstan untuk kapal kurang dari 24 meter adalah :

$$GT = (L \times B \times H \times Cb \times 0,353)$$

Sumber: *Food and Agriculture Organization*

Dimana GT dalam persamaan tersebut adalah kapasitas kapal yang direpresentasikan sebagai volume ruang tertutup pada kapal, baik lambung maupun bangunan atas. Panjang kapal direpresentasikan sebagai L, sedangkan B adalah lebar kapal yang diambil pada lebar terbesar dari keseluruhan badan kapal. Besaran D adalah tinggi kapal yang diukur dari baseline, sedangkan C_b merupakan koefisien blok kapal yang diukur berdasarkan bentuk kapal terhadap balok yang mengelilinginya. Penentuan ukuran penampang konstruksi kapal kayu (*scantling*) didasarkan pada angka penunjuk Z dalam rumus yang disesuaikan dengan tabel yang telah ditentukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) Tahun 1996. Hasil yang didapatkan berupa dimensi penampang komponen konstruksi kapal.

$$Z = ((B/3) + H) L$$

$$L = (L1 + L2) / 2$$

Di mana:

Z = angka penunjuk (*index*) yang digunakan untuk mendapatkan dimensi komponen konstruksi kapal.

L = panjang konstruksi kapal

L1 = panjang galadak kapal L1

L2 = panjang garis air kapal L2.

B dan H merujuk pada perumusan GT.

Ukuran konstruksi kapal secara umum dipengaruhi oleh jenis bahan baku pembuatannya, dimana perhitungan didasarkan pada perumusan yang mengacu pada BKI selaku regulator dalam pembangunan kapal. Ukuran lunas, linggi, dan galar balok diberikan tabel dengan angka penunjuk penjang masing-masing elemen konstruksi. Perhitungan *scantling* sangat dipengaruhi oleh besarnya beban yang bekerja pada bagian konstruksi tertentu. Untuk perhitungan konstruksi kapal (kasko), beban yang bekerja diasumsikan sebagai *eksternal load* yang bekerja akibat tekanan hidrostatis air dan beban yang terjadi pada geladak.. Masing-masing beban dibagi menjadi bagian-bagian yang berbeda sesuai daerah pembebanan kerja. Beban yang terjadi pada lambung memiliki area kerja 0.4 L *fore* dan *after*, yang terbagi juga menjadi area *side* dan *bottom*. Sedangkan beban

geladak memiliki area kerja *main deck* dan *deck within cabin/deckhouse*. Besarnya beban sangat bergantung pada nilai L (panjang konstruksi kapal) kerana pada BKI Tahun 2013, formula yang digunakan dalam menghitung beban kulit dan geladak menggunakan fungsi L. Sehingga semakin besar nilai L maka beban pada kapal akan semakin besar. Dimensi wrang, gading, dan penguatan sekat didapatkan dari pendekatan dengan fungsi modulus penampang dan beban lambung kapal. Untuk tebal kulit, geladak, dan sekat ditentukan menggunakan :

$$t = 0,0452 \times f_k \times b \times \sqrt{(P_d / KM)} \quad (\text{mm})$$

Di mana:

t = tebal dari konstruksi berbentuk papan pada kapal, seperti kulit dan geladak.

b = span atau panjang yang tidak ditumpu oleh bagian konstruksi yang saling berdekatan.

f_k = faktor untuk pelat yang dilengkung.

P_d = beban yang bekerja pada komponen konstruksi kapal.

KM = *ultimate bending strength material*.

Perhitungan gading, wrang, galar kim, dan penguatan sekat, luaran yang didapatkan adalah modulus penampang dari masing-masing komponen konstruksi. Untuk penentuan dimensi face dan web pada kapal, dilakukan pendekatan menggunakan formula :

$$W = I_{NA} / Z_1$$

$$I_{NA} = bh^3 / 12$$

Di mana:

W = besaran utama yang menunjukkan modulus penampang komponen konstruksi.

I_{NA} = momen inersia yang didapatkan dari Momen I_{NA}

b dan h = *Face* dan *web* dari penampang komponen konstruksi.

Dalam pemodelan struktur kapal, diperlukan adanya bentuk struktur kapal yang akan dimodelkan. Bentuk struktur dari kapal dibuat dalam model dasar yang terdiri dari rangkaian geometri yang saling terhubung. Selanjutnya katagori

material dibuat sebagai persiapan sebelum diterapkan pada geometri yang telah ditentukan. Pada pemodelan struktur pemberian kondisi batas (*constraint*) menjadi bagian yang penting sebelum dilakukan pembebanan karena kondisi batas ini berupa tumpuan yang berguna pada saat proses perhitungan agar proses perhitungan dapat dilakukan dan tegangan dapat ditampilkan. Setelah proses pembebanan struktur selesai, langkah selanjutnya adalah solusi proses pembebanan. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan reaksi terhadap pembebanan. Reaksi ini adalah tegangan sisa dan deformasi yang nantinya hasilnya akan dibandingkan dengan perhitungan manual.

Pendekatan analisis kekuatan lambung dan geladak kapal saat ini banyak menggunakan *Finite Element Methode* (FEM) dan diyakini menjadi satu-satunya alat yang tersedia dan cocok untuk menilai kekuatan struktur kapal. Penggunaan aplikasi FEM memungkinkan untuk mengetahui informasi penting terkait analisis struktur yang kompleks terutama dalam industri maritim (Suman Kar, Sarangdhar, & Chopra, 2008). Dalam kondisi utuh, lambung kapal akan mempertahankan beban yang diterapkan lebih kecil dari pada beban desain, dan pada kondisi muatan laut yang normal dan kondisi muatan kargo yang disetujui tidak akan menyebabkan kerusakan struktural. Namun, beban yang bekerja pada lambung kapal tidak pasti karena kondisi alam (laut) dan kemungkinan pembebanan muatan bongkar muat yang tidak biasa. Dalam kasus yang jarang terjadi, beban yang dipaksakan dapat melebihi beban desain dan lambung kapal dapat runtuh secara lokal dan global. Seiring beban yang diberikan meningkat melebihi beban desain, anggota struktur lambung kapal akan beban saat ditekan dan yield intension. Seiring beban terus meningkat, beban dan runtuhnya anggota struktur akan bertambah secara progresif hingga kondisi batas ultimate terjadi pada hull girder secara keseluruhan. Ada beberapa pendekatan untuk melakukan analisis keruntuhan progresif dari balok lambung kapal. FEM dapat menjadi metode yang ampuh untuk melakukan analisis keruntuhan ini. Banyak penulis menerbitkan makalah tentang penghitungan kekuatan longitudinal residu atau sisa longitudinal balok kapal dalam kondisi utuh atau rusak dengan menggunakan analisis FEM non-linier (Van-Vu, 2005).

Bentuk pemodelan struktur yang menggunakan *Finite Element Methode* (FEM) atau biasanya disebut *Finite Element Analysis* (FEA), adalah prosedur numerikal yang dapat digunakan untuk menyelesaikan kasus dalam beberapa bidang rekayasa (*engineering*), seperti analisis tegangan pada struktur konstruksi, frekuensi pribadi dan *mode shape*-nya, perpindahan panas, *elektromagnetis*, dan aliran fluida (Moaveni). Metode ini digunakan pada masalah-masalah rekayasa dimana *exact solution/analytical solution* tidak dapat menyelesaikannya. Inti dari FEM adalah membagi suatu benda yang akan dianalisis, menjadi beberapa bagian dengan jumlah hingga (*finite*). Bagian-bagian ini disebut elemen yang tiap elemen satu dengan elemen lainnya dihubungkan dengan nodal (*node*).

Kemudian dibangun persamaan matematika yang menjadi representasi benda tersebut. Proses pembagian benda menjadi beberapa bagian disebut *meshing*.

Pemodelan struktural untuk kekuatan batas kapal penegar lambung (*hull girder*) meliputi properti material, tipe elemen, ukuran *mesh*, panjang model dan kondisi batas. Kemudian pengaruh tegangan sisa pengelasan dan defleksi awal, Secara potensial, hasil yang paling akurat mengenai penilaian *ultimate strength* dapat diperoleh dengan menggunakan analisis NLFEM dari keseluruhan model struktural yang didiskritkan, yang memungkinkan simulasi dan evaluasi respon struktural non-linier untuk berbagai tingkat pembebanan. Namun, kualitas hasil yang diperoleh sangat bergantung pada kepatutan teknik idealisasi struktural yang digunakan (geometri, sifat material, ketidaksempurnaan struktural awal); kesetiaan diskritisasi (digunakan jenis elemen hingga, kepadatan mesh); dan sejauh mana model yang dianalisis (model struktural lengkap atau parsial). Secara umum, dapat disimpulkan bahwa sejumlah besar waktu, pengetahuan dan pengalaman masih diperlukan untuk menyelesaikan seluruh prosedur analisis NLFEM secara sukses (terutama untuk pra/pasca pemrosesan). Oleh karena itu, pemanfaatan NLFEM dalam praktik analisis kekuatan *ultimate girder* lambung saat ini sebagian besar dikurangi menjadi analisis model parsial untuk tujuan verifikasi metode analisis alternatif, atau untuk analisis langka dari model lengkap dan terperinci untuk merekonstruksi keadaan dan mengidentifikasi sebab-sebab keruntuhan struktural yang nyata terjadi selama eksploitasi strukturstruktur

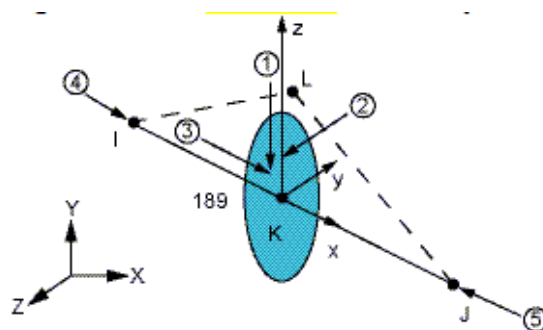
tertentu. Di sisi lain, analisis NLFEM sering digunakan untuk derivasi dan verifikasi berbagai formulasi sederhana dari respons elasto-plastik dari komponen struktural yang dikenakan dengan berbagai jenis muatan murni atau gabungan. (Kitarovic & Zanic, 2014)

Definisi Elemen berdasarkan *software* pemodelan struktur (ex. ANSYS 18.2 *basic analysis guide*) untuk menganalisis struktur elemen *beam* dan *shell* dapat diterangkan sebagai berikut:

a. Element Beam189

Elemen *BEAM189* cocok untuk menganalisis struktur balok tipis hingga cukup tebal. Elemen ini didasarkan pada teori balok Timoshenko yang meliputi efek geser-deformasi. Elemen ini menyediakan pilihan untuk pembungkaman terkendali dan pembungkaman terkendali lintas-bagian.

Elemen tersebut merupakan kuadratik tiga simpul elemen balok dalam 3-D dapat dilihat pada Gambar 2. 8 Geometri elemen beam189 menurut ANSYS 18.2 *basic analysis guide*. Dengan pengaturan standar, enam derajat kebebasan terjadi pada setiap node; ini termasuk translasi arah x, y, dan z, serta rotasi arah x, y, dan z. Gelar ketujuh opsional kebebasan (pembungkaman besarnya) tersedia. Unsur ini sangat cocok untuk linear, rotasi besar, dan atau besar-regangan aplikasi non linear. Sebuah tambahan derajat kebebasan ke-tujuh tersedia. Elemen tersebut sangat cocok untuk linear, rotasi besar, atau aplikasi non linear regangan besar.

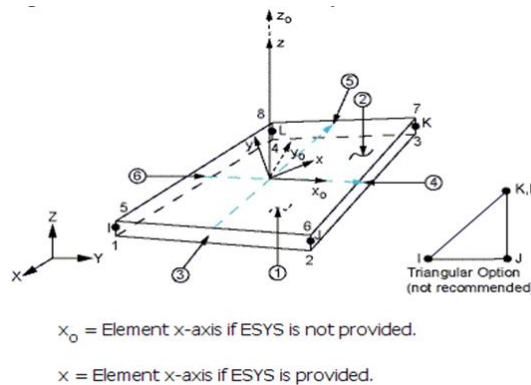


Gambar 2. 8 Geometri elemen beam189 menurut ANSYS 18.2 *basic analysis guide*

b. Element Shell181

Elemen *SHELL181* cocok untuk menganalisis struktur pelat tipis hingga cukup tebal. Elemen ini adalah elemen empat simpul dengan enam derajat kebebasan pada setiap node, translasi arah x, y, dan z, dan rotasi arah sumbu x, y, dan z (dapat dilihat pada Gambar 2. 9). (Jika opsi membran digunakan, elemen ini hanya memiliki derajat kebebasan translasi saja). Pilihan segitiga degenerasi seharusnya hanya digunakan sebagai elemen pengisi dalam generasi mesh. Elemen *SHELL181* cocok untuk *linear*, rotasi besar, atau aplikasi non linear regangan besar. Perubahan ketebalan pelat dihitung dalam analisis non linear. Dalam domain elemen, baik skema integrasi penuh dan pengurangan didukung oleh elemen ini. *SHELL181* menyumbang beban kekakuan efek tekanan yang didistribusikan.

SHELL181 dapat digunakan untuk aplikasi berlapis untuk pemodelan pelat komposit atau konstruksi *sandwich*. Ketepatan dalam pemodelan pelat komposit diatur oleh orde pertama teori geser-deformasi (biasanya disebut sebagai Mindlin-Reissner pelat teori). Formulasi elemen didasarkan pada regangan logaritmik dan kejadian tegangan sebenarnya. Kinematika elemen memungkinkan regangan membran terbatas (peregangan). Namun, perubahan kelengkungan dalam selisih waktu diasumsikan kecil.



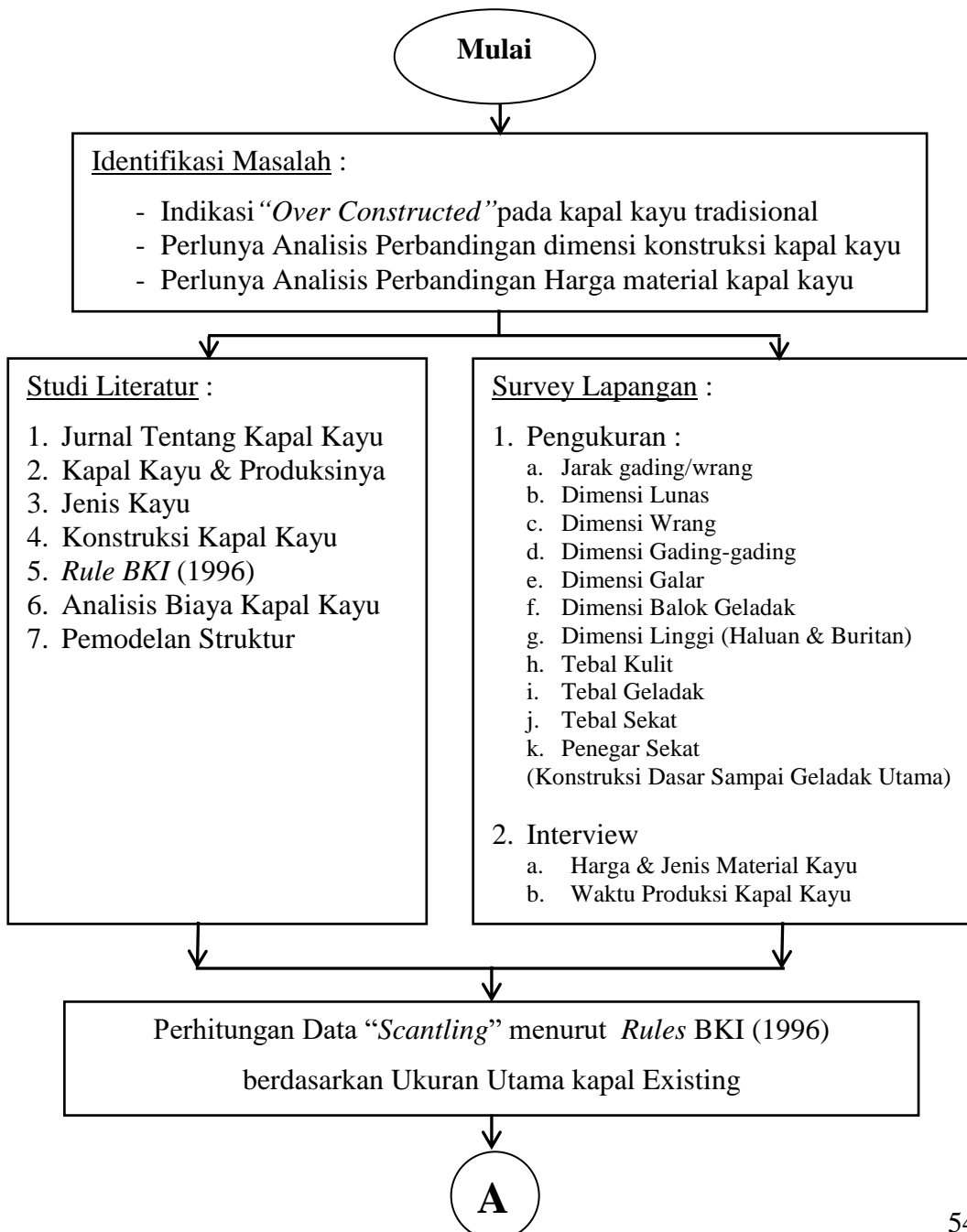
Gambar 2. 9 Geometri Elemen SHELL181 menurut ANSYS 18.2 basic analysis guide

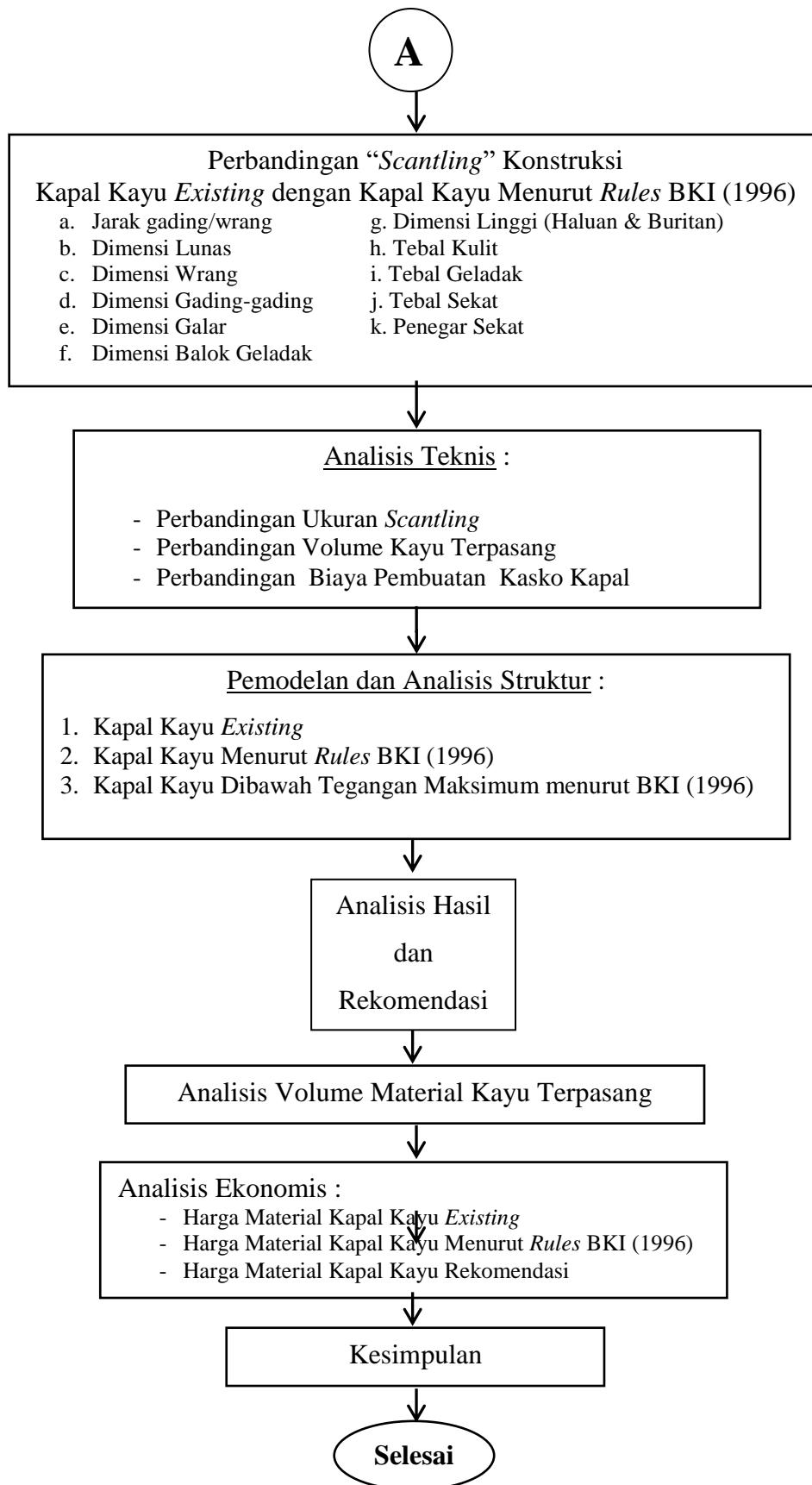
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan adanya indikasi *over constructed* sehingga perlu dilakukan perhitungan dan analisis pemodelan pembebanan struktur beserta analisis ekonomisnya. Berikut ini langkah-langkah proses penelitian yang dilakukan dalam *tesis* ini, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.





Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Identifikasi permasalahan ini merupakan dasar dari dilaksanakannya penelitian ini. Identifikasi masalah ini diambil dari beberapa alasan ataupun fakta yang terjadi di masyarakat pesisir yang bekerja sebagai nelayan dan memiliki kapal berbahan kayu, masalah berat kapal menjadi faktor utama dalam pembahasan penelitian ini yang menyebabkan nilai teknis maupun ekonomis dari kapal menjadi kurang optimal.

Studi literatur termasuk diantaranya adalah buku Regulasi dari Biro Klasifikasi Indonesia pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan bahan referensi dan rujukan untuk dipelajari sebagai pendukung dalam kegiatan penelitian; diantaranya adalah dengan mencari beberapa referensi berupa buku serta laporan tesis terdahulu yang memuat dasar teori yang digunakan selama pengerjaan yang berhubungan dengan konstruksi kapal kayu serta beberapa kajian sebelumnya terkait kapal kayu. Dalam studi literatur ini juga dilakukan dengan mempelajari dari beberapa jurnal yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini, dimana diharapkan nantinya ada beberapa hal yang bisa memperkuat kajian serta mendukung terhadap penelitian yang dilaksanakan.

3.3 Survei Lapangan Pada Kapal Kayu Serta Pengumpulan Data

Paralel dengan studi literatur, dilakukan survei pada kapal yang sudah beroperasi atau Kapal yang telah dibangun berdasarkan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia yang dianggap memiliki besaran dimensi konstruksi yang cukup besar, menganalisis konstruksi serta menghitung volume kayu terpasang pada kapal.

Pada survey lapangan ini dilakukan pada dua wilayah yang berbeda yaitu di Lamongan dan Probolinggo, dimana pada kedua daerah tersebut terdapat sedikit perbedaan pada karakter dari kapal. Pada survei yang dilakukan akan dilaksanakan pengukuran langsung dimensi kapal yang dibuat secara tradisional pada komponen konstruksinya, selain itu pada survei ini juga dilakukan *interview* pada para pembuat kapal terkait jenis dan harga kayu yang digunakan dalam pembangunan kapal termasuk proses pembangunannya.



Gambar 3. 2 Penegar Sekat

Gambar 3. 2 di atas penulis melakukan pengukuran dimensi *scantling* atau pengukuran langsung pada penegar sekat untuk keperluan survei guna mendapat data konstruksi kapal. Dari gambar tersebut merupakan salah satu sampel gambar pada pengukuran pada *Face* dari penegar sekat ruang muat kapal kayu pada kapal C (Titipan Ilahi). Hasil pengukuran pada *face* dapat dilihat yaitu sebesar 120 mm. Metode pengukuran ini menggunakan *Roll* meter (meteran) yang biasa digunakan oleh pertukangan kayu. Pengukuran ini meliputi ukuran dari *Web* dan *Face* dari kayu penegar. Selain itu juga, penulis mendapati untuk tempat penyimpanan *raw material* dalam proses produksi kapal kayu terlihat pada Gambar 3. 3 dibawah ini.



Gambar 3. 3 Material Kayu

Pada survey lapangan ini, beberapa hal yang dilakukan diantaranya adalah

- a) Mencari ukuran utama kapal
- b) Melakukan pengukuran dimensi konstruksi kapal

Konstruksi pada kapal yang diukur pada proses survey ini adalah meliputi :

- Lunas kapal
 - Linggi haluan
 - Linggi buritan
 - Gading
 - Wrang kapal
 - Galar kapal
 - Balok kim
 - Jarak gading
 - Tebal papan/pelat kulit
 - Jarak balok geladak
 - Tebal papan geladak
 - Lutut baalok geladak
 - Balok geladak
 - Tebal sekat dan
 - Penegar sekat
- c) Wawancara harga material kayu

3.4 Perancangan data *Scantling* kapal *Existing* sesuai *Rules* BKI (1996) berdasarkan ukuran utama kapal *Existing*

Berdasarkan data kapal kayu existing yang telah dibangun tersebut, untuk selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi konstruksi berdasarkan *Rule* Biro Klasifikasi Indonesia. Menurut *Rule* BKI (1996) bahwa dimensi elemen konstruksi kapal kayu didasarkan pada ketiga ukuran utama dari kapal *existing* dan selanjutnya mengacu pada beberapa tabel yang tersaji dalam bab 2.3 *Rules* BKI (1996) Tentang Kapal Kayu untuk ditentukan dimensi elemen konstruksinya.

3.5 Analisis Dimensi Konstruksi Kapal Kayu dengan Pemodelan Struktur

Hasil dari pengukuran dimensi konstruksi kapal *Existing*, dimensi konstruksi berdasarkan *Rules* BKI dan dimensi konstruksi berdasarkan analisis struktur ini nantinya akan dibandingkan untuk mendapatkan perbandingan dimensi dan *volumetrik* kayu terpasang yang paling rendah yang digunakan untuk membangun kapal kayu. Setelah melalui proses perhitungan pembebanan, maka dalam tahap ini dilakukan perhitungan keseluruhan dimensi/ukuran konstruksi kasko kapal.

Kemudian, dalam tahap selanjutnya dilakukan suatu bentuk kalkulasi pembebanan yang terjadi pada kapal yang nantinya akan dijadikan dasar dalam perhitungan konstruksi. Kemudian, hal yang paling penting adalah menganalisis hasil perhitungan konstruksi terhadap nilai kekuatan sebagai acuan tingkat kekuatan dan keamanan konstruksi yang terpasang pada kapal dengan menggunakan FEM.

3.6 Analisis Volume Material Kayu Terpasang

Pada bagian ini akan dilakukan analisis volume tiap elemen konstruksi bagian dari kasko kapal sebagai fungsi kubikasi dan berat konstruksi kasko kapal. Setiap elemen konstruksi mulai dari Lunas, Gading, Galar, papan lambung, Papan Geladak termasuk sekat dihitung besarnya volumetrik kayu terpasang, sehingga dari total jumlah volumetrik tersebut akan dihasilkan besarnya volume kayu secara keseluruhan.

3.7 Analisis Ekonomis Kapal Kayu *Existing* dan Kapal Kayu Sesuai *Rules* BKI (1996)

Hasil perbandingan nilai ekonomis pada kapal kayu ini nantinya akan dihitung berapa besar biaya dalam pembangunan kapalnya. Dalam tahap ini akan dilakukan perhitungan detail (*breakdown*) dari biaya produksi kapal kayu *existing* dan kapal kayu sesuai *rules* BKI (1996).

BAB 4

HASIL SURVEI KAPAL *EXISTING*

4.1 Data Kapal Kayu

Penelitian ini dilaksanakan pada kapal kayu yang telah dibangun oleh nelayan tradisional di pesisir pantai. Secara umum metode pembangunan kapal yang mereka laksanakan adalah dengan metode konvensional, ilmu yang mereka miliki secara turun temurun, peralatan yang terbatas serta jumlah SDM yang terbatas.

Studi lapangan/survei dalam penelitian ini dilakukan pada dua daerah yang berbeda, dimana pada masing-masing daerah dilakukan pengambilan sampel pada kapal yang sedang dibangun dan hampir selesai.

Data hasil survei yang telah dilaksanakan adalah sebagai berikut :

- a. Galangan Kapal H. Muhammad Ali (lokasi di Mayangan – Probolinggo)
- b. Galangan Kapal Bapak Abu (lokasi di Mayangan – Probolinggo)
- c. Galangan Kapal Bapak Taufik (lokasi di Paciran – Lamongan)

Berikut dibawah ini pada Tabel 4. 1 adalah rincian data kapal kayu dari masing-masing galangan kapal menurut survei yang telah dilaksanakan yaitu Kapal Kota Baru II, King Anugerah, dan Titipan Ilahi.

Tabel 4. 1 Data Kapal Kayu

Nama Kapal	Kota Baru II	King Anugerah	Titipan Ilahi
Panjang Kapal	16,40 Meter	16,00 Meter	16,50 Meter
Lebar Kapal	5,50 Meter	5,50 Meter	6,00 Meter
Tinggi Kapal	2,10 Meter	1,60 Meter	1,40 Meter
Sarat Kapal	1,00 Meter	1,00 Meter	0,80 Meter
Tonnage	-	-	-
Bahan	Kayu	Kayu	Kayu
Jenis	Jati Lokal	Jati Lokal	Jati Lokal

Dalam survey yang sudah dilaksanakan, bahwa penggunaan kayu jati ini dianggap lebih baik dibanding kayu lokal berjenis lain serta tingkat ketersediaan

yang masih mencukupi yang ada disekitar lokasi pembangunan kapal selain itu penggunaan kayu jati untuk keseluruhan bagian konstruksi kapal menjadi pertimbangan pembangun kapal untuk meminimalisir biaya pengiriman dari penjual kayu yang rata-rata hanya menjual satu jenis kayu saja, jadi selain lebih ekonomis bahwa pembelian kayu jati pada satu penjual tentunya pengrajin/pembuat kapal kayu akan mendapatkan potongan harga yang cukup signifikan. Terlihat dari bahan material yang dibeli seperti pada Gambar 4. 1 berikut :



Gambar 4. 1 Material kayu jati

Keseluruhan bagian konstruksi dari dasar sampai dengan bangunan atas menggunakan satu jenis kayu yaitu jati juga salah satu yang menjadi pertimbangan selain kekuatannya adalah tekstur kayu dan kemudahan dalam pengolahannya adalah salah satu faktor jika kapal dibangun dengan bahan full kayu jati. Terlihat juga pada Gambar 4. 2



Gambar 4. 2 Komponen kapal berbahan jati

Dapat dilihat dari gambar tersebut secara tekstur kayu bahwa komponen kapal seperti sekat, penegar, kulit dan rangka termasuk bangunan atas dibuat dengan berbahan kayu jati sehingga kapal akan nampak memiliki nilai estetika yang lebih jika dibandingkan dengan kayu selain kayu jati yang minim serat.

4.2 Dimensi Konstruksi Kapal Existing Berdasarkan Survei

Berdasarkan *survey* yang telah dilakukan peneliti pada tiap galangan didapatkan data ukuran konstruksi pada kapal kayu yang sedang dibangun dan hampir selesai, dimana peneliti melakukan pengukuran langsung terhadap konstruksi terkait. Hasil pengukuran terhadap konstruksi kapal dilakukan pada dua daerah yang berbeda, dimana masing-masing daerah dilakukan pengambilan ukuran konstruksi pada kapal yang sedang dibangun dan hampir selesai. Berikut di bawah ini merupakan hasil perhitungan ukuran konstruksi berdasarkan survei dapat dirinci pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Dimensi Konstruksi Kapal Existing Berdasarkan Survei

No	Item	Galangan H. Muhammad Ali	Galangan Bapak Abu	Galangan Bapak Taufik
	Nama Kapal	Kota Baru II	King Anugerah	Titipan Ilahi
	Panjang Kapal	16,40 meter	16,00 meter	16,50 meter
	Lebar Kapal	05,50 meter	05,50 meter	06,00 meter
	Tinggi Kapal	02,10 meter	01,60 meter	01,40 meter
	Sarat Kapal	01,00 meter	01,00 meter	08,00 meter
	Tonnage	-	-	-
	Bahan	Kayu	Kayu	Kayu
	Jenis	Jati Lokal	Jati Lokal	Jati Lokal (Tuban)
	Data Konstruksi (dalam mm)			
1	Lunas & Linggi			
a	Lunas	300 (b) x 250 (t)	250 (b) x 220 (t)	260 (b) x 260 (t)
b	Linggi Haluan	250 (b) x 220 (t)	200 (b) x 180 (t)	350 (b) x 200 (t)
C	Linggi Buritan	250 (b) x 220 (t)	200 (b) x 180 (t)	350 (b) x 200 (t)
2	Gading-Gading	200 (h) x 60 (t)	120 (h) x 80 (t)	180 (h) x 60 (t)
3	Ukuran Wrang	300 (h) x 70 (t)	300 (h) x 60 (t)	400 (h) x 30 (t)
4	Galar & Balok Kim			
a	Galar & Balok Kim	150 (h) x 60 (t)	180 (h) x 80 (t)	220 (h) x 60 (t)
b	Balok Kim	150 (h) x 60 (t)	180 (h) x 50 (t)	220 (h) x 60 (t)
5	Jarak Gading	400	300	600

No	Item	Galangan H.	Galangan	Galangan
6	Pelat Kulit Luar	40	50	40
7	Jarak Balok Geladak	1600	1500	2400
8	Tebal Geladak	30	50	30
9	Lutut Balok Geladak	150 (h) x 60 (t)	180 (h) x 50 (t)	220 (h) x 60 (t)
10	Balok Geladak	510 (h) x 20 (t)	400 (h) x 40 (t)	200 (h) x 60 (t)
11	Tebal Sekat & Penegar			
a	Tebal Sekat	40	35	50
b	Penegar	200 (h) x 80 (t)	150 (h) x 50 (t)	200 (h) x 120 (t)

Berdasarkan *survey* yang telah dilakukan peneliti pada tiap galangan bahwa konstruksi kapal yang dibangun memiliki ukuran konstruksi yang beragam dan adakalanya untuk konstruksi yang sejenis ukuran dari konstruksi kurang presisi dan tingkat akurasi kesimetrisannya masih minim. Contoh yang terlihat jelas seperti pada gading kapal dimensi *web* dari dasar sampai dengan geladak tidak sama persis karena memang pengerjaannya yang sangat konvensional, hal ini berlaku terhadap *face* nya juga. Semisal gading yang ada berukuran 200 mm (*web*) dan 60 mm (*face*) di daerah bawah memiliki ukuran yang sesuai, tetapi semakin keatas ukuran tersebut bisa berkurang atau bahkan bertambah $\pm 5-10$ mm menjadi 265 mm (*web*) dan 68 mm (*face*). Begitu juga dengan yang terjadi pada jarak gading kapal, pada sisi kiri kapal jarak gading 400 mm tetapi pada sisi kanan jarak gadingnya bisa berkurang ataupun bertambah meskipun secara umum rata rata dari jarak gading adalah 400 mm. Dari informasi berdasarkan survey bahwa pihak pembangun/galangan konvensional saat proses pembuatan konstruksi hanya mengandalkan perkiraan dari ukuran konstruksi dirasa cukup atau tidaknya.

Secara umum konstruksi kapal yang dibangun secara konvensional sudah sangat cukup memenuhi nilai estetika pembangunan meskipun secara teknis tingkat akurasi dimensi konstruksi maupun ketebalan kulit baik dari lambung dan geladak tidak sepenuhnya sama sehingga hasil dari kapal yang dibangun pada saat berlayar atau berada di perairan memiliki stabilitas yang kurang maksimal karena memang tingkat kesimetrisan kapal yang tidak mutlak presisi. Menyikapi hal ini pembangun kapal secara konvensional akan menambahkan beban berupa kayu atau semen atau benda lain yang dianggap berat untuk menyeimbangkan kapal

kanan maupun kiri dan tentunya hal ini tidak melalui analisis perhitungan melainkan berdasarkan perkiraan saja.

4.3 Data Volume Kayu Terpasang Kapal Kayu *Existing*

Dari data diatas hasil perbandingan dimensi konstruksi akan dihitung berapa besar atau berapa volume total kayu terpasang dalam pembangunan kapal. Pada sub bab ini terlampir data dari volume kayu terpasang kapal kayu *existing* dan kapal sesuai BKI.

Layaknya seperti dalam perhitungan harga dari kapal, maka dalam tahap ini akan dilakukan perhitungan detail (*breakdown*) material terpasang guna menentukan besarnya *raw material* sebagai fungsi dari harga material total. Berikut dibawah ini merupakan data volume kapal kayu terpasang *existing* dan sesuai BKI Tabel 4. 3, Tabel 4. 4, dan Tabel 4. 5. Adapun detail dari perhitungan volume terpasang dapat dilihat pada lampiran 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, dan 4.6.

a. Kapal Kota Baru II (Mayangan – Probolinggo)

Setelah mendapatkan data dimensi ukuran dari konstruksi kapal kayu baik kapal *existing* maupun sesuai perhitungan *rules* BKI (1996). Selanjutnya, dihitung berapa besar volume kayu terpasang dari kapal tersebut, yaitu dengan mencari luasan area konstruksi yang diukur, kemudian dikalikan dengan jumlah berapa banyak konstruksi yang terpasang pada kapal sebagai fungsi dari volume total kayu terpasang (m³).

Tabel 4. 3 Volume Kayu Terpasang Kapal Kota Baru II (Existing)

NO	NAMA	VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL (m ³)
A	Kulit & Geladak	6,64	3	11,17
B	Linggi	1,01	2	1,01
C	Wrang	1,74	45	1,74
D	Gading-gading	1,60	90	3,20
E	Galar	0,38	2	0,38
F	Lunas	1,5	1	1,5

NO	NAMA	VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL (m ³)
G	Penumpu Geladak	2,22	131	3,07
F	Sekat	1,2	43	2,95
TOTAL				25,01

b. Kapal King Anugerah (Mayangan – Probolinggo)

Setelah mendapatkan data dimensi ukuran dari konstruksi kapal kayu baik kapal *existing* maupun sesuai perhitungan *rules* BKI (1996). Selanjutnya, dihitung berapa besar volume kayu terpasang dari kapal tersebut, yaitu dengan mencari luasan area konstruksi yang diukur, kemudian dikalikan dengan jumlah berapa banyak konstruksi yang terpasang pada kapal sebagai fungsi dari volume total kayu terpasang (m³).

Tabel 4. 4 Volume Kayu Terpasang Kapal King Anugerah (Existing)

NO	NAMA	VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL (m ³)
A	Kulit & Geladak	7,82	3	12,12
B	Linggi	0,52	2	0,52
C	Wrang	1,58	58	1,58
D	Gading-gading	1,51	116	3,02
E	Galar	0,48	2	0,48
F	Lunas	1,10	1	1,10
G	Penumpu Geladak	3,14	174	4,09
F	Sekat	0,79	43	1,74
TOTAL				24,65

c. Kapal Titipan Ilahi (Paciran – Lamongan)

Setelah mendapatkan data dimensi ukuran dari konstruksi kapal kayu baik kapal *existing* maupun sesuai perhitungan *rules* BKI (1996). Selanjutnya, dihitung berapa besar volume kayu terpasang dari kapal tersebut, yaitu dengan mencari luasan area konstruksi yang diukur, kemudian dikalikan

dengan jumlah berapa banyak konstruksi yang terpasang pada kapal sebagai fungsi dari volume total kayu terpasang (m³)

Tabel 4. 5 Volume Kayu Terpasang Kapal Titipan Ilahi (*Existing*)

NO	NAMA	VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL (m ³)
A	Kulit & Geladak	5,48	3	8,59
B	Linggi	1,04	2	1,04
C	Wrang	0,81	28	0,81
D	Gading- gading	1,24	56	2,47
E	Galar	0,57	2	0,57
F	Lunas	1,39	1	1,39
G	Penumpu Geladak	2,32	84	3,25
F	Sekat	1,09	43	3,29
TOTAL				21,40

4.4 Data Produksi Kapal Kayu *Existing*

Dalam perhitungan biaya produksi kapal kayu, komponen biaya yang dikeluarkan meliputi berat kasko kapal, biaya tenaga kerja, dan biaya mesin. Biaya tersebut sangat mempengaruhi berapa banyak biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi kapal berbahan jenis kayu. Berikut ini merupakan rincian biaya produksi kapal kayu *existing*.

Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka berikut disajikan beberapa data terkait kapal kayu yang dibangun secara tradisional :

- a. Material kayu yang digunakan untuk pembuatan kapal kayu adalah material yang terdapat disekitar daerah galangan kapal kayu, yaitu kayu jati Lokal
- b. Harga material kayu yang dibeli oleh galangan adalah seharga Rp. 12.000.000 per meter kubik untuk daerah Probolinggo dan Rp. 10.000.000 per meter kubik untuk daerah Lamongan

- c. Metode produksi kapal kayu tradisional adalah diawali dengan pembuatan rangka konstruksi dahulu dan kemudian dilanjutkan dengan pemasangan kulit serta geladak
- d. Proses penyambungan kayu adalah dengan menggunakan Mur Baut untuk konstruksi dan kulit serta pada beberapa titik menggunakan pasak kayu
- e. Metode pembengkokan kayu pada kapal adalah dengan metode bakar dan ditekan menggunakan besi
- f. Proses pembangunan 1 unit kapal bisa mencapai 5 -7 bulan

Harga pembelian material kayu jati yang ada tersebut merupakan rata-rata harga dari penjual kayu yang telah didatangi oleh pemilik kapal maupun pembangun kapal. Dimana kisaran harga kayu mulai Rp.5.000.000,- sampai dengan Rp.15.000.000,- tergantung dari diameter log kayu yang akan dibeli, selain itu harga ini tergantung tingkat kualitas kayu. Karena di pasaran atau pada pedagang kayu menyediakan kayu jati yang masih dalam kondisi bersih atau sudah dikeringkan secara konvensional (metode penjemuran). Secara umum kayu jati tergolong dari kayu dengan kelas awet I (II) dan kelas kuat II. Dalam pembeliannya galangan pembangun kapal kebanyakan membeli kayu dengan ukuran Log (bulat) yang banyak dikenal dengan nama Jati A4 (jati dengan diameter log lebih dari 40 cm. Ukuran kayu dengan diameter ini cenderung lebih mahal karena memang secara usia kayu jati ini dianggap lebih tua dan lebih kuat dibanding dengan jati berdiameter lebih kecil. Referensi ini juga didapatkan dari sumber harga kayu perhutani dimana harga kayu Jati A4 adalah berkisar Rp.10.000.000,- s/d 12.000.000,- per meter kubiknya (PERHUTANI, 2020). Harga yang ada tersebut tentunya harga pembelian normal dari kayu dan belum termasuk biaya angkat dan angkut serta biaya pemotongan kayu untuk dijadikan konstruksi.

BAB V

PERHITUNGAN KONSTRUKSI KAPAL SECARA *RULES* BKI (1996)

5.1 Analisis Penentuan Dimensi Konstruksi Kapal Kayu secara *Rules* BKI

Sesuai dengan data ukuran utama kapal yang didapatkan dari survei, maka perhitungan dimensi konstruksi berdasarkan Rule BKI menggunakan fungsi dari panjang dan lebar kapal kayu. Hasil perhitungan ini selanjutnya akan disesuaikan dengan tabel-tabel dimensi konstruksi dari kapal yang terdapat pada *Rule* BKI, jika dalam tabel tersebut tidak terdapat angka yang diharapkan maka nilai dari dimensi konstruksi akan dilakukan interpolasi pada nilai atas dan nilai bawah dari tabel yang ada .

Berikut adalah merupakan hasil penentuan dimensi konstruksi kapal ikan yang telah dilaksanakan survey dan didasarkan pada tabel-tabel angka penunjuk pada *rules* BKI (1996) dapat dilihat pada Tabel 5. 1, Tabel 5. 2, dan Tabel 5. 3.

a. Kapal A (Kapal Kota Baru II)

Kapal Kota Baru II merupakan kapal yang diproduksi di daerah Mayangan- Probolinggo, berdasarkan ukuran utama kapal tersebut, maka ditentukan dimensi/ukuran konstruksi dari kapal tersebut berdasarkan angka penunjuk pada Rule BKI 1996 dimana dalam angka penunjuk yang ada didapatkan besaran *web* dari *face* kayu elemen konstruksi.

Tabel 5. 1 Ukuran Konstruksi Kapal Kota Baru II

No	Bagian Konstruksi	Ukuran Konstruksi (mm)	
		Referensi	<i>Rules</i> BKI
1	Lunas & Linggi	BKI (Vol VI) 1996 Dilihat pada Lampiran 5	
a	Lunas		180 (b) x 230 (t)
b	Linggi Haluan		190 (b) x 285 (t)
c	Linggi Buritan		220 (b) x 315 (t)
2	Gading-Gading		144 (h) x 93 (t)
3	Ukuran Wrang		240 (h) x 93 (t)
4	Galar & Balok Kim		
a	Galar & Balok Kim		310 (h) x 64 (t)

No	Bagian Konstruksi	Ukuran Konstruksi (mm)	
		Referensi	Rules BKI
b	Balok Kim		245 (h) x 56 (t)
5	Jarak Gading		370
6	Pelat Kulit Luar		41
7	Jarak Balok Geladak		1440
8	Tebal Geladak		48
9	Lutut Balok Geladak		270 (h) x 49 (t)
10	Balok Geladak		245 (h) x 56 (t)
11	Tebal Sekat & Penegar		
a	Tebal Sekat		40
b	Penegar		80 (h) x 50 (t)

b. Kapal B (Kapal King Anugerah)

Kapal King Anugerah merupakan kapal yang diproduksi di daerah Mayangan-Probolinggo, berdasarkan ukuran utama kapal tersebut, maka ditentukan dimensi/ukuran konstruksi dari kapal tersebut berdasarkan angka penunjuk pada Rule BKI 1996 dimana dalam angka penunjuk yang ada didapatkan besaran *web* dari *face* kayu elemen konstruksi.

Tabel 5. 2 Ukuran Konstruksi Kapal King Anugerah

No	Bagian Konstruksi	Ukuran Konstruksi (mm)	
		Referensi	Rules BKI
1	Lunas & Linggi	BKI (Vol VI) 1996 Dilihat pada Lampiran 5	
a	Lunas		175 (b) x 220 (t)
b	Linggi Haluan		180 (b) x 265 (t)
c	Linggi Buritan		205 (b) x 300 (t)
2	Gading-Gading		127 (h) x 82 (t)
3	Ukuran Wrang		220 (h) x 82 (t)
4	Galar & Balok Kim		
a	Galar & Balok Kim		280 (h) x 58 (t)
b	Balok Kim		230 (h) x 55 (t)
5	Jarak Gading		340
6	Pelat Kulit Luar		38
7	Jarak Balok Geladak	1360	
8	Tebal Geladak	46	
9	Lutut Balok Geladak	260 (h) x 46 (t)	
10	Balok Geladak	230 (h) x 55 (t)	
11	Tebal Sekat & Penegar		
a	Tebal Sekat	40	
b	Penegar	80 (h) x 50 (t)	

c. Kapal C (Kapal Titipan Ilahi)

Kapal Titipan Ilahi merupakan kapal yang diproduksi di daerah Paciran-Lamongan, berdasarkan ukuran utama kapal tersebut, maka ditentukan dimensi/ukuran konstruksi dari kapal tersebut berdasarkan angka penunjuk pada Rule BKI 1996 dimana dalam angka penunjuk yang ada didapatkan besaran *web* dari *face* kayu elemen konstruksi.

Tabel 5. 3 Ukuran Konstruksi Kapal Titipan Ilahi

No	Bagian Konstruksi	Ukuran Konstruksi (mm)	
		Referensi	Rules BKI
1	Lunas & Linggi	BKI (Vol VI) 1996 Dilihat pada Lampiran 5	
a	Lunas		175 (b) x 220 (t)
b	Linggi Haluan		180 (b) x 265 (t)
c	Linggi Buritan		205 (b) x 300 (t)
2	Gading-Gading		127 (h) x 82 (t)
3	Ukuran Wrang		220 (h) x 82 (t)
4	Galar & Balok Kim		
a	Galar & Balok Kim		265 (h) x 62 (t)
b	Balok Kim		230 (h) x 55 (t)
5	Jarak Gading		340
6	Pelat Kulit Luar		38
7	Jarak Balok Geladak		1360
8	Tebal Geladak		46
9	Lutut Balok Geladak		260 (h) x 46 (t)
10	Balok Geladak		230 (h) x 55 (t)
11	Tebal Sekat & Penegar		
a	Tebal Sekat		40
b	Penegar		80 (h) x 50 (t)

5.2 Analisis Perbandingan Ukuran Kontruksi Kapal *Existing* dan Perhitungan menurut *Rules* BKI (1996)

Pada bab sebelumnya telah didapatkan ukuran kontruksi kapal kayu berdasarkan *survey* lapangan dan telah dilakukan perhitungan konstruksi berdasarkan *rules* BKI . Dari hasil yang didapat terdapat perbedaan ukuran kontruksi yang cukup signifikan.

Adakalanya terdapat perbedaan jarak gading dan jarak galar terdapat perbedaan, seperti pada kapal A (Kota Baru II) dan kapal C (Titipan Ilahi) jarak gading menurut *Rules* BKI cenderung lebih rapat dikarenakan berdasarkan

analisis angka penunjuk yang tersebut pada tabel yang tersaji dalam BKI jarak gading dan jarak balok geladak ini dipengaruhi oleh panjang, lebar dan tinggi dari kapal. Sehingga secara hasil perhitungan menurut *Rules* BKI jarak gading serta balok geladak menjadi lebih rapat dibanding kapal *existing*. Adapun perbandingan ukuran dimensi konstruksi antara kapal *Existing* dan berdasarkan penentuan dimensi secara *Rules* BKI 1996 dapat dilihat pada Tabel 5. 4, Tabel 5. 5, dan Tabel 5. 6.

a. Kapal A (Kapal Kota Baru II)

Perbandingan nilai dimensi konstruksi dari kapal *Existing* dan secara analisis *Rule* BKI 1996 menunjukkan perbedaan pada keseluruhan bagian konstruksi dengan nilai bervariasi, nilai *web* (b) dan nilai *face* (t) yang tertera pada tabel secara keseluruhan dalam satuan mm. Hasil yang tertera pada Survey lapangan adalah dimensi berdasarkan pengukuran, sedangkan *Rules* BKI berdasarkan analisis menurut tabel angka penunjuk BKI.

Tabel 5. 4 Perbandingan Ukuran Konstruksi Kapal Kota Baru II

No	Bagian Konstruksi	Ukuran Konstruksi (mm)	
		Survei Lapangan	<i>Rules</i> BKI
1	Lunas & Linggi		
a	Lunas	300 (b) x 250 (t)	180 (b) x 230 (t)
b	Linggi Haluan	250 (b) x 220 (t)	190 (b) x 285 (t)
c	Linggi Buritan	250 (b) x 220 (t)	220 (b) x 315 (t)
2	Gading-Gading	200 (h) x 60 (t)	144 (h) x 93 (t)
3	Ukuran Wrang	300 (h) x 70 (t)	240 (h) x 93 (t)
4	Galar & Balok Kim		
a	Galar & Balok Kim	150 (h) x 60 (t)	310 (h) x 64 (t)
b	Balok Kim	150 (h) x 60 (t)	245 (h) x 56 (t)
5	Jarak Gading	400	370
6	Pelat Kulit Luar	40	41
7	Jarak Balok Geladak	1600	1440
8	Tebal Geladak	30	48
9	Lutut Balok Geladak	150 (h) x 60 (t)	270 (h) x 49 (t)
10	Balok Geladak	510 (h) x 20 (t)	245 (h) x 56 (t)
11	Tebal Sekat & Penegar		
a	Tebal Sekat	40	40
b	Penegar	200 (h) x 80 (t)	80 (h) x 50 (t)

b. Kapal B (Kapal King Anugerah)

Perbandingan nilai dimensi konstruksi dari kapal *Existing* yaitu pada kapal King Anugerah dan secara analisis *Rule* BKI 1996 menunjukkan perbedaan pada keseluruhan bagian konstruksi dengan nilai bervariasi, nilai *web* (b) dan nilai *face* (t) yang tertera pada tabel secara keseluruhan dalam satuan mm. Hasil yang tertera pada Survey lapangan adalah dimensi berdasarkan pengukuran, sedangkan *Rules* BKI berdasarkan analisis menurut tabel angka penunjuk BKI.

Tabel 5. 5 Perbandingan Ukuran Konstruksi Kapal King Anugerah

No	Bagian Konstruksi	Ukuran Konstruksi (mm)	
		Survei Lapangan	Rules BKI
1	Lunas & Linggi		
a	Lunas	250 (b) x 220 (t)	175 (b) x 220 (t)
b	Linggi Haluan	200 (b) x 180 (t)	180 (b) x 265 (t)
c	Linggi Buritan	200 (b) x 180 (t)	205 (b) x 300 (t)
2	Gading-Gading	120 (h) x 80 (t)	127 (h) x 82 (t)
3	Ukuran Wrang	300 (h) x 60 (t)	220 (h) x 82 (t)
4	Galar & Balok Kim		
a	Galar & Balok Kim	180 (h) x 80 (t)	280 (h) x 58 (t)
b	Balok Kim	180 (h) x 50 (t)	230 (h) x 55 (t)
5	Jarak Gading	300	340
6	Pelat Kulit Luar	50	38
7	Jarak Balok Geladak	1500	1360
8	Tebal Geladak	50	46
9	Lutut Balok Geladak	180 (h) x 50 (t)	260 (h) x 46 (t)
10	Balok Geladak	400 (h) x 40 (t)	230 (h) x 55 (t)
11	Tebal Sekat & Penegar		
a	Tebal Sekat	35	40
b	Penegar	150 (h) x 50 (t)	80 (h) x 50 (t)

c. Kapal C (Kapal Titipan Ilahi)

Perbandingan nilai dimensi konstruksi dari kapal *Existing* yaitu kapal Titipan Ilahi dan secara analisis *Rule* BKI 1996 menunjukkan perbedaan pada keseluruhan bagian konstruksi dengan nilai bervariasi, nilai *web* (b) dan nilai *face* (t) yang tertera pada tabel secara keseluruhan dalam satuan mm. Hasil yang tertera pada Survey lapangan adalah dimensi berdasarkan pengukuran,

sedangkan *Rules* BKI berdasarkan analisis menurut tabel angka penunjuk BKI.

Tabel 5. 6 Perbandingan Ukuran Konstruksi Kapal Titipan Ilahi

No	Bagian Konstruksi	Ukuran Konstruksi (mm)	
		Survei Lapangan	Rules BKI
1	Lunas & Linggi		
a	Lunas	260 (b) x 260 (t)	175 (b) x 220 (t)
b	Linggi Haluan	350 (b) x 200 (t)	180 (b) x 265 (t)
c	Linggi Buritan	350 (b) x 200 (t)	205 (b) x 300 (t)
2	Gading-Gading	180 (h) x 60 (t)	127 (h) x 82 (t)
3	Ukuran Wrang	400 (h) x 30 (t)	220 (h) x 82 (t)
4	Galar & Balok Kim		
a	Galar & Balok Kim	220 (h) x 60 (t)	265 (h) x 62 (t)
b	Balok Kim	220 (h) x 60 (t)	230 (h) x 55 (t)
5	Jarak Gading	600	340
6	Pelat Kulit Luar	40	38
7	Jarak Balok Geladak	2400	1360
8	Tebal Geladak	30	46
9	Lutut Balok Geladak	220 (h) x 60 (t)	260 (h) x 46 (t)
10	Balok Geladak	200 (h) x 60 (t)	230 (h) x 55 (t)
11	Tebal Sekat & Penegar		
a	Tebal Sekat	50	40
b	Penegar	200 (h) x 120 (t)	80 (h) x 50 (t)

Dari komparasi yang ada sebelumnya, maka berikut pada Tabel 5. 7 merupakan Resume dimensi konstruksi Kapal Existing pada ketiga kapal yang telah dilakukan survey didaerah Probolinggo dan Lamongan.

Tabel 5. 7 Resume Ukuran Konstruksi Kapal Kayu Existing

No	Item	Kapal A (Kota Baru II)	Kapal B (King Anugerah)	Kapal C (Titipan Ilahi)
	Data Kapal :			
	Panjang Kapal	16,40 meter	16,00 meter	16,50 meter
	Lebar Kapal	05,50 meter	05,50 meter	06,00 meter
	Tinggi Kapal	02,10 meter	01,60 meter	01,40 meter
	Sarat Kapal	01,00 meter	01,00 meter	08,00 meter
	Tonnage	-	-	-
	Bahan	Kayu	Kayu	Kayu
	Jenis	Jati Lokal	Jati Lokal	Jati Lokal (Tuban)

No	Item	Kapal A (Kota Baru II)	Kapal B (King Anugerah)	Kapal C (Titipan Ilahi)
Data Konstruksi (dalam mm)				
1	Lunas & Linggi			
a	Lunas	300 (b) x 250 (t)	250 (b) x 220 (t)	260 (b) x 260 (t)
b	Linggi Haluan	250 (b) x 220 (t)	200 (b) x 180 (t)	350 (b) x 200 (t)
c	Linggi Buritan	250 (b) x 220 (t)	200 (b) x 180 (t)	350 (b) x 200 (t)
2	Gading-Gading	200 (h) x 60 (t)	120 (h) x 80 (t)	180 (h) x 60 (t)
3	Ukuran Wrang	300 (h) x 70 (t)	300 (h) x 60 (t)	400 (h) x 30 (t)
4	Galar & Balok Kim			
a	Galar & Balok Kim	150 (h) x 60 (t)	180 (h) x 80 (t)	220 (h) x 60 (t)
b	Balok Kim	150 (h) x 60 (t)	180 (h) x 50 (t)	220 (h) x 60 (t)
5	Jarak Gading	400	300	600
6	Pelat Kulit Luar	40	50	40
7	Jarak Balok Geladak	1600	1500	2400
8	Tebal Geladak	30	50	30
9	Lutut Balok Geladak	150 (h) x 60 (t)	180 (h) x 50 (t)	220 (h) x 60 (t)
10	Balok Geladak	510 (h) x 20 (t)	400 (h) x 40 (t)	200 (h) x 60 (t)
11	Tebal Sekat & Penegar			
a	Tebal Sekat	40	35	50
b	Penegar	200 (h) x 80 (t)	150 (h) x 50 (t)	200 (h) x 120 (t)

Sedangkan dari komparasi yang ada sebelumnya, maka berikut pada Tabel 5. 8 merupakan Resume dimensi konstruksi Kapal sesuai penentuan dimensi konstruksi berdasarkan Rule BKI 1996 pada ketiga kapal yang telah dilakukan survey didaerah Probolinggo dan Lamongan.

Tabel 5. 8 Resume Ukuran Konstruksi Berdasarkan Rules BKI (1996)

No	Item	Kapal A (Kota Baru II)	Kapal B (King Anugerah)	Kapal C (Titipan Ilahi)
	Data Kapal :			
	Panjang Kapal	16.40 meter	16.00 meter	16.50 meter
	Lebar Kapal	05.50 meter	05.50 meter	06.00 meter
	Tinggi Kapal	02.10 meter	01.60 meter	01.40 meter
	Sarat Kapal	01.00 meter	01.00 meter	08.00 meter
	Tonnage	-	-	-

No	Item	Kapal A	Kapal B	Kapal C
	Bahan Jenis	Kayu Jati Lokal	Kayu Jati Lokal	Kayu Jati Lokal (Tuban)
Data Konstruksi (dalam mm)				
1	Lunas & Linggi			
a	Lunas	180 (b) x 230 (t)	175 (b) x 220 (t)	175 (b) x 220 (t)
b	Linggi Haluan	190 (b) x 285 (t)	180 (b) x 265 (t)	180 (b) x 265 (t)
c	Linggi Buritan	220 (b) x 315 (t)	205 (b) x 300 (t)	205 (b) x 300 (t)
2	Gading-Gading	144 (h) x 93 (t)	127 (h) x 82 (t)	127 (h) x 82 (t)
3	Ukuran Wrang	240 (h) x 93 (t)	220 (h) x 82 (t)	220 (h) x 82 (t)
4	Galar & Balok Kim			
a	Galar & Balok Kim	310 (h) x 64 (t)	280 (h) x 58 (t)	265 (h) x 62 (t)
b	Balok Kim	245 (h) x 56 (t)	230 (h) x 55 (t)	230 (h) x 55 (t)
5	Jarak Gading	370	340	340
6	Pelat Kulit Luar	41	38	38
7	Jarak Balok Geladak	1440	1360	1360
8	Tebal Geladak	48	46	46
9	Lutut Balok Geladak	270 (h) x 49 (t)	260 (h) x 46 (t)	260 (h) x 46 (t)
10	Balok Geladak	245 (h) x 56 (t)	230 (h) x 55 (t)	230 (h) x 55 (t)
11	Tebal Sekat & Penegar			
a	Tebal Sekat	40	40	40
b	Penegar	80 (h) x 50 (t)	80 (h) x 50 (t)	80 (h) x 50 (t)

5.2 Analisis Hasil Perhitungan Akurasi pada Kontruksi Kapal Kayu

Pada sub-bab ini akan disajikan hasil dari perhitungan akurasi konstruksi kapal kayu antara kapal *existing* dengan perhitungan berdasar *Rules* BKI (1996) yang telah diperoleh. Perhitungan akurasi bertujuan untuk melihat seberapa jauh kontrol koreksi perbedaan antara kapal *existing* dengan perhitungan berdasar *rules* BKI (1996) guna dijadikan dasar untuk memperoleh bentuk dan ukuran konstruksi yang efisien berdasar pemodelan struktur. Akurasi disajikan terhadap nilai web maupun nilai face terhadap nilai yang tertera pada *Rules* BKI sebagai acuannya dalam bentuk *percentage*. Berikut adalah hasil pengukuran akurasi berdasarkan kapal *Existing* hasil *survey* dan aturan BKI (Tabel 5. 9Tabel 5. 10, Tabel 5. 11)

Tabel 5. 9 Hasil Pengukuran Akurasi Kapal A (Kota Baru II)

Nama Konstruksi	Perhitungan (dimensi dalam mm)		Rasio (%)	
	<i>Existing</i>	BKI	Web (b)	Face (t)
Lunas	300 (b) x 250 (t)	180 (b) x 230 (t)	+166%	+108,6%
Linggi Haluan	250 (b) x 220 (t)	190 (b) x 285 (t)	+24%	-29,5%
Linggi Buritan	250 (b) x 220 (t)	220 (b) x 315 (t)	+12%	-43,2
Gading-Gading	200 (h) x 60 (t)	144 (h) x 93 (t)	+28%	-55%
Ukuran Wrang	300 (h) x 70 (t)	240 (h) x 93 (t)	+20%	-32,9%
Galar & Balok Kim	150 (h) x 60 (t)	310 (h) x 64 (t)	-106,7%	-6,7%
Balok Kim	150 (h) x 60 (t)	245 (h) x 56 (t)	-63,3%	+6,7%
Jarak Gading	400	370	+7,5%	
Pelat Kulit Luar	40	41	-2,5%	
Jarak Balok Geladak	1600	1440	+10%	
Tebal Geladak	30	48	-60%	
Lutut Balok Geladak	150 (h) x 60 (t)	270 (h) x 49 (t)	-80%	+18,3%
Balok Geladak	510 (h) x 20 (t)	245 (h) x 56 (t)	+52%	-180%
Tebal Sekat	40	40	Sesuai	
Penegar	200 (h) x 80 (t)	80 (h) x 50 (t)	+60%	+37,5

Keterangan :

+) Melebihi standar yang ditetapkan BKI dalam (%)

-) Kurang dari standar yang ditetapkan BKI dalam (%)

Dari data Tabel 5. 4 dapat dilihat perbedaan akurasi pengukuran antara *Existing* hasil *survey* dan *rules* BKI untuk kapal Kota Baru II. Hampir keseluruhan konstruksi kapal melebihi/kurang dari yang ditetapkan oleh BKI seperti lunas, linggi, galar dan balok kim, balok kim, pelat kulit luar, wrang, gading, jarak gading, jarak balok geladak, balok geladak, tebal geladak, lutut balok geladak, dan penegar. Secara umum dari 15 item konstruksi, terdapat 9 item konstruksi kapal *Existing* memiliki ukuran yang melebihi standart yang ditentukan BKI.

Tabel 5. 10 Hasil Pengukuran Akurasi Kapal B (King Anugerah)

Nama Konstruksi	Perhitungan (dimensi dalam mm)		Rasio (%)	
	Existing	BKI	Web (b)	Face (t)
Lunas	250 (b) x 220 (t)	175 (b) x 220 (t)	+142,8%	0%
Linggi Haluan	200 (b) x 180 (t)	180 (b) x 265 (t)	+10%	-47,2%
Linggi Buritan	200 (b) x 180 (t)	205 (b) x 300 (t)	-2,5%	-66,7%
Gading-Gading	120 (h) x 80 (t)	127 (h) x 82 (t)	-5,83%	-2,5%
Ukuran Wrang	300 (h) x 60 (t)	220 (h) x 82 (t)	+26,7%	-36,7%
Galar & Balok Kim	180 (h) x 80 (t)	280 (h) x 58 (t)	-55,6%	+27,5%
Balok Kim	180 (h) x 50 (t)	230 (h) x 55 (t)	-27,8%	-10%
Jarak Gading	300	340	-13,4%	
Pelat Kulit Luar	50	38	+24%	
Jarak Balok Geladak	1500	1360	+9,3%	
Tebal Geladak	50	46	+8%	
Lutut Balok Geladak	180 (h) x 50 (t)	260 (h) x 46 (t)	-44,4%	+8%
Balok Geladak	400 (h) x 40 (t)	230 (h) x 55 (t)	+42,5%	-37,5%
Tebal Sekat	35	40	-14,29%	
Penegar	150 (h) x 50 (t)	80 (h) x 50 (t)	+46,7%	Sesuai

Keterangan :

+) Melebihi standar yang ditetapkan BKI dalam (%)

-) Kurang dari standar yang ditetapkan BKI dalam (%)

Dari data Tabel 5. 5 dapat dilihat perbedaan akurasi pengukuran antara *Existing* hasil *survey* dan *rules* BKI untuk kapal King Anugerah. Hampir keseluruhan konstruksi kapal melebihi/kurang dari yang ditetapkan oleh BKI seperti lunas, linggi, galar dan balok kim, balok kim, pelat kulit luar, wrang, gading, jarak gading, jarak balok geladak, balok geladak, tebal geladak, lutut balok geladak, dan penegar. Secara umum dari 15 item konstruksi, terdapat 8 item konstruksi kapal *Existing* memiliki ukuran yang melebihi standart yang ditentukan BKI.

Tabel 5. 11 Hasil Pengukuran Akurasi Kapal C (Titipan Ilahi)

Nama Konstruksi	Perhitungan (dimensi dalam mm)		Rasio (%)	
	Existing	BKI	Web (b)	Face (t)
Lunas	260 (b) x 260 (t)	175 (b) x 220 (t)	+148,5%	+118,18%
Linggi Haluan	350 (b) x 200 (t)	180 (b) x 265 (t)	+48,6%	-32,5%
Linggi Buritan	350 (b) x 200 (t)	205 (b) x 300 (t)	+41,4%	-50%
Gading-Gading	180 (h) x 60 (t)	127 (h) x 82 (t)	+29,4%	-36,7%
Ukuran Wrang	400 (h) x 30 (t)	220 (h) x 82 (t)	+45%	-173,3%
Galar & Balok Kim	220 (h) x 60 (t)	265 (h) x 62 (t)	-20,5%	-3,3%
Balok Kim	220 (h) x 60 (t)	230 (h) x 55 (t)	-4,5%	+8,3%
Jarak Gading	600	340	+43,3%	
Pelat Kulit Luar	40	38	+5%	
Jarak Balok Geladak	2400	1360	+43,3%	
Tebal Geladak	30	46	-53,3%	
Lutut Balok Geladak	220 (h) x 60 (t)	260 (h) x 46 (t)	-18,18%	+23,3%
Balok Geladak	200 (h) x 60 (t)	230 (h) x 55 (t)	-15%	+8,3%
Tebal Sekat	50	40	+20%	
Penegar	200 (h) x 120 (t)	80 (h) x 50 (t)	+60%	+58,3%

Keterangan :

+) Melebihi standar yang ditetapkan BKI dalam (%)

-) Kurang dari standar yang ditetapkan BKI dalam (%)

Dari data Tabel 5. 6 dapat dilihat perbedaan akurasi pengukuran antara *Existing* hasil *survey* dan *rules* BKI untuk kapal Titipan Ilahi. Hampir keseluruhan konstruksi kapal melebihi/kurang dari yang ditetapkan oleh BKI seperti lunas, linggi, galar dan balok kim, balok kim, pelat kulit luar, wrang, gading, jarak gading, jarak balok geladak, balok geladak, tebal geladak, lutut balok geladak, dan penegar. Secara umum dari 15 item konstruksi, terdapat 10 item konstruksi kapal *Existing* memiliki ukuran yang melebihi standart yang ditentukan BKI.

5.3 Analisis Perbandingan Volume Kayu Terpasang Kapal Kayu *Existing* dengan Kapal Kayu Menurut *Rules BKI (1996)*

Dari data diatas hasil perbandingan dimensi konstruksi akan dihitung berapa besar atau berapa volume total kayu terpasang dalam pembangunan kapal. Pada sub bab ini terlampir data dari volume kayu terpasang kapal kayu *existing* dengan kapal kayu sesuai *rules* BKI (1996).

Volume kayu terpasang yang dianalisis merupakan jumlah kayu yang dihitung berdasarkan dimensi dari konstruksi yang digunakan, *breakdown* dari kebutuhan kayu terpasang kapal kayu Existing dan kapal kayu menurut *Rules* BKI adalah sebagai berikut :

Dari data yang dijelaskan pada Tabel 5. 12, Tabel 5. 13, Tabel 5. 14 dibawah merupakan volume kayu terpasang berdasarkan dimensi konstruksi dari kapal berdasarkan *Rules* Biro Klasifikasi Indonesia (1996). Berikut adalah *resume* perbandingan volumetrik kayu terpasang pada kapal (Tabel 5. 15)

Tabel 5. 12 Volume Kayu Terpasang Kapal A (Kota Baru II)

NO	NAMA	VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
A	Kulit & Geladak	8,03	3	12,67
B	Linggi	0,88	2	0,88
C	Wrang	1,78	49	1,78
D	Gading-gading	1,81	98	3,62
E	Galar	0,69	2	0,69
F	Lunas	0,83	1	0,83
G	Penumpu Geladak	3,04	147	4,31
F	Sekat	1,16	43	2,12
TOTAL				26,89

Tabel 5. 13 Volume Kayu Terpasang Kapal B (King Anugerah)

NO	NAMA	VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
A	Kulit & Geladak	6,51	3	9,78
B	Linggi	0,78	2	0,78
C	Wrang	1,46	51	1,46
D	Gading-gading	1,49	102	2,97

E	Galar	0,60	2	0,60
F	Lunas	0,77	1	0,77
G	Penumpu Geladak	2,73	153	3,88
F	Sekat	0,89	43	1,68
TOTAL				21,90

Tabel 5. 14 Volume Kayu Terpasang Kapal C (Titipan Ilahi)

NO	NAMA	VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
A	Kulit & Geladak	6,59	3	9,54
B	Linggi	0,80	2	0,82
C	Wrang	1,73	49	1,73
D	Gading-gading	1,84	98	3,69
E	Galar	0,62	2	0,62
F	Lunas	0,79	1	0,79
G	Penumpu Geladak	3,285	147	4,58
F	Sekat	0,816	43	1,58
TOTAL				23,34

Dari data diatas didapatkan hasil perbandingan volume konstruksi kapal kapal berdasarkan *Rule* BKI 1996 dan sesuai pada Bab sebelumnya terkait total volume kayu terpasang kapal *Existing* sehingga berikut pada Tabel 5. 15 disajikan Resume komparasi dari volume kayu terpasang.

Tabel 5. 15 Resume Perbandingan Volume Kayu Terpasang

No	Nama Kapal	Volume Kayu (m ³) Kapal <i>Existing</i>	Volume Kayu (m ³) Analisis <i>Rule</i> BKI (1996)
1	Kapal A (Kota Baru II)	25,01	26,89
2	Kapal B (King Anugerah)	24,65	21,90
3	Kapal C (Titipan Ilahi)	21,40	23,34

Dari data Tabel 5. 15, dapat diketahui perbandingan volume kayu terpasang kapal *Existing* hasil *survey* dan kapal menurut analisis *rules* BKI adalah sebagai berikut :

✓ Kapal A (Kota Baru II) mempunyai volume terpasang $25,01 \text{ m}^3$ (*Existing*) dan $26,89 \text{ m}^3$ (BKI), hal ini menunjukkan bahwa dimensi konstruksi menurut perhitungan *Rules* BKI (1996) cenderung lebih berat yang disebabkan oleh beberapa hal di antaranya:

- Jarak gading menurut *Rules* BKI lebih kecil yaitu sebesar 370 mm, sedangkan kapal *Existing* jarak gadingnya sebesar 400 mm. sehingga dengan panjang kapal yang sama yaitu 16,40 meter, maka jumlah gading kapal menurut *Rules* BKI jumlahnya menjadi lebih banyak dibanding kapal *existing*. Selain itu dimensi penampang gading menurut *Rules* BKI (144 x 93 mm) lebih besar dibanding penampang gading kapal *Existing* (200 x 60 mm) Sehingga secara penampang konstruksi menjadikan volume kayu terpasang untuk gading kapal menurut *Rules* BKI menjadi lebih besar.
- Dimensi luas penampang balok geladak menurut *Rules* BKI cenderung lebih besar (245 x 56 mm) dibandingkan kapal *existing* (510 x 20 mm), hal ini mengakibatkan volumetrik balok geladak menurut *Rules* BKI menjadi lebih besar.
- Papan kulit luar menurut *Rules* BKI lebih tebal (sebesar 41 mm dibanding kapal *existing* sebesar 40 mm) sehingga dengan luasan lambung kapal yang sama, maka volume papan kulit luar yang terpasang menurut *Rules* BKI menjadi lebih besar.
- Tebal geladak menurut *Rules* BKI lebih tebal (sebesar 48 mm dibanding kapal *existing* sebesar 30 mm) sehingga dengan luasan geladak kapal yang sama, maka volume papan geladak yang terpasang menjadi lebih besar.
- Dari data yang tersaji dapat dilihat bahwa ukuran konstruksi galar dan balok kim, balok kim serta lutut balok geladak menurut *Rules*

BKI lebih besar sehingga volume konstruksi yang terpasang menjadi lebih besar.

✓ King Anugerah mempunyai volume terpasang $24,65 \text{ m}^3$ (*Existing*) dan $21,90 \text{ m}^3$ (BKI), hal ini menunjukkan bahwa dimensi konstruksi kapal *Existing* cenderung lebih berat yang disebabkan oleh beberapa hal di antaranya:

- Dimensi lunas kapal *existing* memiliki dimensi $250 \times 220 \text{ mm}$ dibanding kapal menurut *Rules* BKI sebesar $175 \times 220 \text{ mm}$ yang mengakibatkan secara volume menjadi lebih besar dibanding kapal menurut *Rules* BKI
- Papan kulit luar kapal *existing* yaitu sebesar 50 mm cenderung lebih tebal dari kapal menurut *Rules* BKI sebesar 38 mm sehingga dengan luasan lambung kapal yang sama, maka volume papan kulit luar yang terpasang menjadi lebih besar.
- Tebal geladak kapal *existing* yaitu sebesar 50 mm lebih tebal dari kapal menurut *Rules* BKI sebesar 46 mm sehingga dengan luasan geladak kapal yang sama, maka volume papan geladak yang terpasang menjadi lebih besar.
- Ukuran konstruksi balok geladak, wrang, penegar, lunas dan linggi kapal *existing* lebih besar sehingga volume konstruksi yang terpasang menjadi lebih besar.

✓ Titipan Ilahi mempunyai volume terpasang $21,40 \text{ m}^3$ (*Existing*) dan $23,34 \text{ m}^3$ (BKI), hal ini menunjukkan bahwa dimensi konstruksi menurut perhitungan *rules* BKI (1996) cenderung lebih berat yang disebabkan oleh beberapa hal di antaranya:

- Jarak gading menurut *Rules* BKI lebih kecil yaitu sebesar 340 mm dibanding kapal *existing* sebesar 600 mm sehingga dengan panjang kapal yang sama, jumlah gading menjadi lebih banyak (hampir sebanyak 2 kali lipat) dibanding kapal *existing* meskipun secara luas penampang kapal menurut *Rules* BKI lebih kecil. Sehingga volume kayu terpasang kapal *existing* cenderung lebih kecil .

- Jarak balok geladak menurut *Rules* BKI lebih kecil sehingga dengan lebar kapal yang sama, jumlah balok geladak terpasang menjadi lebih banyak dibanding kapal *existing*. Diketahui jarak balok pada kapal *existing* sebesar 2400 mm sedangkan kapal menurut *Rules* BKI sebesar 1360 mm Sehingga volume kayu terpasang untuk balok geladak menjadi lebih banyak.
- Tebal geladak menurut *Rules* BKI lebih tebal yaitu sebesar 46 mm dibandingkan dengan tebal geladak kapal *existing* sebesar 30 mm sehingga dengan luasan geladak kapal yang sama, maka volume papan geladak yang terpasang menjadi lebih besar.
- Ukuran konstruksi galar dan balok kim, balok kim, lutut balok geladak dan balok geladak menurut BKI lebih besar sehingga volume konstruksi yang terpasang menjadi lebih besar.

BAB 6

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS

6.1 Pemodelan dan Analisis Struktur

Kayu jati merupakan salah satu jenis kayu yang diijinkan digunakan sebagai bahan dalam pembuatan kapal, selain tingkat kekuatan dari kayu jati, bentuk dan tekstur dari kayu jati dapat memberikan nilai estetis bagi kapal yang dibuat, menurut BKI tentang peraturan kapal kayu bahwa Kayu jati tergolong dalam Kelas Awet (I) dan Kelas Kuat (II). Untuk mutu dari kayu jati sendiri digolongkan sebagai kayu dengan Mutu A dengan sesuai dengan BKI yaitu kayu dengan berat jenis kering udara $15\pm 3\%$. Sehingga dengan kondisi tersebut menurut Daftar II Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (Departemen Pekerjaan Umum, 1961) tentang Tegangan Ijin Kayu menunjukkan bahwa nilai Tegangan yang diperkenankan untuk kayu jati adalah sebesar 130 Kg/Cm^2 (12,75 Mpa). Besarnya tegangan ijin ini nantinya dijadikan sebagai batasan tegangan maksimum yang diperbolehkan dari hasil analisa struktur kapal.

Ruang lingkup dari analisis ini nantinya akan memiliki beberapa kriteria dalam pengerjaannya. Ruang lingkup analisis ini meliputi :

- *Pemodelan*, Melakukan pemodelan *finite elemen* pada setiap elemen struktur yang membentuknya;
- *Pembebanan*, Memasukan besaran gaya yang mengenai struktur;
- *Konstrains*, memberikan batasan gerak (*degree of freedom*) pada setiap elemen struktur;
- *Analisis*, Melakukan analisa hasil perhitungan Software pemodelan struktur dan membandingkannya dengan batasan batasan desain yang berlaku;
- *Rujukan analisis Standart Nasional Indonesia*, SNI 7973-2013;
- *Perangkat lunak Analisis Struktur*.

6.1.1 Pemodelan & Pembebanan

Konstruksi setiap kapal mempunyai ukuran panjang/tinggi, ukuran *web* maupun *face* yang berbeda. Pemodelan struktur kapal kayu ini nantinya terdiri dari komponen-komponen struktur diantaranya:

- Struktur utama, *Berupa frame*
- Struktur penguat, *stiffener, longitudinal*
- Kayu geladak, *deck*
- Kulit lambung

Beberapa input data yang dilakukan dalam pemodelan untuk membatasi dalam prosesnya diantaranya adalah:

Satuan :

1. Untuk panjang menggunakan meter (M)
2. Untuk gaya menggunakan Newthon (N)
3. Untuk tekanan menggunakan Newthon / Meter

Properties material :

Elemen struktur pada analisis ini terdiri dari struktur penegar/*beam*, dan kulit (*shell*). Ada 2 (dua) jenis properties elemen yang akan diaplikasikan dalam pemodelan ini, yaitu

1. Properties elemen berupa *shell* (meliputi kulit lambung dan papan geladak);
2. Properties elemen *beam* (meliputi Gading, Galar, Balok geladak dan penegar lainnya).

Nilai properties kulit diwakili oleh tebal rata-rata papan kayu (kulit lambung dan papan geladak) yang membentuknya, sedangkan properties elemen *beam* diwakili oleh property fisika dari elemen yaitu luas penampang dan inersia penampang elemen. Untuk mendefinisikan property pelat cukup dengan cara memasukkan ukuran tebal dari papan kayu yang dimaksud. Sedangkan untuk menentukan besarnya property elemen *beam* (luas penampang atau inersia penampang) adalah dengan cara menampilkan bentuk penampang dari elemen tersebut kemudian memasukan dimensi dari

penampangnya dan selanjutnya secara otomatis *Software* pemodelan struktur akan menghitung berapa nilai propertinya.

Pemodelan yang dimaksud pada bab ini adalah pemodelan *Finite Elemen* menggunakan *software Pemodelan struktur*. Pemodelan tersebut mendefinisikan nilai tertentu yang dimiliki oleh setiap elemen struktur. *Finite Elemen* ini mewakili semua karakter dan spesifikasi yang dimiliki oleh struktur secara komplit, meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Definisi Model: menyatakan posisi serta dimensi panjang dari elemen struktur.
2. Definisi Material: mengandung nilai-nilai karakteristik material serta spesifikasi yang dimilikinya. Pada analisis ini, material yang dipergunakan adalah material jenis kayu jati yang mempunyai sifat fisik seperti dibawah ini:

Jenis Material	=	<i>Orthotropic</i>
Berat jenis , γ	=	520 Kg/m ³
<i>Modulus Elongation</i> - sumbu X	=	70,1.10 ³ kg/cm ²
<i>Modulus Elongation</i> - sumbu Y	=	68,7.10 ³ kg/cm ²
<i>Modulus Elongation</i> - sumbu Z	=	66,4.10 ³ kg/cm ²
<i>Shear Force</i> -sumbu X	=	97 kg/cm ²
<i>Shear Force</i> -sumbu Y	=	111 kg/cm ²
<i>Shear Force</i> -sumbu Z	=	97 kg/cm ²
<i>Poison ration</i>	=	0.2

Sifat fisik dari material kayu jati tersebut diatas merupakan data *properties* yang bukan merupakan inputan analisis struktur pada *software* pemodelan struktur.

Pembebanan :

Beban / gaya luar yang bekerja pada struktur ditentukan oleh besarnya tekanan air yang bekerja pada lambung **kapal kayu dan beban dari geladak kapal**. Beban alas/*bottom* (P_B), beban sisi (P_S) dan beban geladak (P_D) menggunakan rumus seperti dibawah ini (Biro Klasifikasi Indonesia, Design Loads, 2004) :

Beban alas (*bottom*) P_B

$$P_B = 10.T + p_0.cf \quad (\text{kN/m}^2)$$

Beban sisi P_S

$$P_s = p_0.cf. (20/(10 + z-T)) \quad (\text{kN/m}^2)$$

Beban geladak P_D

$$P_D = p_0.((20.T)/(10+z-T).H) \quad (\text{kN/m}^2)$$

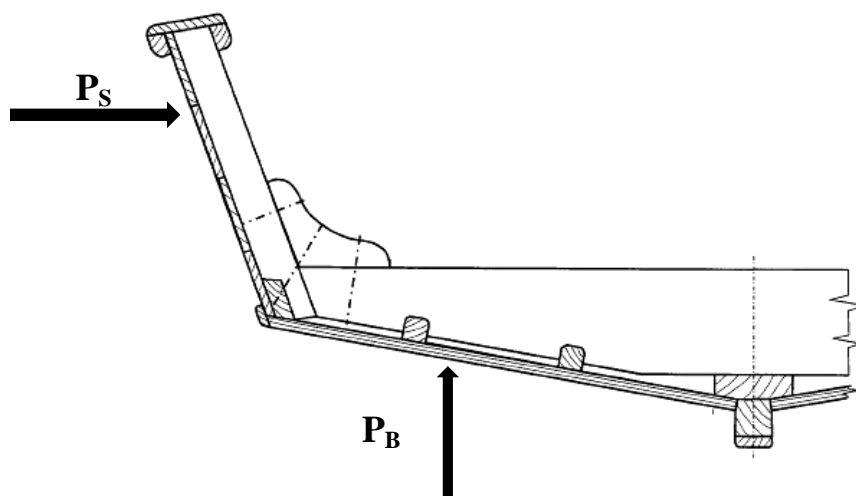
Dimana :

$$\begin{aligned} p_0 &= \text{Basic external dynamis load} \\ &= 2,1 \cdot (C_B+0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \cdot f \quad (\text{kN/m}^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_0 &= \text{Wave Coefficient} \\ &= ((L/25) + 4,1) C_{RW} \text{ untuk kapal } < 90 \text{ meter} \end{aligned}$$

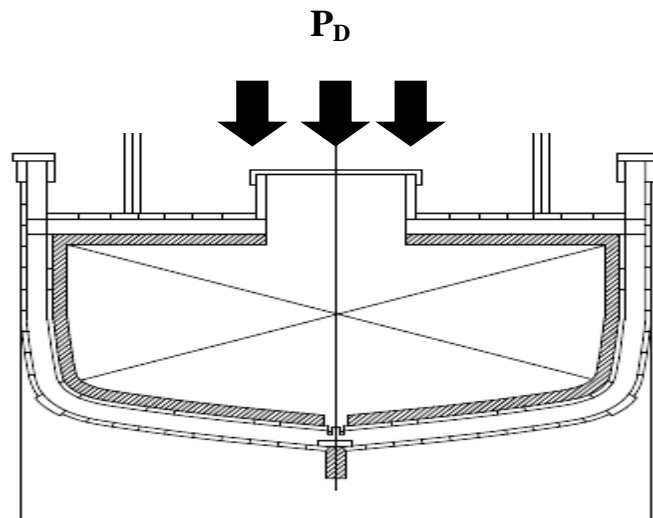
$$\begin{aligned} C_L &= \text{Lenght Coefficient} \\ &= \sqrt{(L/90)} \text{ untuk kapal } < 90 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{RW} &= \text{Service Range Coefficient} \\ &= 1,00 \text{ for unlimited service rage} \\ &= 0,90 \text{ for service range P} \\ &= 0,75 \text{ for service range L} \end{aligned}$$



Gambar 6. 1 Pembebanan pada alas kapal dan sisi kapal

Terlihat pada Gambar 6. 1, adalah merupakan beban yang terjadi/diberikan pada daerah alas kapal dan beban yang terjadi/diberikan pada daerah sisi kapal kayu. Beban alas dan beban sisi diberikan berdasarkan pembebanan hidrostatis berdasarkan perumusan yang ada Dan pada Gambar 6. 2 terlihat lokasi penempatan beban geladak yang akan diaplikasikan pada geladak kapal kayu.

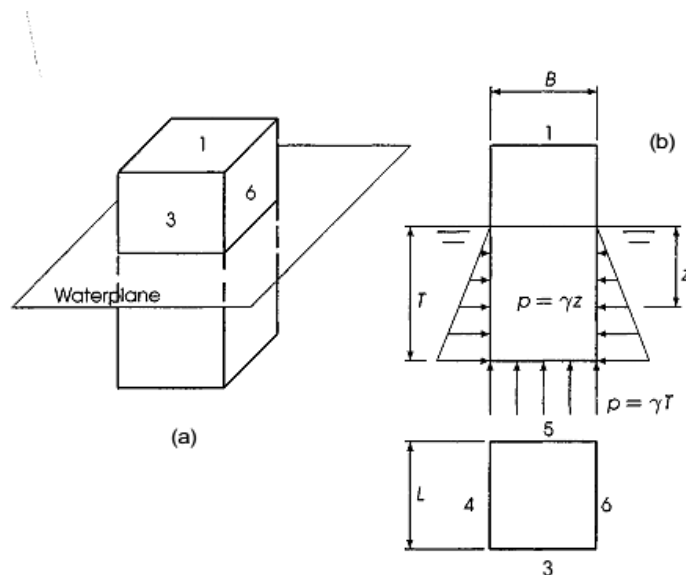


Gambar 6. 2 Pembebanan pada geladak kapal

Proses pemodelan *finite element* dilakukan menjadi beberapa tahapan , yaitu:

1. Buat pemodelan untuk struktur utama dan lambung. Untuk satuan yang digunakan dalam analisis kali ini antara lain panjang menggunakan meter (M), gaya menggunakan *Newton* (N) dan tekanan menggunakan *Newton/meter* (N/m).
2. Masukkan konstrain pada model finite elemennya. Adapun fungsi konstrain untuk menyatakan arah gerakkan atau tumpuan, di mana dengan konstrain ini pula dapat didefinisikan ke arah mana elemen yang kita tinjau boleh bebas bergerak atau ke arah mana harus dikekang. Tinjauan konstrain yang dipergunakan dalam analisis ini adalah sebagai berikut :

- a. *Side hull* dikonstrains seperti tumpuan sederhana, di mana *side hull* dikonstrains untuk tidak bergerak ke arah translasi sumbu Z dan rotasi sumbu Z.
 - b. *Bottom* dikonstrains bebas, di mana bottom diizinkan untuk bergerak ke semua arah sumbu.
 - c. Kulit sisi atas dikonstrains tidak bergerak semua arah.
3. Aplikasikan eksternal load berupa tekanan air sesuai dengan rencana pembebanan dan beban geladak. Beban / gaya luar yang bekerja pada struktur ditentukan oleh besarnya tekanan air yang bekerja pada lambung kapal kayu dan beban dari geladak kapal. Besar tekanan air bervariasi tergantung pada elevasi struktur terendam dalam air.



Gambar 6. 3 Tekanan hidrostatik sederhana

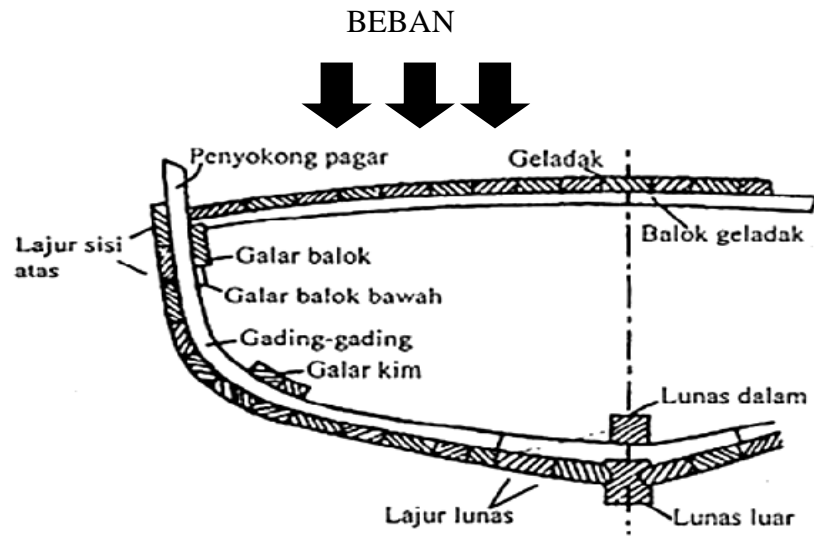
Dengan demikian jumlah beban dapat ditentukan dengan formulasi dibawah ini :

$$\text{Pressure, } P = P_{SW}$$

Di mana,

P = Design Pressure

P_{SW} = Sea Water Pressure, Tergantung dari ketinggian air.



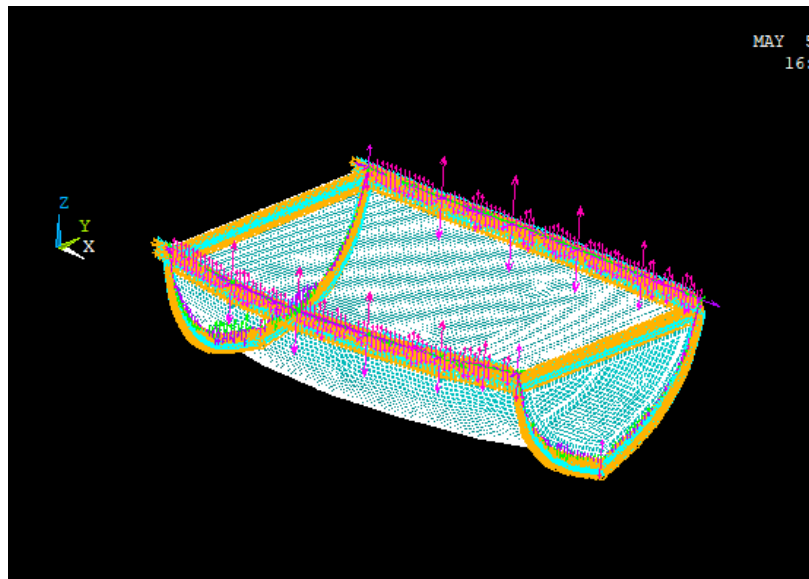
Gambar 6. 4 Beban Geladak Kapal

Tabel 6. 1 Beban Geladak Kapal dari BKI Guidance for FRP & Wooden Fishing Vessels up to 24 m – 2015

Area			Design Load P_{db} (kN/m ²)
Main Deck			$0,26 L + 8,24$
Cabins	$h \leq 0,5$ m	Deck ¹	$0,235 L + 7,42$
		Wall	$0,26 L + 8,24$
Deckhouses	$h \geq 0,5$ 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 deck $P_{dbmin} = 4$ kN/m ² 2) $h=0,5$ h (h is height of superstructure above main deck) 3) The deck load may have to corrected as approxiate for additional loads present			

4. Lakukan *running* dengan *Software Pemodelan Struktur*

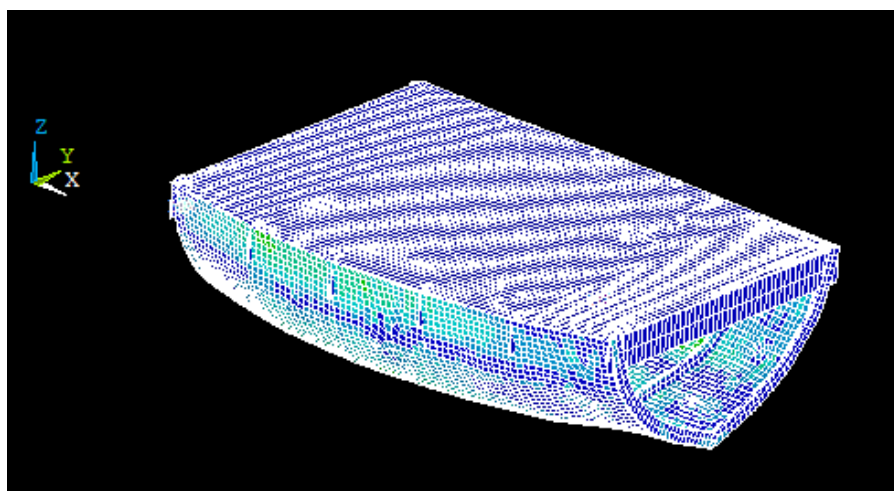
Gambar dibawah ini menunjukkan contoh bentuk pemodelan dalam kondisi batas sebagai bentuk *constraint* sebelum suatu model dilakukan *running analysisnya*



Gambar 6. 5 Kondisi Batas

6.1.2 Analisis Struktur

Tinjauan analisis kekuatan struktur kali ini difokuskan kepada kekuatan struktur utama dan lambung yang menerima beban eksternal berupa tekanan air laut dan beban geladak. Kapal existing yang telah dilakukan pengukuran berdasarkan hasil survey dan ukuran kapal existing yang dianalisa dimensi konstruksinya menurut *Rules* BKI (1996) untuk selanjutnya dilakukan pemodelan serta dengan beberapa kondisi batas termasuk pembebanannya akan dilakukan analisis pembebanan untuk mengetahui nilai tegangan yang terjadi akibat *eksternal load* pada alas, lambung dan geladak kapal.



Gambar 6. 6 Tegangan Von Mises pada Konstruksi Lambung

Gambar di atas menampilkan besarnya tegangan yang terjadi pada kapal, Sedangkan tabel di bawah menunjukkan rekapitulasi hasil perhitungan untuk setiap struktur kapal. Nilai tegangan yang terjadi pada kapal *existing* maupun kapal dengan analisa menurut *Rules* BKI (1996) harus memenuhi batas tegangan ijin yang dipersyaratkan oleh BKI. Dimana nilai tegangan ijin yang dipersyaratkan oleh BKI adalah sesuai Tabel 6. 2 berikut :

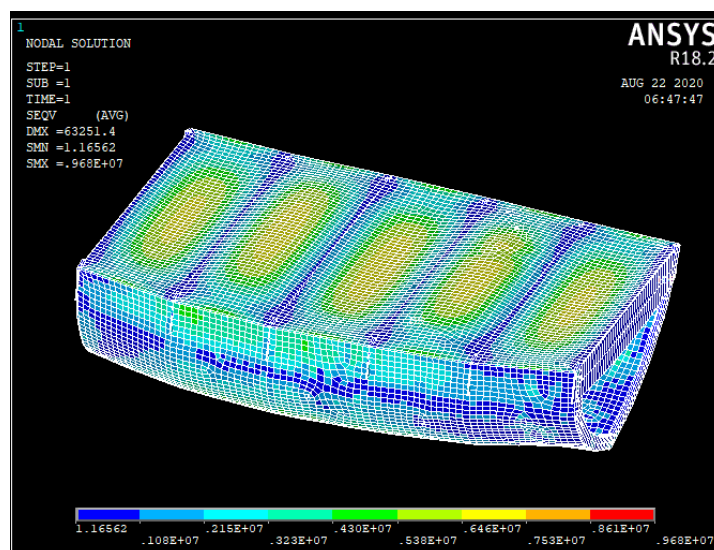
Tabel 6. 2 Tegangan ijin kayu jati menurut BKI

	Kelas Kuat					Jati (<i>Tectonagrandis</i>)
	KI I	KI II	KI III	KI IV	KI V	
σ_{lt} (kg/cm ²)	150	100	75	50	-	130
$\sigma_{tk//} = \sigma_{tr//}$ (kg/cm ²)	130	85	60	45	-	110
σ_{tkL} (kg/cm ²)	40	25	15	10	-	30
$\tau_{//}$ (kg/cm ²)	20	12	8	5	-	15

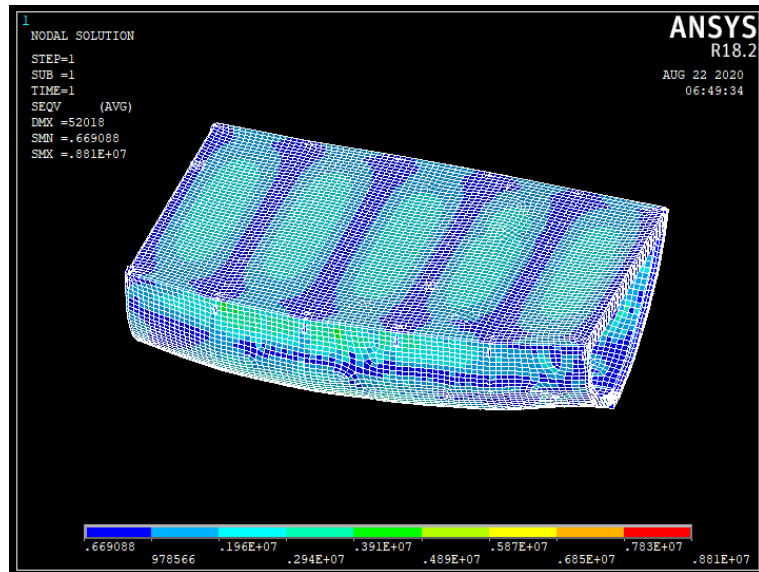
Tegangan izin yang dipersyaratkan yaitu 130 kg/cm², atau 12,75 Mpa.

Gambar berikut adalah merupakan hasil dari pemodelan struktur pada kapal yang telah dilakukan pembebanan struktur pada alas, lambung dan geladaknya pada *existing* dan ukuran kapal *existing* menurut analisis *Rules* BKI (1996):

✓ Kapal A (Kota Baru II)

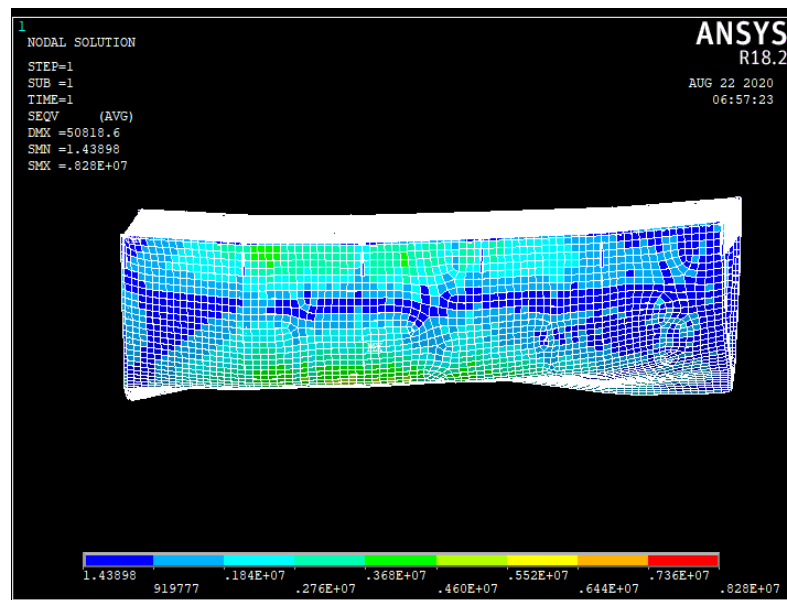


Gambar 6. 7 Stress von mises 7,827 Mpa pada kapal *Existing*

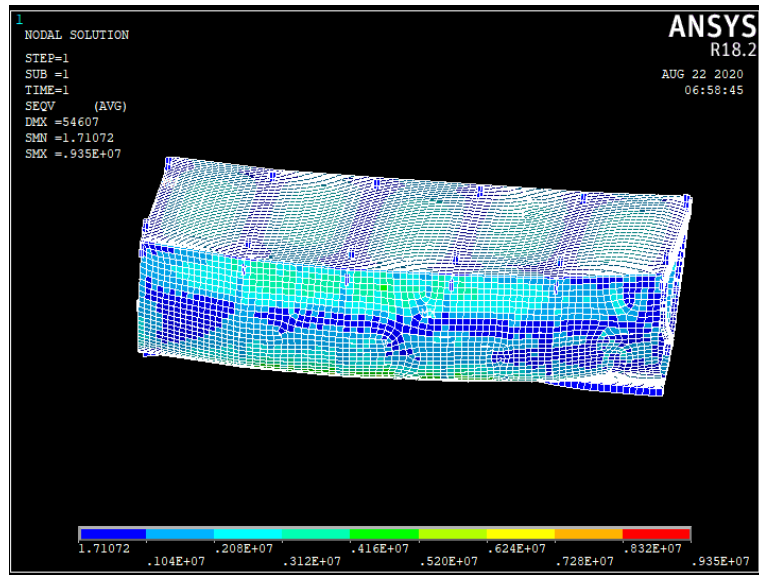


Gambar 6. 8 Stress von mises 7,112 Mpa pada ukuran kapal Existing menurut Rules BKI (1996)

✓ Kapal B (King Anugerah)

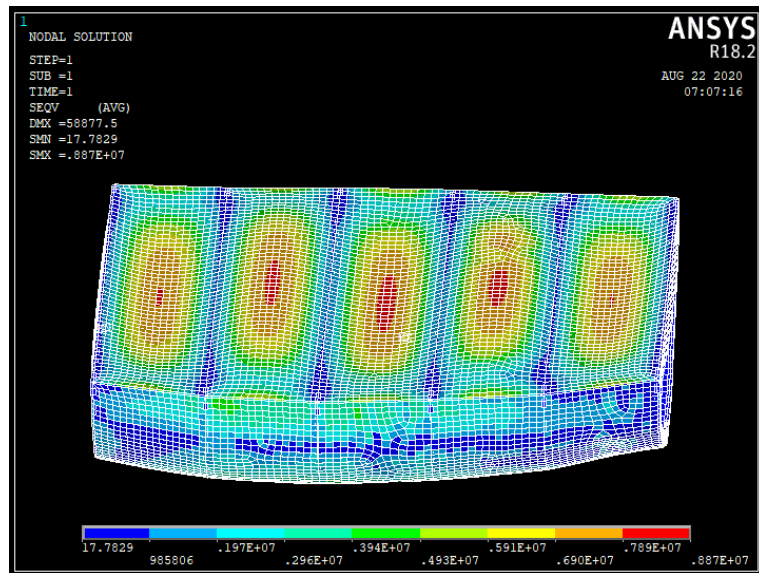


Gambar 6. 9 Stress von mises 6,608 Mpa pada kapal Existing

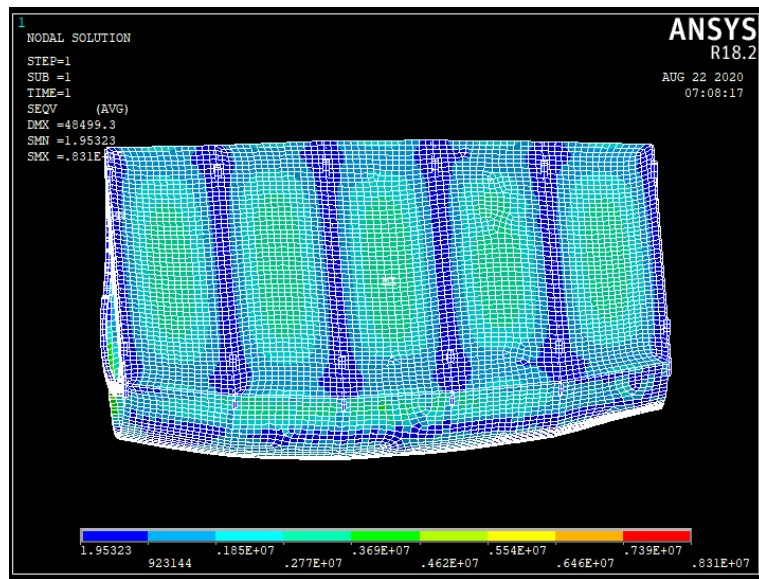


Gambar 6. 10 Stress von mises 7,617 Mpa pada ukuran kapal Existing menurut Rules BKI (1996)

✓ Kapal C (Titipan Ilahi)



Gambar 6. 11 Stress von mises 8,142 Mpa pada kapal Existing



Gambar 6. 12 Stress von mises 6,765 Mpa pada ukuran kapal Existing menurut Rules BKI (1996)

Sehingga resume hasil dari analisis pemodelan struktur yang terjadi pada kapal *existing* dan analisis ukuran kapal *Existing* menurut *Rules* BKI (1996) nilai tegangannya disajikan pada Tabel 6. 3 berikut :

NO	KAPAL	<i>EXSISTING</i>	BKI
		Tegangan MPa (<i>von mises stress</i>)	Tegangan Mpa (<i>von mises stress</i>)
1	A (Kota Baru II)	7,827	7,112
2	B (King Anugerah)	6,608	7,617
3	C (Titipan Ilahi)	8,142	6,765

Tabel 6. 3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan

Semua konstruksi masih di bawah batas maksimal yang disyaratkan oleh BKI dimana batas maksimal adalah $12,75 \text{ N/mm}^2$ (12,75 Mpa)

6.2 Analisis Hasil dan Rekomendasi Dimensi Konstruksi Kapal Kayu berdasarkan Analisis Pemodelan Struktur

Untuk analisis hasil dan rekomendasi ini adalah dengan melakukan pengurangan dimensi konstruksi ukuran kapal *existing* yang dianalisis menurut *Rules* BKI (1996) yaitu untuk ketiga kapal yang ada. Dari hasil analisis tegangan pada ketiga kapal (Tabel 6. 3) kemudian pada tahapan berikutnya dilakukan asumsi dengan pengurangan ukuran material untuk mengetahui optimum kekuatan kapal yang masih dalam batas tegangan yang diijinkan, dengan ukuran material yang ringan/tidak terlalu besar. nilai pengurangan ini dilakukan hanya pada interval 10%, 20%, dan 30% sehingga nilai mutlak pengurangan maksimum yang diijinkan tidak disajikan dalam penelitian ini. Berikut adalah hasil analisis struktur dari variasi pengurangan ukuran dimensi konstruksi terhadap tegangan yang dihasilkan:

6.2.1 Optimasi Pengurangan Ukuran Konstruksi : Kapal A (Kota Baru II)

Pengurangan dilakukan pada tebal dari setiap ukuran konstruksi, adapun jumlah pengurangan tebal konstruksi yaitu 10%, 20% dan 30%.

Tabel 6. 4 Pengurangan ukuran material

No	Item	BKI 1996		Pengurangan 10%		Pengurangan 20%		Pengurangan 30%	
		b	t	b	t	b	t	b	t
1	Lunas & Linggi								
	a Lunas	180	230	162	207	144	184	126	161
	b Linggi Haluan	190	285	171	257	152	228	133	200
	c Linggi Buritan	220	315	198	284	176	252	154	221
2	Gading-Gading	144	93	130	83.7	115.2	74.4	101	65.1
3	Ukuran Wrang	240	93	216	83.7	192	74.4	168	65.1
4	Galar & Balok Kim								
	a Galar & Balok Kim	310	64	279	57.6	248	51.2	217	44.8
	b Balok Kim	245	56	221	50.4	196	44.8	172	39.2
5	Jarak Gading		370						
6	Pelat Kulit Luar		41		36.9		32.8		28.7

No	Item	BKI 1996		Pengurangan 10%		Pengurangan 20%		Pengurangan 30%	
		b	t	b	t	b	t	b	t
7	Jarak Balok Geladak		1440		1296		1152		1008
8	Tebal Geladak		48		43.2		38.4		33.6
9	Lutut Balok Geladak	270	49	243	44.1	216	39.2	189	34.3
10	Balok Geladak	245	56	221	50.4	196	44.8	172	39.2

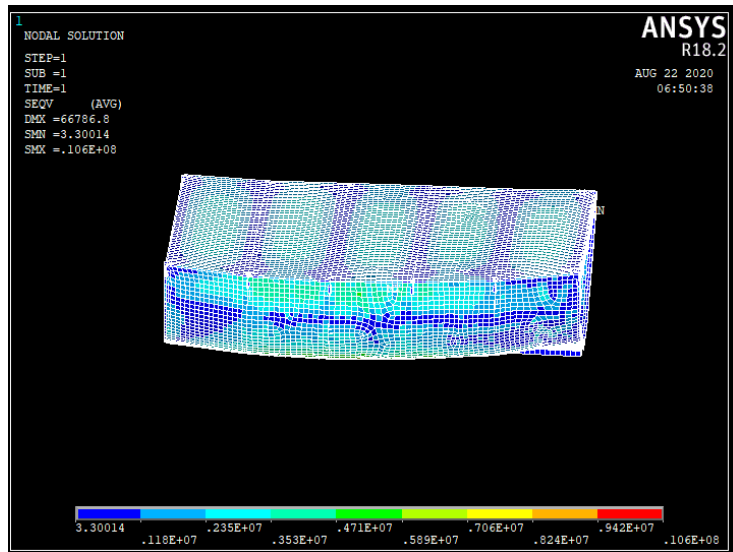
Tabel 6. 5 Hasil running pengurangan material dan tegangan yang dihasilkan

Von Mises Stress	EXISTING	BKI	Reduksi 10%	Reduksi 20%	Reduksi 30%
N/m ²	7.83E+06	7.11E+06	8.59E+06	1.06E+07	1.36E+07
N/mm ²	7,827	7,112	8,588	10,609	13,608

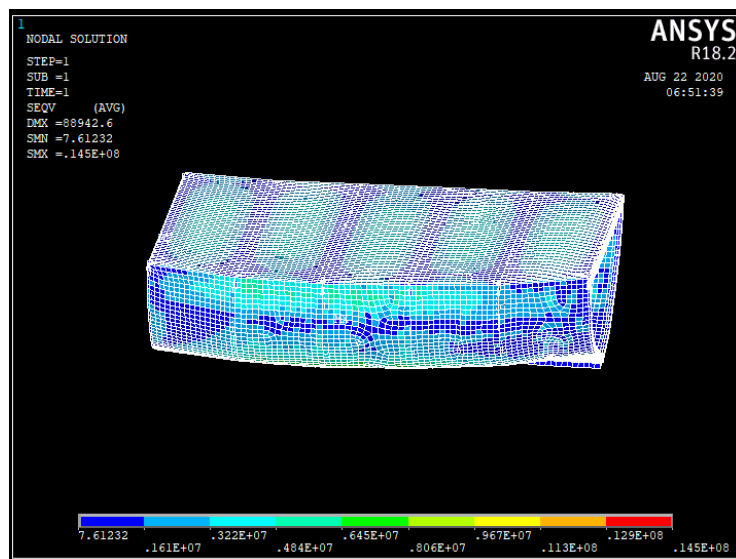
Pada kapal ikan Kota Baru II telah dilakukan proses pemodelan dengan hasil seperti di atas, dengan pengurangan reduksi 20% yang ada di dapatkan nilai masih dibawah batas yang disyaratkan oleh BKI yaitu sebesar maksimal stress 12.75 N/mm², namun untuk pengurangan konstruksi 30% tidak direkomendasikan karena melebihi tegangan izin yang disyaratkan BKI. Untuk itu rekomendasi yang ada, pengurangan dapat dilakukan pada 10%, dan 20%.

Berikut pada Gambar 6. 13, Gambar 6. 14, Gambar 6. 15 adalah merupakan hasil pemodelan dan analisis tegangan struktur dari kapal setelah dilakukan reduksi 10%, 20% dan 30%.

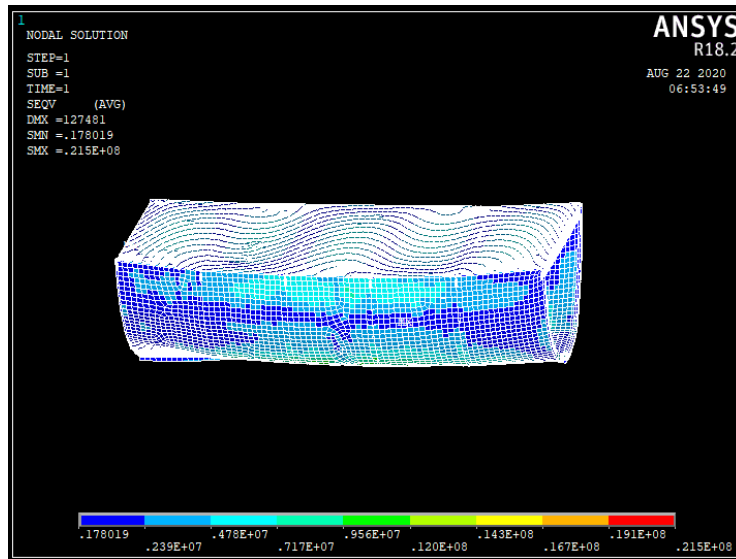
Sedangkan pada Gambar 6. 16 menunjukkan grafik reduksi nilai tegangan pada pengurangan dimensi elemen konstruksi kapal kayu secara keseluruhan. Dalam grafik tersebut menunjukkan karakter linier besarnya tegangan antara dimensi konstruksi dan nilai tegangan *Von Misses*.



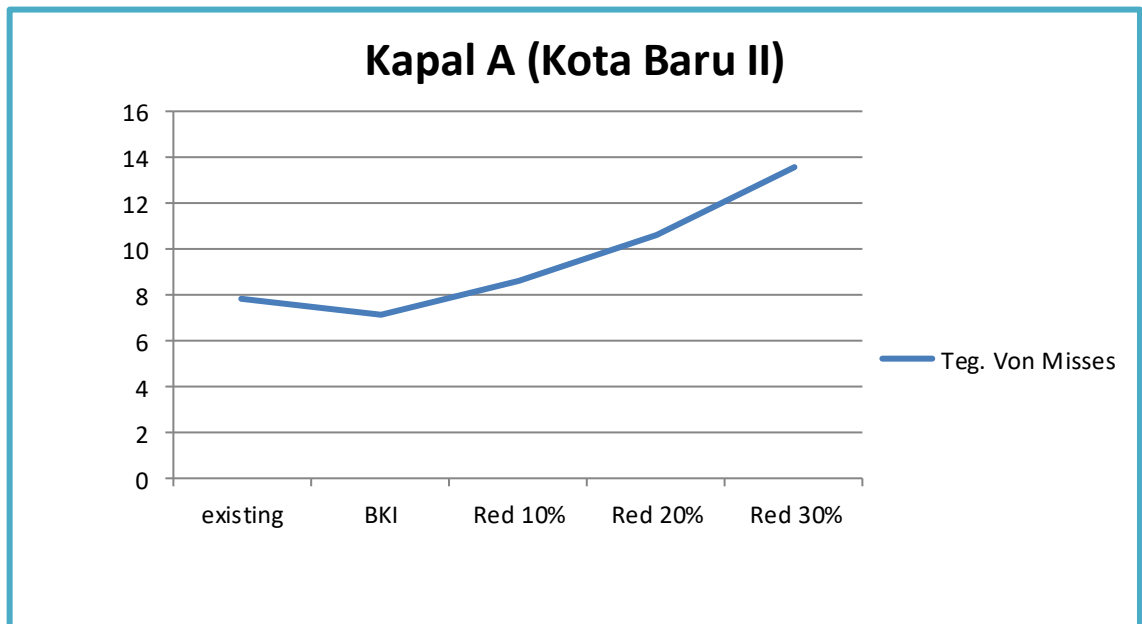
Gambar 6. 13 Reduksi 10% nilai Stress von mises 8,588 Mpa



Gambar 6. 14 Reduksi 20% Stress von mises 10,609 Mpa



Gambar 6. 15 Reduksi 30% Stress von mises 13,608 Mpa



Gambar 6. 16 Grafik perbandingan reduksi konstruksi terhadap nilai tegangan

Pada kapal kayu Kota Baru II telah dilakukan proses pemodelan dengan hasil seperti di atas, dengan pengurangan reduksi yang ada di dapatkan nilai masih dibawah batas yang disyaratkan BKI yaitu sebesar maksimal stress 12,75 N/mm², namun untuk pengurangan konstruksi 30% tidak direkomendasikan karena mendekati batas dan pengaruh daripada kayu karena bahan organik yang

mempunyai struktur yang tidak pasti dan dapat saja kekuatan kayu lebih rendah. Untuk itu rekomendasi yang ada, pengurangan dapat dilakukan pada 10% dan 20%.

6.2.2 Optimasi Pengurangan Ukuran Konstruksi : Kapal B (King Anugerah)

Pengurangan dilakukan pada tebal dari setiap ukuran konstruksi, adapun jumlah pengurangan tebal konstruksi yaitu 10%, 20% dan 30%.

Tabel 6. 6 Pengurangan ukuran material

No	Item	BKI 1996		Pengurangan 10%		Pengurangan 20%		Pengurangan 30%	
		b	t	b	t	b	t	b	t
1	Lunas & Linggi								
	a Lunas	175	220	158	198	140	176	123	154
	b Linggi Haluan	180	265	162	239	144	212	126	186
	c Linggi Buritan	205	300	185	270	164	240	144	210
2	Gading-Gading	127	82	114	73.8	101.6	65.6	88.9	57.4
3	Ukuran Wrang	220	82	198	73.8	176	65.6	154	57.4
4	Galar & Balok Kim								
	a Galar & Balok Kim	280	58	252	52.2	224	46.4	196	40.6
	b Balok Kim	230	55	207	49.5	184	44	161	38.5
5	Jarak Gading		340						
6	Pelat Kulit Luar		38		34.2		30.4		26.6
7	Jarak Balok Geladak		1360						
8	Tebal Geladak		46		41.4		36.8		32.2
9	Lutut Balok Geladak	180	50	162	45	144	40	126	35
10	Balok Geladak	230	55	207	49.5	184	44	161	38.5

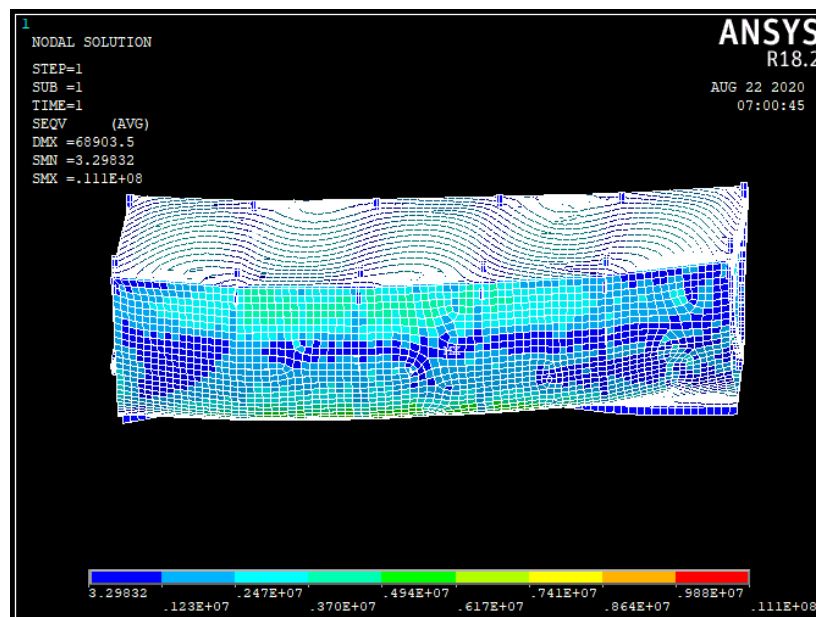
Tabel 6. 7 Hasil running pengurangan material dan tegangan yang dihasilkan

Von Mises Stress	EXISTING	BKI	Reduksi 10%	Reduksi 20%	Reduksi 30%
N/m ²	7.83E+06	7.62E+06	9.08E+06	1.24E+07	1.45E+07
N/mm ²	6,608	7,617	9,076	12,421	14,470

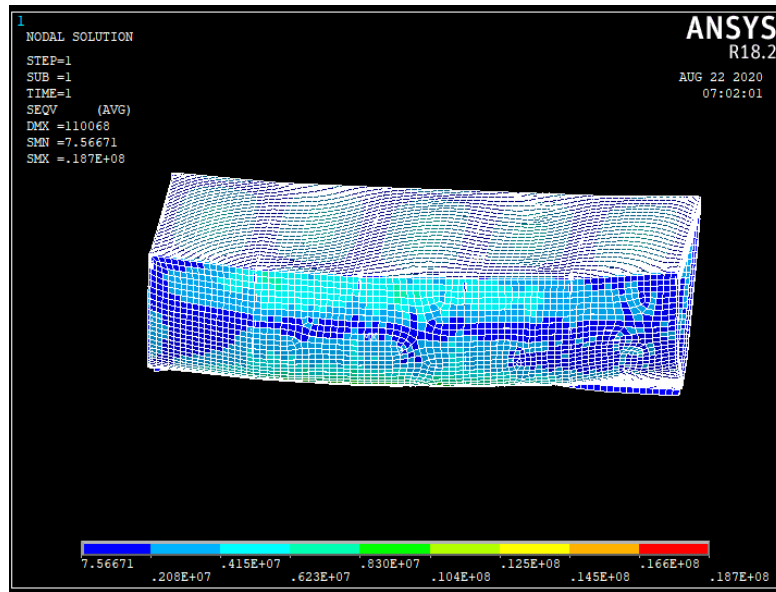
Kapal ikan King Anugrah sudah dilakukan pemodelan dengan hasil terlihat pada tabel di atas, rekomendasi pengurangan dilakukan hingga 20% karena masih dibawah nilai yang disyaratkan oleh BKI yaitu sebesar $12,75 \text{ N/mm}^2$, untuk reduksi sebesar 30% tidak direkomendasikan karena melebihi kekuatan dari kayu yang ada.

Berikut pada Gambar 6. 17, Gambar 6. 18, Gambar 6. 19 adalah merupakan hasil pemodelan dan analisis terganngan struktur dari kapal setelah dilakukan reduksi 10%, 20% dan 30%.

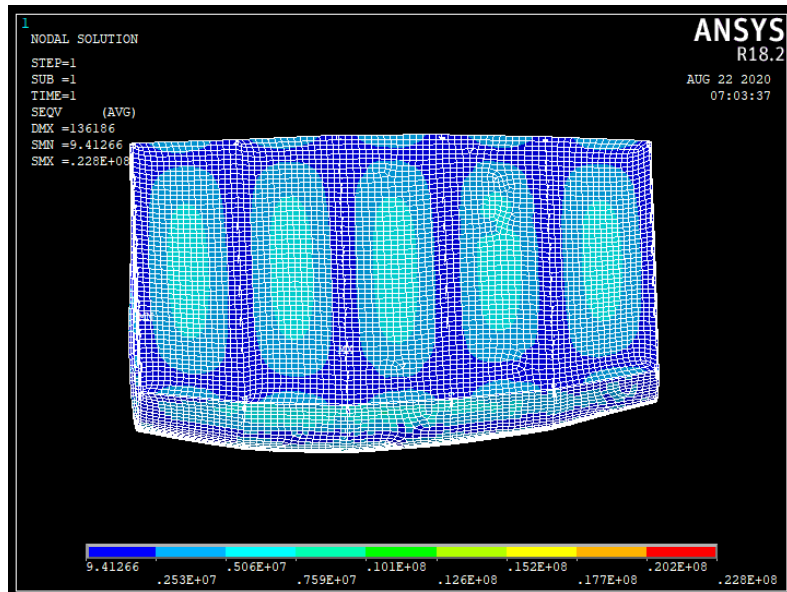
Sedangkan pada Gambar 6. 20 menunjukkan grafik reduksi nilai tegangan pada pengurangan dimensi elemen konstruksi kapal kayu secara keseluruhan. Dalam grafik tersebut menunjukkan karakter linier besarnya tegangan antara dimensi konstruksi dan nilai tegangan *Von Misses*.



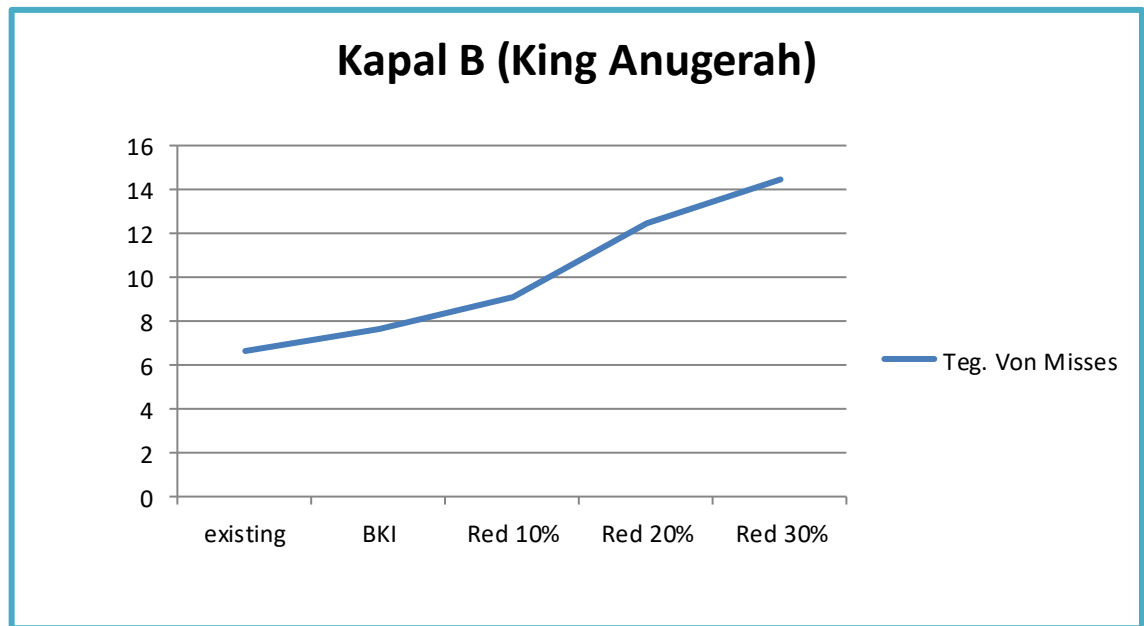
Gambar 6. 17 Reduksi 10% Stress von mises 9,076 Mpa



Gambar 6. 18 Reduksi 20% Stress von mises 12,421 Mpa



Gambar 6. 19 Reduksi 30% Stress von mises 14,470 Mpa



Gambar 6. 20 Grafik perbandingan reduksi konstruksi terhadap nilai tegangan

Kapal kayu King Anugerah sudah dilakukan pemodelan dengan hasil terlihat pada tabel di atas, rekomendasi pengurangan dilakukan hingga 30% karena masih dibawah nilai yang disyaratkan oleh BKI yaitu sebesar 12,75 N/mm^2 , untuk reduksi sebesar 30% tidak direkomendasikan karena melebihi kekuatan dari kayu yang ada.

6.2.3 Optimasi Pengurangan Ukuran Konstruksi : Kapal C (Titipan Ilahi)

Pengurangan dilakukan pada tebal dari setiap ukuran konstruksi, adapun jumlah pengurangan tebal konstruksi yaitu 10%, 20% dan 30%.

Tabel 6. 8 Pengurangan ukuran material

No	Item	Existing		Pengurangan 10%		Pengurangan 20%		Pengurangan 30%	
		B	t	b	t	b	t	b	t
1	Lunas & Linggi								
a	Lunas	175	220	158	198	140	176	123	154
b	Linggi Haluan	180	265	162	239	144	212	126	186
c	Linggi Buritan	205	300	185	270	164	240	144	210

2		Gading-Gading	127	82	114	73.8	101.6	65.6	88.9	57.4
3		Ukuran Wrang	220	82	198	73.8	176	65.6	154	57.4
4		Galar & Balok Kim								
	a	Galar & Balok Kim	265	62	239	55.8	212	49.6	186	43.4
	b	Balok Kim	230	55	207	49.5	184	44	161	38.5
5		Jarak Gading		340						
6		Pelat Kulit Luar		38		34.2		30.4		26.6
7		Jarak Balok Geladak		1360						
8		Tebal Geladak		46		41.4		36.8		32.2
9		Lutut Balok Geladak	260	46	234	41.4	208	36.8	182	32.2
10		Balok Geladak	230	55	207	49.5	184	44	161	38.5

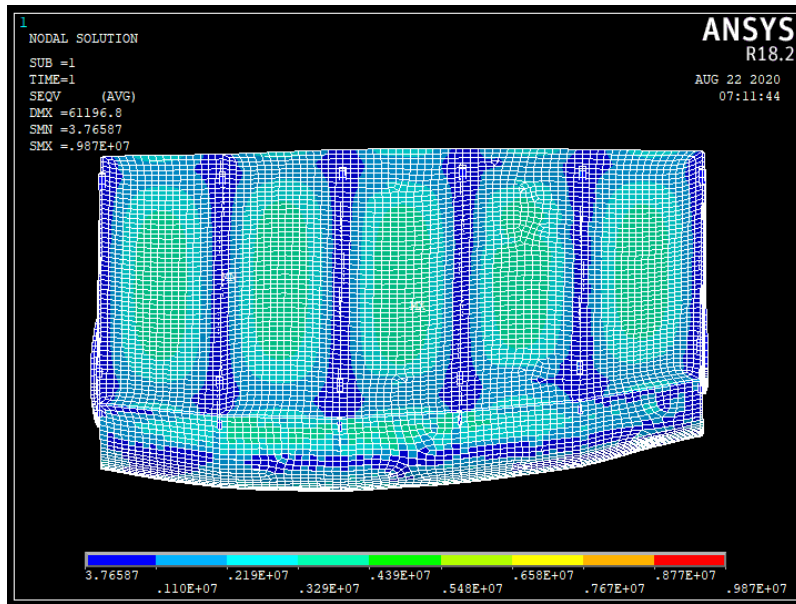
Tabel 6. 9 Hasil running pengurangan material dan tegangan yang dihasilkan

Von Mises Stress	EXISTING	BKI	Reduksi 10%	Reduksi 20%	Reduksi 30%
N/m ²	8.14E+06	6.77E+06	8.06E+06	1.10E+07	1.29E+07
N/mm ²	8,142	6,765	8,061	11,032	12,852

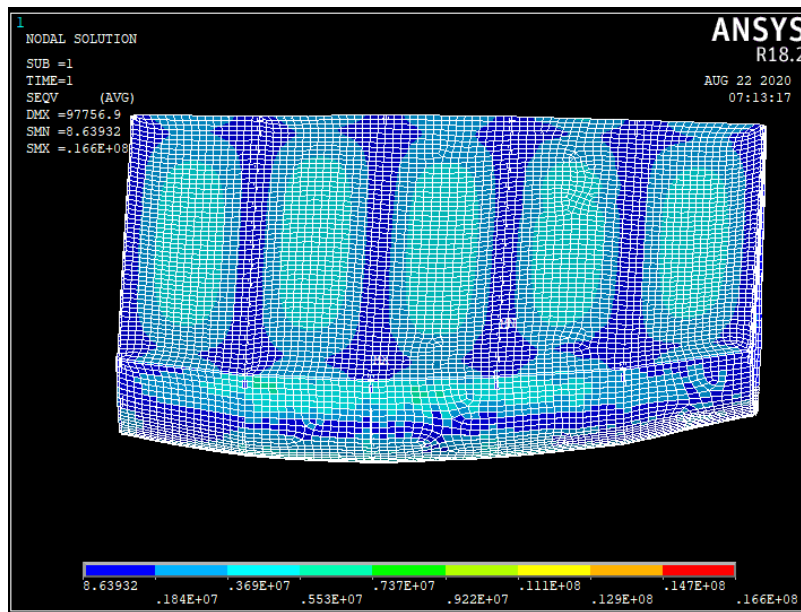
Kapal kayu Titipan Ilahi sudah dilakukan pemodelan dengan hasil terlihat pada tabel di atas, rekomendasi pengurangan dilakukan hingga 20% karena masih dibawah nilai yang disyaratkan oleh BKI yaitu sebesar 12,75 N/mm², untuk reduksi sebesar 30% tidak direkomendasikan karena melebihi kekuatan dari kayu yang ada.

Berikut pada Gambar 6. 21, Gambar 6. 22, Gambar 6. 23 adalah merupakan hasil pemodelan dan analisis tegangan struktur dari kapal setelah dilakukan reduksi 10%, 20% dan 30%.

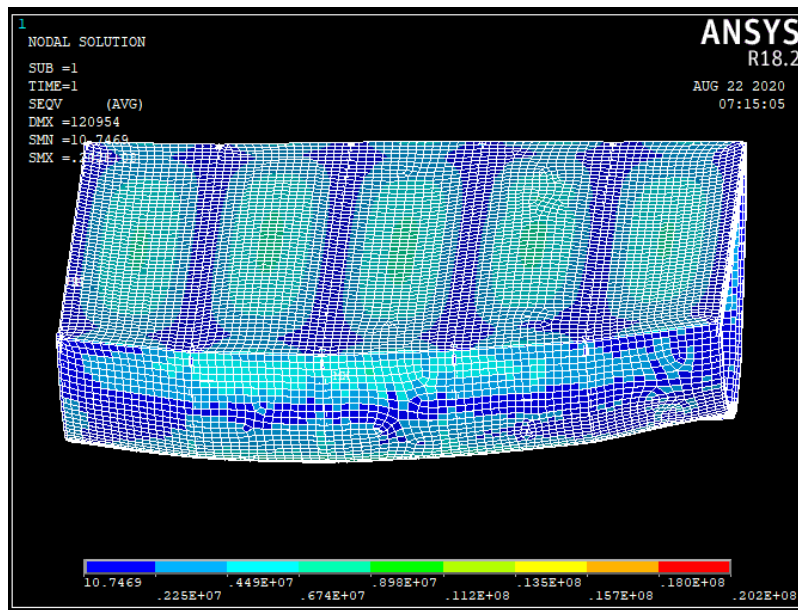
Sedangkan pada Gambar 6. 24 menunjukkan grafik reduksi nilai tegangan pada pengurangan dimensi elemen konstruksi kapal kayu secara keseluruhan. Dalam grafik tersebut menunjukkan karakter linier besarnya tegangan antara dimensi konstruksi dan nilai tegangan *Von Misses*.



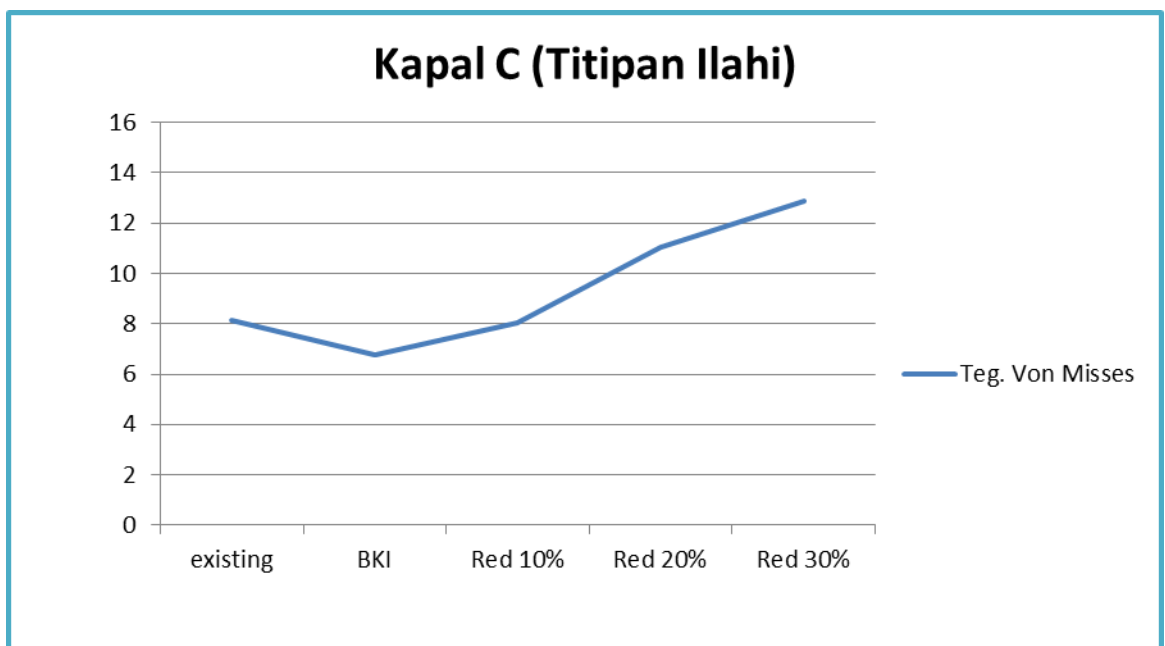
Gambar 6. 21 Reduksi 10% Stress von mises 8,061 Mpa



Gambar 6. 22 Reduksi 20% Stress von mises 11,032 Mpa



Gambar 6. 23 Reduksi 30% Stress von mises 12,852 Mpa



Gambar 6. 24 Grafik perbandingan reduksi konstruksi terhadap nilai tegangan

Kapal kayu Titipan Ilahi sudah dilakukan pemodelan dengan hasil terlihat pada tabel di atas, rekomendasi pengurangan dilakukan hingga 30% karena masih dibawah nilai yang disyaratkan oleh BKI yaitu sebesar 12,75 N/mm², untuk

reduksi sebesar 30% tidak direkomendasikan karena melebihi kekuatan dari kayu yang ada.

6.3 Analisis Perbandingan Biaya Material Kayu berdasarkan Volume Kayu Terpasang antara kapal *Existing*, Kapal Sesuai Analisis *Rules* BKI 1996 dan Sesuai Hasil Pemodelan Struktur

Biaya material kayu yang terpasang dihitung berdasarkan volume masing-masing komponen konstruksi dan dikalikan dengan harga kayu dalam satuan meter kubik, berikut merupakan biaya material kayu yang dibuat berdasarkan volume kayu terpasang dikapal :

Tabel 6. 10 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu A (Kota Baru II) (*Existing*)

NO	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SAT.	HARGA SAT. (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
1	2	3	4	6	7
I.	<u>KASKO KAPAL</u>				
1	Pemasangan Lunas	1,50	M ³	12.000.000	18.000.000
2	Pemasangan Galar	0,38	M ³	12.000.000	4.560.000
3	Pemasangan Linggi	1,01	M ³	12.000.000	12.120.000
4	Pemasangan wrang	1,74	M ³	12.000.000	20.880.000
5	Pemasangan Kulit & Geladak	11,17	M ³	12.000.000	134.040.000
6	Pemasangan Gading	3,20	M ³	12.000.000	38.400.000
7	Pemasangan penumpu geladak	3,07	M ³	12.000.000	36.840.000
8	Pemasangan sekat	2,95	M ³	12.000.000	35.400.000
TOTAL I					300.240.000

Dari rincian biaya kasko kapal kayu A (Kota Baru II) didapatkan total harga sebesar Rp 300.240.000 di mana volume komponen konstruksi didapatkan dari Tabel 4. 3 dan harga satuan didapatkan dari hasil survei galangan di daerah Probolinggo.

Tabel 6. 11 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu B (King Anugerah) (*Existing*)

NO	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SAT.	HARGA SAT. (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
1	2	3	4	6	7
I.	<u>KASKO KAPAL</u>				
1	Pemasangan Lunas	1,10	M ³	12.000.000	13.200.000
2	Pemasangan Galar	0,48	M ³	12.000.000	5.760.000
3	Pemasangan Linggi	0,52	M ³	12.000.000	6.240.000
4	Pemasangan wrang	1,58	M ³	12.000.000	18.960.000
5	Pemasangan Kulit & Geladak	12,12	M ³	12.000.000	145.440.000
6	Pemasangan Gading	3,02	M ³	12.000.000	36.240.000
7	Pemasangan penumpu geladak	4,09	M ³	12.000.000	49.080.000
8	Pemasangan sekat	1,74	M ³	12.000.000	20.880.000
TOTAL I					295.800.000

Dari rincian biaya kasko kapal kayu B (King Anugerah) didapatkan total harga sebesar Rp 295.800.000 di mana volume komponen konstruksi didapatkan dari Tabel 4. 4 dan harga satuan didapatkan dari hasil survei galangan di daerah Probolinggo.

Tabel 6. 12 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu C (Titipan Illahi) (*Existing*)

NO	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SAT.	HARGA SAT. (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
1	2	3	4	6	7
I.	<u>KASKO KAPAL</u>				
1	Pemasangan Lunas	1,39	M ³	10.000.000	13.900.000
2	Pemasangan Galar	0,57	M ³	10.000.000	5.700.000
3	Pemasangan Linggi	1,04	M ³	10.000.000	10.400.000
4	Pemasangan wrang	0,81	M ³	10.000.000	8.100.000
5	Pemasangan Kulit & Geladak	8,59	M ³	10.000.000	85.900.000
6	Pemasangan Gading	2,47	M ³	10.000.000	24.700.000
7	Pemasangan penumpu geladak	3,25	M ³	10.000.000	32.500.000
8	Pemasangan sekat	3,29	M ³	10.000.000	32.900.000
TOTAL I					214.100.000

Dari rincian biaya kasko kapal kayu C (Titipan Ilahi) didapatkan total harga sebesar Rp 214.100.000 di mana volume komponen konstruksi didapatkan dari

Tabel 4. 5 dan harga satuan didapatkan dari hasil survei galangan di daerah Lamongan.

Di bawah ini merupakan biaya material kayu kapal secara analisis *Rule* BKI yang dibuat berdasarkan volume kayu terpasang dikapal :

Tabel 6. 13 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu A (Kota Baru II) (*Rules BKI*)

NO	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SAT.	HARGA SAT. (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
1	2	3	4	6	7
I.	<u>KASKO KAPAL</u>				
1	Pemasangan Lunas	0,83	M ³	12.000.000	9.960.000
2	Pemasangan Galar	0,69	M ³	12.000.000	8.280.000
3	Pemasangan Linggi	0,88	M ³	12.000.000	10.560.000
4	Pemasangan wrang	1,78	M ³	12.000.000	21.360.000
5	Pemasangan Kulit & Geladak	12,67	M ³	12.000.000	152.040.000
6	Pemasangan Gading	3,62	M ³	12.000.000	43.440.000
7	Pemasangan penumpu geladak	4,31	M ³	12.000.000	51.720.000
8	Pemasangan sekat	2,12	M ³	12.000.000	25.440.000
TOTAL I					322.800.000

Dari rincian biaya kasko kapal kayu A (Kota Baru II) berdasarkan *Rule* BKI didapatkan total harga sebesar Rp 322.800.000 di mana volume komponen konstruksi didapatkan dari Tabel 5. 12 dan harga satuan didapatkan dari hasil survei galangan di daerah Probolinggo.

Tabel 6. 14 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu B (King Anugerah) (*Rules BKI*)

NO	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SAT.	HARGA SAT. (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
1	2	3	4	6	7
I.	<u>KASKO KAPAL</u>				
1	Pemasangan Lunas	0,77	M ³	12.000.000	9.240.000
2	Pemasangan Galar	0,60	M ³	12.000.000	7.200.000
3	Pemasangan Linggi	0,78	M ³	12.000.000	9.360.000
4	Pemasangan wrang	1,46	M ³	12.000.000	17.520.000
5	Pemasangan Kulit & Geladak	9,78	M ³	12.000.000	117.360.000
6	Pemasangan Gading	2,97	M ³	12.000.000	35.640.000
7	Pemasangan penumpu geladak	3,88	M ³	12.000.000	46.560.000
8	Pemasangan sekat	1,68	M ³	12.000.000	20.160.000

TOTAL I	263.040.000
----------------	--------------------

Dari rincian biaya kasko kapal kayu B (King Anugerah) berdasarkan *Rule* BKI didapatkan total harga sebesar Rp 263.040.000 di mana volume komponen konstruksi didapatkan dari Tabel 5. 13 dan harga satuan didapatkan dari hasil survei galangan di daerah Probolinggo.

Tabel 6. 15 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu C (Titipan Illahi) (*Rules* BKI)

NO	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SAT.	HARGA SAT. (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
1	2	3	4	6	7
I.	<u>KASKO KAPAL</u>				
1	Pemasangan Lunas	0,79	M ³	10.000.000	7.900.000
2	Pemasangan Galar	0,62	M ³	10.000.000	6.200.000
3	Pemasangan Linggi	0,82	M ³	10.000.000	8.200.000
4	Pemasangan wrang	1,73	M ³	10.000.000	17.300.000
5	Pemasangan Kulit & Geladak	9,54	M ³	10.000.000	95.400.000
6	Pemasangan Gading	3,69	M ³	10.000.000	36.900.000
7	Pemasangan penumpu geladak	4,58	M ³	10.000.000	45.800.000
8	Pemasangan sekat	1,58	M ³	10.000.000	15.800.000
TOTAL I					233.500.000

Dari rincian biaya kasko kapal kayu C (Titipan Ilahi) berdasarkan *Rule* BKI didapatkan total harga sebesar Rp 233.500.000 di mana volume komponen konstruksi didapatkan dari Tabel 5. 14 dan harga satuan didapatkan dari hasil survei galangan di daerah Lamongan.

Berdasarkan data tersebut diatas, maka berikut dalam tabel *Resume* Biaya material kayu terpasang pada kapal :

Tabel 6. 16 Perbandingan Biaya Material Kayu Terpasang

No	Nama Kapal	Biaya Kasko Kapal <i>Existing</i>	Biaya Kasko Kapal Menurut Analisis <i>Rules</i> BKI
1	Kota Baru II	Rp. 300.240.000	Rp. 322.800.000
2	King Anugerah	Rp. 295.800.000	Rp. 263.040.000

No	Nama Kapal	Biaya Kasko Kapal Existing	Biaya Kasko Kapal Menurut Analisis Rules BKI
3	Titipan Ilahi	Rp. 214.100.000	Rp. 233.500.000

Dari hasil perbandingan biaya material kayu terpasang, didapatkan hasil bahwa kapal A (Kota Baru II) dan kapal C (Titipan Ilahi) memiliki nilai lebih besar secara analisis *Rules* BKI. Hal ini disebabkan jarak antar gading dan jarak antar balok geladak yang lebih pendek dibandingkan kapal *existing*, sehingga menambah jumlah konstruksi yang dibutuhkan (lihat Tabel 5. 7 dan Tabel 5. 8).

Selanjutnya berdasarkan hasil reduksi pengurangan dimensi konstruksi pada kapal sesuai analisis *Rules* BKI 1996 yang telah dilakukan maka akan dilakukan perhitungan nilai volume kayu terpasang pada tiap bagian konstruksi :

Tabel 6. 17 Volume Kayu Terpasang setelah dilakukan Reduksi Kapal A (Kota Baru II)

NO	NAMA	VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL (m ³)	Red. 10% (m ³)	Red. 20% (m ³)	Red. 30% (m ³)
A	Kulit & Geladak	8,03	3	12,67	11,40	10,13	8,86
B	Linggi	0,88	2	0,88	0,79	0,70	0,61
C	Wrang	1,78	49	1,78	1,60	1,42	1,24
D	Gading-gading	1,81	98	3,62	3,25	2,89	2,53
E	Galar	0,69	2	0,69	0,62	0,55	0,48
F	Lunas	0,83	1	0,83	0,74	0,66	0,58
G	Penumpu Geladak	3,04	147	4,31	3,87	3,44	3,01
F	Sekat	1,16	43	2,12	1,90	1,69	1,48
TOTAL				26,89	24,21	21,52	18,83

Berdasarkan *Software* Pemodelan Struktur dan analisis stuktur kapal A (Kota Baru II) didapatkan hasil reduksi dari volume kapal sesuai analisis *Rules* BKI yaitu 24,21 m³ (reduksi 10%), 21,52 m³ (reduksi 20%) dan 18,83 m³ (reduksi 30%)

Tabel 6. 18 Volume Kayu Terpasang setelah dilakukan Reduksi Kapal B (King Anugerah)

NO	NAMA	VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL (m ³)	Red. 10% (m ³)	Red. 20% (m ³)	Red. 30% (m ³)
A	Kulit & Geladak	6,51	3	9,78	8,80	7,82	6,84
B	Linggi	0,78	2	0,78	0,70	0,62	0,54
C	Wrang	1,46	51	1,46	1,31	1,16	1,02
D	Gading-gading	1,49	102	2,97	2,67	2,37	2,07
E	Galar	0,60	2	0,60	0,54	0,48	0,42
F	Lunas	0,77	1	0,77	0,69	0,61	0,53
G	Penumpu Geladak	2,73	153	3,88	3,49	3,10	2,71
F	Sekat	0,89	43	1,68	1,51	1,34	1,17
TOTAL				21,90	19,72	17,53	15,34

Berdasarkan *Software* Pemodelan Struktur dan analisis stuktur kapal B (King Anugerah) didapatkan hasil reduksi dari volume kapal sesuai analisis *Rules* BKI yaitu 19,72 m³ (reduksi 10%), 17,53 m³ (reduksi 20%) dan 15,34 m³ (reduksi 30%).

Tabel 6. 19 Volume Kayu Terpasang setelah dilakukan Reduksi Kapal C (Titipan Ilahi)

NO	NAMA	VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL (m ³)	Red. 10% (m ³)	Red. 20% (m ³)	Red. 30% (m ³)
A	Kulit & Geladak	6,59	3	9,54	8,58	7,63	6,67
B	Linggi	0,80	2	0,82	0,73	0,65	0,57
C	Wrang	1,73	49	1,73	1,55	1,38	1,21
D	Gading-gading	1,84	98	3,69	3,32	2,95	2,58
E	Galar	0,62	2	0,62	0,55	0,49	0,43
F	Lunas	0,79	1	0,79	0,71	0,63	0,55
G	Penumpu Geladak	3,28	147	4,58	4,12	3,66	3,20
F	Sekat	0,81	43	1,58	1,42	1,26	1,10
TOTAL				23,34	21,01	18,68	16,34

Berdasarkan *software* Pemodelan Struktur dan analisis stuktur kapal C (Titipan Ilahi) didapatkan hasil reduksi dari volume kapal sesuai analisis *Rules* BKI yaitu 21,01 m³ (reduksi 10%), 18,68 m³ (reduksi 20%) dan 16,34 m³ (reduksi 30%).

Sedangkan biaya material terpasang pada kapal yang telah dilakukan reduksi dimensi pada tiap bagian konstruksi adalah sebagai berikut :

Tabel 6. 20 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu A (Kota Baru II) (Rules BKI)

NO	URAIAN PEKERJAAN	Rule BKI (Rp)	Red. 10% (Rp)	Red 20% (Rp)	Red 30% (Rp)
1	2	3	4	5	6
I.	<u>KASKO KAPAL</u>				
1	Pemasangan Lunas	9.960.000	8.964.000	7.968.000	6.972.000
2	Pemasangan Galar	8.280.000	7.452.000	6.624.000	5.796.000
3	Pemasangan Linggi	10.560.000	9.504.000	8.448.000	7.392.000
4	Pemasangan wrang	21.360.000	19.224.000	17.088.000	14.952.000
5	Pemasangan Kulit & Geladak	152.040.000	136.836.000	121.632.000	106.428.000
6	Pemasangan Gading	43.440.000	39.096.000	34.752.000	30.408.000
7	Pemasangan penumpu geladak	51.720.000	46.548.000	41.376.000	36.204.000
8	Pemasangan sekat	25.440.000	22.896.000	20.352.000	17.808.000
	TOTAL	322.800.000	290.520.000	258.240.000	225.960.000

Setelah dilakukan proses pemodelan, didapatkan hasil bahwa reduksi yang diizinkan hanya sampai 20% (lihat gambar 6.9). Sehingga biaya yang bisa direduksi hanya sampai Rp 258.240.000,-.

Tabel 6. 21 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu B (King Anugerah) (Rules BKI)

NO	URAIAN PEKERJAAN	Rule BKI (Rp)	Red. 10% (Rp)	Red 20% (Rp)	Red 30% (Rp)
1	2	3	4	5	6
I.	<u>KASKO KAPAL</u>				
1	Pemasangan Lunas	9.240.000	8.316.000	7.392.000	6.468.000
2	Pemasangan Galar	7.200.000	6.480.000	5.760.000	5.040.000
3	Pemasangan Linggi	9.360.000	8.424.000	7.488.000	6.552.000
4	Pemasangan wrang	17.520.000	15.768.000	14.016.000	12.264.000
5	Pemasangan Kulit & Geladak	117.360.000	105.624.000	93.888.000	82.152.000
6	Pemasangan Gading	35.640.000	32.076.000	28.512.000	24.948.000
7	Pemasangan penumpu geladak	46.560.000	41.904.000	37.248.000	32.592.000
8	Pemasangan sekat	20.160.000	18.144.000	16.128.000	14.112.000
	TOTAL	263.040.000	236.736.000	210.432.000	184.128.000

Setelah dilakukan proses pemodelan, didapatkan hasil bahwa reduksi yang diizinkan hanya sampai 20% (lihat gambar 6.11). Sehingga biaya yang bisa direduksi hanya sampai Rp 210.432.000,-.

Tabel 6. 22 Rincian Biaya Kasko Kapal Kayu C (Titipan Illahi) (*Rules* BKI)

NO	URAIAN PEKERJAAN	Rule BKI (Rp)	Red. 10% (Rp)	Red 20% (Rp)	Red 30% (Rp)
1	2	3	4	5	6
I.	<u>KASKO KAPAL</u>				
1	Pemasangan Lunas	7.900.000	7.110.000	6.320.000	5.530.000
2	Pemasangan Galar	6.200.000	5.580.000	4.960.000	4.340.000
3	Pemasangan Linggi	8.200.000	7.380.000	6.560.000	5.740.000
4	Pemasangan wrang	17.300.000	15.570.000	13.840.000	12.110.000
5	Pemasangan Kulit & Geladak	95.400.000	85.860.000	76.320.000	66.780.000
6	Pemasangan Gading	36.900.000	33.210.000	29.520.000	25.830.000
7	Pemasangan penumpu geladak	45.800.000	41.220.000	36.640.000	32.060.000
8	Pemasangan sekat	15.800.000	14.220.000	12.640.000	11.060.000
	TOTAL	233.500.000	210.150.000	186.800.000	163.450.000

Setelah dilakukan proses pemodelan, didapatkan hasil bahwa reduksi yang diizinkan hanya sampai 20% (lihat gambar 6.13). Sehingga biaya yang bisa direduksi hanya sampai Rp 186.800.000,-.

Secara teknis kapal kapal kayu termasuk didalamnya kapal ikan yang dibangun secara konvensional masih memerlukan sentuhan nilai perencanaan dalam hal tingkat akurasi dimensi konstruksi kapal termasuk kesamaan tebal kulit baik dari lambung maupun dari geladak untuk menunjang tingkat stabilitas kapal yang lebih baik secara umum dan meminimalisir hambatan kapal secara khusus, selain itu tingkat dimensi konstruksi yang cenderung berlebih diharapkan bisa dikurangi untuk memperkecil nilai berat kosong kapal atau bahkan bisa mengurangi daya mesin yang digunakan nantinya, hal ini berarti dengan berkurangnya berat kapal dan dengan harapan kecepatan kapal yang sama tentunya akan bisa memperkecil daya mesin yang digunakan. Dengan berkurangnya bobot mati kapal karena adanya pengurangan dimensi konstruksi maka juga akan meningkatkan kapasitas muatan dari kapal sehingga dalam sekali berlayar bahwa hasil tangkapan bisa dimaksimalkan lebih dari sebelumnya karena kapasitas kapal

yang masih memadai. Selain itu bahwa pihak galangan pembangun atau pemilik kapal akan bisa mengurangi biaya pembelian kayu secara volumetriknya. Sehingga secara ekonomis kapal kayu yang bisa diminimalisir dimensi konstruksinya diharapkan bisa mengurangi harga kapal dan meningkatkan pendapatan hasil tangkap.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perbandingan dimensi konstruksi kapal kayu *Existing* hasil *survey* dan kapal menurut analisis *rules* BKI terdapat 15 item perbandingan nilai konstruksi. Untuk kapal A (Kota Baru II) dari 15 komponen konstruksi pembanding yang ada, terdapat 9 komponen kapal *Existing* memiliki dimensi lebih besar dari kapal menurut analisis *Rules* BKI. Pada kapal B (King Anugerah) dari 15 komponen konstruksi pembanding yang ada, terdapat 8 komponen kapal *Existing* memiliki dimensi lebih besar dari kapal menurut analisis *Rules* BKI dan pada kapal C (Titipan Ilahi) dari 15 komponen konstruksi pembanding yang ada, terdapat 10 komponen kapal *Existing* memiliki dimensi lebih besar dari kapal menurut analisis *Rules* BKI. Hal ini menunjukkan bahwa lebih dari separuh elemen dimensi konstruksi kapal yang dibangun secara konvensional, cenderung dibangun dengan dimensi konstruksi melebihi dari yang dipersyaratkan oleh BKI. Hal inilah yang menyebabkan kapal menjadi “*Over Constructed*”
2. Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan bahwa besarnya nilai tegangan pemodelan kapal pada lambung (kulit dan konstruksi) dan geladak kapal (papan geladak dan penumpu) dengan pembebanan secara *hidrostatik* pada area alas dan lambung serta pembebanan geladak pada ketiga kapal baik kapal *Existing* maupun dimensi kapal *Existing* yang dianalisis menurut *Rules* BKI didapatkan masih berada di bawah batas nilai tegangan yang diizinkan Biro Klasifikasi Indonesia yaitu sebesar $12,75 \text{ N/mm}^2$. Setelah dilakukan pemodelan struktur berdasarkan karakteristik pembebanan dengan *software* Pemodelan struktur yang ada didapatkan nilai kapal kayu A (Kota baru II) kapal *Existing* memiliki nilai tegangan sebesar $7,827 \text{ N/mm}^2$ dan menurut analisis *Rules* BKI didapatkan tegangan sebesar $7,112 \text{ N/mm}^2$, pada kapal

kayu B (King Anugerah) kapal *Existing* memiliki nilai tegangan sebesar $6,608 \text{ N/mm}^2$ dan menurut analisis *Rules* BKI didapatkan tegangan sebesar $7,617 \text{ N/mm}^2$ sedangkan pada kapal kayu C (Titipan Ilahi) kapal *Existing* memiliki nilai tegangan sebesar $8,142 \text{ N/mm}^2$ dan menurut analisis *Rules* BKI didapatkan tegangan sebesar $6,765 \text{ N/mm}^2$.

Dari data ukuran utama kapal *Existing* yang dianalisis menurut *Rules* BKI (1996) yang telah direduksi pada dimensi konstruksinya dengan variabel pengurangan 10%, 20% dan 30%, pada Kapal A (Kota Baru II) didapatkan hasil nilai tegangan sebesar $8,588 \text{ N/mm}^2$ (Reduksi 10%) dan nilai tegangan sebesar $10,609 \text{ N/mm}^2$ (Reduksi 20%), sedangkan untuk hasil reduksi 30% tidak diijinkan karena nilai tegangan berada diatas batas tegangan ijin yang dipersyaratkan. pada Kapal B (King Anugerah) didapatkan hasil nilai tegangan sebesar $9,076 \text{ N/mm}^2$ (Reduksi 10%) dan nilai tegangan sebesar $12,421 \text{ N/mm}^2$ (Reduksi 20%), untuk nilai reduksi 20% ini tidak direkomendasikan karena sudah mendekati batas tegangan yang dipersyaratkan sedangkan hasil reduksi 30% tidak diijinkan karena nilai tegangan berada diatas batas tegangan ijin yang dipersyaratkan. pada Kapal C (Titipan Ilahi) didapatkan hasil nilai tegangan sebesar $8,061 \text{ N/mm}^2$ (Reduksi 10%) dan nilai tegangan sebesar $11,032 \text{ N/mm}^2$ (Reduksi 20%), sedangkan untuk hasil reduksi 30% tidak diijinkan karena nilai tegangan berada diatas batas tegangan ijin yang dipersyaratkan

3. Secara ekonomis volumetrik material kayu terpasang pada kasko badan kapal pada Kapal A (Kota Baru II) secara *Existing* memiliki nilai volume sebesar $25,01 \text{ m}^3$ dan secara analisis *Rules* BKI pada ukuran utama kapal *Existing* memiliki nilai volume sebesar $26,89 \text{ m}^3$. Pada Kapal B (King Anugerah) secara *Existing* memiliki nilai volume sebesar $24,65 \text{ m}^3$ dan secara analisis *Rules* BKI pada ukuran utama kapal *Existing* memiliki nilai volume sebesar $21,90 \text{ m}^3$ dan Pada Kapal C (Titipan Ilahi) secara *Existing* memiliki nilai volume sebesar $21,40 \text{ m}^3$ dan secara analisis *Rules* BKI pada ukuran utama kapal *Existing* memiliki nilai volume sebesar $23,34 \text{ m}^3$.

Dari data ukuran utama kapal *Existing* yang dianalisis menurut *Rules* BKI (1996) yang telah direduksi pada dimensi konstruksinya dengan variabel pengurangan 10%, 20% dan 30% mengakibatkan penurunan jumlah volumetrik material kayu terpasang, pada Kapal A (Kota Baru II) didapatkan nilai volume sebesar 24,21 m³ (Reduksi 10%) dan nilai volume sebesar 21,52 m³ (Reduksi 20%). pada Kapal B (King Anugerah) didapatkan nilai volume sebesar 19,72 m³ (Reduksi 10%) dan nilai volume sebesar 17,53 m³ (Reduksi 20%) sedangkan pada Kapal C (Titipan Ilahi) didapatkan nilai volume sebesar 21,01 m³ (Reduksi 10%) dan nilai volume sebesar 18,68 m³ (Reduksi 20%).

Berdasarkan volumetrik kayu terpasang maka secara analisis ekonomi akan didapatkan pula biaya material kayu terpasang pada kapal dengan didasarkan pada harga kayu per meter kubik. Sehingga didapatkan hasil nilai biaya material kayu terpasang berdasarkan volume terpasang pada Kapal A (Kota Baru II) adalah sebesar Rp. 300.240.000,- (*Existing*) dan Rp. 322.800.000,- (Analisis menurut *Rules* BKI) sedangkan untuk hasil reduksi adalah sebesar Rp. 290.520.000,- (reduksi 10%) dan Rp. 258.240.000,- (reduksi 20%). Untuk Kapal B (King Anugerah) adalah sebesar Rp. 295.800.000,- (*Existing*) dan Rp. 263.040.000,- (Analisis menurut *Rules* BKI) sedangkan untuk hasil reduksi adalah sebesar Rp. 236.736.000,- (reduksi 10%) dan Rp. 210.432.000,- (reduksi 20%). Sedangkan untuk Kapal C (Titipan Ilahi) adalah sebesar Rp. 214.100.000,- (*Existing*) dan Rp. 233.500.000,- (Analisis menurut *Rules* BKI) untuk hasil reduksi adalah sebesar Rp. 210.150.000,- (reduksi 10%) dan Rp. 186.800.000,- (reduksi 20%).

7.2 Saran

Penelitian ini masih jauh dari sempurna dan memerlukan banyak perbaikan lebih lanjut, untuk itu peneliti menyarankan agar dalam penelitian selanjutnya supaya dilengkapi analisis teknis dan ekonomis secara menyeluruh bagian kapal, termasuk Outfitting, Perlengkapan, Permesinan, Kelistrikan, Perpipaian termasuk dengan alat tangkapnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakri, M. (1986). *Konstruksi Kapal Kayu*. Surabaya: Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (1996). *Buku Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut, Peraturan Tentang Kapal Kayu*. Jakarta.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2004). Design Loads. Dalam Biro Klasifikasi Indonesia, *Rules for The Classification and Construction of Seagoing of Steel Ships Volume II* (hal. Section 4). Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1961). *Peraturan konstruksi kayu Indonesia NI 5 PKKI 1961*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Dewa, S. (2010, Desember 9). Teknologi Pembangunan Kapal Kayu Tradisional di Tanahberu Kabupaten Bulukumba. *Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan*.
- Dumanauw, J. F. (1990). *Mengenal Kayu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fengel, D. (1995). *Kimia Kayu Ultrastruktur dan Reaksi-reaksi*. Yogyakarta: UGM Press.
- Food and Agricultural Organization. (2015). *Basic Texts of The Food and Agricultural Organization of The United Nations Volume I and II*. Food and Agricultural Organization.
- Fyson, J. F., & FAO. (1985). *Design of Small Fishing Vessels*. England: Farnham.
- Haygreen, J. G., & Bowyer, J. L. (1996). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Islahuzzaman. (2012). *Istilah-istilah Akuntansi dan Auditing*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kitarovic, S., & Zanic, V. (2014). Approximate approach to progressive collapse analysis of the monotonous thin-walled structures in vertical bending. *ResearchGate*, 255–286.
- Nugroho, N. Y., & Widodo, A. B. (1998). *Kapal Non Ferro*. Surabaya: Teknik Perkapalan Universitas Hang Tuah.

- PERHUTANI. (2020). <https://perhutani.co.id/product/kayu-jati/>. Dipetik Agustus 20, 2020, dari www.perhutani.co.id: <https://perhutani.co.id/product/kayu-jati/>
- Purnomo, A., & Supomo, H. (2014). Analisis Kekuatan Kapal Bambu Laminasi dan Pengaruhnya Terhadap Ukuran Konstruksi dan Biaya Produksi. *Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, No.1*.
- Rachman, A., Misbah, M. N., & Wartono, M. (2012). Kesesuaian Ukuran Konstruksi Kapal Kayu Nelayan Di Pelabuhan Nelayan (PN) Gresik Menggunakan Aturan Biro Klasifikasi Indonesia. *Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No, 1, 1-4*.
- Rachman, A., Misbah, N. M., & Wartono, M. (2012). Kesesuaian Konstruksi Kapal Kayu Nelayan di Pelabuhan Nelayan (PN) Gresik Menggunakan Aturan Biro Klasifikasi Indonesia. *Jurnal Teknik POMITS Vol. 1. No.1*.
- Sebayang, R. P., Hutauruk, R. M., & Bustari. (2016). Analisis Ukuran Konstruksi Kapal di Galangan Kapal Kota Bagan Siapi-api Menggunakan Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Kayu. *Jurnal Online Mahasiswa Vol. 3, No.2*.
- Suman Kar, D. G., Sarangdhar, & Chopra, G. S. (2008). Analysis of Ship Structures Using ANSYS. *SeaTech Solutions International (S) Pte Ltd*.
- Suryono, & Bakoh. (2009). Penentuan Biaya Pembangunan Kapal Kayu dengan Fungsi Produksi Cobb Douglas. *Tesis Teknologi Produksi dan Material Kelautan ITS*.
- Van-Vu, H. (2005). Prediction The Ultimate Strength of Intact Ship by Finite Element Method. *International Journal of Mechanical Engineering and Applications (IJMEA)*.

LAMPIRAN

Tabel 6b₂

Jarak Gading-gading dan Kulit luar

Kapal Pelayaran Lokal

L(B/3+H)	Gading		tebal sisi dan alas	Kulit luar *	
	tunggal	berganda		Papan lajur sisi atas dan lunas	
	jarak gading-gading			lebar	tebal
m ²	mm	mm	mm	mm	mm
1	2	3	4	5	6
35	280	310	28	380	35
40	300	330	30	400	37
45	315	350	32	420	40
50	330	365	34	430	42
60	340	380	38	450	45
70	370	410	41	490	48
80	390	435	44	530	52
90	405	450	47	570	55
100	420	465	49	600	57
120	445	495	53	680	62
140	470	520	56	760	65
160	490	545	60	830	70
180	505	560	63	900	74
200	515	575	66	970	77
220	525	585	69	1050	81
240	540	600	72	1120	84
260	550	610	79	1200	88

Lebar keseluruhan papan lajur sisi atas dan papan lunas untuk tiap sisi kapal yang tertera pada kolom 5 dapat terdiri dari beberapa papan.

* Lihat keterangan pada Tabel 6 a₁

Lampiran 1 Jarak Gading-Gading dan Kulit Luar

Tabel 7b.

Jarak balok geladak, Geladak, Tutup sisi geladak dan Lutut balok

Kapal Pelayaran Lokal

L(B/3+H)	Jarak Balok	Tebal Geladak	Tutup sisi geladak		Lutut Horizontal	Tebal Pagar
			lebar	tebal		
m ²	mm	mm	mm		Jumlah	mm
1	2	3	4		5	6
20	425	33	190	33	5	21
25	445	35	200	35	5	25
30	465	37	210	37	5	27
35	490	39	220	39	5	30
40	505	41	230	40	5	32
50	540	43	250	44	6	35
60	570	46	260	46	6	37
70	600	48	270	49	7	40
80	625	50	280	51	7	42
90	650	51	290	53	8	45
100	675	53	300	55	8	47
120	710	56	320	59	9	50
140	740	59	340	62	9	50
160	775	61	350	65	10	50
180	795	64	360	68	10	50
200	820	66	370	70	11	50
220	845	67	380	72	12	55
240	865	68	390	73	12	55
260	880	70	400	75	13	55

Untuk itu lihat Bab 4.

Lampiran 2 Jarak Balok geladak, Geladak, Tutup Sisi Geladak dan Lutut Balok

Tabel 4.

Tinggi Wrang

Kapal Pelayaran Pantai			Kapal Pelayaran Lokal		
$\frac{B}{3} + H$	Tinggi Wrang		$\frac{B}{3} + H$	Tinggi Wrang	
	Hanya lunas luar	lunas luar dan lunas dalam		Hanya lunas luar	lunas luar dan lunas dalam
m	mm	mm	m	mm	mm
1	2	3	1	2	3
2,4	170	140	2,4	150	140
2,6	180	150	2,6	160	145
2,8	190	160	2,8	170	150
3,0	200	170	3,0	180	160
3,4	220	190	3,4	200	175
3,8	240	210	3,8	220	195
4,2	260	225	4,2	240	210
4,6	280	250	4,6	260	230
5,0		270	5,0		250
5,4		285	5,4		265
5,8		305	5,8		285
6,2		325	6,2		305
6,6		345	6,6		325

Yang berlaku sebagai tinggi wrang adalah ukuran tinggi diatas lunas luar.

Lampiran 3 Wrang

Tabel 1b
Lunas dan Linggi
Kapal pelayaran Lokal

L(B/3 + H)	Lunas			Linggi Haluan	
	Penampang*	Hanya luas luar Lebar x Tinggi	Lunas luar dan lunas dalam Lebar x Tinggi		Lebar x *) Tinggi
m ²	cm ²	mm	mm	mm	mm
1	2	3	4	5	6
20	290	140 x 200	115 x 135	120 x 110	115 x 180
25	340	150 x 230	125 x 150	130 x 120	125 x 190
30	390	160 x 245	135 x 160	140 x 125	140 x 200
35	440	170 x 260	140 x 175	145 x 140	145 x 210
40	490	180 x 270	145 x 185	150 x 145	155 x 220
50	585	200 x 295	160 x 205	165 x 160	170 x 245
60	675	210 x 320	175 x 220	175 x 175	180 x 265
70	765	225 x 340	180 x 230	190 x 185	190 x 285
80	860	235 x 365	190 x 235	200 x 195	205 x 300
90	955	250 x 380	205 x 260	210 x 205	220 x 315
100	1045	260 x 400	215 x 265	220 x 215	225 x 335
120	1235	285 x 435	235 x 290	245 x 230	240 x 370
140	1410		255 x 305	270 x 240	260 x 390
160	1600		270 x 325	285 x 255	280 x 415
180	1785		280 x 350	295 x 270	295 x 440
200	1970		295 x 365	305 x 290	305 x 465
220	2160		315 x 375	325 x 300	325 x 485
240	2340		330 x 385	340 x 310	335 x 510
260	2520		345 x 400	360 x 320	350 x 530

Tinggi linggi buritan harus sekurang-kurangnya 5% lebih besar dari pada tinggi haluan, dan lebarnya boleh sama. (lihat juga bab 4 ayat 2)

*) berlaku untuk $L/H \leq 8$
untuk $L/H > 8$ maka luas penampang harus diperbesar sesuai dengan tabel pada Bab 3 ayat 2.3

Lampiran 4 Lunas dan Linggi

Tabel 3b

Gading-gading Kapal Pelayaran Lokal

B/3 + H	Modulus penampang untuk jarak gading sama dengan 100 mm			
	Yang dilengkung		Berlapis	Dari Baja
	Tunggal	Berganda		
	W 100	W 100	W 100	W 100
m	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³
1	2	3	4	5
2,4	21,5	18,5	10,75	1,34
2,6	25,5	21,5	12,75	1,59
2,8	31,0	26,0	15,50	1,94
3,2	43,5	36,5	21,75	2,72
3,6	61,0	50,0	30,50	3,81
4,0	80,0	66,0	40,00	5,00
4,4	104,0	86,0	52,00	6,50
4,8	130,0	108,0	65,00	8,10
5,2	162,0	135,0	81,00	10,10
5,6	198,0	165,0	99,00	12,40
6,0	236,0	197,0	118,00	14,75
6,4	278,0	231,0	139,00	17,40
6,8	314,0	261,0	157,00	19,60
7,2	356,0	296,0	178,00	22,30
7,6	405,0	336,0	203,00	25,40
8,0	450,0	373,0	250,00	28,12

1. Didalam tabel ini terdapat modulus penampang dari gading-gading yang didasarkan atas jarak dasar sama dengan 100 mm.
Modulus penampang harus diperbesar menurut perbandingan antara jarak gading-gading yang dipilih dengan jarak dasar .
2. Didalam tabel 3c sampai dengan 3e terdapat ukuran penampang dari gading-gading yang dilengkung dan gading-gading berlapis tergantung dari modulus penampang yang sudah dihitung.

Contoh:

B/3 + H = 3,80 m

Jarak gading-gading menurut Tabel 6b₁ untuk gading-gading tunggal yang dilengkung = 350 mm

$$W 100 = 79 \text{ cm}^3$$

$$W 330 = 79 = 260 \text{ cm}^3$$

Menurut tabel 3c

Tinggi gading = 134/101 mm

Tebal gading = 87 mm

Lampiran 5 Gading-Gading

Tabel 5b₁

Galar balok dan Galar balok kim

Kapal Pelayaran lokal

$L(B/3+H)$	Penampang galar balok	Galar balok, tinggi x tebal	Galar balok samping, tinggi x tebal	Galar balok bawah, tinggi x tebal	Galar balok kim, tinggi x tebal
m ²	cm ²	mm	mm	mm	mm
1	2	3	4	5	6
20	50	145 x 35	-	-	185 x 43
25	75	165 x 46	-	-	190 x 46
30	100	190 x 53	-	-	195 x 48
35	125	210 x 59	-	-	200 x 50
40	150	230 x 65	-	-	205 x 51
45	175	250 x 70	-	-	210 x 52
50	200	260 x 75	-	-	220 x 53
60	248	280 x 58 265 x 62	91 x 91 -	- 165 x 50	230 x 55
70	297	310 x 64 290 x 68	100 x 100 -	- 175 x 57	245 x 56
80	345	335 x 69 315 x 74	107 x 107 -	- 190 x 61	255 x 56
90	385	360 x 74 330 x 78	113 x 113 -	- 200 x 64	260 x 57
100	429	370 x 77 350 x 82	120 x 120 -	- 215 x 67	265 x 58

1. Untuk kapal kecil dengan angka penunjuk sampai $L(B/3+H) = 55$, cukup mempunyai galar balok tunggal.
Untuk kapal yang lebih besar, sampai $L(B/3+H) = 150$ selain galar balok utama harus ditambah dengan galar balok samping atau galar balok bawah.
Untuk kapal dengan $L(B/3+H)$ lebih besar dari 150 selain galar balok utama harus ditambah galar balok samping dan galar balok bawah.
2. Ukuran dan penyusunan galar itu dapat diubah asal saja penampang yang sudah dihitung menurut peraturan dipertahankan.
3. Penampang galar diluar pada daerah $0,25 L_1$ dari ujung-ujung kapal dapat secara berangsur-angsur diperkecil sampai menjadi 75%.

Lampiran 6 Galar Balok dan Galar Balok Kim

LAMPIRAN 4

Volume Kayu Terpasang Kapal Kota Baru II (Existing)

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
A	Kulit & Geladak							
1	Kulit Luar		40		113178240	4,53	2	9,05
2	Geladak		30		70576000	2,12	1	2,12
B	Linggi							
1	Linggi Haluan	350	200	8020,00		0,56	1	0,56
2	Linggi Buritan	350	200	6416,00		0,45	1	0,45
C	Wrang							
1	Wrang Frame -3	300	70	629,11		0,01	1	0,01
2	Wrang Frame -2	300	70	699,01		0,01	1	0,01
3	Wrang Frame -1	300	70	776,68		0,02	1	0,02
4	Wrang Frame 0	300	70	862,98		0,02	1	0,02
5	Wrang Frame 1	300	70	958,87		0,02	1	0,02
6	Wrang Frame 2	300	70	1065,41		0,02	1	0,02
7	Wrang Frame 3	300	70	1183,78		0,02	1	0,02
8	Wrang Frame 4	300	70	1315,32		0,03	1	0,03
9	Wrang Frame 5	300	70	1461,46		0,03	1	0,03
10	Wrang Frame 6	300	70	1623,85		0,03	1	0,03
11	Wrang Frame 7	300	70	1804,28		0,04	1	0,04
12	Wrang Frame 8	300	70	2004,75		0,04	1	0,04
13	Wrang Frame 9	300	70	2227,50		0,05	1	0,05
14	Wrang Frame 10	300	70	2475,00		0,05	1	0,05
15	Wrang Frame 11	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
16	Wrang Frame 12	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
17	Wrang Frame 13	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
18	Wrang Frame 14	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
19	Wrang Frame 15	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
20	Wrang Frame 16	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
21	Wrang Frame 17	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
22	Wrang Frame 18	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
23	Wrang Frame 19	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
24	Wrang Frame 20	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
25	Wrang Frame 21	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
26	Wrang Frame 22	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
27	Wrang Frame 23	300	70	2750,00		0,06	1	0,06

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
28	Wrang Frame 24	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
29	Wrang Frame 25	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
30	Wrang Frame 26	300	70	2750,00		0,06	1	0,06
31	Wrang Frame 27	300	70	2475,00		0,05	1	0,05
32	Wrang Frame 28	300	70	2227,50		0,05	1	0,05
33	Wrang Frame 29	300	70	2004,75		0,04	1	0,04
34	Wrang Frame 30	300	70	1804,28		0,04	1	0,04
35	Wrang Frame 31	300	70	1623,85		0,03	1	0,03
36	Wrang Frame 32	300	70	1461,46		0,03	1	0,03
37	Wrang Frame 33	300	70	1315,32		0,03	1	0,03
38	Wrang Frame 34	300	70	1183,78		0,02	1	0,02
39	Wrang Frame 35	300	70	1065,41		0,02	1	0,02
40	Wrang Frame 36	300	70	958,87		0,02	1	0,02
41	Wrang Frame 37	300	70	862,98		0,02	1	0,02
42	Wrang Frame 38	300	70	776,68		0,02	1	0,02
43	Wrang Frame 39	300	70	699,01		0,01	1	0,01
44	Wrang Frame 40	300	70	629,11		0,01	1	0,01
45	Wrang Frame 41	300	70	566,20		0,01	1	0,01
D	Gading-gading							
1	Gading -3	200	60	1809,27		0,02	2	0,04
2	Gading -2	200	60	1904,50		0,02	2	0,05
3	Gading -1	200	60	2004,74		0,02	2	0,05
4	Gading 0	200	60	2110,25		0,03	2	0,05
5	Gading 1	200	60	2221,31		0,03	2	0,05
6	Gading 2	200	60	2338,23		0,03	2	0,06
7	Gading 3	200	60	2461,29		0,03	2	0,06
8	Gading 4	200	60	2590,83		0,03	2	0,06
9	Gading 5	200	60	2727,19		0,03	2	0,07
10	Gading 6	200	60	2870,73		0,03	2	0,07
11	Gading 7	200	60	3021,82		0,04	2	0,07
12	Gading 8	200	60	3180,86		0,04	2	0,08
13	Gading 9	200	60	3348,28		0,04	2	0,08
14	Gading 10	200	60	3524,50		0,04	2	0,08
15	Gading 11	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
16	Gading 12	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
17	Gading 13	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
18	Gading 14	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
19	Gading 15	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
20	Gading 16	200	60	3710,00		0,04	2	0,09

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
21	Gading 17	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
22	Gading 18	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
23	Gading 19	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
24	Gading 20	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
25	Gading 21	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
26	Gading 22	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
27	Gading 23	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
28	Gading 24	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
29	Gading 25	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
30	Gading 26	200	60	3710,00		0,04	2	0,09
31	Gading 27	200	60	3524,50		0,04	2	0,08
32	Gading 28	200	60	3348,28		0,04	2	0,08
33	Gading 29	200	60	3180,86		0,04	2	0,08
34	Gading 30	200	60	3021,82		0,04	2	0,07
35	Gading 31	200	60	2870,73		0,03	2	0,07
36	Gading 32	200	60	2727,19		0,03	2	0,07
37	Gading 33	200	60	2590,83		0,03	2	0,06
38	Gading 34	200	60	2461,29		0,03	2	0,06
39	Gading 35	200	60	2338,23		0,03	2	0,06
40	Gading 36	200	60	2221,31		0,03	2	0,05
41	Gading 37	200	60	2110,25		0,03	2	0,05
42	Gading 38	200	60	2004,74		0,02	2	0,05
43	Gading 39	200	60	1904,50		0,02	2	0,05
44	Gading 40	200	60	1809,27		0,02	2	0,04
45	Gading 41	200	60	1718,81		0,02	2	0,04
E	Galar							
1	Galar Balok	150	60	19248,00		0,17	1	0,17
2	Galar Kim	150	60	22456,00		0,20	1	0,20
F	Lunas	60	35	20050,00		0,04	1	0,04
G	Penumpu Geladak							
1	Lutut Geladak							
	Lutut no 1	150	60	2695,05		0,01	2	0,02
	Lutut no 2	150	60	2836,89		0,01	2	0,03
	Lutut no 3	150	60	2986,20		0,01	2	0,03
	Lutut no 4	150	60	3143,37		0,01	2	0,03
	Lutut no 5	150	60	3308,81		0,01	2	0,03
	Lutut no 6	150	60	3482,96		0,02	2	0,03
	Lutut no 7	150	60	3666,27		0,02	2	0,03
	Lutut no 8	150	60	3859,23		0,02	2	0,03

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Lutut no 9	150	60	4062,35		0,02	2	0,04
	Lutut no 10	150	60	4276,16		0,02	2	0,04
	Lutut no 11	150	60	4501,22		0,02	2	0,04
	Lutut no 12	150	60	4738,13		0,02	2	0,04
	Lutut no 13	150	60	4987,50		0,02	2	0,04
	Lutut no 14	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 15	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 16	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 17	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 18	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 19	150	60	4987,50		0,02	2	0,04
	Lutut no 20	150	60	4738,13		0,02	2	0,04
	Lutut no 21	150	60	4501,22		0,02	2	0,04
	Lutut no 22	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 23	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 24	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 25	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 26	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 27	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 28	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 29	150	60	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 30	150	60	4987,50		0,02	2	0,04
	Lutut no 31	150	60	4738,13		0,02	2	0,04
	Lutut no 32	150	60	4501,22		0,02	2	0,04
	Lutut no 33	150	60	4276,16		0,02	2	0,04
	Lutut no 34	150	60	4062,35		0,02	2	0,04
	Lutut no 35	150	60	3859,23		0,02	2	0,03
	Lutut no 36	150	60	3666,27		0,02	2	0,03
	Lutut no 37	150	60	3482,96		0,02	2	0,03
	Lutut no 38	150	60	3308,81		0,01	2	0,03
	Lutut no 39	150	60	3143,37		0,01	2	0,03
	Lutut no 40	150	60	2986,20		0,01	2	0,03
	Lutut no 41	150	60	2836,89		0,01	2	0,03
	Lutut no 42	150	60	2695,05		0,01	2	0,02
	Lutut no 43	150	60	2560,29		0,01	2	0,02
	Lutut no 44	150	60	2432,28		0,01	2	0,02
	Lutut no 45	150	60	2310,67		0,01	2	0,02
2	Balok Geladak							
	Balok no 1	510	20	634,75		0,01	1	0,01
	Balok no 2	510	20	746,77		0,01	1	0,01

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Balok no 3	510	20	878,55		0,01	1	0,01
	Balok no 4	510	20	1033,59		0,01	1	0,01
	Balok no 5	510	20	1215,99		0,01	1	0,01
	Balok no 6	510	20	1430,58		0,01	1	0,01
	Balok no 7	510	20	1683,03		0,02	1	0,02
	Balok no 8	510	20	1980,03		0,02	1	0,02
	Balok no 9	510	20	2329,45		0,02	1	0,02
	Balok no 10	510	20	2740,53		0,03	1	0,03
	Balok no 11	510	20	3224,16		0,03	1	0,03
	Balok no 12	510	20	3793,13		0,04	1	0,04
	Balok no 13	510	20	4462,50		0,05	1	0,05
	Balok no 14	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 15	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 16	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 17	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 18	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 19	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 20	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 21	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 22	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 23	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 24	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 25	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 26	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 27	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 28	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 29	510	20	5250,00		0,05	1	0,05
	Balok no 30	510	20	4462,50		0,05	1	0,05
	Balok no 31	510	20	3793,13		0,04	1	0,04
	Balok no 32	510	20	3224,16		0,03	1	0,03
	Balok no 33	510	20	2740,53		0,03	1	0,03
	Balok no 34	510	20	2329,45		0,02	1	0,02
	Balok no 35	510	20	1980,03		0,02	1	0,02
	Balok no 36	510	20	1683,03		0,02	1	0,02
	Balok no 37	510	20	1430,58		0,01	1	0,01
	Balok no 38	510	20	1215,99		0,01	1	0,01
	Balok no 39	510	20	1033,59		0,01	1	0,01
	Balok no 40	510	20	878,55		0,01	1	0,01
	Balok no 41	510	20	746,77		0,01	1	0,01
F	Sekat							

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
1	Papan Sekat							
	Sekat Melintang		40		8662500	0,35	3	1,04
	Sekat Memanjang		40		20041980	0,80	1	0,80
2	Penegar Sekat							
	Sekat Melintang	200	80	1750,00		0,03	24	0,67
	Sekat Memanjang	200	80	1800,00		0,03	15	0,43
Volume Total Kayu Terpasang							23,5	

Volume Kayu Terpasang Kapal Kota Baru II (Rule BKI)

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
A	Kulit & Geladak							
1	Kulit Luar		41		113178240	4,64	2	9,28
2	Geladak		48		70576000	3,39	1	3,39
B	Linggi							
1	Linggi Haluan	190	285	8020,00		0,43	1	0,43
2	Linggi Buritan	220	315	6416,00		0,44	1	0,44
C	Wrang							
1	Wrang Frame -4	240	93	334,34		0,01	1	0,01
2	Wrang Frame -3	240	93	371,48		0,01	1	0,01
3	Wrang Frame -2	240	93	412,76		0,01	1	0,01
4	Wrang Frame -1	240	93	458,62		0,01	1	0,01
5	Wrang Frame 0	240	93	509,58		0,01	1	0,01
6	Wrang Frame 1	240	93	566,20		0,01	1	0,01
7	Wrang Frame 2	240	93	629,11		0,01	1	0,01
8	Wrang Frame 3	240	93	699,01		0,02	1	0,02
9	Wrang Frame 4	240	93	776,68		0,02	1	0,02
10	Wrang Frame 5	240	93	862,98		0,02	1	0,02
11	Wrang Frame 6	240	93	958,87		0,02	1	0,02
12	Wrang Frame 7	240	93	1065,41		0,02	1	0,02
13	Wrang Frame 8	240	93	1183,78		0,03	1	0,03
14	Wrang Frame 9	240	93	1315,32		0,03	1	0,03
15	Wrang Frame 10	240	93	1461,46		0,03	1	0,03
16	Wrang Frame 11	240	93	1623,85		0,04	1	0,04
17	Wrang Frame 12	240	93	1804,28		0,04	1	0,04
18	Wrang Frame 13	240	93	2004,75		0,04	1	0,04
19	Wrang Frame 14	240	93	2227,50		0,05	1	0,05

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
20	Wrang Frame 15	240	93	2475,00		0,06	1	0,06
21	Wrang Frame 16	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
22	Wrang Frame 17	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
23	Wrang Frame 18	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
24	Wrang Frame 19	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
25	Wrang Frame 20	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
26	Wrang Frame 21	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
27	Wrang Frame 22	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
28	Wrang Frame 23	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
29	Wrang Frame 24	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
30	Wrang Frame 25	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
31	Wrang Frame 26	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
32	Wrang Frame 27	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
33	Wrang Frame 28	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
34	Wrang Frame 29	240	93	2750,00		0,06	1	0,06
35	Wrang Frame 30	240	93	2475,00		0,06	1	0,06
36	Wrang Frame 31	240	93	2227,50		0,05	1	0,05
37	Wrang Frame 32	240	93	2004,75		0,04	1	0,04
38	Wrang Frame 33	240	93	1804,28		0,04	1	0,04
39	Wrang Frame 34	240	93	1623,85		0,04	1	0,04
40	Wrang Frame 35	240	93	1461,46		0,03	1	0,03
41	Wrang Frame 36	240	93	1315,32		0,03	1	0,03
42	Wrang Frame 37	240	93	1183,78		0,03	1	0,03
43	Wrang Frame 38	240	93	1065,41		0,02	1	0,02
44	Wrang Frame 39	240	93	958,87		0,02	1	0,02
45	Wrang Frame 40	240	93	862,98		0,02	1	0,02
46	Wrang Frame 41	240	93	776,68		0,02	1	0,02
47	Wrang Frame 42	240	93	699,01		0,02	1	0,02
48	Wrang Frame 43	240	93	629,11		0,01	1	0,01
49	Wrang Frame 44	240	93	566,20		0,01	1	0,01
D	Gading-gading							
1	Gading -4	144	93	1329,98		0,02	2	0,04
2	Gading -3	144	93	1399,98		0,02	2	0,04
3	Gading -2	144	93	1473,67		0,02	2	0,04
4	Gading -1	144	93	1551,23		0,02	2	0,04
5	Gading 0	144	93	1632,87		0,02	2	0,04
6	Gading 1	144	93	1718,81		0,02	2	0,05
7	Gading 2	144	93	1809,27		0,02	2	0,05
8	Gading 3	144	93	1904,50		0,03	2	0,05
9	Gading 4	144	93	2004,74		0,03	2	0,05

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
10	Gading 5	144	93	2110,25		0,03	2	0,06
11	Gading 6	144	93	2221,31		0,03	2	0,06
12	Gading 7	144	93	2338,23		0,03	2	0,06
13	Gading 8	144	93	2461,29		0,03	2	0,07
14	Gading 9	144	93	2590,83		0,03	2	0,07
15	Gading 10	144	93	2727,19		0,04	2	0,07
16	Gading 11	144	93	2870,73		0,04	2	0,08
17	Gading 12	144	93	3021,82		0,04	2	0,08
18	Gading 13	144	93	3180,86		0,04	2	0,09
19	Gading 14	144	93	3348,28		0,04	2	0,09
20	Gading 15	144	93	3524,50		0,05	2	0,09
21	Gading 16	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
22	Gading 17	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
23	Gading 18	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
24	Gading 19	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
25	Gading 20	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
26	Gading 21	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
27	Gading 22	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
28	Gading 23	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
29	Gading 24	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
30	Gading 25	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
31	Gading 26	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
32	Gading 27	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
33	Gading 28	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
34	Gading 29	144	93	3710,00		0,05	2	0,10
35	Gading 30	144	93	3524,50		0,05	2	0,09
36	Gading 31	144	93	3348,28		0,04	2	0,09
37	Gading 32	144	93	3180,86		0,04	2	0,09
38	Gading 33	144	93	3021,82		0,04	2	0,08
39	Gading 34	144	93	2870,73		0,04	2	0,08
40	Gading 35	144	93	2727,19		0,04	2	0,07
41	Gading 36	144	93	2590,83		0,03	2	0,07
42	Gading 37	144	93	2461,29		0,03	2	0,07
43	Gading 38	144	93	2338,23		0,03	2	0,06
44	Gading 39	144	93	2221,31		0,03	2	0,06
45	Gading 40	144	93	2110,25		0,03	2	0,06
46	Gading 41	144	93	2004,74		0,03	2	0,05
47	Gading 42	144	93	1904,50		0,03	2	0,05
48	Gading 43	144	93	1809,27		0,02	2	0,05
49	Gading 44	144	93	1718,81		0,02	2	0,05

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
E	Galar							
1	Galar Balok	310	64	19248,00		0,38	1	0,38
2	Galar Kim	245	56	22456,00		0,31	1	0,31
F	Lunas	180	230	20050,00		0,83	1	0,83
G	Penumpu Geladak							
1	Lutut Geladak							
	Lutut no 1	270	49	1981,11		0,01	2	0,03
	Lutut no 2	270	49	2085,38		0,01	2	0,03
	Lutut no 3	270	49	2195,13		0,01	2	0,03
	Lutut no 4	270	49	2310,67		0,02	2	0,03
	Lutut no 5	270	49	2432,28		0,02	2	0,03
	Lutut no 6	270	49	2560,29		0,02	2	0,03
	Lutut no 7	270	49	2695,05		0,02	2	0,04
	Lutut no 8	270	49	2836,89		0,02	2	0,04
	Lutut no 9	270	49	2986,20		0,02	2	0,04
	Lutut no 10	270	49	3143,37		0,02	2	0,04
	Lutut no 11	270	49	3308,81		0,02	2	0,04
	Lutut no 12	270	49	3482,96		0,02	2	0,05
	Lutut no 13	270	49	3666,27		0,02	2	0,05
	Lutut no 14	270	49	3859,23		0,03	2	0,05
	Lutut no 15	270	49	4062,35		0,03	2	0,05
	Lutut no 16	270	49	4276,16		0,03	2	0,06
	Lutut no 17	270	49	4501,22		0,03	2	0,06
	Lutut no 18	270	49	4738,13		0,03	2	0,06
	Lutut no 19	270	49	4987,50		0,03	2	0,07
	Lutut no 20	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 21	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 22	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 23	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 24	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 25	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 26	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 27	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 28	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 29	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 30	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 31	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 32	270	49	5250,00		0,03	2	0,07

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Lutut no 33	270	49	5250,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 34	270	49	4987,50		0,03	2	0,07
	Lutut no 35	270	49	4738,13		0,03	2	0,06
	Lutut no 36	270	49	4501,22		0,03	2	0,06
	Lutut no 37	270	49	4276,16		0,03	2	0,06
	Lutut no 38	270	49	4062,35		0,03	2	0,05
	Lutut no 39	270	49	3859,23		0,03	2	0,05
	Lutut no 40	270	49	3666,27		0,02	2	0,05
	Lutut no 41	270	49	3482,96		0,02	2	0,05
	Lutut no 42	270	49	3308,81		0,02	2	0,04
	Lutut no 43	270	49	3143,37		0,02	2	0,04
	Lutut no 44	270	49	2986,20		0,02	2	0,04
	Lutut no 45	270	49	2836,89		0,02	2	0,04
	Lutut no 46	270	49	2695,05		0,02	2	0,04
	Lutut no 47	270	49	2560,29		0,02	2	0,03
	Lutut no 48	270	49	2432,28		0,02	2	0,03
	Lutut no 49	270	49	2310,67		0,02	2	0,03
2	Balok Geladak							
	Balok no 1	245	56	239,40		0,00	1	0,00
	Balok no 2	245	56	281,64		0,00	1	0,00
	Balok no 3	245	56	331,35		0,00	1	0,00
	Balok no 4	245	56	389,82		0,01	1	0,01
	Balok no 5	245	56	458,61		0,01	1	0,01
	Balok no 6	245	56	539,54		0,01	1	0,01
	Balok no 7	245	56	634,75		0,01	1	0,01
	Balok no 8	245	56	746,77		0,01	1	0,01
	Balok no 9	245	56	878,55		0,01	1	0,01
	Balok no 10	245	56	1033,59		0,01	1	0,01
	Balok no 11	245	56	1215,99		0,02	1	0,02
	Balok no 12	245	56	1430,58		0,02	1	0,02
	Balok no 13	245	56	1683,03		0,02	1	0,02
	Balok no 14	245	56	1980,03		0,03	1	0,03
	Balok no 15	245	56	2329,45		0,03	1	0,03
	Balok no 16	245	56	2740,53		0,04	1	0,04
	Balok no 17	245	56	3224,16		0,04	1	0,04
	Balok no 18	245	56	3793,13		0,05	1	0,05
	Balok no 19	245	56	4462,50		0,06	1	0,06
	Balok no 20	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 21	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 22	245	56	5250,00		0,07	1	0,07

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Balok no 23	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 24	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 25	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 26	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 27	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 28	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 29	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 30	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 31	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 32	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 33	245	56	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 34	245	56	4462,50		0,06	1	0,06
	Balok no 35	245	56	3793,13		0,05	1	0,05
	Balok no 36	245	56	3224,16		0,04	1	0,04
	Balok no 37	245	56	2740,53		0,04	1	0,04
	Balok no 38	245	56	2329,45		0,03	1	0,03
	Balok no 39	245	56	1980,03		0,03	1	0,03
	Balok no 40	245	56	1683,03		0,02	1	0,02
	Balok no 41	245	56	1430,58		0,02	1	0,02
	Balok no 42	245	56	1215,99		0,02	1	0,02
	Balok no 43	245	56	1033,59		0,01	1	0,01
	Balok no 44	245	56	878,55		0,01	1	0,01
	Balok no 45	245	56	746,77		0,01	1	0,01
	Balok no 46	245	56	634,75		0,01	1	0,01
	Balok no 47	245	56	539,54		0,01	1	0,01
	Balok no 48	245	56	458,61		0,01	1	0,01
	Balok no 49	245	56	389,82		0,01	1	0,01
F	Sekat							
1	Papan Sekat							
	Sekat Melintang		40		8662500	0,35	3	1,04
	Sekat Memanjang		40		20041980	0,80	1	0,80
2	Penegar Sekat							
	Sekat Melintang	80	50	1750,00		0,01	24	0,17
	Sekat Memanjang	80	50	1800,00		0,01	15	0,11
Volume Total Kayu Terpasang							26,89	

Volume Kayu Terpasang Kapal King Anugerah (Existing)

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
A	Kulit & Geladak							
1	Kulit Luar		50		86016000	4,30	2	8,60
2	Geladak		50		70400000	3,52	1	3,52
B	Linggi							
1	Linggi Haluan	200	180	8000,00		0,29	1	0,29
2	Linggi Buritan	200	180	6400,00		0,23	1	0,23
C	Wrang							
1	Wrang Frame -5	300	60	219,36		0,00	1	0,00
2	Wrang Frame -4	300	60	243,73		0,00	1	0,00
3	Wrang Frame -3	300	60	270,81		0,00	1	0,00
4	Wrang Frame -2	300	60	300,90		0,01	1	0,01
5	Wrang Frame -1	300	60	334,34		0,01	1	0,01
6	Wrang Frame 0	300	60	371,48		0,01	1	0,01
7	Wrang Frame 1	300	60	412,76		0,01	1	0,01
8	Wrang Frame 2	300	60	458,62		0,01	1	0,01
9	Wrang Frame 3	300	60	509,58		0,01	1	0,01
10	Wrang Frame 4	300	60	566,20		0,01	1	0,01
11	Wrang Frame 5	300	60	629,11		0,01	1	0,01
12	Wrang Frame 6	300	60	699,01		0,01	1	0,01
13	Wrang Frame 7	300	60	776,68		0,01	1	0,01
14	Wrang Frame 8	300	60	862,98		0,02	1	0,02
15	Wrang Frame 9	300	60	958,87		0,02	1	0,02
16	Wrang Frame 10	300	60	1065,41		0,02	1	0,02
17	Wrang Frame 11	300	60	1183,78		0,02	1	0,02
18	Wrang Frame 12	300	60	1315,32		0,02	1	0,02
19	Wrang Frame 13	300	60	1461,46		0,03	1	0,03
20	Wrang Frame 14	300	60	1623,85		0,03	1	0,03
21	Wrang Frame 15	300	60	1804,28		0,03	1	0,03
22	Wrang Frame 16	300	60	2004,75		0,04	1	0,04
23	Wrang Frame 17	300	60	2227,50		0,04	1	0,04
24	Wrang Frame 18	300	60	2475,00		0,04	1	0,04
25	Wrang Frame 19	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
26	Wrang Frame 20	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
27	Wrang Frame 21	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
28	Wrang Frame 22	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
29	Wrang Frame 23	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
30	Wrang Frame 24	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
31	Wrang Frame 25	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
32	Wrang Frame 26	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
33	Wrang Frame 27	300	60	2750,00		0,05	1	0,05

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
34	Wrang Frame 28	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
35	Wrang Frame 29	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
36	Wrang Frame 30	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
37	Wrang Frame 31	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
38	Wrang Frame 32	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
39	Wrang Frame 33	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
40	Wrang Frame 34	300	60	2750,00		0,05	1	0,05
41	Wrang Frame 35	300	60	2475,00		0,04	1	0,04
42	Wrang Frame 36	300	60	2227,50		0,04	1	0,04
43	Wrang Frame 37	300	60	2004,75		0,04	1	0,04
44	Wrang Frame 38	300	60	1804,28		0,03	1	0,03
45	Wrang Frame 39	300	60	1623,85		0,03	1	0,03
46	Wrang Frame 40	300	60	1461,46		0,03	1	0,03
47	Wrang Frame 41	300	60	1315,32		0,02	1	0,02
48	Wrang Frame 42	300	60	1183,78		0,02	1	0,02
49	Wrang Frame 43	300	60	1065,41		0,02	1	0,02
50	Wrang Frame 44	300	60	958,87		0,02	1	0,02
51	Wrang Frame 45	300	60	862,98		0,02	1	0,02
52	Wrang Frame 46	300	60	776,68		0,01	1	0,01
53	Wrang Frame 47	300	60	699,01		0,01	1	0,01
54	Wrang Frame 48	300	60	629,11		0,01	1	0,01
55	Wrang Frame 49	300	60	566,20		0,01	1	0,01
56	Wrang Frame 50	300	60	509,58		0,01	1	0,01
57	Wrang Frame 51	300	60	458,62		0,01	1	0,01
58	Wrang Frame 52	300	60	412,76		0,01	1	0,01
D	Gading-gading							
1	Gading -5	120	80	1121,24		0,01	2	0,02
2	Gading -4	120	80	1180,25		0,01	2	0,02
3	Gading -3	120	80	1242,37		0,01	2	0,02
4	Gading -2	120	80	1307,76		0,01	2	0,03
5	Gading -1	120	80	1376,59		0,01	2	0,03
6	Gading 0	120	80	1449,04		0,01	2	0,03
7	Gading 1	120	80	1525,30		0,01	2	0,03
8	Gading 2	120	80	1605,58		0,02	2	0,03
9	Gading 3	120	80	1690,09		0,02	2	0,03
10	Gading 4	120	80	1779,04		0,02	2	0,03
11	Gading 5	120	80	1872,67		0,02	2	0,04
12	Gading 6	120	80	1971,23		0,02	2	0,04
13	Gading 7	120	80	2074,98		0,02	2	0,04

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
14	Gading 8	120	80	2184,19		0,02	2	0,04
15	Gading 9	120	80	2299,15		0,02	2	0,04
16	Gading 10	120	80	2420,16		0,02	2	0,05
17	Gading 11	120	80	2547,53		0,02	2	0,05
18	Gading 12	120	80	2681,62		0,03	2	0,05
19	Gading 13	120	80	2822,75		0,03	2	0,05
20	Gading 14	120	80	2971,32		0,03	2	0,06
21	Gading 15	120	80	3127,70		0,03	2	0,06
22	Gading 16	120	80	3292,32		0,03	2	0,06
23	Gading 17	120	80	3465,60		0,03	2	0,07
24	Gading 18	120	80	3648,00		0,04	2	0,07
25	Gading 19	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
26	Gading 20	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
27	Gading 21	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
28	Gading 22	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
29	Gading 23	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
30	Gading 24	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
31	Gading 25	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
32	Gading 26	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
33	Gading 27	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
34	Gading 28	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
35	Gading 29	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
36	Gading 30	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
37	Gading 31	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
38	Gading 32	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
39	Gading 33	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
40	Gading 34	120	80	3840,00		0,04	2	0,07
41	Gading 35	120	80	3648,00		0,04	2	0,07
42	Gading 36	120	80	3465,60		0,03	2	0,07
43	Gading 37	120	80	3292,32		0,03	2	0,06
44	Gading 38	120	80	3127,70		0,03	2	0,06
45	Gading 39	120	80	2971,32		0,03	2	0,06
46	Gading 40	120	80	2822,75		0,03	2	0,05
47	Gading 41	120	80	2681,62		0,03	2	0,05
48	Gading 42	120	80	2547,53		0,02	2	0,05
49	Gading 43	120	80	2420,16		0,02	2	0,05
50	Gading 44	120	80	2299,15		0,02	2	0,04
51	Gading 45	120	80	2184,19		0,02	2	0,04
52	Gading 46	120	80	2074,98		0,02	2	0,04
53	Gading 47	120	80	1971,23		0,02	2	0,04

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
54	Gading 48	120	80	1872,67		0,02	2	0,04
55	Gading 49	120	80	1779,04		0,02	2	0,03
56	Gading 50	120	80	1690,09		0,02	2	0,03
57	Gading 51	120	80	1605,58		0,02	2	0,03
58	Gading 52	120	80	1525,30		0,01	2	0,03
E	Galar							
1	Galar Balok	180	80	19200,00		0,28	1	0,28
2	Galar Kim	180	50	22400,00		0,20	1	0,20
F	Lunas	50	30	20000,00		0,03	1	0,03
G	Penumpu Geladak							
1	Lutut Geladak							
	Lutut no 1	180	50	1613,62		0,01	2	0,01
	Lutut no 2	180	50	1698,55		0,01	2	0,02
	Lutut no 3	180	50	1787,95		0,01	2	0,02
	Lutut no 4	180	50	1882,05		0,01	2	0,02
	Lutut no 5	180	50	1981,11		0,01	2	0,02
	Lutut no 6	180	50	2085,38		0,01	2	0,02
	Lutut no 7	180	50	2195,13		0,01	2	0,02
	Lutut no 8	180	50	2310,67		0,01	2	0,02
	Lutut no 9	180	50	2432,28		0,01	2	0,02
	Lutut no 10	180	50	2560,29		0,01	2	0,02
	Lutut no 11	180	50	2695,05		0,01	2	0,02
	Lutut no 12	180	50	2836,89		0,01	2	0,03
	Lutut no 13	180	50	2986,20		0,01	2	0,03
	Lutut no 14	180	50	3143,37		0,01	2	0,03
	Lutut no 15	180	50	3308,81		0,01	2	0,03
	Lutut no 16	180	50	3482,96		0,02	2	0,03
	Lutut no 17	180	50	3666,27		0,02	2	0,03
	Lutut no 18	180	50	3859,23		0,02	2	0,03
	Lutut no 19	180	50	4062,35		0,02	2	0,04
	Lutut no 20	180	50	4276,16		0,02	2	0,04
	Lutut no 21	180	50	4501,22		0,02	2	0,04
	Lutut no 22	180	50	4738,13		0,02	2	0,04
	Lutut no 23	180	50	4987,50		0,02	2	0,04
	Lutut no 24	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 25	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 26	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 27	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 28	180	50	5250,00		0,02	2	0,05

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Lutut no 29	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 30	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 31	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 32	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 33	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 34	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 35	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 36	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 37	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 38	180	50	5250,00		0,02	2	0,05
	Lutut no 39	180	50	4987,50		0,02	2	0,04
	Lutut no 40	180	50	4738,13		0,02	2	0,04
	Lutut no 41	180	50	4501,22		0,02	2	0,04
	Lutut no 42	180	50	4276,16		0,02	2	0,04
	Lutut no 43	180	50	4062,35		0,02	2	0,04
	Lutut no 44	180	50	3859,23		0,02	2	0,03
	Lutut no 45	180	50	3666,27		0,02	2	0,03
	Lutut no 46	180	50	3482,96		0,02	2	0,03
	Lutut no 47	180	50	3308,81		0,01	2	0,03
	Lutut no 48	180	50	3143,37		0,01	2	0,03
	Lutut no 49	180	50	2986,20		0,01	2	0,03
	Lutut no 50	180	50	2836,89		0,01	2	0,03
	Lutut no 51	180	50	2695,05		0,01	2	0,02
	Lutut no 52	180	50	2560,29		0,01	2	0,02
	Lutut no 53	180	50	2432,28		0,01	2	0,02
	Lutut no 54	180	50	2310,67		0,01	2	0,02
	Lutut no 55	180	50	2195,13		0,01	2	0,02
	Lutut no 56	180	50	2085,38		0,01	2	0,02
	Lutut no 57	180	50	1981,11		0,01	2	0,02
	Lutut no 58	180	50	1882,05		0,01	2	0,02
2	Balok Geladak							
	Balok no 1	400	40	124,97		0,00	1	0,00
	Balok no 2	400	40	147,02		0,00	1	0,00
	Balok no 3	400	40	172,96		0,00	1	0,00
	Balok no 4	400	40	203,49		0,00	1	0,00
	Balok no 5	400	40	239,40		0,00	1	0,00
	Balok no 6	400	40	281,64		0,00	1	0,00
	Balok no 7	400	40	331,35		0,01	1	0,01
	Balok no 8	400	40	389,82		0,01	1	0,01

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Balok no 9	400	40	458,61		0,01	1	0,01
	Balok no 10	400	40	539,54		0,01	1	0,01
	Balok no 11	400	40	634,75		0,01	1	0,01
	Balok no 12	400	40	746,77		0,01	1	0,01
	Balok no 13	400	40	878,55		0,01	1	0,01
	Balok no 14	400	40	1033,59		0,02	1	0,02
	Balok no 15	400	40	1215,99		0,02	1	0,02
	Balok no 16	400	40	1430,58		0,02	1	0,02
	Balok no 17	400	40	1683,03		0,03	1	0,03
	Balok no 18	400	40	1980,03		0,03	1	0,03
	Balok no 19	400	40	2329,45		0,04	1	0,04
	Balok no 20	400	40	2740,53		0,04	1	0,04
	Balok no 21	400	40	3224,16		0,05	1	0,05
	Balok no 22	400	40	3793,13		0,06	1	0,06
	Balok no 23	400	40	4462,50		0,07	1	0,07
	Balok no 24	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 25	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 26	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 27	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 28	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 29	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 30	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 31	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 32	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 33	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 34	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 35	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 36	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 37	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 38	400	40	5250,00		0,08	1	0,08
	Balok no 39	400	40	4462,50		0,07	1	0,07
	Balok no 40	400	40	3793,13		0,06	1	0,06
	Balok no 41	400	40	3224,16		0,05	1	0,05
	Balok no 42	400	40	2740,53		0,04	1	0,04
	Balok no 43	400	40	2329,45		0,04	1	0,04
	Balok no 44	400	40	1980,03		0,03	1	0,03
	Balok no 45	400	40	1683,03		0,03	1	0,03
	Balok no 46	400	40	1430,58		0,02	1	0,02
	Balok no 47	400	40	1215,99		0,02	1	0,02
	Balok no 48	400	40	1033,59		0,02	1	0,02

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Balok no 49	400	40	878,55		0,01	1	0,01
	Balok no 50	400	40	746,77		0,01	1	0,01
	Balok no 51	400	40	634,75		0,01	1	0,01
	Balok no 52	400	40	539,54		0,01	1	0,01
	Balok no 53	400	40	458,61		0,01	1	0,01
	Balok no 54	400	40	389,82		0,01	1	0,01
	Balok no 55	400	40	331,35		0,01	1	0,01
	Balok no 56	400	40	281,64		0,00	1	0,00
	Balok no 57	400	40	239,40		0,00	1	0,00
	Balok no 58	400	40	203,49		0,00	1	0,00
F	Sekat							
1	Papan Sekat							
	Sekat Melintang		35		6600000	0,23	3	0,69
	Sekat Memanjang		35		15232000	0,53	1	0,53
2	Penegar Sekat							
	Sekat Melintang	150	50	1750,00		0,01	24	0,32
	Sekat Memanjang	150	50	1800,00		0,01	15	0,20
Volume Total Kayu Terpasang							23,58	

Volume Kayu Terpasang Kapal King Anugerah (Rule BKI)

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
A	Kulit & Geladak							
1	Kulit Luar		38		86016000	3,27	2	6,54
2	Geladak		46		70400000	3,24	1	3,24
B	Linggi							
1	Linggi Haluan	180	265	8000,00		0,38	1	0,38
2	Linggi Buritan	205	300	6400,00		0,39	1	0,39
C	Wrang							
1	Wrang Frame -4	220	82	300,90		0,01	1	0,01
2	Wrang Frame -3	220	82	334,34		0,01	1	0,01
3	Wrang Frame -2	220	82	371,48		0,01	1	0,01
4	Wrang Frame -1	220	82	412,76		0,01	1	0,01
5	Wrang Frame 0	220	82	458,62		0,01	1	0,01
6	Wrang Frame 1	220	82	509,58		0,01	1	0,01

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
7	Wrang Frame 2	220	82	566,20		0,01	1	0,01
8	Wrang Frame 3	220	82	629,11		0,01	1	0,01
9	Wrang Frame 4	220	82	699,01		0,01	1	0,01
10	Wrang Frame 5	220	82	776,68		0,01	1	0,01
11	Wrang Frame 6	220	82	862,98		0,02	1	0,02
12	Wrang Frame 7	220	82	958,87		0,02	1	0,02
13	Wrang Frame 8	220	82	1065,41		0,02	1	0,02
14	Wrang Frame 9	220	82	1183,78		0,02	1	0,02
15	Wrang Frame 10	220	82	1315,32		0,02	1	0,02
16	Wrang Frame 11	220	82	1461,46		0,03	1	0,03
17	Wrang Frame 12	220	82	1623,85		0,03	1	0,03
18	Wrang Frame 13	220	82	1804,28		0,03	1	0,03
19	Wrang Frame 14	220	82	2004,75		0,04	1	0,04
20	Wrang Frame 15	220	82	2227,50		0,04	1	0,04
21	Wrang Frame 16	220	82	2475,00		0,04	1	0,04
22	Wrang Frame 17	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
23	Wrang Frame 18	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
24	Wrang Frame 19	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
25	Wrang Frame 20	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
26	Wrang Frame 21	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
27	Wrang Frame 22	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
28	Wrang Frame 23	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
29	Wrang Frame 24	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
30	Wrang Frame 25	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
31	Wrang Frame 26	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
32	Wrang Frame 27	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
33	Wrang Frame 28	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
34	Wrang Frame 29	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
35	Wrang Frame 30	220	82	2750,00		0,05	1	0,05
36	Wrang Frame 31	220	82	2475,00		0,04	1	0,04
37	Wrang Frame 32	220	82	2227,50		0,04	1	0,04
38	Wrang Frame 33	220	82	2004,75		0,04	1	0,04
39	Wrang Frame 34	220	82	1804,28		0,03	1	0,03
40	Wrang Frame 35	220	82	1623,85		0,03	1	0,03
41	Wrang Frame 36	220	82	1461,46		0,03	1	0,03
42	Wrang Frame 37	220	82	1315,32		0,02	1	0,02
43	Wrang Frame 38	220	82	1183,78		0,02	1	0,02
44	Wrang Frame 39	220	82	1065,41		0,02	1	0,02
45	Wrang Frame 40	220	82	958,87		0,02	1	0,02
46	Wrang Frame 41	220	82	862,98		0,02	1	0,02

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
47	Wrang Frame 42	220	82	776,68		0,01	1	0,01
48	Wrang Frame 43	220	82	699,01		0,01	1	0,01
49	Wrang Frame 44	220	82	629,11		0,01	1	0,01
50	Wrang Frame 45	220	82	566,20		0,01	1	0,01
51	Wrang Frame 46	220	82	509,58		0,01	1	0,01
D	Gading-gading							
1	Gading -4	127	82	1307,76		0,01	2	0,03
2	Gading -3	127	82	1376,59		0,01	2	0,03
3	Gading -2	127	82	1449,04		0,02	2	0,03
4	Gading -1	127	82	1525,30		0,02	2	0,03
5	Gading 0	127	82	1605,58		0,02	2	0,03
6	Gading 1	127	82	1690,09		0,02	2	0,04
7	Gading 2	127	82	1779,04		0,02	2	0,04
8	Gading 3	127	82	1872,67		0,02	2	0,04
9	Gading 4	127	82	1971,23		0,02	2	0,04
10	Gading 5	127	82	2074,98		0,02	2	0,04
11	Gading 6	127	82	2184,19		0,02	2	0,05
12	Gading 7	127	82	2299,15		0,02	2	0,05
13	Gading 8	127	82	2420,16		0,03	2	0,05
14	Gading 9	127	82	2547,53		0,03	2	0,05
15	Gading 10	127	82	2681,62		0,03	2	0,06
16	Gading 11	127	82	2822,75		0,03	2	0,06
17	Gading 12	127	82	2971,32		0,03	2	0,06
18	Gading 13	127	82	3127,70		0,03	2	0,07
19	Gading 14	127	82	3292,32		0,03	2	0,07
20	Gading 15	127	82	3465,60		0,04	2	0,07
21	Gading 16	127	82	3648,00		0,04	2	0,08
22	Gading 17	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
23	Gading 18	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
24	Gading 19	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
25	Gading 20	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
26	Gading 21	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
27	Gading 22	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
28	Gading 23	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
29	Gading 24	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
30	Gading 25	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
31	Gading 26	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
32	Gading 27	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
33	Gading 28	127	82	3840,00		0,04	2	0,08

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
34	Gading 29	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
35	Gading 30	127	82	3840,00		0,04	2	0,08
36	Gading 31	127	82	3648,00		0,04	2	0,08
37	Gading 32	127	82	3465,60		0,04	2	0,07
38	Gading 33	127	82	3292,32		0,03	2	0,07
39	Gading 34	127	82	3127,70		0,03	2	0,07
40	Gading 35	127	82	2971,32		0,03	2	0,06
41	Gading 36	127	82	2822,75		0,03	2	0,06
42	Gading 37	127	82	2681,62		0,03	2	0,06
43	Gading 38	127	82	2547,53		0,03	2	0,05
44	Gading 39	127	82	2420,16		0,03	2	0,05
45	Gading 40	127	82	2299,15		0,02	2	0,05
46	Gading 41	127	82	2184,19		0,02	2	0,05
47	Gading 42	127	82	2074,98		0,02	2	0,04
48	Gading 43	127	82	1971,23		0,02	2	0,04
49	Gading 44	127	82	1872,67		0,02	2	0,04
50	Gading 45	127	82	1779,04		0,02	2	0,04
51	Gading 46	127	82	1690,09		0,02	2	0,04
E	Galar							
1	Galar Balok	280	58	19200,00		0,31	1	0,31
2	Galar Kim	230	55	22400,00		0,28	1	0,28
F	Lunas	175	220	20000,00		0,77	1	0,77
G	Penumpu Geladak							
1	Lutut Geladak							
	Lutut no 1	260	46	1882,05		0,01	2	0,02
	Lutut no 2	260	46	1981,11		0,01	2	0,02
	Lutut no 3	260	46	2085,38		0,01	2	0,02
	Lutut no 4	260	46	2195,13		0,01	2	0,03
	Lutut no 5	260	46	2310,67		0,01	2	0,03
	Lutut no 6	260	46	2432,28		0,01	2	0,03
	Lutut no 7	260	46	2560,29		0,02	2	0,03
	Lutut no 8	260	46	2695,05		0,02	2	0,03
	Lutut no 9	260	46	2836,89		0,02	2	0,03
	Lutut no 10	260	46	2986,20		0,02	2	0,04
	Lutut no 11	260	46	3143,37		0,02	2	0,04
	Lutut no 12	260	46	3308,81		0,02	2	0,04
	Lutut no 13	260	46	3482,96		0,02	2	0,04

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Lutut no 14	260	46	3666,27		0,02	2	0,04
	Lutut no 15	260	46	3859,23		0,02	2	0,05
	Lutut no 16	260	46	4062,35		0,02	2	0,05
	Lutut no 17	260	46	4276,16		0,03	2	0,05
	Lutut no 18	260	46	4501,22		0,03	2	0,05
	Lutut no 19	260	46	4738,13		0,03	2	0,06
	Lutut no 20	260	46	4987,50		0,03	2	0,06
	Lutut no 21	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 22	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 23	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 24	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 25	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 26	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 27	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 28	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 29	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 30	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 31	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 32	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 33	260	46	5250,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 34	260	46	4987,50		0,03	2	0,06
	Lutut no 35	260	46	4738,13		0,03	2	0,06
	Lutut no 36	260	46	4501,22		0,03	2	0,05
	Lutut no 37	260	46	4276,16		0,03	2	0,05
	Lutut no 38	260	46	4062,35		0,02	2	0,05
	Lutut no 39	260	46	3859,23		0,02	2	0,05
	Lutut no 40	260	46	3666,27		0,02	2	0,04
	Lutut no 41	260	46	3482,96		0,02	2	0,04
	Lutut no 42	260	46	3308,81		0,02	2	0,04
	Lutut no 43	260	46	3143,37		0,02	2	0,04
	Lutut no 44	260	46	2986,20		0,02	2	0,04
	Lutut no 45	260	46	2836,89		0,02	2	0,03
	Lutut no 46	260	46	2695,05		0,02	2	0,03
	Lutut no 47	260	46	2560,29		0,02	2	0,03
	Lutut no 48	260	46	2432,28		0,01	2	0,03
	Lutut no 49	260	46	2310,67		0,01	2	0,03
	Lutut no 50	260	46	2195,13		0,01	2	0,03
	Lutut no 51	260	46	2085,38		0,01	2	0,02
2	Balok Geladak							
	Balok no 1	230	55	203,49		0,00	1	0,00

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Balok no 2	230	55	239,40		0,00	1	0,00
	Balok no 3	230	55	281,64		0,00	1	0,00
	Balok no 4	230	55	331,35		0,00	1	0,00
	Balok no 5	230	55	389,82		0,00	1	0,00
	Balok no 6	230	55	458,61		0,01	1	0,01
	Balok no 7	230	55	539,54		0,01	1	0,01
	Balok no 8	230	55	634,75		0,01	1	0,01
	Balok no 9	230	55	746,77		0,01	1	0,01
	Balok no 10	230	55	878,55		0,01	1	0,01
	Balok no 11	230	55	1033,59		0,01	1	0,01
	Balok no 12	230	55	1215,99		0,02	1	0,02
	Balok no 13	230	55	1430,58		0,02	1	0,02
	Balok no 14	230	55	1683,03		0,02	1	0,02
	Balok no 15	230	55	1980,03		0,03	1	0,03
	Balok no 16	230	55	2329,45		0,03	1	0,03
	Balok no 17	230	55	2740,53		0,03	1	0,03
	Balok no 18	230	55	3224,16		0,04	1	0,04
	Balok no 19	230	55	3793,13		0,05	1	0,05
	Balok no 20	230	55	4462,50		0,06	1	0,06
	Balok no 21	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 22	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 23	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 24	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 25	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 26	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 27	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 28	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 29	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 30	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 31	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 32	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 33	230	55	5250,00		0,07	1	0,07
	Balok no 34	230	55	4462,50		0,06	1	0,06
	Balok no 35	230	55	3793,13		0,05	1	0,05
	Balok no 36	230	55	3224,16		0,04	1	0,04
	Balok no 37	230	55	2740,53		0,03	1	0,03
	Balok no 38	230	55	2329,45		0,03	1	0,03
	Balok no 39	230	55	1980,03		0,03	1	0,03
	Balok no 40	230	55	1683,03		0,02	1	0,02
	Balok no 41	230	55	1430,58		0,02	1	0,02

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Balok no 42	230	55	1215,99		0,02	1	0,02
	Balok no 43	230	55	1033,59		0,01	1	0,01
	Balok no 44	230	55	878,55		0,01	1	0,01
	Balok no 45	230	55	746,77		0,01	1	0,01
	Balok no 46	230	55	634,75		0,01	1	0,01
	Balok no 47	230	55	539,54		0,01	1	0,01
	Balok no 48	230	55	458,61		0,01	1	0,01
	Balok no 49	230	55	389,82		0,00	1	0,00
	Balok no 50	230	55	331,35		0,00	1	0,00
	Balok no 51	230	55	281,64		0,00	1	0,00
F	Sekat							
1	Papan Sekat							
	Sekat Melintang		40		6600000	0,26	3	0,79
	Sekat Memanjang		40		15232000	0,61	1	0,61
2	Penegar Sekat							
	Sekat Melintang	80	50	1750,00		0,01	24	0,17
	Sekat Memanjang	80	50	1800,00		0,01	15	0,11
Volume Total Kayu Terpasang							21,90	

Volume Kayu Terpasang Kapal Titipan Ilahi (Existing)

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
A	Kulit & Geladak							
1	Kulit Luar		40		77616000	3,10	2	6,21
2	Geladak		30		79200000	2,38	1	2,38
B	Linggi							
1	Linggi Haluan	350	200	8250,00		0,58	1	0,58
2	Linggi Buritan	350	200	6600,00		0,46	1	0,46
C	Wrang							
1	Wrang Frame 0	400	30	1171,95		0,01	1	0,01
2	Wrang Frame 1	400	30	1302,16		0,02	1	0,02
3	Wrang Frame 2	400	30	1446,85		0,02	1	0,02
4	Wrang Frame 3	400	30	1607,61		0,02	1	0,02
5	Wrang Frame 4	400	30	1786,23		0,02	1	0,02

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
6	Wrang Frame 5	400	30	1984,70		0,02	1	0,02
7	Wrang Frame 6	400	30	2205,23		0,03	1	0,03
8	Wrang Frame 7	400	30	2450,25		0,03	1	0,03
9	Wrang Frame 8	400	30	2722,50		0,03	1	0,03
10	Wrang Frame 9	400	30	3025,00		0,04	1	0,04
11	Wrang Frame 10	400	30	3025,00		0,04	1	0,04
12	Wrang Frame 11	400	30	3025,00		0,04	1	0,04
13	Wrang Frame 12	400	30	3025,00		0,04	1	0,04
14	Wrang Frame 13	400	30	3025,00		0,04	1	0,04
15	Wrang Frame 14	400	30	3025,00		0,04	1	0,04
16	Wrang Frame 15	400	30	3025,00		0,04	1	0,04
17	Wrang Frame 16	400	30	3025,00		0,04	1	0,04
18	Wrang Frame 17	400	30	3025,00		0,04	1	0,04
19	Wrang Frame 18	400	30	3025,00		0,04	1	0,04
20	Wrang Frame 19	400	30	3025,00		0,04	1	0,04
21	Wrang Frame 20	400	30	3025,00		0,04	1	0,04
22	Wrang Frame 21	400	30	2722,50		0,03	1	0,03
23	Wrang Frame 22	400	30	2450,25		0,03	1	0,03
24	Wrang Frame 23	400	30	2205,23		0,03	1	0,03
25	Wrang Frame 24	400	30	1984,70		0,02	1	0,02
26	Wrang Frame 25	400	30	1786,23		0,02	1	0,02
27	Wrang Frame 26	400	30	1607,61		0,02	1	0,02
28	Wrang Frame 27	400	30	1446,85		0,02	1	0,02
D	Gading-gading							
1	Gading 0	180	60	2914,90		0,03	2	0,06
2	Gading 1	180	60	3068,32		0,03	2	0,07
3	Gading 2	180	60	3229,81		0,03	2	0,07
4	Gading 3	180	60	3399,80		0,04	2	0,07
5	Gading 4	180	60	3578,74		0,04	2	0,08
6	Gading 5	180	60	3767,09		0,04	2	0,08
7	Gading 6	180	60	3965,36		0,04	2	0,09
8	Gading 7	180	60	4174,06		0,05	2	0,09
9	Gading 8	180	60	4393,75		0,05	2	0,09
10	Gading 9	180	60	4625,00		0,05	2	0,10
11	Gading 10	180	60	4625,00		0,05	2	0,10
12	Gading 11	180	60	4625,00		0,05	2	0,10
13	Gading 12	180	60	4625,00		0,05	2	0,10
14	Gading 13	180	60	4625,00		0,05	2	0,10
15	Gading 14	180	60	4625,00		0,05	2	0,10

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
16	Gading 15	180	60	4625,00		0,05	2	0,10
17	Gading 16	180	60	4625,00		0,05	2	0,10
18	Gading 17	180	60	4625,00		0,05	2	0,10
19	Gading 18	180	60	4625,00		0,05	2	0,10
20	Gading 19	180	60	4625,00		0,05	2	0,10
21	Gading 20	180	60	4625,00		0,05	2	0,10
22	Gading 21	180	60	4393,75		0,05	2	0,09
23	Gading 22	180	60	4174,06		0,05	2	0,09
24	Gading 23	180	60	3965,36		0,04	2	0,09
25	Gading 24	180	60	3767,09		0,04	2	0,08
26	Gading 25	180	60	3578,74		0,04	2	0,08
27	Gading 26	180	60	3399,80		0,04	2	0,07
28	Gading 27	180	60	3229,81		0,03	2	0,07
E	Galar							
1	Galar Balok	220	60	19800,00		0,26	1	0,26
2	Galar Kim	220	60	23100,00		0,30	1	0,30
F	Lunas	70	40	20625,00		0,06	1	0,06
G	Penumpu Geladak							
1	Lutut Geladak							
	Lutut no 1	220	60	3781,50		0,02	2	0,05
	Lutut no 2	220	60	3980,52		0,03	2	0,05
	Lutut no 3	220	60	4190,02		0,03	2	0,06
	Lutut no 4	220	60	4410,55		0,03	2	0,06
	Lutut no 5	220	60	4642,69		0,03	2	0,06
	Lutut no 6	220	60	4887,04		0,03	2	0,06
	Lutut no 7	220	60	5144,25		0,03	2	0,07
	Lutut no 8	220	60	5415,00		0,04	2	0,07
	Lutut no 9	220	60	5700,00		0,04	2	0,08
	Lutut no 10	220	60	5700,00		0,04	2	0,08
	Lutut no 11	220	60	5700,00		0,04	2	0,08
	Lutut no 12	220	60	5700,00		0,04	2	0,08
	Lutut no 13	220	60	5700,00		0,04	2	0,08
	Lutut no 14	220	60	5700,00		0,04	2	0,08
	Lutut no 15	220	60	5700,00		0,04	2	0,08
	Lutut no 16	220	60	5700,00		0,04	2	0,08
	Lutut no 17	220	60	5700,00		0,04	2	0,08

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Lutut no 18	220	60	5700,00		0,04	2	0,08
	Lutut no 19	220	60	5700,00		0,04	2	0,08
	Lutut no 20	220	60	5700,00		0,04	2	0,08
	Lutut no 21	220	60	5415,00		0,04	2	0,07
	Lutut no 22	220	60	5144,25		0,03	2	0,07
	Lutut no 23	220	60	4887,04		0,03	2	0,06
	Lutut no 24	220	60	4642,69		0,03	2	0,06
	Lutut no 25	220	60	4410,55		0,03	2	0,06
	Lutut no 26	220	60	4190,02		0,03	2	0,06
	Lutut no 27	220	60	3980,52		0,03	2	0,05
	Lutut no 28	220	60	3781,50		0,02	2	0,05
2	Balok Geladak							
	Balok no 1	200	60	1553,20		0,02	1	0,02
	Balok no 2	200	60	1827,29		0,02	1	0,02
	Balok no 3	200	60	2149,75		0,03	1	0,03
	Balok no 4	200	60	2529,12		0,03	1	0,03
	Balok no 5	200	60	2975,44		0,04	1	0,04
	Balok no 6	200	60	3500,51		0,04	1	0,04
	Balok no 7	200	60	4118,25		0,05	1	0,05
	Balok no 8	200	60	4845,00		0,06	1	0,06
	Balok no 9	200	60	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 10	200	60	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 11	200	60	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 12	200	60	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 13	200	60	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 14	200	60	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 15	200	60	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 16	200	60	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 17	200	60	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 18	200	60	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 19	200	60	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 20	200	60	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 21	200	60	4845,00		0,06	1	0,06
	Balok no 22	200	60	4118,25		0,05	1	0,05
	Balok no 23	200	60	3500,51		0,04	1	0,04
	Balok no 24	200	60	2975,44		0,04	1	0,04
	Balok no 25	200	60	2529,12		0,03	1	0,03
	Balok no 26	200	60	2149,75		0,03	1	0,03
	Balok no 27	200	60	1827,29		0,02	1	0,02

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Balok no 28	200	60	1553,20		0,02	1	0,02
F	Sekat							
1	Papan Sekat							
	Sekat Melintang		50		6300000	0,32	3	0,95
	Sekat Memanjang		50		13744500	0,69	1	0,69
2	Penegar Sekat							
	Sekat Melintang	200	120	1750,00		0,04	24	1,01
	Sekat Memanjang	200	120	1800,00		0,04	15	0,65
Volume Total Kayu Terpasang							20,07	

Volume Kayu Terpasang Kapal Titipan Ilahi (Rule BKI)

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
A	Kulit & Geladak							
1	Kulit Luar		38		77616000	2,95	2	5,90
2	Geladak		46		79200000	3,64	1	3,64
B	Linggi							
1	Linggi Haluan	180	265	8250,00		0,39	1	0,39
2	Linggi Buritan	205	300	6600,00		0,41	1	0,41
C	Wrang							
1	Wrang Frame 0	220	82	560,54		0,01	1	0,01
2	Wrang Frame 1	220	82	622,82		0,01	1	0,01
3	Wrang Frame 2	220	82	692,02		0,01	1	0,01
4	Wrang Frame 3	220	82	768,91		0,01	1	0,01
5	Wrang Frame 4	220	82	854,35		0,02	1	0,02
6	Wrang Frame 5	220	82	949,28		0,02	1	0,02
7	Wrang Frame 6	220	82	1054,75		0,02	1	0,02
8	Wrang Frame 7	220	82	1171,95		0,02	1	0,02
9	Wrang Frame 8	220	82	1302,16		0,02	1	0,02
10	Wrang Frame 9	220	82	1446,85		0,03	1	0,03
11	Wrang Frame 10	220	82	1607,61		0,03	1	0,03
12	Wrang Frame 11	220	82	1786,23		0,03	1	0,03
13	Wrang Frame 12	220	82	1984,70		0,04	1	0,04
14	Wrang Frame 13	220	82	2205,23		0,04	1	0,04

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
15	Wrang Frame 14	220	82	2450,25		0,04	1	0,04
16	Wrang Frame 15	220	82	2722,50		0,05	1	0,05
17	Wrang Frame 16	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
18	Wrang Frame 17	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
19	Wrang Frame 18	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
20	Wrang Frame 19	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
21	Wrang Frame 20	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
22	Wrang Frame 21	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
23	Wrang Frame 22	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
24	Wrang Frame 23	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
25	Wrang Frame 24	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
26	Wrang Frame 25	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
27	Wrang Frame 26	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
28	Wrang Frame 27	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
29	Wrang Frame 28	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
30	Wrang Frame 29	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
31	Wrang Frame 30	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
32	Wrang Frame 31	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
33	Wrang Frame 32	220	82	3025,00		0,05	1	0,05
34	Wrang Frame 33	220	82	2722,50		0,05	1	0,05
35	Wrang Frame 34	220	82	2450,25		0,04	1	0,04
36	Wrang Frame 35	220	82	2205,23		0,04	1	0,04
37	Wrang Frame 36	220	82	1984,70		0,04	1	0,04
38	Wrang Frame 37	220	82	1786,23		0,03	1	0,03
39	Wrang Frame 38	220	82	1607,61		0,03	1	0,03
40	Wrang Frame 39	220	82	1446,85		0,03	1	0,03
41	Wrang Frame 40	220	82	1302,16		0,02	1	0,02
42	Wrang Frame 41	220	82	1171,95		0,02	1	0,02
43	Wrang Frame 42	220	82	1054,75		0,02	1	0,02
44	Wrang Frame 43	220	82	949,28		0,02	1	0,02
45	Wrang Frame 44	220	82	854,35		0,02	1	0,02
46	Wrang Frame 45	220	82	768,91		0,01	1	0,01
47	Wrang Frame 46	220	82	692,02		0,01	1	0,01
48	Wrang Frame 47	220	82	622,82		0,01	1	0,01
49	Wrang Frame 48	220	82	560,54		0,01	1	0,01
D	Gading-gading							
1	Gading 0	127	82	2035,59		0,02	2	0,04
2	Gading 1	127	82	2142,72		0,02	2	0,04
3	Gading 2	127	82	2255,50		0,02	2	0,05

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
4	Gading 3	127	82	2374,21		0,02	2	0,05
5	Gading 4	127	82	2499,17		0,03	2	0,05
6	Gading 5	127	82	2630,70		0,03	2	0,05
7	Gading 6	127	82	2769,16		0,03	2	0,06
8	Gading 7	127	82	2914,90		0,03	2	0,06
9	Gading 8	127	82	3068,32		0,03	2	0,06
10	Gading 9	127	82	3229,81		0,03	2	0,07
11	Gading 10	127	82	3399,80		0,04	2	0,07
12	Gading 11	127	82	3578,74		0,04	2	0,07
13	Gading 12	127	82	3767,09		0,04	2	0,08
14	Gading 13	127	82	3965,36		0,04	2	0,08
15	Gading 14	127	82	4174,06		0,04	2	0,09
16	Gading 15	127	82	4393,75		0,05	2	0,09
17	Gading 16	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
18	Gading 17	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
19	Gading 18	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
20	Gading 19	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
21	Gading 20	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
22	Gading 21	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
23	Gading 22	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
24	Gading 23	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
25	Gading 24	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
26	Gading 25	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
27	Gading 26	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
28	Gading 27	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
29	Gading 28	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
30	Gading 29	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
31	Gading 30	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
32	Gading 31	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
33	Gading 32	127	82	4625,00		0,05	2	0,10
34	Gading 33	127	82	4393,75		0,05	2	0,09
35	Gading 34	127	82	4174,06		0,04	2	0,09
36	Gading 35	127	82	3965,36		0,04	2	0,08
37	Gading 36	127	82	3767,09		0,04	2	0,08
38	Gading 37	127	82	3578,74		0,04	2	0,07
39	Gading 38	127	82	3399,80		0,04	2	0,07
40	Gading 39	127	82	3229,81		0,03	2	0,07
41	Gading 40	127	82	3068,32		0,03	2	0,06
42	Gading 41	127	82	2914,90		0,03	2	0,06
43	Gading 42	127	82	2769,16		0,03	2	0,06

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
44	Gading 43	127	82	2630,70		0,03	2	0,05
45	Gading 44	127	82	2499,17		0,03	2	0,05
46	Gading 45	127	82	2374,21		0,02	2	0,05
47	Gading 46	127	82	2255,50		0,02	2	0,05
48	Gading 47	127	82	2142,72		0,02	2	0,04
49	Gading 48	127	82	2035,59		0,02	2	0,04
E	Galar							
1	Galar Balok	265	62	19800,00		0,33	1	0,33
2	Galar Kim	230	55	23100,00		0,29	1	0,29
F	Lunas	175	220	20625,00		0,79	1	0,79
G	Penumpu Geladak							
1	Lutut Geladak							
	Lutut no 1	260	46	2640,76		0,02	2	0,03
	Lutut no 2	260	46	2779,75		0,02	2	0,03
	Lutut no 3	260	46	2926,05		0,02	2	0,03
	Lutut no 4	260	46	3080,05		0,02	2	0,04
	Lutut no 5	260	46	3242,16		0,02	2	0,04
	Lutut no 6	260	46	3412,80		0,02	2	0,04
	Lutut no 7	260	46	3592,42		0,02	2	0,04
	Lutut no 8	260	46	3781,50		0,02	2	0,05
	Lutut no 9	260	46	3980,52		0,02	2	0,05
	Lutut no 10	260	46	4190,02		0,03	2	0,05
	Lutut no 11	260	46	4410,55		0,03	2	0,05
	Lutut no 12	260	46	4642,69		0,03	2	0,06
	Lutut no 13	260	46	4887,04		0,03	2	0,06
	Lutut no 14	260	46	5144,25		0,03	2	0,06
	Lutut no 15	260	46	5415,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 16	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 17	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 18	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 19	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 20	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 21	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 22	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 23	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 24	260	46	5700,00		0,03	2	0,07

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Lutut no 25	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 26	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 27	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 28	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 29	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 30	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 31	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 32	260	46	5700,00		0,03	2	0,07
	Lutut no 33	260	46	5415,00		0,03	2	0,06
	Lutut no 34	260	46	5144,25		0,03	2	0,06
	Lutut no 35	260	46	4887,04		0,03	2	0,06
	Lutut no 36	260	46	4642,69		0,03	2	0,06
	Lutut no 37	260	46	4410,55		0,03	2	0,05
	Lutut no 38	260	46	4190,02		0,03	2	0,05
	Lutut no 39	260	46	3980,52		0,02	2	0,05
	Lutut no 40	260	46	3781,50		0,02	2	0,05
	Lutut no 41	260	46	3592,42		0,02	2	0,04
	Lutut no 42	260	46	3412,80		0,02	2	0,04
	Lutut no 43	260	46	3242,16		0,02	2	0,04
	Lutut no 44	260	46	3080,05		0,02	2	0,04
	Lutut no 45	260	46	2926,05		0,02	2	0,03
	Lutut no 46	260	46	2779,75		0,02	2	0,03
	Lutut no 47	260	46	2640,76		0,02	2	0,03
	Lutut no 48	260	46	2508,72		0,02	2	0,03
	Lutut no 49	260	46	2383,29		0,01	2	0,03
2	Balok Geladak							
	Balok no 1	230	55	497,92		0,01	1	0,01
	Balok no 2	230	55	585,79		0,01	1	0,01
	Balok no 3	230	55	689,16		0,01	1	0,01
	Balok no 4	230	55	810,78		0,01	1	0,01
	Balok no 5	230	55	953,86		0,01	1	0,01
	Balok no 6	230	55	1122,18		0,01	1	0,01
	Balok no 7	230	55	1320,22		0,02	1	0,02
	Balok no 8	230	55	1553,20		0,02	1	0,02
	Balok no 9	230	55	1827,29		0,02	1	0,02
	Balok no 10	230	55	2149,75		0,03	1	0,03
	Balok no 11	230	55	2529,12		0,03	1	0,03
	Balok no 12	230	55	2975,44		0,04	1	0,04
	Balok no 13	230	55	3500,51		0,04	1	0,04

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Balok no 14	230	55	4118,25		0,05	1	0,05
	Balok no 15	230	55	4845,00		0,06	1	0,06
	Balok no 16	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 17	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 18	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 19	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 20	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 21	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 22	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 23	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 24	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 25	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 26	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 27	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 28	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 29	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 30	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 31	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 32	230	55	5700,00		0,07	1	0,07
	Balok no 33	230	55	4845,00		0,06	1	0,06
	Balok no 34	230	55	4118,25		0,05	1	0,05
	Balok no 35	230	55	3500,51		0,04	1	0,04
	Balok no 36	230	55	2975,44		0,04	1	0,04
	Balok no 37	230	55	2529,12		0,03	1	0,03
	Balok no 38	230	55	2149,75		0,03	1	0,03
	Balok no 39	230	55	1827,29		0,02	1	0,02
	Balok no 40	230	55	1553,20		0,02	1	0,02
	Balok no 41	230	55	1320,22		0,02	1	0,02
	Balok no 42	230	55	1122,18		0,01	1	0,01
	Balok no 43	230	55	953,86		0,01	1	0,01
	Balok no 44	230	55	810,78		0,01	1	0,01
	Balok no 45	230	55	689,16		0,01	1	0,01
	Balok no 46	230	55	585,79		0,01	1	0,01
	Balok no 47	230	55	497,92		0,01	1	0,01
	Balok no 48	230	55	423,23		0,01	1	0,01
	Balok no 49	230	55	359,75		0,00	1	0,00
F	Sekat							
1	Papan Sekat							
	Sekat Melintang		40		6300000	0,25	3	0,76

NO	NAMA	DIMENSI (mm)				VOL. (m ³)	JML	VOL. TOTAL
		B	t	L	Luas			
	Sekat Memanjang		40		13744500	0,55	1	0,55
2	Penegar Sekat							
	Sekat Melintang	80	50	1750,00		0,01	24	0,17
	Sekat Memanjang	80	50	1800,00		0,01	15	0,11
Volume Total Kayu Terpasang							23,34	

LAMPIRAN 5

a. Galangan H. Muhammad Ali

1) Data Kapal

- Nama Kapal : Kota Baru II
- Panjang Kapal : 16.40 Meter
- Lebar Kapal : 05.50 Meter
- Tinggi Kapal : 02.10 Meter
- Sarat Kapal : 01.00 Meter
- Tonnage : abt 28 Ton
- Bahan : Kayu
- Jenis : Jati Lokal
- Perhitungan Ukuran Konstruksi :

1. Lunas & Linggi

a. Lunas

$$L(B/3+H) = 64,51 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Penampang} = 765 \text{ cm}^2$$

$$\text{Lunas} = \text{Lebar} \times \text{Tinggi}$$

$$= 180 \times 230 \text{ mm (*)}$$

b. Linggi Haluan

$$L(B/3+H) = 64,51 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Penampang} = 765 \text{ cm}^2$$

$$\text{Linggi Haluan} = \text{Lebar} \times \text{Tinggi}$$

$$= 190 \times 285 \text{ mm (*)}$$

c. Linggi Buritan

Tinggi linggi buritan harus sekurang-kurangnya 5% lebih besar dari pada tinggi haluan, dan lebarnya boleh sama. (Lihat juga bab 4 ayat 2)

- berlaku untuk $L/H \leq 8$

- untuk $L/H > 8$ maka luas penampang harus diperbesar sesuai dengan tabel pada Bab 3 Ayat 2.3 (*)

$$\begin{aligned}\text{Luas Penampang} &= \text{L. Penampang} + (16\% \times \text{L. Penampang}) \\ &= 765 + (16\% \times 765) \\ &= 887\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Linggi Buritan} &= \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 220 \times 315 \text{ mm} (*)\end{aligned}$$

2. Gading-Gading

$$B/3+H = 3,93 \text{ m}$$

(*) Jarak gading-gading menurut Tabel 6.b₂ untuk gading-gading tunggal yang dilengkung = 370 mm, maka:

$$W100 = 80 \text{ cm}^3$$

$$W370 = 80 \times (370/100) = 296 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Gading} &= \text{Tebal} \times \text{Tinggi} \\ &= 93 \times 144/108 \text{ mm} (*)\end{aligned}$$

3. Ukuran Wrang

Wrang (Pelayaran Lokal)

$$B/3+H = 3,93 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Wrang} &= \text{Tinggi} \times \text{Tebal} \\ &= 240 \times 93 \text{ mm} (*)\end{aligned}$$

Note:

Tebal wrang harus sama dengan tebal gading-gading

4. Galar & Balok Kim

a. Galar

$$L(B/3+H) = 64,51 \text{ m}^2$$

$$\text{Penampang Galar Balok} = 297 \text{ cm}^2$$

$$\text{Galar Balok} = 310 \times 64 \text{ mm} (*)$$

- b. Balok Kim
- $L(B/3+H) = 64,51 \text{ m}^2$
- Galar Balok Kim = 245 x 56 mm (*)
5. Jarak Gading
- $L(B/3+H) = 64,51 \text{ m}^2$
- Jarak Gading :
- Gading Tunggal = 370 mm (*)
6. Pelat Kulit Luar
- $L(B/3+H) = 64,51 \text{ m}^2$
- Tebal Sisi = 41 mm (*)
7. Jarak Balok Geladak = 1440 mm
8. Tebal Geladak
- $L(B/3+H) = 64,51 \text{ m}^2$
- Tebal Geladak = 48 mm
9. Lutut Balok Geladak
- $L(B/3+H) = 64,51 \text{ m}^2$
- Lutut Balok Geladak = 270 x 49 mm (*)
10. Balok Geladak
- $L(B/3+H) = 64,51 \text{ m}^2$
- Balok Geladak = 245 x 56 mm (*)
11. Tebal Sekat & Penegar
- a. Tebal Sekat
- Jarak Penegar = 400 mm
- Titik Tekan (p) = 1,30 m
- Tebal Sekat = 40 mm (*)
- b. Penegar
- Panjang Penegar = 2,1 m
- Modulus Penegar = 59 cm²
- Penegar Sekat = 55 x 80 mm (*)

Note:

(*) untuk nilai ukuran konstruksi dapat dilihat pada tabel yang sudah terlampir dalam lampiran.

b. Galangan Bapak Abu

1) Data Kapal

- Nama Kapal : King Anugerah
- Panjang Kapal : 16.00 Meter
- Lebar Kapal : 05.50 Meter
- Tinggi Kapal : 01.60 Meter
- Sarat Kapal : 01.00 Meter
- Tonnage : abt 15 Ton
- Bahan : Kayu
- Jenis : Jati Lokal
- Perhitungan Ukuran Konstruksi :

1. Lunas & Linggi

a. Lunas

$$\begin{aligned}L(B/3+H) &= 54,93 \text{ m}^2 \\ \text{Luas Penampang} &= 675 \text{ cm}^2 \\ \text{Lunas} &= \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 175 \times 220 \text{ mm} (*)\end{aligned}$$

b. Linggi Haluan

$$\begin{aligned}L(B/3+H) &= 54,93 \text{ m}^2 \\ \text{Luas Penampang} &= 675 \text{ cm}^2 \\ \text{Linggi Haluan} &= \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 180 \times 265 \text{ mm} (*)\end{aligned}$$

c. Linggi Buritan

Tinggi linggi buritan harus sekurang-kurangnya 5% lebih besar dari pada tinggi haluan, dan lebarnya boleh sama. (Lihat juga bab 4 ayat 2)

- berlaku untuk $L/H \leq 8$
- untuk $L/H > 8$ maka luas penampang harus diperbesar sesuai dengan tabel pada Bab 3 Ayat 2.3 (*)

$$\begin{aligned}\text{Luas Penampang} &= L. \text{ Penampang} + (16\% \times L. \text{ Penampang}) \\ &= 675 + (16\% \times 675)\end{aligned}$$

$$= 783$$

$$\begin{aligned}\text{Linggi Buritan} &= \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 205 \times 300 \text{ mm (*)}\end{aligned}$$

2. Gading-Gading

$$B/3+H = 3,43 \text{ m}$$

(*) Jarak gading-gading menurut Tabel 6.b₂ untuk gading-gading tunggal yang dilengkung = 340 mm, maka:

$$W100 = 61 \text{ cm}^3$$

$$W340 = 61 \times (340/100) = 207 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Gading} &= \text{Tebal} \times \text{Tinggi} \\ &= 82 \times 127/92 \text{ mm (*)}\end{aligned}$$

3. Ukuran Wrang

Wrang (Pelayaran Lokal)

$$B/3+H = 3,43 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Wrang} &= \text{Tinggi} \times \text{Tebal} \\ &= 220 \times 82 \text{ mm (*)}\end{aligned}$$

Note:

Tebal wrang harus sama dengan tebal gading-gading

4. Galar & Balok Kim

a. Galar

$$L(B/3+H) = 54,93 \text{ m}^2$$

$$\text{Penampang Galar Balok} = 248 \text{ cm}^2$$

$$\text{Galar Balok} = 280 \times 58 \text{ mm (*)}$$

b. Balok Kim

$$L(B/3+H) = 54,93 \text{ m}^2$$

$$\text{Galar Balok Kim} = 230 \times 55 \text{ mm (*)}$$

5. Jarak Gading

$$L(B/3+H) = 54,93 \text{ m}^2$$

Jarak Gading :

$$\text{Gading Tunggal} = 340 \text{ mm (*)}$$

6. Pelat Kulit Luar

$$L(B/3+H) = 54,93 \text{ m}^2$$

- Tebal Sisi = 38 mm (*)
7. Jarak Balok Geladak = 1360 mm
8. Tebal Geladak
- $L(B/3+H)$ = 54,93 m²
- Tebal Geladak = 46 mm
9. Lutut Balok Geladak
- $L(B/3+H)$ = 54,93 m²
- Lutut Balok Geladak = 260 x 46 mm (*)
10. Balok Geladak
- $L(B/3+H)$ = 54,93 m²
- Balok Geladak = 230 x 55 mm (*)
11. Tebal Sekat & Penegar
- a. Tebal Sekat
- Jarak Penegar = 400 mm
- Titik Tekan (p) = 1,30 m
- Tebal Sekat = 40 mm (*)
- b. Penegar
- Panjang Penegar = 1,75 m
- Modulus Penegar = 59 cm²
- Penegar Sekat = 55 x 80 mm (*)

Note:

(*) untuk nilai ukuran konstruksi dapat dilihat pada tabel yang sudah terlampir dalam lampiran.

c. Galangan Bapak Taufik

1) Data Kapal

- Nama Kapal : Titipan Ilahi
- Panjang Kapal : 16.50 Meter
- Lebar Kapal : 06.00 Meter
- Tinggi Kapal : 01.40 Meter
- Sarat Kapal : 00.80 Meter
- Tonnage : abt 25 Ton

- Bahan : Kayu
- Jenis : Jati Lokal (Tuban)
- Perhitungan Ukuran Konstruksi :

1. Lunas & Linggi

a. Lunas

$$L(B/3+H) = 56,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Penampang} = 675 \text{ cm}^2$$

$$\text{Lunas} = \text{Lebar} \times \text{Tinggi}$$

$$= 175 \times 220 \text{ mm (*)}$$

b. Linggi Haluan

$$L(B/3+H) = 56,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Penampang} = 675 \text{ cm}^2$$

$$\text{Linggi Haluan} = \text{Lebar} \times \text{Tinggi}$$

$$= 180 \times 265 \text{ mm (*)}$$

c. Linggi Buritan

Tinggi linggi buritan harus sekurang-kurangnya 5% lebih besar dari pada tinggi haluan, dan lebarnya boleh sama. (Lihat juga bab 4 ayat 2)

- berlaku untuk $L/H \leq 8$

- untuk $L/H > 8$ maka luas penampang harus diperbesar sesuai dengan tabel pada Bab 3 Ayat 2.3 (*)

$$\text{Luas Penampang} = \text{L. Penampang} + (16\% \times \text{L. Penampang})$$

$$= 675 + (16\% \times 675)$$

$$= 783$$

$$\text{Linggi Buritan} = \text{Lebar} \times \text{Tinggi}$$

$$= 205 \times 300 \text{ mm (*)}$$

2. Gading-Gading

$$B/3+H = 3,43 \text{ m}$$

(*) Jarak gading-gading menurut Tabel 6.b₂ untuk gading-gading tunggal yang dilengkung = 340 mm, maka:

$$W100 = 61 \text{ cm}^3$$

$$W340 = 61 \times (340/100) = 207 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Gading} &= \text{Tebal} \times \text{Tinggi} \\ &= 82 \times 127/92 \text{ mm} (*) \end{aligned}$$

3. Ukuran Wrang

Wrang (Pelayaran Lokal)

$$B/3+H = 3,43 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Wrang} &= \text{Tinggi} \times \text{Tebal} \\ &= 220 \times 82 \text{ mm} (*) \end{aligned}$$

Note:

Tebal wrang harus sama dengan tebal gading-gading

4. Galar & Balok Kim

a. Galar

$$L(B/3+H) = 56,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Penampang Galar Balok} = 248 \text{ cm}^2$$

$$\text{Galar Balok} = 265 \times 62 \text{ mm} (*)$$

b. Balok Kim

$$L(B/3+H) = 56,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Galar Balok Kim} = 230 \times 55 \text{ mm} (*)$$

5. Jarak Gading

$$L(B/3+H) = 56,1 \text{ m}^2$$

Jarak Gading :

$$\text{Gading Tunggal} = 340 \text{ mm} (*)$$

6. Pelat Kulit Luar

$$L(B/3+H) = 56,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Tebal Sisi} = 38 \text{ mm} (*)$$

7. Jarak Balok Geladak = 1360 mm

8. Tebal Geladak

$$L(B/3+H) = 56,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Tebal Geladak} = 46 \text{ mm}$$

9. Lutut Balok Geladak

$$L(B/3+H) = 56,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Lutut Balok Geladak} = 260 \times 46 \text{ mm} (*)$$

10. Balok Geladak

$$L(B/3+H) = 56,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Balok Geladak} = 230 \times 55 \text{ mm (*)}$$

11. Tebal Sekat & Penegar

a. Tebal Sekat

$$\text{Jarak Penegar} = 400 \text{ mm}$$

$$\text{Titik Tekan (p)} = 1,30 \text{ m}$$

$$\text{Tebal Sekat} = 40 \text{ mm (*)}$$

b. Penegar

$$\text{Panjang Penegar} = 1,50 \text{ m}$$

$$\text{Modulus Penegar} = 59 \text{ cm}^2$$

$$\text{Penegar Sekat} = 55 \times 80 \text{ mm (*)}$$

Note:

(*) untuk nilai ukuran konstruksi dapat dilihat pada tabel yang sudah terlampir dalam lampiran.

BIODATA PENULIS



BAGUS KUSUMA ADITYA, lahir di Bondowoso-Jawa Timur pada tanggal 28 Agustus 1983. Berasal dari keluarga sederhana Jawa. Pernah mengenyam pendidikan di SDN Sekarputih 02 Bondowoso dan lulus tahun 1996. Selanjutnya meneruskan sekolah di SMP Negeri 02 Bondowoso, lulus tahun 1999, dan di SMA Negeri 02 Bondowoso, tamat tahun 2002. Setelah lulus kemudian melanjutkan studi Sarjana di Universitas Hang Tuah Surabaya, Fakultas Teknik dengan Jurusan Teknik Perkapalan dan Lulus pada Tahun 2006.

Pada saat kuliah di UHT Surabaya, banyak kegiatan dan keorganisasian yang telah diikuti, mulai kegiatan yang bersifat akademis maupun kegiatan sosial. Beberapa organisasi yang pernah diikuti diantaranya adalah pengurus inti HIMA dan BEM Teknik serta kegiatan Baksos dan Pengabdian masyarakat. Selama menempuh kuliah juga pernah melaksanakan kerja praktek pada galangan kapal PT Pelni dan perusahaan Inspeksi Perkapalan di PT. Mitra Artha Gema Pertiwi.

Selain itu beberapa pelatihan pelatihan yang menunjang kegiatan pendidikan serta keahlian juga diikuti seperti pelatihan AutoCad dan Struktur serta beberapa pelatihan teknik lainnya yang diadakan didalam kampus.

Setelah lulus perkuliahan pada Tahun 2007 awal pernah bekerja di perusahaan plastik kemasan sebagai *Quality Control*, pada Tahun yang sama pula berpindah pekerjaan di *PT Plimsoll* Indonesia yang bergerak di bidang pembuatan *Deck Machinery* Kapal, pekerjaan sebelumnya yaitu di pabrik plastik dijalani tidak begitu lama karena merasa bidang tersebut kurang sesuai dengan bidang keahlian yang didalami. Beberapa bulan setelah bekerja pada PT Plimsoll, penulis mendapat tawaran pekerjaan di Galangan Kapal yaitu PT. Dumas Tanjung Perak

Shipyards sehingga kesempatan pekerjaan ini segera diambil karena memang sangat sesuai dengan bidang keahlian yang disukai.

Selama bekerja di galangan kapal sejak tahun 2007 – 2012 banyak sekali pengalaman yang didapatkan mulai dalam divisi *Engineering* sampai dengan diperbantukan dalam divisi *Marketing, Purchasing* dan beberapa divisi lainnya termasuk dalam tim *tendering* kapal. Selain yang berhubungan dengan pekerjaan inti, kegiatan pelatihan pelatihan dan kepengurusan Tim ISO, OHSASS juga dilakukan guna menambah keilmuan dan pengalaman.

Selama bekerja di galangan kapal, pada hari-hari libur juga mengisi kegiatan dalam pengurusan project design, pengujian kapal dan termasuk project pengiriman kapal dari Surabaya ke beberapa daerah di Indonesia, kegiatan ini dijalani dengan mengatur yang ada tanpa mengganggu pekerjaan utama, termasuk pada tahun 2009 terlibat dengan beberapa teman untuk persiapan pembentukan perusahaan yang bergerak di bidang konsultan sampai pada tahun 2012 selepas mengundurkan diri dari galangan kapal, mulai menekuni kegiatan konsultan mulai dari konsultan perencanaan, survey, pengawasan dan konstruksi bangunan kapal. Dalam dunia konsultan ini dirasa banyak sekali mendapatkan pengalaman karena segala sesuatu menuntut keahlian yang bersifat multi skill, sampai saat ini kegiatan ini masih dijalani meskipun tidak begitu intense.

Selama bekerja pada konsultan, pada Tahun 2013 mulai diminta oleh Universitas Hang Tuah untuk mengisi perkuliahan TNI-AL yang sedang mengambil jenjang S-1 sampai dengan Tahun 2014, dan pada Tahun ini juga mulai diangkat sebagai Karyawan Tetap di Universitas Hang Tuah sampai sekarang sebagai Laboran.