



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Kekuatan Sambungan Konstruksi Lambung Pada Kapal Kayu 100 Gt Di Daerah Batang Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga

Fikri Khalis Tenar¹, Imam Pujo Mulyatno¹, Untung Budiarto¹

¹)Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: fikrikhalistenar@yahoo.co.id

Abstrak

Kapal ikan tradisional merupakan kapal yang seluruh konstruksinya terbuat dari kayu dan masih menggunakan pembuatan dengan cara turun-temurun. Kekuatan konstruksi kapal ikan tergantung dari jenis kayu yang di gunakan dan bentuk dari lambung kapal yang sebagian besar konstruksinya di lakukan penyambungan dengan menggunakan baut dan paku keling. Sambungan pada konstruksi kapal ikan tradisional masih menggunakan sambungan yang bertumpuk dan belum di ketahui kekuatan, *safety factor* dan deformasi. Pada penelitian ini penulis membuat model variasi sambungan pada konstruksi lambung yang terdiri dari variasi sambungan *design of hook straight lip joint with bolt*, *design of oblique lip joint with bolt* dan sambungan asli dari kapal ikan tradisional yang ada di Batang, Jawa tengah. Pada penelitian ini penulis membuat model menggunakan *software solidworks* dengan analisa metode elemen hingga untuk mencari nilai tegangan maximum, deformasi dan *safety factor* sambungan yang sesuai agar dapat di gunakan pengerajin kapal ikan tradisional. Pembuatan variasi model sambungan di bagi menjadi 2 yaitu model sambungan asli dan penambahan *shock* dengan tebal 5 mm di sepanjang sambungan kapal yang berguna menurunkan nilai tegangan maximum pada sambungan. Bentuk sambungan yang memenuhi kriteria *safety factor*, deformasi dan nilai tegangan maksimum pada bagian *deck beam* adalah model DB2S 14.83 MPa, pada bagian *bottom* adalah BT0 10.60 MPa, BT0S 1.53 MPa, pada bagian *frame* adalah FR1S 13.02 MPa, FR2S 14.97 MPa. Nilai deformasi yang sesuai dengan *safety factor* pada bagian *deck beam* DB2S 5.434 mm, pada bagian *bottom* adalah BT0 1.64 mm, BT0S 0.1565 mm pada bagian *frame* adalah FR1S 3.087 mm

Kata kunci: Kapal Ikan Tradisional, Sambungan kayu, Tegangan Maximum, Deformasi, *Safety Factor*, Metode Elemen Hingga

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar nelayan di Indonesia dalam operasi penangkapan ikan masih menggunakan kapal yang terbuat dari kayu kebanyakan di bangun oleh pengerajin kapal di galangan tradisional. Keahlian ini didapat dari warisan turun temurun tanpa melalui perhitungan dan gambar kapal terutama pada konstruksi kapal. Sehingga dari segi kekuata

konstruksi tidak di ketahui pasti tingkat pemenuhan persyaratan keselamatan pelayaran atau ketahanan umur bagian sambungan konstruksi kapal.

Kapal kayu terdiri dari beberapa bagian-bagian konstruksi salah satunya konstruksi

lambung yang terdiri dari lunas, *deck beam, frame, bottom*. Pada konstruksi ini banyak galangan tradisional di Indonesia khususnya di daerah Batang, Jawa tengah kesulitan saat pendistribusian kayu menggunakan jalur darat yang memiliki batas maksimal 25 meter. Sedangkan panjang dari suatu kapal kayu lebih dari 25 meter untuk lunasnya, maka untuk dapat memiliki panjang yang di inginkan pengerajin biasanya menyambung kayu pada bagian lunas kapal.

Konstruksi dengan kayu sambungan bertujuan untuk mendapatkan panjang bentang suatu balok dengan kriteria tertentu selain itu juga penyambungan digunakan agar menghemat kayu. Walaupun banyak model sambungan yang telah di kembangkan akan tetapi masyarakat kurang memperhatikan kekuatan kayu tersebut juga di gunakan untuk konstruksi. Tipe sambungan yang paling sering digunakan galangan kapal kayu di Batang, Jawa tengah adalah *key scarf hook* dan *plan scarf*. Berdasarkan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang maka diambil beberapa rumusan masalah pada Tugas Akhir ini diantaranya Analisa kekuatan sambungan pada kapal ikan kayu di daerah Batang, Jawa tengah khususnya pada *deck beam, frame, bottom* dengan metode elemen hingga, menggunakan *software solidworks* yang merupakan bagian terpenting dari keselamatan pelayaran suatu kapal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kapal perikanan adalah kapal yang mencakup penggunaan atau aktivitas penangkapan atau mengumpulkan sumberdaya perairan, serta penggunaan dalam beberapa aktivitas seperti riset, training dan inspeksi sumberdaya perairan (Nomura & Yamazaki 1977). Sedangkan menurut (Fyson 1985) kapal perikanan adalah kapal yang dibangun untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan usaha penangkapan ikan mencakup ukuran kapal, rancangan bentuk dek, kapasitas muat, akomodasi, mesin serta berbagai perlengkapan yang secara keseluruhan disesuaikan dengan fungsi dalam rencana operasi

Metode elemen hingga adalah sebuah metode yang menggunakan pendekatan numerik untuk menganalisa sebuah struktur untuk mendapatkan solusi pendekatan dari suatu permasalahan.

Tahapan langkah pembuatan model untuk dianalisa menggunakan metode elemen hingga dapat dijelaskan secara garis besar menjadi sebagai berikut:

1. Pembuatan geometri awal struktur yang akan dianalisa.

2. Pembuatan penumpu dalam bentuk tetap (*fixed geometry*)
3. Penentuan beban tekan (*pressure*)
4. Penentuan jenis material dan properti yang digunakan.
5. Pembuatan proses *meshing*.
6. Analisa.

Kayu bangkirai (*Shorea laevifolia*) merupakan jenis kayu yang kuat dan tahan terhadap perubahan cuaca sehingga kayu ini sering digunakan untuk konstruksi berat, salah satunya pembuatan kapal kayu. Bangkirai dapat di gunakan untuk konstruksi kapal karena kayu bangkirai memiliki kelas awet I, II, III dan kelas kuat I, II.^[1]

Tabel 1. Jenis kayu untuk konstruksi kapal[1]

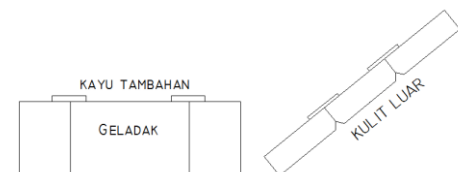
Daftar : Jenis kayu yang dapat dipergunakan untuk bagian-bagian konstruksi sesuai dengan tabel sebagai berikut

No.	Nama dagang (huruf besar) Nama lainnya (huruf kecil)	Nama latin (Famili dalam tanda kurung)	Kelas		Berat jenis kering udara (U=15±3%)			Pemakaian	Tempat tumbuh
			Awet	Kuat	Min	Max	Rata ²		
1	2	3	4		5			6	7
1.	AMPUPU	Eucalyptus Alba Reinw (Myrtaceae)	II-III	I-II	0,68	1,02	0,89	Gading, galar, kulit, papan-geladak	Maluku, Nusa Tenggara
2.	BALAM Nyatoh, Suntai Manao, Somaran Sambun, Arupa Gofiri, Headf	Palaquin ridloyi K. or G, (Sapotaceae)	II	I	0,90	1,12	1,04	Papan, kulit, gading, galar, balok geladak, papan geladak	Seluruh Indonesia
3.	BALAU Damar laut, Balau, Sinantok, Pooti, Benuas, Kelepek, Bangkirai, Resak, Minyak, Damadere	Shorea Spp., Hopea Celebica Burck (Dipterocarpaceae)	I	I-II	0,65	1,22	0,98	Gading, galar kulit, papan-geladak, balok-geladak	Sumatera, Sulawesi Kalimantan
4.	BANGKIRAI Benuas, Selangan batu, Tolam, Bangkirai, Anggelam	Shorea laevifolia Enderf (Dipterocarpaceae)	I(II-III)	I-II	0,60	1,16	0,91	Semua bagian kapal	Kalimantan

Apabila panjang balok bagian konstruksi belum sesuai dengan perencanaan yang di inginkan, maka dapat dilakukan penyambungan antara balok-balok kayu Ada 2 cara sambungan balok kayu, yaitu :

1. Butt Join.

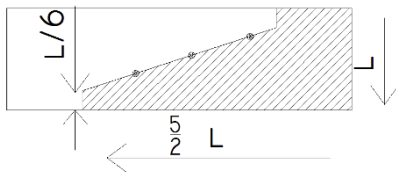
Sambungan yang tidak langsung dimana diperlukan balok kayu tambahan sebagai penyambung. dipergunakan untuk penyambungan antara papan-papan kulit luar, geladak dan sekat kedap air.[2]



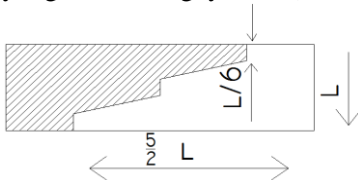
2. Scarphed joint.

Sambungan antara dua balok kayu, dimana kedua ujung balok-balok kayu di potongsaling menumpang dan dirapatkan dengan menggunakan mur-baut.[2]

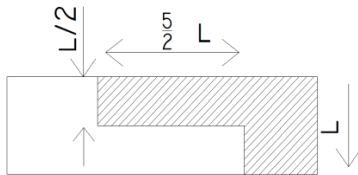
- a. Untuk sambungan linggi-linggi, sambungan gading-gading, sambungan lunas –lunas, sambungan galar balok.



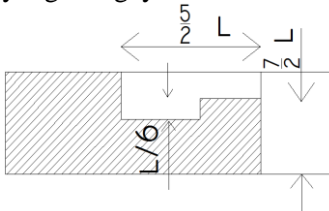
- b. Untuk sambungan lunas-lunas (yang tidak ada gaya tarik).



- c. Untuk sambungan lunas-lunas dan sambungan gading-gading.



- d. Untuk sambungan balok-balok kayu yang ada gaya tahan.



Kekuatan kayu digolongkan dalam kelas kuat I, II, III, IV, dan V. Tegangan-tegangan ijin untuk kayu mutu A dengan kelas kuat tertentu dapat dilihat pada daftar Iia PPKI 1961. Untuk kayu mutu B tegangan-tegangan ijin dalam daftar Iia harus dikalikan dengan faktor reduksi sebesar 0,75. Apabila diketahui berat jenis kayu, maka tegangan-tegangan ijin kayu mutu A dapat langsung dihitung dengan rumus seperti terdapat pada daftar Iib PPKI 1961, sebagai berikut:[6]

$$\sigma_{lt} = 170 \cdot g \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

g = Berat jenis kayu

3.METODOLOGI PENELITIAN

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan sambungan asli galangan dengan 2 variasi bentuk sambungan dan digunakan shock pada 2 model variasi tersebut yang akan di bandingkan dari segi tegangan maksimum yang di

terima sambungan dan *safety factor* dari kriteria sambungan.

3.1 Data Kapal

<i>Length over all (Loa)</i>	:	32,00 meter
Lpp	:	29,50 meter
B	:	8,50 meter
H	:	4,370 meter
T	:	3,250 meter
Cb	:	0,61



Gambar 1. Kapal Ikan Tradisional Galangan CV.Laksana Abadi group Batang, JawaTengah

3.2 Bentuk Sambungan Asli Pada Kapal

1. Sambungan pada geladak



2. Sambungan pada gading



3. Sambungan pada alas

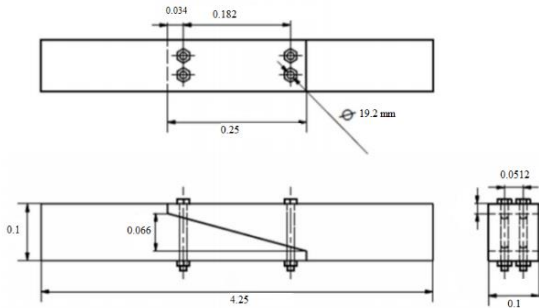


4. HASIL DAN PEMBAHASAN

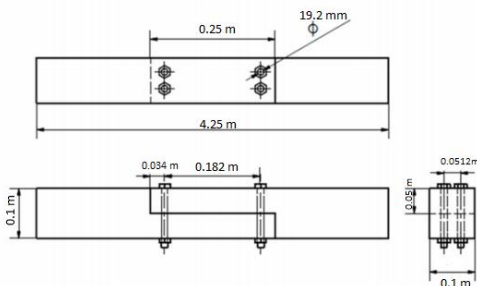
4.1 Variasi Sambungan Model

Variasi sambungan adalah bentuk sambungan yang di gunakan untuk membandingkan hasil dari analisa model sambungan yang asli dari kapal tersebut dengan model sambungan variasi 1 yaitu *design of oblique lip joint with bolt* dan variasi 2 *design of straight lip joint with bolt*, dari ketiga bentuk sambungan tersebut maka akan di cari nilai tegangan maksimum dan *safety factor*.

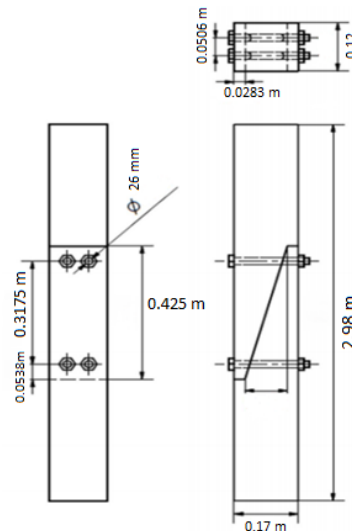
Penambahan variasi berikutnya menggunakan *shock* atau shock dengan tebal 5 mm yang di letakkan sepanjang sambungan yang bertujuan dapat menurunkan nilai tegangan maksimum pada sambungan, berikut ini adalah gambar bentuk dari sambungan variasi 1 dan variasi 2.



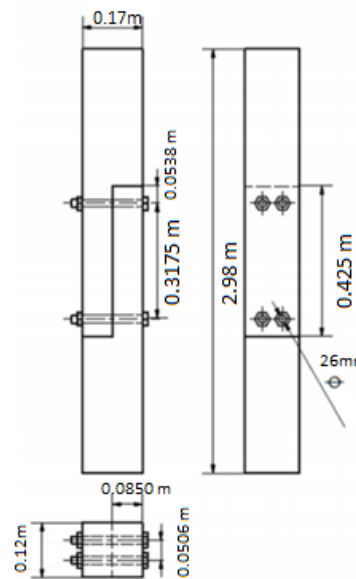
Gambar 2. Variasi 1 Deck Beam (*Design of Oblique Lip joint With Bolt*) [4]



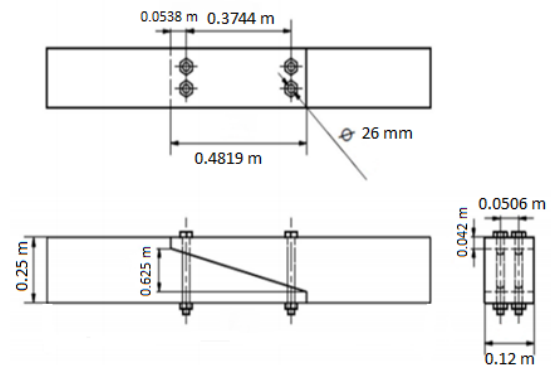
Gambar 3. Variasi 2 Deck Beam (*Design of Straight Lip Joint With Bolt*) [4]



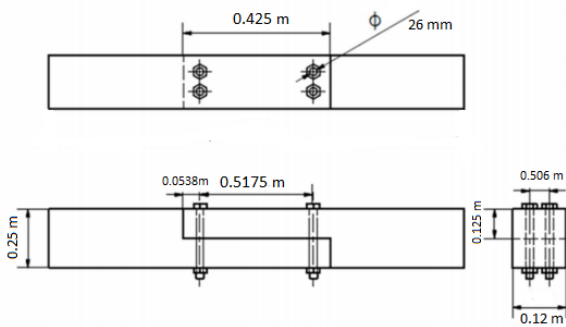
Gambar 4. Variasi 1 Frame (*Design of Oblique Lip joint With Bolt*) [4]



Gambar 5. Variasi 2 Frame (*Design of Straight Lip Joint With Bolt*) [4]



Gambar 6. Variasi 1 Bottom (*Design of Oblique Lip Joint With Bolt*) [4]



Gambar 7. Variasi 2 Bottom (*Design of Straight Lip Joint With Bolt*) [4]

4.2 Pembebanan Pada Sambungan

Beban diberikan di tiap sambungan berdasarkan beban pada setiap kondisi pembebanan.

1. Pembebanan *Deck Beam*

$$P_D = P_o \frac{20.T}{(10 + z - T)H} \times C_D (\text{Kn/M}^2) \quad [5]$$

Di mana :

P_d = Beban Geladak Cuaca

$$C_0 = \left[\frac{L}{25} \right] + 4,1 = \left[\frac{29,5}{25} \right] + 4,1 = 4,43$$

$$C_L = \sqrt{\frac{L}{90}} = \sqrt{\frac{29,5}{90}} = 0,57$$

untuk $L < 90$ m

Z = jarak vertikal dari pusat beban ke *baseline*
 $= 2/3 H$ (Tinggi kapal)
 $= 2,91$ m

Untuk Shock Kulit

$$P_{O1} = 2,1 \times (C_B + 0,7) \times C_0 \times C_L \times f_1$$

$$P_{O1} = 2,1 \times (0,61 + 0,7) \times 4,43 \times 0,57 = 6,95 \text{ kN/m}^2$$

P_o Untuk *frame, stiffener, beam, web dan strong*

$$P_{O2} = 2,1 \times (C_B + 0,7) \times C_0 \times C_L \times f_2$$

$$P_{O2} = 2,1 \times (0,61 + 0,7) \times 4,43 \times 0,57 \times 0,75$$

$$P_{O2} = 5,21 \text{ Kn/m}^2$$

C_D = faktor distribusi

$C_D = 1,0$ (untuk tengah kapal)

Beban Geladak Cuaca Untuk Menghitung *Beam, Stiffner Dan StrongBeam*

$$P_D = P_o \frac{20.T}{(10 + z - T)H} \times C_D (\text{Kn/M}^2)$$

Beban Geladak Untuk Daerah Tengah Kapal Adalah:

$$P_{d1} = P_{o2} \times \frac{20T}{(10 + Z - T) \times H} \times C_{D2}$$

$$P_{d1} = 5,21 \times \frac{20 \times 3,25}{(10 + 2,91 - 3,25) \times 4,37} \times 1,0$$

$$P_{d1} = 8,02 \text{ kN/m}^2$$

2. Pembebanan *Frame*

Beban Pada Sisi Kapal Dibawah Garis Air

$$P_s = 10 \cdot (T - Z) + P_o \cdot C_F \cdot \left(1 + \frac{Z}{T}\right) (\text{KN/m}^2) \quad [5]$$

$C_{F1} = 1,00$ (Tengah kapal)

Beban Sisi Kapal Untuk Menghitung *Frame Dan Stiffner*

$$P_s = 10 \times (T - Z) + P_{o2} \cdot C_F \cdot \left(1 + \frac{Z}{T}\right) (\text{kN/m}^2)$$

Beban Sisi Untuk Daerah Tengah

$$P_s = 10(T - Z) + P_o \times C_{f1} \times \left(1 + \frac{Z}{T}\right)$$

$$P_s = 10(3,25 - 1,08) + 5,21 \times 1,0 \times \left(1 + \frac{1,08}{3,25}\right)$$

$$P_s = 28,63 \text{ kN/m}^2$$

3. Pembebanan Bottom

$$P_B = 10 \times T + P_o \cdot C_F (\text{kN/m}^2) \quad [5]$$

Beban Alas Tengah Kapal

Untuk Shock Kulit

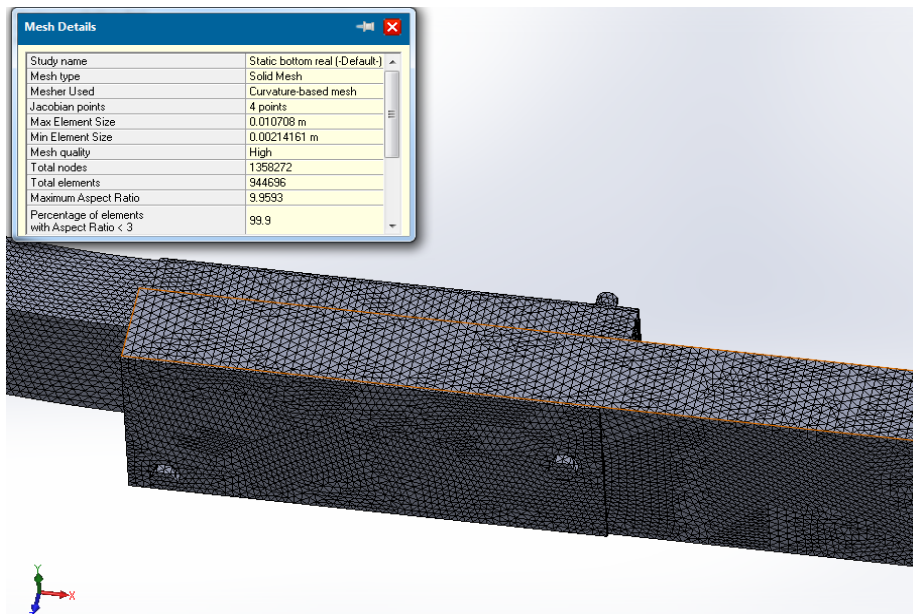
$$P_{b2} = 10 \times T + P_{o2} \times C_f$$

$$P_{b2} = 10 \times 3,25 + 6,95 \times 1$$

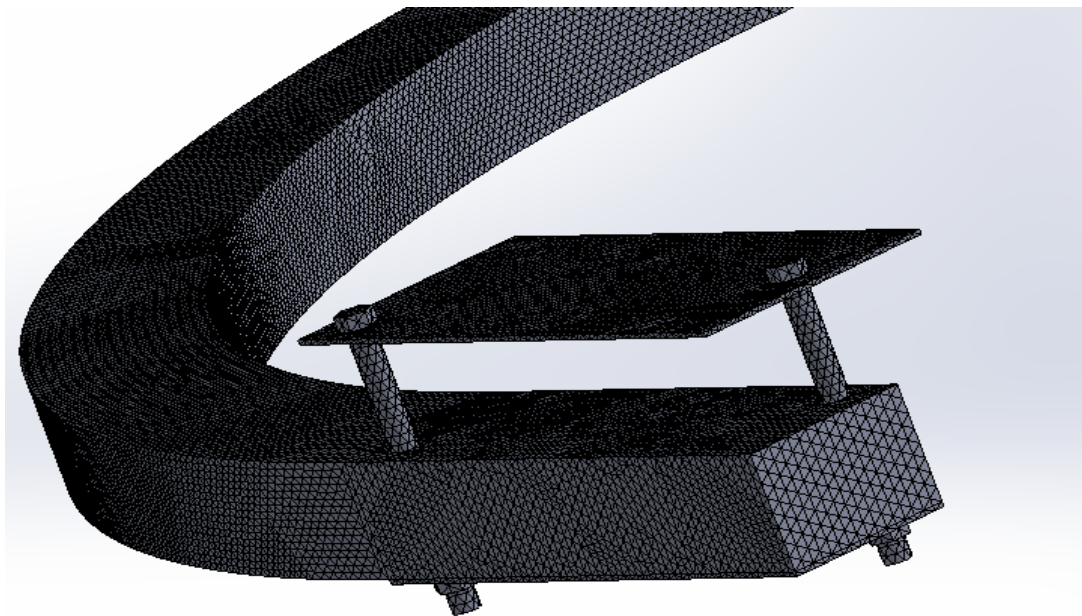
$$P_{b2} = 39,45 \text{ kN/m}^2$$

4.3 Meshing

Proses meshing adalah proses dimana model di buat menjadi kumpulan nodal elemen hingga dengan ukuran yang lebih kecil dan saling terhubung. Jenis meshingan pada software Solidworks menggunakan *curvature based mesh* dengan menggunakan meshingan ini nodal elemen lebih terfokus pada bagian baut .



Gambar8. Hasil meshing model dengan menggunakan *curvature based mesh*



Gambar 9. Meshing pada baut dan shock dengan menggunakan *curvature based mesh*

Tensile Strength = 40.2 kgf/cm²

4.4 Material Model

Penentuan jenis material dimaksudkan untuk mendapatkan karakteristik material yang digunakan dalam proses analisis. Jenis material yang digunakan yaitu Kayu Bangkirai untuk sambungan, ASTM A36 Steel untuk Baut, ring dan nut, AISI 304 di gunakan untuk Shock pada sambungan. kriteria bahan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kayu Bangkirai [3]

Modulus Elasticity = $1,87 \times 10^5$ kgf/cm²
 Shear Modulus = 102.8 kgf/cm²
 Poisson's Ratio = 0.33
 Density = 0.91 kg/cm³

2. ASTM A36 Steel

Modulus Elasticity = 2039420 kgf/cm²
 Shear Modulus = 808630,03 kgf/cm²
 Poisson's Ratio = 0,26
 Density = 0,00785kg/cm³
 Tensile Strength = 4078,84 kgf/cm²
 Yield Strength = 2549,275 kgf/cm²

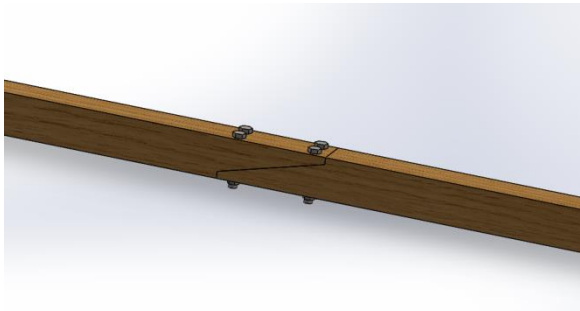
3. AISI 304

Modulus Elasticity = 1937449 kgf/cm²
 Shear Modulus = 764782,5 kgf/cm²
 Poisson's Ratio = 0,26
 Density = 0,008 kg/cm³
 Tensile Strength = 5272,074051 kgf/cm²

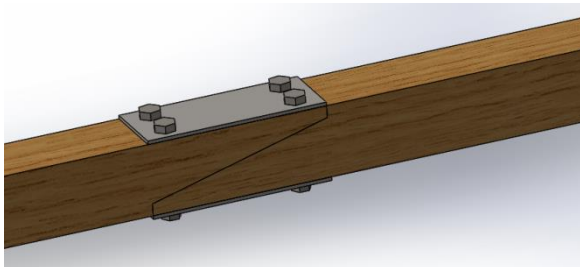
Yield Strength = 2108,83166 kgf/cm²

4.5 Pembuatan Model

Pembuatan model dilakukan agar mendapatkan model yang sesuai dengan Sambungan yang sesungguhnya termasuk jenis dan ukuran baut, shock, Nut dan ring yang digunakan. Ada 18 model yang dibuat, 9 model menggunakan shock dan 9 model tanpa menggunakan shock.



Gambar 10. Model Deck Beam Variasi 2 Tanpa Shock



Gambar 11. Model Deck Beam Variasi 2 Dengan Shock

4.6 Hasil Analisa Tegangan Maksimum

Hasil tegangan maksimum pada sambungan menentukan kekuatan dari model sambungan tersebut, semakin kecil tegangan maksimum yang dapat di terima oleh sambungan kayu maka akan semakin kuat sambungan tersebut. Dapat di lihat di tabel 2 hasil dari analisa sambungan.

Tabel 2. Hasil Analisa Tegangan Maximum Sambungan

No	Nama Sambungan	Maximum Stress (Mpa)	% penurunan
1	DB0	22.60	3.47%
2	DB0S	22.31	
3	DB1	18.81	3.26%
4	DB1S	17.62	
5	DB2	25.99	3.94%
6	DB2S	14.83	
7	BT0	10.60	90.45%

8	BT0S	1.53	
9	BT1	30.79	45.53%
10	BT1S	16.77	
11	BT2	36.88	36.04%
12	BT2S	17.45	
13	FR0	47.26	3.84%
14	FR0S	31.57	
15	FR1	17.45	45.59%
16	FR1S	13.02	
17	FR2	19.00	0.77%
18	FR2S	14.97	

Keterangan Tabel :

DB = Deck Beam

BT = Bottom

FR = Frame

S = Shock

0 = Asli

1 = Variasi 1

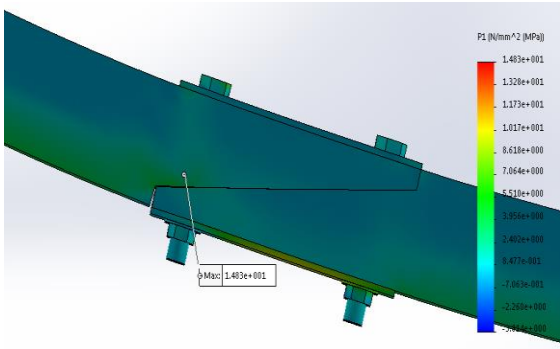
2 = Variasi 2

Dari hasil analisa tegangan maximum model sambungan dengan menggunakan *shock* memiliki tegangan maksimum yang kecil dari pada sambungan yang tidak memakai *shock*. Pada DB2 (sambungan *deck beam* variasi 2) memiliki tegangan maksimum 22.59 MPa dan setelah menggunakan *shock* terjadi pengurangan nilai tegangan maksimum sebesar 14.83 MPa pada daerah sambungan. Dapat di simpulkan penggunaan *shock* dapat mengurangi nilai tegangan maksimum sebesar 3.94 % .

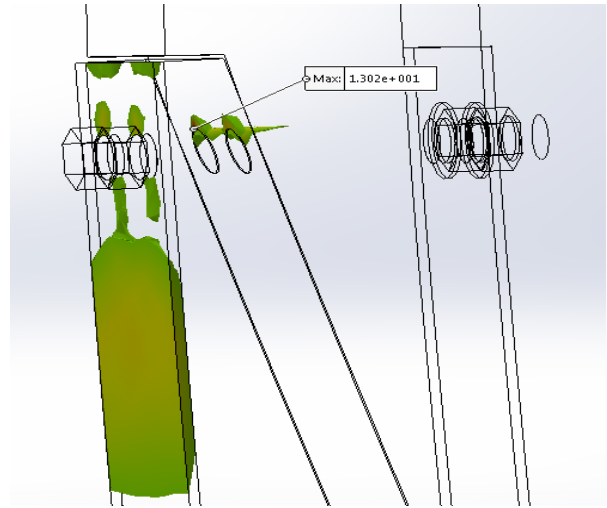
Untuk sambungan pada bagian *deckbeam* yang memiliki nilai tegangan maksimum yang kecil adalah DB2S (*deck beam variasi 2 shock*) 14.83 MPa.

Untuk sambungan pada bagian *frame* yang memiliki nilai tegangan maksimum yang kecil adalah FR2 (frame variasi 1) sebesar 23.93 MPa jika memakai *shock* berkurang sebesar 45.59% atau 13.02 MPa.

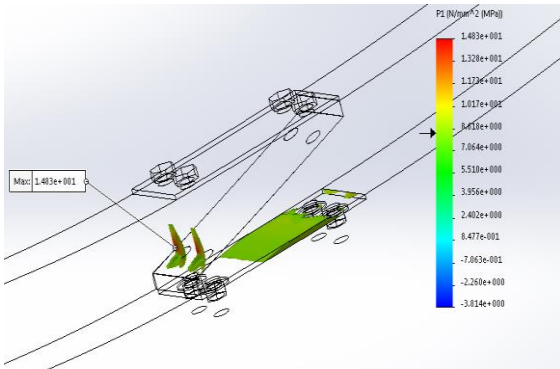
Untuk sambungan pada bagian *bottom* yang memiliki nilai tegangan maksimum yang kecil adalah BT0S (*bottom asli dengan shock*) sebesar 10.60 Mpajika memakai *shock* berkurang sebesar 90.45% atau 1.53 MPa.



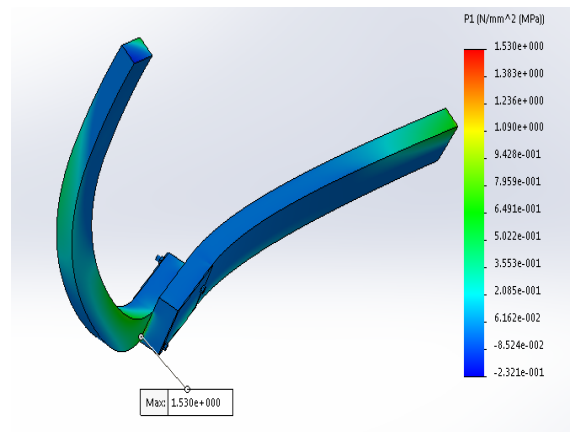
Gambar 12. Hasil DB1S (*Deck Beam Variasi 1 Dengan shock*) Pada Bagian Luar



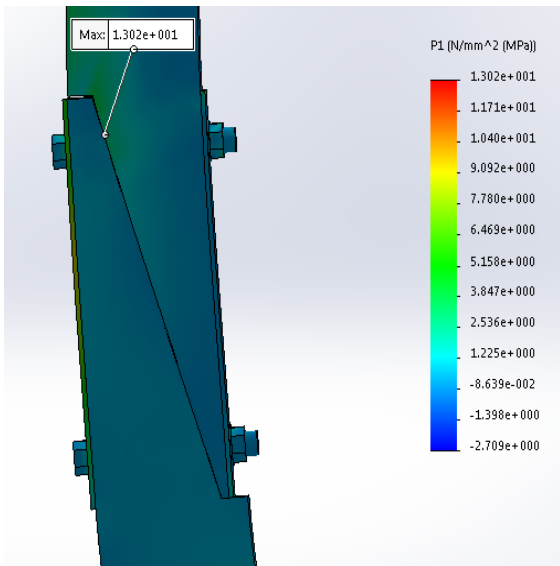
Gambar 15. Hasil FR1S (*Frame Variasi 1 Dengan Shock*) Bagian Dalam



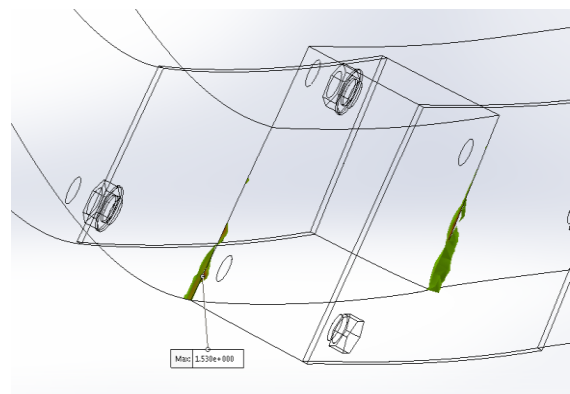
Gambar 13. Hasil DB1S (*Deck Beam Variasi 1 Dengan shock*) Pada Bagian Dalam



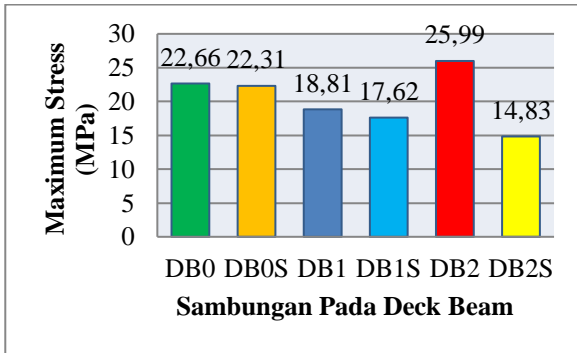
Gambar 16. Hasil BT0 (*Bottom Asli*) Pada Bagian Luar



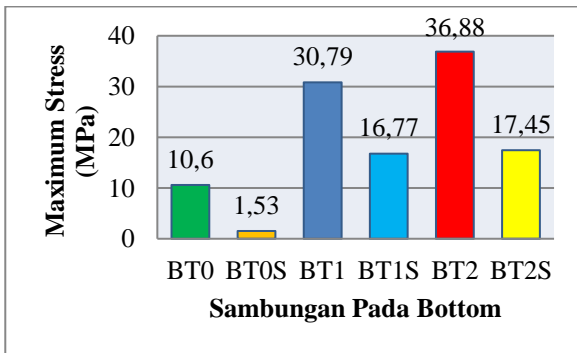
Gambar 14. Hasil FR1S (*Frame Variasi 1 Dengan Shock*) Bagian Luar



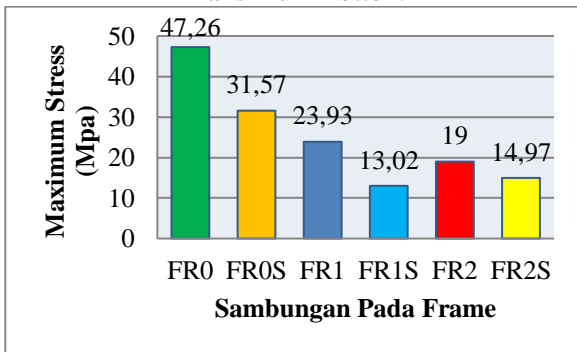
Gambar 17. Hasil BT0 (*Bottom Asli*) Pada Bagian Dalam



Gambar 18. Diagram Analisa Tegangan Maksimum Deckbeam



Gambar 19. Diagram Analisa Tegangan Maksimum Bottom



Gambar 20. Diagram Analisa Tegangan Maksimum Frame

4.7 Deformasi

Selain tegangan maksimum deformasi juga menentukan kekuatan sambungan kayu semakin kecil deformasi semakin kuat sambungan tersebut. Hasil deformasi sambungan dapat di lihat pada table 3.

Tabel 3. Hasil Deformasi Sambungan

No	Nama Sambungan	Maximum Deformasi (mm)
1	DB0	5.266
2	DB0S	5.083
3	DB1	4.446

4	DB1S	4.300
5	DB2	5.657
6	DB2S	5.434
7	BT0	1.64
8	BT0S	0.1565
9	BT1	8.334
10	BT1S	8.072
11	BT2	1.845
12	BT2S	1.18
13	FR0	4.027
14	FR0S	3.872
15	FR1	3.137
16	FR1S	3.087
17	FR2	3.108
18	FR2S	3.084

Keterangan Tabel :

DB = Deck Beam

BT = Bottom

FR = Frame

S = Shock

0 = Asli

1 = Variasi 1

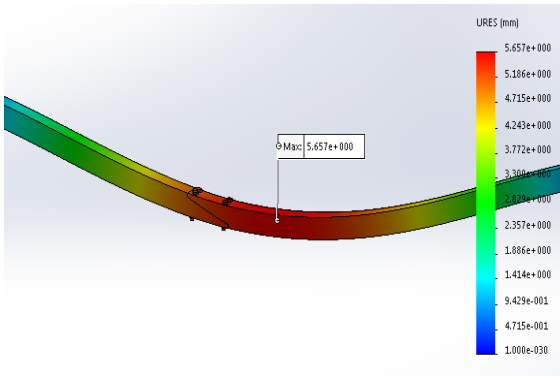
2 = Variasi 2

Dari hasil analisa sambungan di dapatkan deformasi seperti tabel 4.3, dapat di lihat pemakaian plat juga dapat mengurangi besarnya deformasi pada setiap sambungan. Pada sambungan asli DB0,BT0,FR0 setelah memakai shock terjadi pengurangan deformasi.

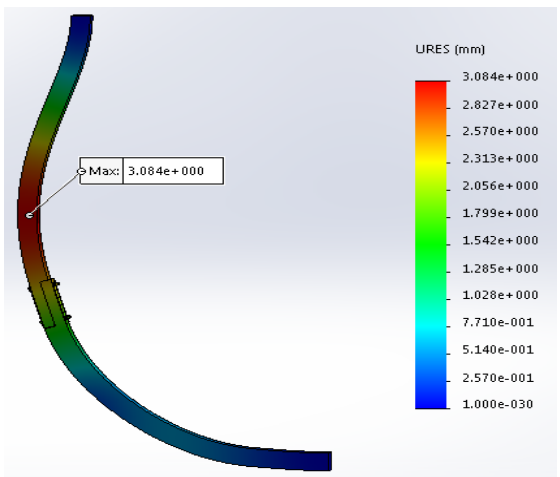
Untuk sambungan pada deckbeam yang memiliki deformasi yang besar adalah model DB2(deck beam variasi 2) sebesar 5.657 mm dan deformasi terkecil adalah model DB1S(deck beam variasi 1 dengan shock) sebesar 4.300 mm.

Untuk sambungan pada bottom yang memiliki deformasi yang besar adalah model BT1(bottom variasi 1) sebesar 8.334 mm dan deformasi terkecil adalah model BT0S(bottom asli dengan shock) sebesar 0.1565 mm.

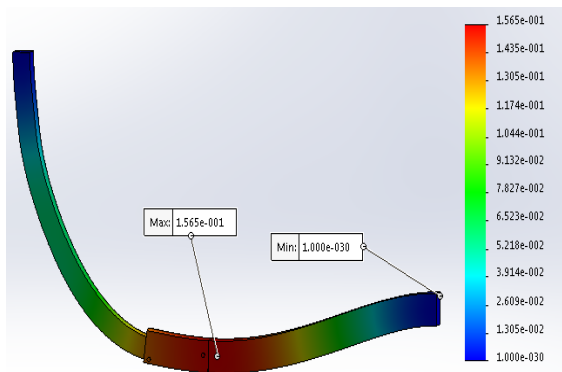
Untuk sambungan pada frame yang memiliki deformasi yang besar adalah model FR0 (frame asli tanpa shock) sebesar 4.027 mm dan deformasi terkecil adalah model FR2S (frame variasi 2 dengan shock) sebesar 3.067 mm



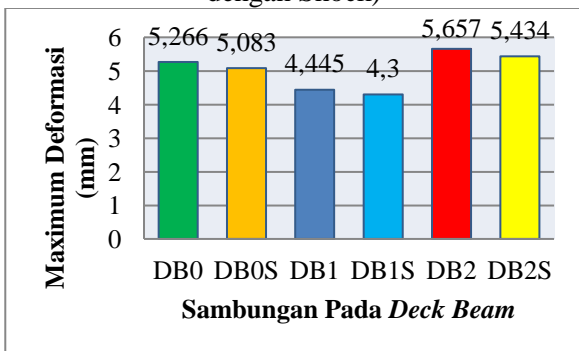
Gambar 21. Deformasi pada DB2 (*Deckbeam* Variasi 2)



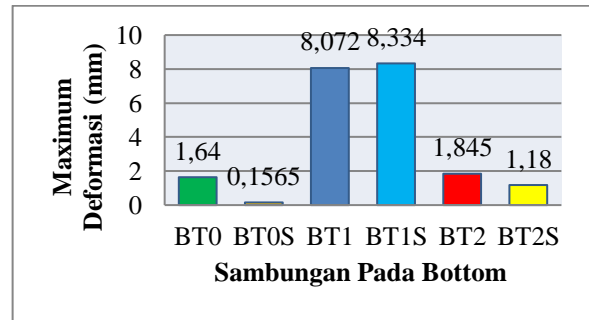
Gambar 22. Deformasi pada FR2S (*Frame* Variasi 2 dengan Shock)



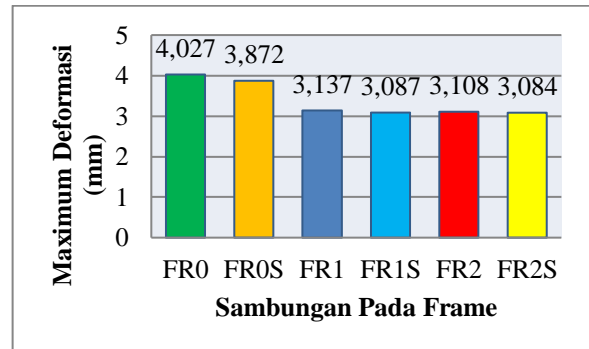
Gambar 23. Deformasi pada BT0S (*Bottom Asli* dengan Shock)



Gambar 24. Diagram Hasil Analisa Deformasi Sambungan *Deckbeam*



Gambar 25. Diagram Hasil Analisa Deformasi Sambungan *Bottom*



Gambar 26. Diagram Hasil Analisa Deformasi Sambungan *Frame*

4.8 Safety Factor

A. Tegangan ijin kayu Bangkirai

Kayu bangkirai memiliki berat jenis sebesar 0.91 dan termasuk kedalam kelas kuat 1 dan mutu A, jadi tegangan ijin untuk kayu bangkirai adalah :

$$\sigma_{lt} = 170 \cdot g$$

$$\sigma_{lt} = 170 \cdot 0.91$$

$$\sigma_{lt} = 154,7 \text{ Kg/cm}^2$$

Di konversi menjadi $\text{Mpa}(\text{N/mm}^2) = 15.2003075$

Mpa, Jadi tegangan ijin kayu bangkirai sebesar 15.2003075 Mpa.

Tabel 4. Hasil Analisa Safety Factor Sambungan

No	Nama Sambungan	Maximum Stress (Mpa)	Tegangan Ijin	Factor safety	Kriteria fs > 1
1	DB0	22.66	15.2003075	0.67	Tidak
2	DB0S	22.31	15.2003075	0.68	Tidak
3	DB1	18.81	15.2003075	0.81	Tidak
4	DB1S	17.62	15.2003075	0.86	Tidak
5	DB2	25.99	15.2003075	0.58	Tidak
6	DB2S	14.83	15.2003075	1.02	memenuhi
7	BT0	10.60	15.2003075	1.43	memenuhi
8	BT0S	1.53	15.2003075	9.93	memenuhi
9	BT1	30.79	15.2003075	0.49	Tidak
10	BT1S	16.77	15.2003075	0.91	Tidak
11	BT2	36.88	15.2003075	0.41	Tidak
12	BT2S	17.45	15.2003075	0.87	Tidak
13	FR0	47.26	15.2003075	0.32	Tidak
14	FR0S	31.57	15.2003075	0.48	Tidak
15	FR1	23.93	15.2003075	0.63	Tidak
16	FR1S	13.02	15.2003075	1.17	memenuhi
17	FR2	19.00	15.2003075	0.8	Tidak
18	FR2S	14.97	15.2003075	1.01	memenuhi

Keterangan Tabel :

DB = *Deck Beam*

BT = *Bottom*

FR = *Frame*

S = *Shock*

0 = Asli

1 = Variasi 1

2 = Variasi 2

Dari hasil analisa sambungan yang memenuhi kriteria $fs \geq 1$ pada sambungan *deck beam* adalah DB2S. Pada sambungan *bottom* yang memenuhi kriteria adalah BT0, BT0S. Untuk sambungan pada *frame* yang memenuhi kriteria adalah FR1S, FR2S. Dari hasil safety factor tersebut dapat di simpulkan penggunaan *shock* pada sambungan dapat menambah faktor keselamatan yang terjadi pada kapal ikan khususnya kapal tradisional yang menggunakan bahan kayu sebagai konstruksinya.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dengan memakai *shock* nilai tegangan maximum pada sambungan semakin kecil dan pemakaian *shock* dapat menekankan konsentrasi tegangan maximum pada bagian *shock* langsung, sehingga kayu sambungan tidak terjadi tegangan maximum.
2. Bentuk sambungan yang memenuhi kriteria nilai tegangan maksimum dan *safety factor* yang memenuhi pada bagian *deck beam* adalah model DB2S 14.83 MPa pada bagian *bottom* adalah BT0 10.60 MPa, BT0S 1.53 MPa pada bagian *frame* adalah FR1S 13.02 MPa dan FR2S 14.97 MPa.
3. Bentuk sambungan yang memiliki *deformasi* sesuai safety factor pada bagian *deck beam* DB2S 5.434 mm pada bagian *bottom* adalah BT0 1.64 mm, BT0S 0.1565 mm, , pada bagian

frame adalah FR2S 3.067 mm dan FR1S 3.087 mm.

Saran

1. Perlu penambahan variasi sambungan agar dapat mengetahui bentuk yang paling cocok untuk sambungan kapal kayu.
2. Perlu variasi jenis bahan pada *shock* agar di dapatkan tegangan maksimum yang lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] No name. 1989. *Peraturan Konstruksi Kapal Kayu*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- [2] No name. TT. *Bahan Ajar Kapal Kayu*, Semarang: Program Studi S1 Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [3] Mardikanto TR, Lina Karlinasari dan Effendi Tri Bahtiar, 2011. *Sifat Mekanis Kayu*, Bogor: IPB Press.
- [4] Yohanes, Musthafa Akbar dan Reysca Admi Aksa. 2016. *Finite Element Analysis of Wood Structural Joints on Traditional Wooden Ship*. Mechanical Engineering, Universitas Riau, Indonesia.
- [5] Biro Klasifikasi Indonesia, PT. Persero. 2006. *Rules for The Classification and Contruction of Sea Going Stell Ship VolumeII: Rules for Hull edition 2013*. BiroKlasifikasi Indonesia. Jakarta.
- [6] Anonim.(1961). "*Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) NI-1961*". Bandung:Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. Yayasan Normalisasi Indonesia, Bandung.
- [7] Prayuda Apri Gozal. 2015. *Analisa Kekuatan Bentuk Sambungan Kayu Balau Kuning dan Diameter Baut Pada Konstruksi Linggi Haluan Kapal Tradisional*.Semarang:Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, Indonesia.