

**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Kapal *Sandeq***

*Sandeq* adalah perahu bercadik khas Mandar. *Sandeq* digunakan untuk menangkap ikan dan berdagang, warnanya putih, bertiang layar tunggal, layarnya segitiga, dan mempunyai dua *baratang* (cadik) serta dua *palatto* (katir). Berdasarkan ukuran, *sandeq* dibedakan atas dua macam yaitu *sandeq kayyang* (besar, diawaki 3-6 orang) dan *sandeq keccu* (kecil, diawaki 1-2 orang). Berdasarkan buku “Orang Mandar Orang Laut” karya Muhammad Ridwan Alimuddin, nelayan Mandar mulai menggunakan Perahu *Sandeq* pada tahun 1930-an. Konon, di daerah tersebut, pertama kali perahu ini dikembangkan oleh tukang perahu di Kampung Pambusuang, sebuah kampung yang terletak di pantai Teluk Mandar, sekitar 300 km di sebelah utara Makassar.

Menurut Horst H Liebner, peneliti *Sandeq* asal Jerman, tidak ada perahu tradisional yang sekuat dan secepat *Sandeq*. Perahu tradisional ini merupakan perahu di Austronesia. Meskipun perahu ini terlihat rapuh, *Sandeq* mampu mengarungi laut lepas Selat Makassar antara Sulawesi dan Kalimantan. Para nelayan Mandar biasa berburu rempah-rempah hingga ke Ternate dan Tidore untuk dibawa ke bandar Makassar (Kompas Online, 7 September 2007). *Sandeq* yang menjadi kebanggaan masyarakat Mandar, selain memiliki bentuk yang elok nan cantik dengan panjang kurang lebih 9 – 16 meter dengan lebar 0,5 – 1 meter, dikirkannya dipasang cadik dari bambu sebagai penyeimbang, mengandalkan dorongan angin yang ditangkap layar berbentuk segitiga, mampu dipacu hingga kecepatan 15 – 20 Knot atau 30 – 40 Km perjam. Sehingga sebagai perahu layar yang tercantik dan tercepat juga mampu menerjang ombak yang besar sekalipun. Perahu *Sandeq* ditunjukkan pada Gambar 2.1 sebagai berikut :



Gambar 2.1 Perahu *Sandeq*

(Sumber : Setyahadi, 2007)

### 2.1.1 Macam-macam *Sandeq*

A. Tipe atau jenis perahu *sandeq* berdasarkan konstruksi diantaranya :

1. *Sandeq Tolor*

Pada *sandeq tolor* cadiknya dimasukkan ke dalam lambung perahu.

2. *Sandeq Bandeceng*

Pada *sandeq bandeceng* ini cadiknya diikat ke atas geladak perahu.

B. Tipe atau jenis perahu *sandeq* berdasarkan jenis nelayan di Mandar diantaranya :

1. *Sandeq pangoli*

*Sandeq pangoli* memiliki ukuran *sandeq* yang lebih kecil dan tidak dapat digunakan untuk menangkap ikan dekat pinggir karang dan wilayah

pertemuan arus dengan menarik umpan yang terbuat dari bulu ayam di belakang perahu (*mangoli*). Tipe perahu ini sangat laju dan lincah serta dapat membalik haluannya dengan cepat agar dapat memburu ikan dan tidak kena karang.

## 2. *Sandeq parroppo*

*Sandeq parroppo* dipakai untuk menangkap ikan di rumpon (*rappo*) di lautan bebas; tipe perahu ini cukup besar, dimana perahu ini dapat memuat dua-tiga sampan yang diturunkan di rumpon guna memperluas areal penangkapan, para pelaut dapat membawa perbekalan untuk pelayaran yang berlangsung selama dua sampai lima hari, perahunya dapat menahan ombak yang besar dan angin yang kencang di lautan bebas yang merupakan daerah penangkapan ikan itu.

## 3. *Sandeq potangnga*

*Sandeq potangnga* dipakai untuk mengarungi laut lepas demi menangkap ikan. Tipe perahu itu besar agar bisa memuat bekal dan peralatan yang diperlukan dalam mengarungi lautan selama dua-tiga minggu, agar ombak tinggi yang biasanya ditemui di daerah penangkapan ikan tidak akan sempat mengganggu dan membasahi para pemancing. Maka pada jenis perahu *sandeq* ini sering terdapat tambahan beberapa ‘panggung’ yang lebih tinggi daripada geladak lambung perahu yang terpasang kiri-kanan dibelakang tiang, diistilahkan *lewa-lewa* (Alimuddin, 2005).

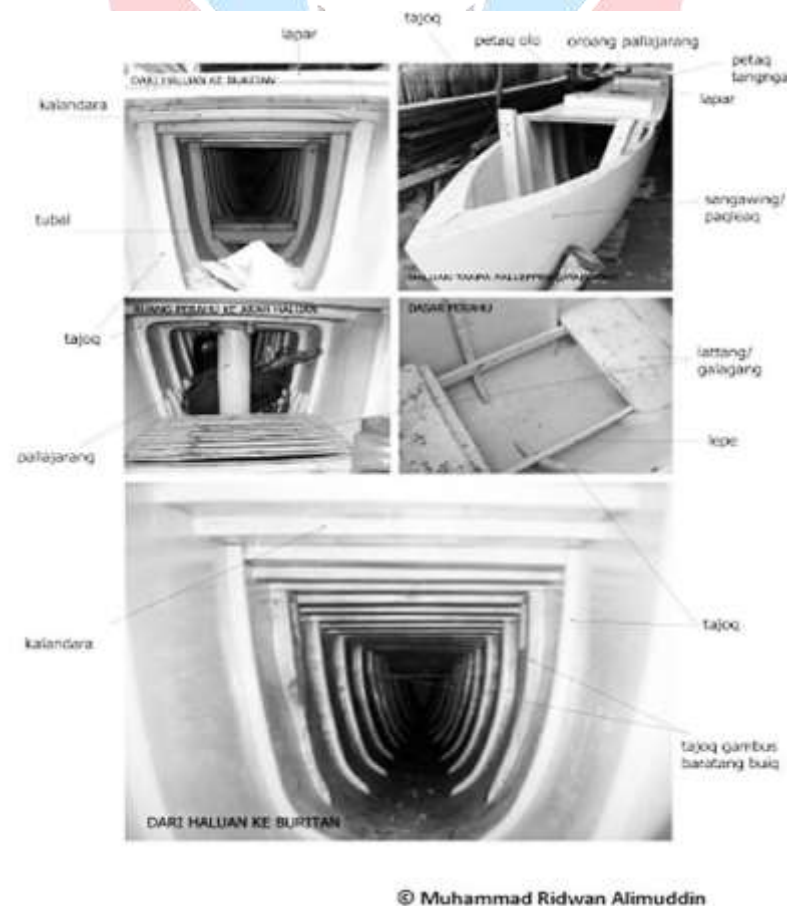
### 2.1.2 Konstruksi Lambung *Sandeq*

Lambung *sandeq* terdiri dari beberapa susunan papan, dimana susunanya diperkuat oleh beberapa rangka dan seluruh bagian atas ditutup guna mencegah masuknya air ke dalam lambung perahu. Secara rinci, lambung atau tubuh perahu *sandeq* terdiri dari *belang*. *Belang* merupakan bagian bawah atau bagian utama lambung perahu yang terbuat dari sebatang kayu yang utuh, biasanya *pailipi*. *Belang* merupakan bagian yang paling pertama dikerjakan dalam pembuatan perahu *sandeq*.

*Belang* biasa juga diistilahkan dengan sebutan balakang, untuk meninggikan lambung perahu ditambahkan beberapa lembar papan, yaitu papan *tobo*, papan yang

menyusun dinding-dinding perahu yang terdapat di bagian bawah, papan *lamma* (*pallamma*), papan yang menyusun dinding perahu yang terdapat dibagian tengah. Di atas *pallamma*, terdapat papan *tariq*, papan penyusun dinding perahu yang terdapat di bagian paling atas. Susunan *belang* dengan papan-papan di atasnya dirangkai oleh *tajo*, balok melengkung yang di pasang pada bagian dalam dinding perahu, dari atas ke bawah berfungsi sebagai kerangka atau tulang perahu. *Tajo* berfungsi agar *belang*, *tobo*, *lamma* dan *tariq* terpadu kuat dan menyatu. Di pasang menggunakan paku kayu atau logam kuningan, khususnya di bagian haluan dan buritan. Jumlah *tajo* haruslah ganjil di tiap sisi (Alimuddin, 2005).

Konstruksi Lambung *Sandeq* ditunjukkan pada Gambar 2.2 sebagai berikut :



Gambar 2.2 Konstruksi Lambung *Sandeq*

(Sumber : Alimuddin, 2005)

www.itk.ac.id



[www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)

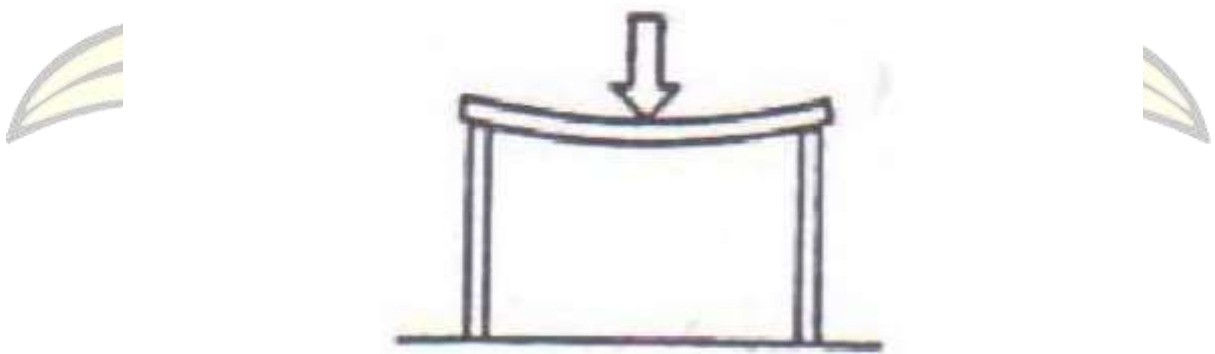


[www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)

## 2.2 Beban Lengan *Sandeq*

Pada beban lengan *sandeq* terjadi beban vertikal dan beban horizontal. Dimana beban vertikal atau biasa disebut beban gravitasi yang merupakan beban tegak lurus terhadap kebumi, vertikal ke bumi, beban yang secara alami dimiliki oleh setiap benda di muka bumi. Beban vertikal yang terjadi ialah sebagai berikut:

1. Beban Mati (*Dead Load*). Beban mati merupakan berat dari semua bagian dari suatu bangunan yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari bangunan itu.
2. Beban Hidup (*Live Load*). Beban hidup merupakan semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu bangunan, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup (Bowles, 1996). Beban vertikal ditunjukkan pada Gambar 2.3 sebagai berikut:



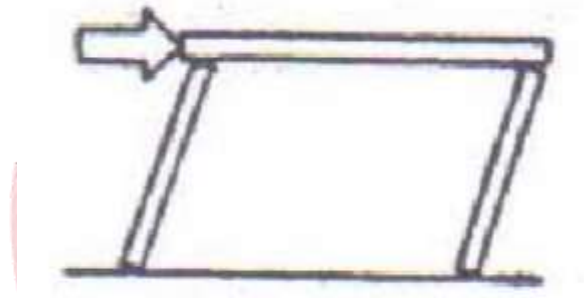
Gambar 2.3 Susunan Balok Yang Mendapat Beban Vertikal

(Sumber: Bowles, 1996)

Beban horizontal atau biasa disebut beban lateral merupakan gaya Tegak Lurus terhadap beban gravitasi atau mendatar relatif sejajar permukaan bumi. Arus dan Gelombang air, geothermal-uap dan gas, angin, gempa tektonik dan vulkanik, hujan, salju, dsb. (Bowles, 1996). Beban vertikal yang terjadi ialah sebagai berikut:

1. Beban Gempa (*Earthquake*). Beban gempa merupakan semua beban statistik ekuivalen yang bekerja pada bangunan atau bagian bangunan yang

menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur bangunan di tentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang di artikan dengan beban gempa di sini adalah gaya – gaya dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu (Bowles, 1996). Beban horizontal ditunjukkan pada Gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Susunan Balok Yang Mendapat Beban Horizontal

(Sumber: Bowles, 1996)

Pada pembebanan biasanya lebih mudah untuk menyelesaikan gaya yang terbagi menjadi dua komponen yang saling tegak lurus. Arah komponen kemudian dapat diberikan sumbu x, y dan z dari sebuah Kartesius sistem koordinat. Dengan komponen satuan y dan z, maka komponen  $F_{Horizontal}$  kemudian ditulis sebagai berikut:

$$F_y = Resistance\ Total$$

$$F_y = \frac{1}{2} \times v^2 \times S \times \rho \times c_f \quad (2.1)$$

dan gaya  $F_{Vertikal}$  diwakili oleh

$$F_z = \Delta Bambu$$

$$F_z = Volume\ Bambu \times \rho \quad (2.2)$$

Besaran  $F_y$  dan  $F_z$  disebut sebagai koordinat vector F. Perhatikan bahwa vector F juga sering disebut komponen F genap walaupun sebenarnya komponen F adalah vector  $F_y$  dan  $F_z$ . (Dietmar, 2013).

## 2.3 Elastisitas

Elastisitas didefinisikan sebagai kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan, peristiwa ini disebut deformasi elastis. Deformasi elastis terjadi bila logam atau bahan padat diberi beban gaya. Bila tegangan tersebut disebabkan oleh gaya tarik maka benda akan bertambah panjang, setelah gaya ditiadakan benda akan kembali ke bentuk semula. Sebaliknya jika tegangan tersebut disebabkan oleh gaya tekan maka akan mengakibatkan benda akan menjadi lebih pendek dari keadaan semula.

Apabila regangan sebanding dengan tegangan maka hanya akan terjadi deformasi elastis. Perbandingan antara tegangan dengan regangan elastis disebut modulus elastisitas atau modulus young. Persamaan modulus young dapat dituliskan sebagai:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.3)$$

Dimana,

$E$  = Elastisitas ( $N/mm^2$ )

$\sigma$  = Tegangan ( $N/mm^2$ )

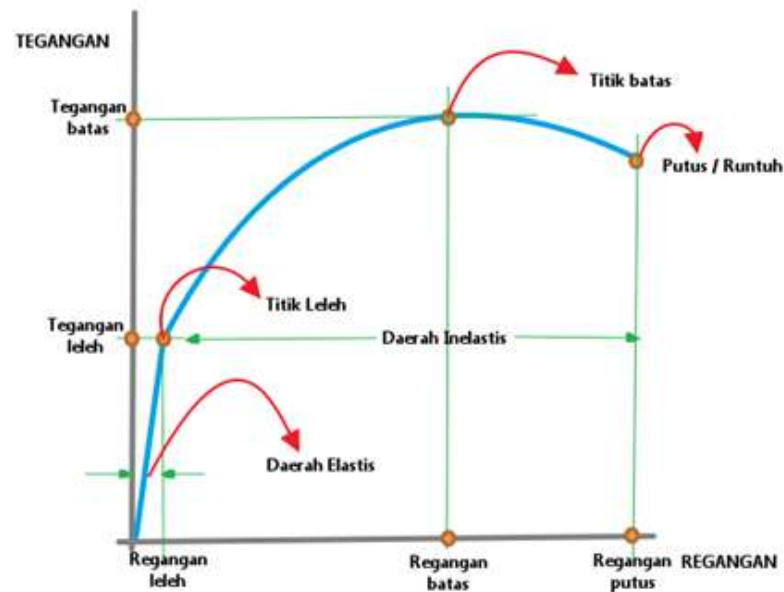
$\varepsilon$  = Regangan (Irwan, 2017).

### 2.3.1 Deformasi

Deformasi adalah perubahan bentuk dan ukuran dari suatu material karena diterapkan sebuah gaya (energi deformasi dalam hal ini ditransfer melalui kerja) atau perubahan suhu (energi deformasi dalam hal ini ditransfer melalui panas). Deformasi yang digunakan ialah deformasi elastis. Deformasi Elastis, merupakan perubahan bentuk dari material yang kembali ke ukuran atau bentuk semula setelah beban dihilangkan. Deformasi elastik terjadi bila sepotong logam atau bahan padat dibebani gaya. Bila beban berupa gaya tarik, benda akan bertambah panjang; setelah gaya ditiadakan, benda akan kembali ke bentuk semula. Sebaliknya, beban berupa gaya



tekan akan mengakibatkan benda menjadi pendek sedikit. Regangan elastik adalah hasil dari perpanjangan sel satuan dalam arah tegangan tarik, atau kontraksi dari sel satuan dalam arah tekanan. Contoh grafik deformasi ditunjukkan pada Gambar 2.5 sebagai berikut :



Gambar 2.5 Grafik Deformasi

(Sumber : Lubis, 2008 )

### 2.3.2 Regangan (*Strain*)

Regangan adalah perbandingan antara pertambahan panjang ( $L$ ) dengan panjang mula-mula. Regangan dapat dinyatakan dengan persentase pertambahan panjang, satuannya adalah persen (%) atau mm/mm atau in/in. Regangan dapat dinyatakan dengan persentase pertambahan panjang, satuannya adalah persen (%) atau mm/mm atau in/in.

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2.4)$$

Dimana :

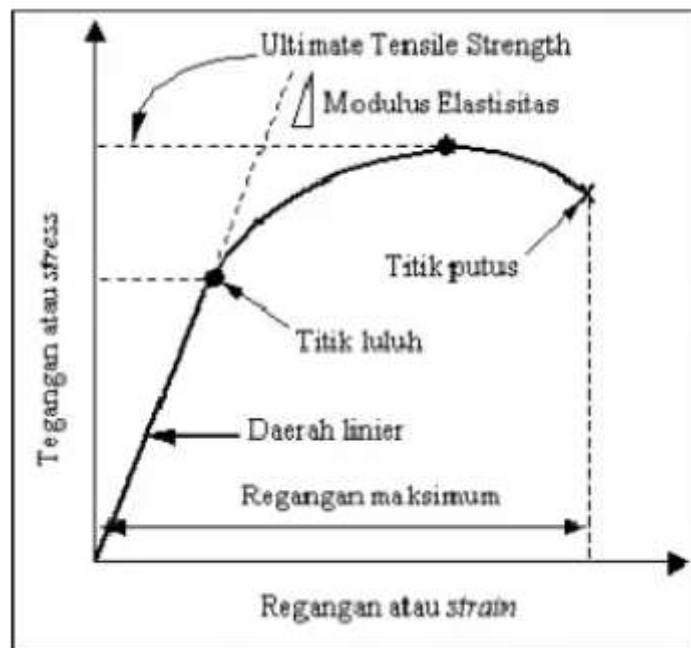
www.itk.ac.id

$e$  = Regangan

$\Delta L$  = Pertambahan panjang

$L_0$  = Panjang mula – mula (Lubis, 2008)

Hukum Hooke menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang linear atau proporsional antara tegangan dan regangan suatu material. Dimana hubungan antara keduanya ditentukan berdasarkan nilai Modulus Elastisitas / *modulus Young* (E) dari masing masing material. Kurva hubungan tegangan-regangan ditunjukkan pada Gambar 2.6 sebagai berikut :



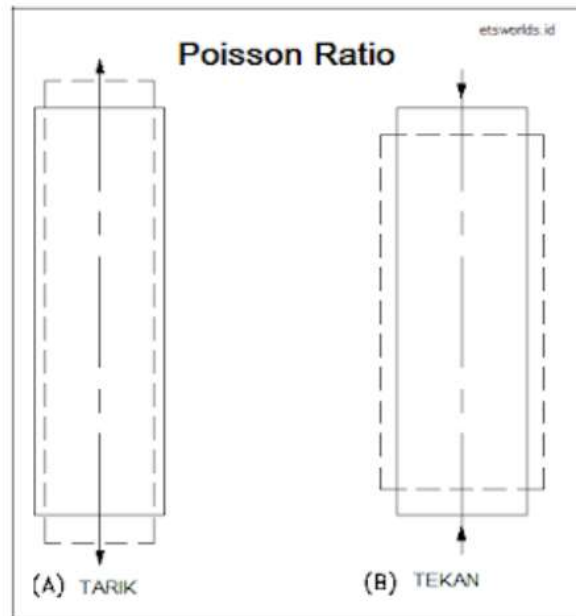
Gambar 2.6 Kurva Hubungan Tegangan-Regangan

(Sumber : Suharjo, 2012)

Ketika suatu benda diregangkan (tarik) dalam satu arah, maka benda tersebut akan cenderung menjadi lebih tipis pada arah lateral. Dan jika benda tersebut dikompresi (tekan) dalam satu arah, maka benda akan cenderung menjadi

www.itk.ac.id

lebih tebal pada arah lateral. *Poisson Ratio* ditunjukkan pada Gambar 2.7 sebagai berikut :



Gambar 2.7 *Poisson Ratio*

(Sumber : Suharjo, 2012)

Rasio Poisson (*Poisson Ratio*) adalah rasio regangan kontraksi (transversal) dengan regangan ekstensi (memanjang) ke arah gaya regang. Deformasi tarik dianggap positif dan deformasi tekan dianggap negatif. Rasio Poisson memiliki nilai minus sehingga bahan normal memiliki rasio positif. Secara sederhana *poisson ratio* dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara regangan transversal dan aksial pada nilai mutlak. Persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\nu = - \frac{d_{\text{transversal}}}{d_{\text{aksial}}}$$

Dimana,

$\nu$  = *Poisson Ratio*

$d_{\text{transversal}}$  = Regangan transversal (positif untuk gaya aksial tarik, negatif untuk gaya aksial tekan)

daksial = Regangan axial (positif untuk gaya axial tarik, negatif untuk gaya aksial tekan) (Irwan, 2017).

### 2.3.3 Tegangan

Tegangan adalah perbandingan antara beban proporsional yang diberikan terhadap luas penampang, atau dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.5)$$

Dimana:

$\sigma$  = Tegangan (N/m<sup>2</sup> atau Pascal)

$F$  = Gaya (N)

$A$  = Luas Penampang (m<sup>2</sup>)

Jika gaya yang dikenakan tegak lurus terhadap permukaan benda (luas yang akan diperhitungkan), maka tegangan tersebut adalah tegangan normal. Jika gaya yang dikenakan ke benda berarah tangensial terhadap permukaan benda tegangan tersebut adalah tegangan geser. Apabila gaya tersebut menyebabkan pertambahan panjang benda, maka disebut tegangan *tensile*. Jika gaya menyebabkan berkurangnya panjang benda maka tegangan tersebut disebut tegangan kompresional. Terdapat berbagai macam jenis tegangan meliputi tegangan normal, tegangan puntir, tegangan tarik, tegangan tekan dan tegangan lengkung (Lubis, 2008).

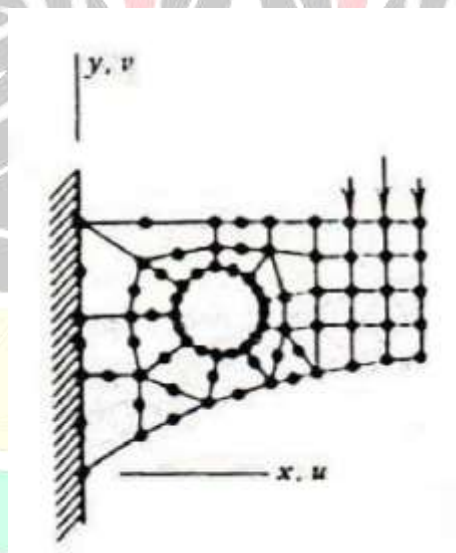
*Von mises* (1913) menyatakan bahwa akan terjadi luluh bilamana invarian kedua deviator tegangan  $J_2$  melampaui harga kritis tertentu. Dengan kata lain luluh akan terjadi pada saat energi distorsi atau energi regangan geser dari material mencapai suatu nilai kritis tertentu. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa energi distorsi adalah bagian dari energi regangan total per unit volume yang terlibat di dalam perubahan bentuk. Dalam ilmu material dan teknik, kriteria luluh *von Mises* dapat juga diformulasikan dalam *von Mises stress* atau *equivalent tensile stress*,  $\sigma_v$ , nilai tegangan scalar dapat dihitung dari tensor tegangan. Dalam kasus ini, material



dikatakan mulai luluh ketika tegangan *von Mises* mencapai nilai kritis yang diketahui sebagai *yield strength*. Tegangan *von Mises* digunakan untuk memprediksi tingkat keluluhan material terhadap kondisi pembebanan dari hasil pengujian tarik simple uniaksial (Lubis, 2008).

## 2.4 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah prosedur numerik yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah mekanika kontinum dengan tingkat ketelitian yang dapat diterima. Sebagai ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.7 yang memperlihatkan model elemen hingga. Elemen-elemen berbentuk segitiga (*triangle*) dan kuadrilateral (*quadrilateral*) baik linier maupun kuadratik merupakan beberapa contoh tipe elemen hingga. Titik-titik hitam disebut titik nodal (*node*). Suatu jaring (*mesh*) adalah susunan yang terdiri dari titik nodal dan elemen (Kuntjoro, 2005). Model Elemen Hingga ditunjukkan pada Gambar 2.8 sebagai berikut :

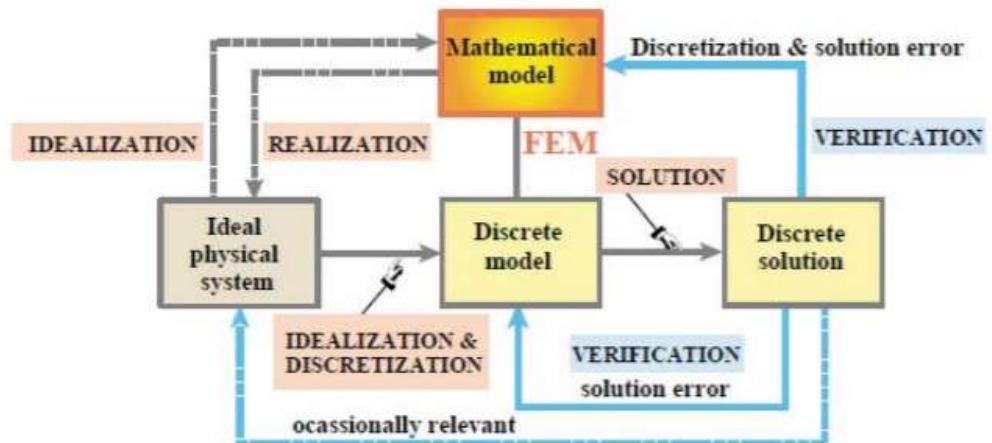


Gambar 2.8 Model Elemen Hingga

(Sumber : Kuntjoro, 2005)

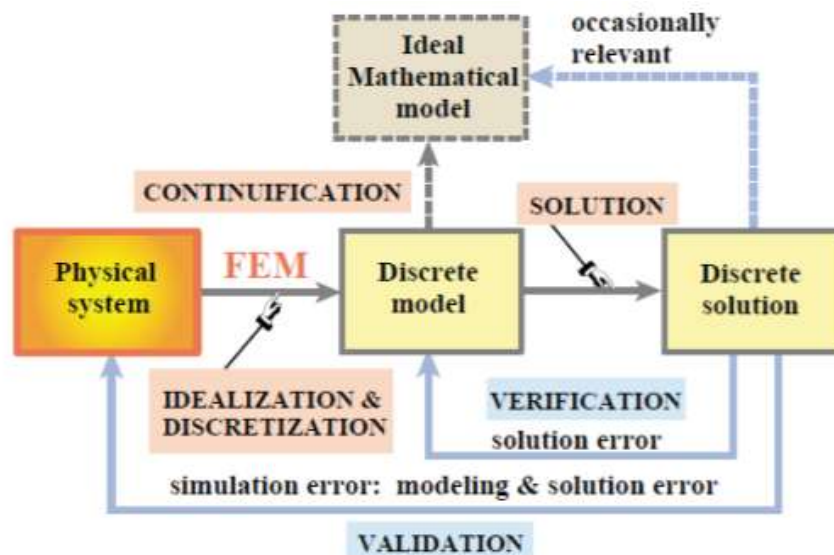
Metode elemen hingga merupakan salah satu metode diskretisasi ruang atau *spatial discretization method*. Metode elemen hingga (dalam aplikasi praktis

disebut pula analisis elemen hingga) adalah teknik numerik untuk mendapatkan solusi pendekatan (*approximate*) dari suatu persamaan diferensial parsial dan persamaan integral. Menurut Felippa, proses simulasi metode elemen hingga dapat diklasifikasikan menjadi dua model, yang pertama adalah model matematika (skematik prosesnya dijelaskan pada Gambar 2.9a) dan yang kedua adalah model fisik (skematik prosesnya dijelaskan pada Gambar 2.9b) sebagai berikut :



Gambar 2.9a Ilustrasi Proses Simulasi "Mathematical Model" Metode Elemen Hingga.

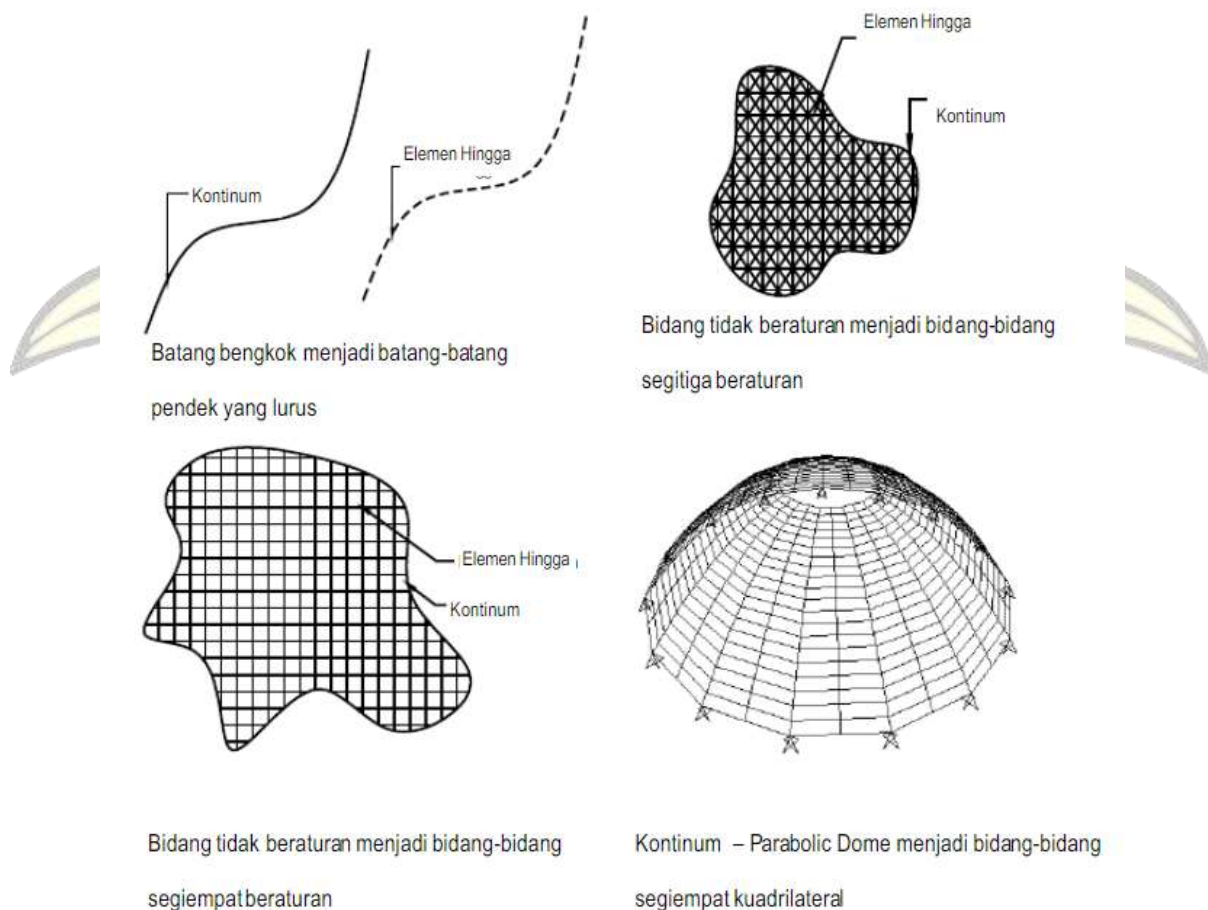
(Sumber : Kuntjoro, 2005)



Gambar 2.9b Ilustrasi Proses Simulasi "Physical Model" Metode Elemen Hingga.

(Sumber : Kuntjoro, 2005)

Dengan metode elemen hingga kita dapat mengubah suatu masalah dengan jumlah derajat kebebasan tertentu sehingga proses pemecahannya akan lebih sederhana. Misalnya suatu batang panjang yang bentuk fisiknya tidak lurus, dipotong-potong sependek mungkin sehingga terbentuk batang-batang pendek yang relatif lurus. Maka pada batang yang panjang tadi disebut kontinum dan batang yang pendek disebut elemen hingga. Pendekatan dengan elemen hingga merupakan suatu analisis pendekatan yang berdasarkan asumsi peralihan atau asumsi tegangan, bahkan dapat juga berdasarkan kombinasi dari kedua asumsi tadi dalam setiap elemennya. Diskretisasi Suatu Koninum pada Metode Elemen Hingga ditunjukkan pada Gambar 2.10 sebagai berikut :



Gambar 2.10 Diskretisasi Suatu Koninum pada Metode Elemen Hingga

(Sumber : Kuntjoro, 2005)

## 2.5 Material Lengan Cadik

*Baratang* (cadik) adalah dua batang kayu balok panjang dengan perbandingan ukuran 8:9 dengan panjang perahu. Letaknya ada di depan tepat di bawah *paccong* depan dan yang satu terletak ditengah badan perahu. *Tekko-tekko* adalah kayu penopang yang terdapat di *baratang* bagian kanan, yang berfungsi sebagai tempat *sapparaya* (jangkar), *tege-tege tambera* atau *panjoli*, kayu kecil yang terletak di bagian atas *baratang*, sebagai lubang tempat ikatan tambera terhadap *baratang*. Pelapis di *baratang* berfungsi untuk mencegah rusaknya *baratang* karena selalu bergesekan dengan lunas *lepa-lepa*, biasanya terbuat dari plastik atau bilah-bilah bambu.

*Palatto* (katir) adalah sebatang bambu, jenis bambu lurus yang mempunyai diameter besar, disebut *pattung* (bambu petung). Untuk mengikat *palatto* pada *tadiq* (pemegang) digunakan tali yang disebut *tasi*. Fungsi utama *palatto* adalah menjaga keseimbangan perahu. Adapun fungsi lain adalah sebagai tempat berdiri para awak perahu ketika melakukan *timbang* (menyeimbangkan perahu ketika angin menekan layar ke sisi lain) (Alimuddin, 2005). Material lengan cadik dan lengan katir di tunjukkan pada gambar 2.11 sebagai berikut :



Gambar 2.11 Lengan Cadik dan Lengan Katir



(Sumber : Alimuddin, 2005)

### 2.5.1 Kelas Pada Kayu

Kayu adalah bagian batang atau cabang serta ranting tumbuhan yang mengeras karena mengalami lignifikasi (pengayuan). Untuk perahu *sandeq* dalam penelitian ini menggunakan kayu kelas II. Kayu Kelas 2 atau juga disebut Kayu Kerasan Lokal adalah Jenis kayu yang tingkat kekerasannya diatas kayu *Albasiah / Jeng-jing*. Kayu yang termasuk Kayu Kelas 2 adalah Kayu Pailipi, Kayu Mahoni, Kayu Kecapi, Kayu Manglid, Kayu Durian, Kayu Nangka dan lain-lain.

Jenis Kayu Kelas II ditunjukkan pada tabel 2.1 sebagai berikut :

**Table 2.1 Jenis kayu kelas II**

No	Jenis Kayu	B.J Rata- rata	Kelas Awet	Kelas Kuat	Penyebaran	Kegunaan
1	Anpupu	0,89	III,I	II,I	1,5,6	1,4,6,7,10,11
2	Bakau	0,94	III	I,II	1,2,3,4,5,6,7	1,15
3	Balau	0,98	I	I,II	1,3,4	1,4,6,10,11
4	Bayur	0,52	IV	II,III	1,2,3,4,5,6	1,2,3,7,11,12
5	Bangkirai	0,91	I,II,III	I,II	3	1,2,3,4,6,11
6	Belangeran	0,86	II,I,III	I,II	1,3	1,3,4,6,7,11
7	Berumbung	0,85	II	II,I	1,3	1,3,4,5,9,11,12,20
8	Bintangur	0,78	III	II,III	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6
9	Bugis K.	0,88	III,IV	II,III	3,4,5,7	1,3,4,5,6,7,11,20
10	Bungur	0,88	II,III	I,II	1,2,3,4,5,6	1,3,4,5,6,7,11
11	Cemara	-	II,III	I,II	1,2,4,5,6,7	1,4,5,6,10,11,18

(Sumber : PKKI, 1961)

Data Kelas Kuat Kayu Berdasarkan Berat Jenisnya ditunjukkan pada tabel 2.2 sebagai berikut:

**Tabel 2.2 Kelas Kuat Kayu**

<b>Kelas Kuat</b>	<b>Berat Jenis Kering Udara</b>	<b>Kuat Lentur (Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Kuat Desak (Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>
<b>I</b>	≥ 0,90	≥ 1100	≥ 650
<b>II</b>	0,90 – 0,60	1100 – 725	650 – 425
<b>III</b>	0,60 – 0,40	725 – 500	425 – 300
<b>IV</b>	0,40 – 0,30	500 – 360	300 – 215
<b>V</b>	≤ 0,30	≤ 360	≤ 215

(Sumber : PKKI, 1961)

Data Kelas Awet Kayu Berdasarkan Umurnya ditunjukkan pada tabel 2.3 sebagai berikut:

**Tabel 2.3 Kelas Awet Kayu**

<b>Kelas Awet</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
<b>Selalu berhubungan dengan tanah lembab</b>	8 tahun	5 tahun	3 tahun	Sangat pendek	Sangat pendek
<b>Kayu tidak terlindung terhadap angin dan iklim, tetapi dilindungi terhadap air</b>	20 tahun	15 tahun	10 tahun	Beberapa tahun	Sangat pendek

<b>Kayu ditempatkan ditempat terlindung</b>	<b>Tidak terbatas</b>	<b>Tidak terbatas</b>	<b>Sangat lama</b>	<b>Beberapa tahun</b>	<b>Pendek</b>
<b>Kayu ditempatkan di tempat terlindung tapi di rawat, di cat, dsb</b>	Tidak terbatas	Tidak terbatas	Tidak terbatas	20 tahun	10 tahun
<b>Kayu termakan / terserang rayap</b>	Tidak	Jarang	Agak cepat	Sangat cepat	Sangat cepat
<b>Kayu termakan oleh bubuk kayu, rayap dan serangga lain</b>	Tidak	Tidak	Hampir tidak	Tidak seberapa	Sangat cepat

(Sumber : PKKI, 1961)

### 2.5.2 Material Properties Kayu

Sifat-sifat material pada kayu terbagi menjadi dua yaitu sifat fisik dan sifat mekanik pada kayu. Sifat mekanis merupakan kekuatan dan ketahanan perubahan bentuk suatu bahan sedangkan kekuatan adalah kemampuan bahan untuk memikul beban atau gaya yang bekerja padanya. Sifat struktur/mikroskopis adalah sifat yang dapat kita ketahui dengan mempergunakan alat bantu sedangkan sifat fisik segala aspek dari suatu objek atau zat yang dapat diukur atau dipersepsikan tanpa mengubah identitasnya.

Data Material Kayu ditunjukkan pada tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2.4 Material Kayu

Kuat Acuan	Rumus Estimasi
Modulus elastisitas lentur, $E_w$ (MPa)	$16500G^{0,7}$
Lentur, $F_b$ (kPa)	$17130G^{1,13}$
Tarik sejajar serat, $F_t$ dan tekan sejajar serat, $F_c$ (kPa)	$7600G^{0,89}$
Geser sejajar serat, $F_v$ (kPa)	$2190G^{1,13}$
Tekan tegak lurus serat, $F_c^T$ (kPa)	$2160G^{2,09}$

(Sumber : PKKI, 1961)

### 2.5.3 Sifat Mekanik Kayu

Sifat mekanik kayu diantaranya ialah kekuatan tarik (*tensile strength*), kekuatan tekan (*compressive strength*), kekuatan geser (*shear strength*), kekuatan lentur (*bending strength*), sifat kekakuan (*stiffness*), sifat keuletan (*toughness*), sifat kekerasan (*hardness*), dan sifat ketahanan belah (*cleavage resistance*). Sifat mekanik kayu ini dapat diuji dengan metode “*destructive testing*”. Hasil uji itulah kemudian dipakai untuk menentukan kekuatan aman kayu/ *allowable stress/ working stress/* tegangan yang diperkenankan/ tegangan izin.





Gambar 2.12 Sifat Mekanik Kayu

(Sumber : PKKI, 1961)

## 2.6 Regulasi Kapal Kayu

Dalam kegiatan pelayaran ataupun dalam proses pembangunan, perawatan dan kegiatan operasional lainnya yang berhubungan dengan lingkungan dan juga pihak- pihak tertentu diperlukan suatu regulasi sebagai acuan baku. Regulasi yang dimaksud dapat berupa *Guidance, Code, Rules, Convention* atau dokumen lain dalam bentuk peraturan pemerintah setempat dan peraturan statutori lainnya.

Regulasi-regulasi dalam negeri mengenai Kapal Kayu ditunjukkan pada tabel 2.6 sebagai berikut:

**Tabel 2.6 Regulasi Kapal Kayu**

No	Regulasi	Pasal	Penerbit	Mengenai
1	PM NO. 7/2013	Pasal 10 (2)	Kemenuh	Pembebasan Klasifikasi pada Kapal Kayu
2	PM NO. 39/2017	Pasal 13 (4); 60 (4); 78(5);	Kemenuh	Pemberian identitas pada kapal, pendaftaran dan pas besar/kecil
3	PERATURAN KAPAL KAYU 1996	KESELURUHAN	BKI	Umum, Ukuran Konstruksi, Ukuran Bagian Konstruksi, Pengeleman, Ruang Mesin, Pembautan- Pemakuan, Pemakalan, Pelapisan Kulit Luar, Tangki, Instalasi Kemudi dan Perlengkapan

4	GUIDANCE FOR FRP AND WOODEN FISHING VESSEL UP TO 24 M 2015 EDITION	KESELURUHAN BKI	Survey Klas, Struktur Lambung Stabilitas, Instalasi Permesinan, Instalasi Kelistrikan dan Material Pembangunan Kapal
5	VOL. XIV RULES FOR NON METALIC	BAB 2 BKI	<i>Types of wood and Classifications, Boatbuilding Plywood, Playwood for Aircrafts, Joining of Wood Materials, Wood Protection, and Cross-Cut Balsa Wood</i>

(Sumber : PKKI, 1961)

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai acuan terhadap pengerjaan tugas akhir ini ditunjukkan pada Tabel 2.7 berikut :

**Tabel 2.7 Daftar Penelitian Terdahulu**

No	Nama Penulis	Judul	Tahun	Hasil Penelitian
1	Fikri Khalis Tenar, Imam Pujo Mulyatno, Untung Budiarto	ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN KONSTRUKSI LAMBUNG PADA KAPAL KAYU 100 GT DI DAERAH BATANG DENGAN	2017	Permasalahan : Kekuatan konstruksi kapal ikan tergantung dari jenis kayu yang digunakan dan bentuk dari lambung kapal yang sebagian besar konstruksinya di lakukan penyambungan dengan

		<p>MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA</p>	<p>menggunakan baut dan paku keling. Sambungan pada konstruksi kapal ikan tradisional masih menggunakan sambungan yang bertumpuk dan belum di ketahui kekuatan, <i>safety factor</i> dan deformasi.</p> <p>Metode yang digunakan yaitu metode elemen hingga dengan bantuan <i>software solidworks</i>.</p> <p>Bentuk sambungan yang memenuhi kriteria nilai tegangan maksimum dan <i>safety factor</i> 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.</p> <p>Bentuk sambungan yang memiliki deformasi sesuai <i>safety factor</i> pada bagian deck beam DB2S 5.434 mm pada bagian bottom</p>
--	--	---	--

		www.itk.ac.id		adalah BT0 1.64 mm, BT0S 0.1565 mm, pada bagian frame adalah FR2S 3.067 mm dan FR1S 3.087 mm.
2	Egi Juniawan, Ari Wibawa Santosa, Sarjito Jokosisworo	ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN KAYU LABAN (VITEX PINNATA L.) PADA KONSTRUKSI GADING KAPAL TRADISIONAL	2015	<p>Permasalahan: Pembuatan suatu kapal berkonstruksi kayu kebanyakan dibangun oleh pengrajin kapal di kalangan tradisional. Keahlian ini didapat dari warisan turun temurun tanpa melalui perhitungan dan gambar kapal terutama gambar konstruksi kapal maupun spesifikasi teknis, sehingga dari segi kekuatan konstruksi tidak diketahui pasti tingkat pemenuhan persyaratan keselamatan pelayaran, atau ketahanan umur ekonomis.</p> <p>Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi pembebanan yang dilakukan menggunakan <i>Universal Standard Testing</i></p>



*Mechine* menurut standar SNI kayu dinas pekerjaan umum yang menggunakan bantuan computer dalam perhitungan benda uji ini.

Secara keseluruhan MOE kayu laban tanpa sambungan rata-rata 14058,30 MPA dan MOR rata-rata 79,80 MPA. Nilai MOE rata-rata sambungan plain scraf 5014,62 MPA dan MOR rata-rata 28,00 MPA. Nilai MOE sambungan hook scraf rata-rata 7190,30 MPA dan rata-rata nilai MOR 32,20 MPA. Nilai MOE sambungan key scraf rata-rata 7495,19 MPA dan MOR rata-rata 22,40 MPA. Nilai rata-rata kekuatan tarik kayu laban sebesar 106,06 MPA. nilai rata-rata kekuatan tekan kayu laban sebesar 7,30 MPA dan nilai berat

jenis kayu laban sebesar  $0,61 \text{ gr/cm}^3$ . Dengan keteguhan lentur mutlak (MOR) kayu laban sebesar  $798 \text{ kg/cm}^2$ . Maka kayu laban termasuk kedalam kelas kuat II dan berat jenis rata-rata sebesar  $0,61 \text{ gr/cm}^3$  maka kayu laban masuk Kelas Kuat II, sesuai Kelas Kuat Kayu BKI Kapal Kayu. Maka kayu laban bisa digunakan sebagai material pembangunan gading kapal tradisional.

