

## STUDI EKSPERIMENTAL MODULUS OF RUPTURE DAN MODULUS OF ELASTICITY LAMINATED VENEER LUMBER KAYU SENGON

Lalu Samsul Aswadi<sup>1</sup>, Dwi Sat Agus Yuwana<sup>2</sup>, Herlita Prawenti<sup>3</sup>  
Fakultas Teknik Universitas Tidar  
lalusamsulaswadi@untidar.ac.id, herlitapr@untidar.ac.id, dwisatagus@untidar.ac.id

### ABSTRAK

Kayu sengon dengan nama ilmiah *Paraserianthes falcataria* yaitu suatu jenis kayu yang pertumbuhannya cepat tetapi kekuatannya kecil sehingga kayu jenis ini biasanya jarang digunakan untuk bahan struktur bangunan.. Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan kayu sengon yaitu dengan teknologi LVL (*Laminated Veneer Lumber*).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Elasticity* (MOE) LVL kayu Sengon dari pengujian lentur secara eksperimental. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan ilmiah untuk basis data sifat mekanika kayu Indonesia dan khususnya untuk perencanaan komponen struktur tekan dan lentur. Benda uji LVL kayu Sengon sebanyak 8 buah dengan dimensi 480 mm x 80 mm x 40 mm ditumpu di kedua ujungnya. Benda uji kemudian diberi beban lentur ditengah-tengah secara beangsur-angsur sampai benda uji runtuh. Kemudian dicatat berapa beban yang mampu ditahan oleh masing-masing benda uji. Dari hasil pengujian kuat lentur tersebut kemudian dihitung *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Elasticity* (MOE) LVL kayu Sengon dari masing-masing benda uji.

Dari pengujian didapatkan hasil MOR dari 8 benda uji berturut-turut yaitu 30,08 Mpa, 39,14 Mpa, 39,14 Mpa, 33,96 Mpa, 35,90 Mpa, 38,17 Mpa, 39,78 Mpa dan 31,70 Mpa dengan nilai rata-rata MOR dari 8 benda uji adalah 35,98 Mpa. Hasil dari nilai MOE untuk 8 benda uji berturut-turut adalah 3436,36 Mpa, 3306,12 Mpa, 3306,12 Mpa, 3497,14 Mpa, 3469,88 Mpa, 3888 Mpa, 3353,23 Mpa dan 3351,72 Mpa dengan nilai rata-rata MOE dari 8 benda uji adalah 3451,07 Mpa.

**Kata kunci :** LVL Sengon, *Modulus of Rupture* (MOR), *Modulus of Elasticity* (MOE), Uji lentur.

### ABSTRACT

*Paraserianthes falcataria* or known as sengon wood is a fast growing species of wood but has low strength so that its use is limited to non-structural elements only. One way to increase the strength of sengon wood is by using the LVL (*Laminated Veneer Lumber*) technology.

This study aims to obtain the *Modulus of Rupture* (MOR) and *Modulus of Elasticity* (MOE) values of Sengon wood from the experimental bending test. The results of this study are expected to provide scientific contributions to the database of the mechanical properties of Indonesian wood and in particular for the planning of compressive and flexible structural components. Eight samples of Sengon LVL with dimensions of 480 mm x 80 mm x 40 mm were supported at both ends. The test object is then given a bending load in the middle gradually until the specimen collapses. Then note how much load each specimen can withstand. From the results of the flexural strength test, the *Modulus of Rupture* (MOR) and *Modulus of Elasticity* (MOE) of the LVL of Sengon wood were calculated from each specimen.

From the test, the MOR results obtained from 8 consecutive test objects, namely 30,08 Mpa, 39,14 Mpa, 39,14 Mpa, 33,96 Mpa, 35,90 Mpa, 38,17 Mpa, 39,78 Mpa and 31,70 Mpa with an average MOR value of the 8 specimens is 35,98 MPa. The results of the MOE value for 8 consecutive test specimens are 3436,36 Mpa, 3306,12 Mpa, 3306,12 Mpa, 3497,14 Mpa, 3469,88 Mpa, 3888 Mpa, 3353,23 Mpa and 3351,72 Mpa with mean values -The MOE mean of the 8 specimens was 3451,07 Mpa.

**Keyword:** *Sengon LVL, Modulus of Rupture (MOR), Modulus of Elasticity (MOE), Flexural Test.*

## 1. PENDAHULUAN

Kayu sengon atau sering dikenal dengan *Paraserianthes falcataria* merupakan jenis kayu yang cepat tumbuh. Pada kondisi optimum, kayu jenis ini bisa tumbuh setinggi 7 m dalam satu tahun dengan diameter batang bisa mencapai 5 cm sampai 7 cm. (Perhimpin dan Balitbang kehutanan 1990 dalam Risnasari, 2008). Tetapi kayu jenis ini memiliki kelemahan yaitu kekuatannya kecil dan kayu ini tergolong kayu kelas kuat IV dan V. Hal inilah yang menyebabkan kayu Sengon tidak direkomendasikan digunakan sebagai bahan struktur bangunan. Untuk mengatasi masalah ini dibuatlah produk olahan kayu sengon yaitu LVL kayu sengon. LVL (*Laminated Veneer Lumber*) dibuat dengan cara merekatkan bagian-bagian kayu yang berbentuk lembaran-lembaran yang tipis dengan menggunakan alat perekat tertentu dengan lama dan besarnya penekanan ketika dikempa menjadi LVL (Baker, 2002 dan Kusumah, 2010).

LVL mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan kayu utuh. Pada kayu utuh pengaruh cacat-cacat alami kayu sangat mempengaruhi keteguhan kayu, tetapi pada produk LVL, cacat-cacat alami kayu tersebut dapat disebar secara merata diantara lapisan vinir sehingga dapat meminimumkan pengaruh cacat-cacat tersebut terhadap kekuatan LVL, sangat fleksibel dalam berbagai bentuk

desain, bentang dapat dimaksimalkan, dapat dilengkungkan dan sebagainya. Akhir-akhir ini, LVL kayu sengon sudah banyak dibuat elemen-elemen bahan konstruksi bangunan dalam berbagai bentuk dan ukuran misalnya kuda-kuda, kolom, balok, dinding geser, balok non-prismatis dan lain-lain.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1. Modulus of Rupture (MOR)

Modulus of Rupture (MOR) kayu yaitu salah satu sifat mekanis dari suatu kayu yang berkaitan dengan kekuatan dari kayu tersebut. MOR kayu dapat diartikan dengan kekuatan dari suatu kayu dalam menahan beban atau gaya yang bekerja pada kayu tersebut. Gaya yang bekerja pada kayu itu cenderung merubah ukuran dan bentuk kayu (Kollman dan Cote, 1968).

Menurut Haygreen dan Bowyer (1993), Modulus of Rupture dari suatu kayu dihitung berdasarkan beban maksimum yang diterima kayu pada saat patah saat melakukan uji keteguhan lentur.

MOR dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$MOR = \frac{M_{max} \times y}{I}$$

Keterangan:

MOR = *Modulus of Rupture*(Mpa)

$M_{max}$  = momen maksimum pada beban maksimum (Nmm)

y = jarak dari netral (mm)

I = momen inersia (mm<sup>4</sup>)

## 2.2 Modulus of Elasticity (MOE)

Menurut haygreen dan Bowyer (1993) Modulus of Elasticity (MOE) atau kekuatan lentur yaitu suatu nilai yang tetap atau konstan dan merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan dibawah batas proporsi. Tegangan didefinisikan sebagai distribusi gaya per unit luas, sedangkan regangan adalah perubahan panjang per unit panjang bahan.

MOE atau modulus elastisitas berhubungan dengan defleksi, regangan dan perubahan bentuk yang terjadi. Besarnya defleksi dipengaruhi oleh besar dan lokasi pembebanan, panjang dan ukuran balok serta modulus elastisitas kayu tersebut. Semakin tinggi modulus elastisitas kayu itu maka akan semakin kecil defleksi kayu atau gelagar kayu tersebut dengan beban dan ukuran tertentu. Artinya semakin besar MOE suatu kayu maka akan semakin tahan kayu tersebut terhadap perubahan bentuk (Haygreen dan Bowyer, 1993).

Untuk menghitung Modulus of Elasticity (MOE) dengan satu beban terpusat di tengah bentang adalah sebagai berikut:

$$E = MOE = \frac{PL^3}{48\delta I}$$

Keterangan:

MOE = *Modulus of Elasticity* (Mpa atau N/mm<sup>2</sup>)

P = beban (N)

L = panjang bentang (mm)

I = momen inersia (mm<sup>4</sup>)

$\delta$  = lendutan (mm)

## 3. METODE PENELITIAN

Benda uji LVL kayu Sengon sebanyak 8 buah dengan dimensi 480 mm x 80 mm x 40 mm ditumpu di kedua ujungnya. Benda uji kemudian diberi beban lentur ditengah-tengah secara beangsur-angsur sampai benda uji runtuh. Kemudian dicatat berapa beban yang mampu ditahan oleh masing-masing benda uji.

Pengujian lentur benda uji LVL kayu sengon menggunakan Universal Testing Machine (UTM). Alat ini dilengkapi dengan load cell dan mempunyai kapasitas sebesar 10 ton dengan sistem kerja otomatis menggunakan energi listrik, sedangkan untuk mengetahui deformasi yang terjadi pada benda uji yang dibebani digunakan LVDT. LVDT yang digunakan disini adalah LVDT dengan kapasitas panjangnya 50 mm. Pembacaan LVDT ini melalui data logger dalam bentuk angka digital.

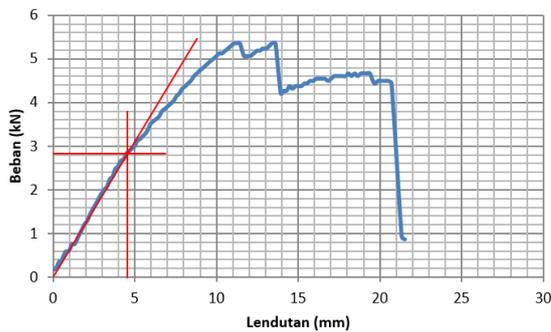


Gambar 1. Pengujian kuat lentur LVL kayu sengon

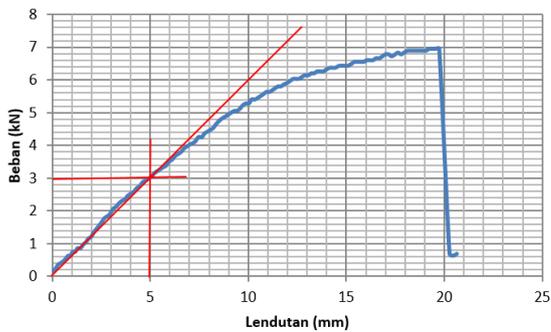
## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Kurva/Grafik kuat lentur LVL Sengon

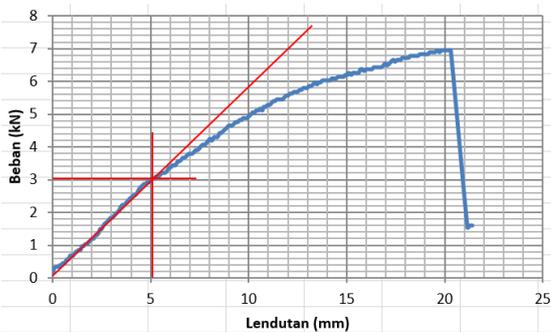
Berdasarkan hasil pengujian 8 benda uji LVL Sengon, didapatkan grafik kuat lentur dan defleksi atau lendutan seperti pada gambar 2 sampai gambar 9 dibawah ini.



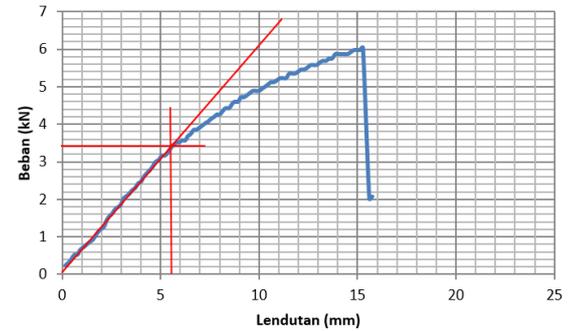
Gambar 2. Hasil pengujian eksperimental kuat lentur LVL Sengon benda uji 1



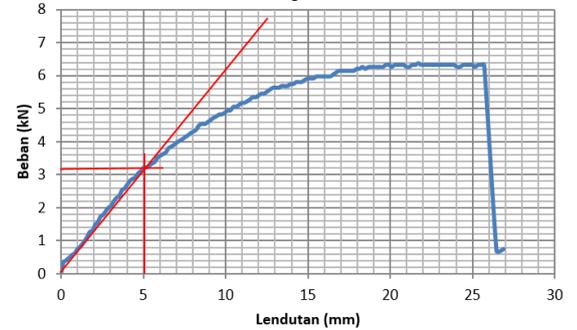
Gambar 3. Hasil pengujian eksperimental kuat lentur LVL Sengon benda uji 2



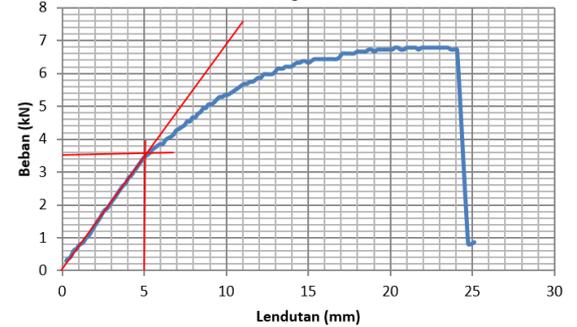
Gambar 4. Hasil pengujian eksperimental kuat lentur LVL Sengon benda uji 3



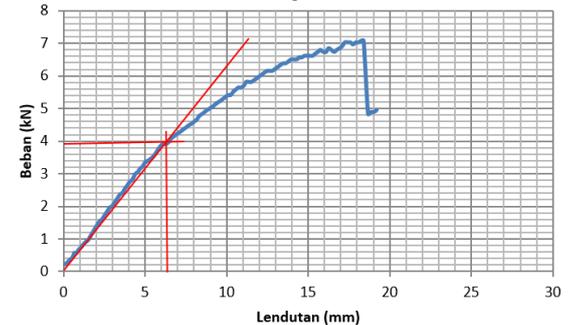
Gambar 5. Hasil pengujian eksperimental kuat lentur LVL Sengon benda uji 4



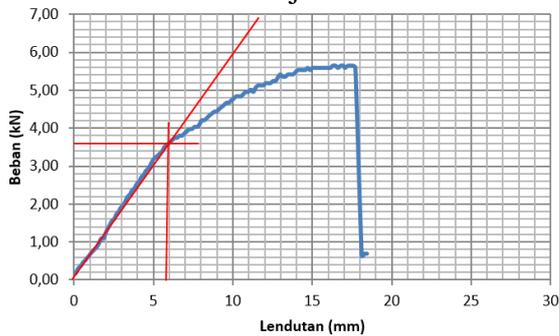
Gambar 6. Hasil pengujian eksperimental kuat lentur LVL Sengon benda uji 5



Gambar 7. Hasil pengujian eksperimental kuat lentur LVL Sengon benda uji 6



Gambar 8. Hasil pengujian eksperimental kuat lentur LVL Sengon benda uji 7



Gambar 9. Hasil pengujian eksperimental kuat lentur LVL Sengon benda uji 8

#### 4.2. Modulus of Rupture (MOR)

Dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh nilai modulus of rupture (MOR) LVL Kayu Sengon berkisar antara 30,08 MPa hingga 39,78 MPa dengan nilai rata-rata sebesar 35,98 MPa. Nilai modulus of rupture (MOR) seperti pada tabel 1 dibawah ini.

Modulus of Rupture (MOR) yaitu suatu kekuatan atau kemampuan dari suatu bahan kayu untuk menahan gaya-gaya atau beban-beban yang cenderung untuk merubah bentuk dari batang LVL kayu Sengon misalnya beban mati dan beban hidup yang berusaha melengkungkan batang LVL kayu Sengon. MOR atau Modulus of Rupture kayu dapat diartikan sebagai tegangan lentur maksimum dari suatu bahan kayu ketika menerima beban maksimum dari luar sampai bahan kayu tersebut patah.

Tabel 1. MOR LVL Sengon

| Benda Uji | Pmax (N) | Bentang (L) (mm) | Lebar (b) (mm) | Tinggi (h) (mm) | Inersia (I) (mm <sup>4</sup> ) | jarak garis netral (y) (mm) | Mmax (Nmm) | MOR (MPa) |
|-----------|----------|------------------|----------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------|------------|-----------|
| 1         | 5347,5   | 480              | 80             | 40              | 426666,7                       | 20                          | 641700     | 30,08     |
| 2         | 6957,5   | 480              | 80             | 40              | 426666,7                       | 20                          | 834900     | 39,14     |
| 3         | 6957,5   | 480              | 80             | 40              | 426666,7                       | 20                          | 834900     | 39,14     |
| 4         | 6037,5   | 480              | 80             | 40              | 426666,7                       | 20                          | 724500     | 33,96     |
| 5         | 6382,5   | 480              | 80             | 40              | 426666,7                       | 20                          | 765900     | 35,90     |
| 6         | 6785     | 480              | 80             | 40              | 426666,7                       | 20                          | 814200     | 38,17     |
| 7         | 7072,5   | 480              | 80             | 40              | 426666,7                       | 20                          | 848700     | 39,78     |
| 8         | 5635     | 480              | 80             | 40              | 426666,7                       | 20                          | 676200     | 31,70     |
| Rata-rata |          |                  |                |                 |                                |                             |            | 35,98     |

#### 4.2. Modulus of Elasticity (MOE)

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan diperoleh nilai Modulus of Elasticity (MOE) LVL kayu sengon berkisar antara 1557,45 MPa hingga 2134,37 MPa dengan Modulus of Elasticity rata-rata adalah 1864,26 MPa. Hasil dari pengujian MOE ini, ditabelkan pada tabel 2. dibawah ini.

Tabel 2. MOE LVL Sengon

| Benda Uji | Pproporsional (N) | Bentang (L) (mm) | Lebar (b) (mm) | Tinggi (h) (mm) | Inersia (I) (mm <sup>4</sup> ) | Lendutan (δ) (mm) | MOE (Mpa) |
|-----------|-------------------|------------------|----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-----------|
| 1         | 2800              | 480              | 80             | 40              | 426666.67                      | 4.4               | 3436.36   |
| 2         | 3000              | 480              | 80             | 40              | 426666.67                      | 4.9               | 3306.12   |
| 3         | 3000              | 480              | 80             | 40              | 426666.67                      | 4.9               | 3306.12   |
| 4         | 3400              | 480              | 80             | 40              | 426666.67                      | 5.25              | 3497.14   |
| 5         | 3200              | 480              | 80             | 40              | 426666.67                      | 4.98              | 3469.88   |
| 6         | 3600              | 480              | 80             | 40              | 426666.67                      | 5                 | 3888.00   |
| 7         | 3850              | 480              | 80             | 40              | 426666.67                      | 6.2               | 3353.23   |
| 8         | 3600              | 480              | 80             | 40              | 426666.67                      | 5.8               | 3351.72   |
| Rata-rata |                   |                  |                |                 |                                |                   | 3451.07   |

#### 5. KESIMPULAN

Dari penelitian ini, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu:

1. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai MOR atau modulus of rupture LVL Sengon berkisar antara 30,08 MPa hingga 39,78 MPa dengan nilai rata-rata sebesar 35,98 Mpa.
2. Modulus of Elasticity (MOE) LVL kayu sengon berkisar antara 3306,12 MPa hingga 3888 MPa dengan Modulus of Elasticity rata-rata adalah 3451,07 Mpa.
3. Semakin besar beban lentur yang bisa ditahan oleh benda uji LVL Sengon maka semakin besar pula nilai MORnya
4. Semakin kecil lendutan yang terjadi maka nilai modulus of Elasticity (MOE) semakin besar.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Awaludin, A., 2011, Timber Engineering and Technology, Program Pascasarjana, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.

Awaludin, A.,(2002).Konstruksi Kayu. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil FT UGM.

Awaludin, A., (2005). Dasar-Dasar Perencanaan Sambungan Kayu (Pertama ed.). Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS JTSL FT UGM

American Forest & paper Association Wood Council, 2005, National Design Specification (NDS) for Wood Construction, AF & PA American Wood, Inc., Washington, D.C., USA.

Badan Standardisasi Indonesia (BSN), 2013, Spesifikasi Desain untuk Konstruksi Kayu (RSNI 03-XXXX-2013, BSN, Jakarta, Indonesia

Desch, H.E., and Dinwoodie, J.M., 1981. Timber: Its structure, properties and utilization. Timber Press, Forest Grove, Oregon.

Edlund, B., 1995. Tension and compression. Prosiding Timber Engineering Step 1, Centrum Hout, The Netherlands.