

KAPASITAS TEKAN KOLOM TERSUSUN LAMINATED VENEER LUMBER (LVL) KAYU SENGON

Mahendra Guzman P¹⁾, Achmad Basuki²⁾, Agus Supriyadi³⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2), 3)} Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: mahendra.guznanp@gmail.com

Abstract

Continuous exploitation of trees which is done to get a wood with good quality can effect in the lack of the wood availability. One of the effort that can be done to overcome these problems by using the Laminated Veneer Lumber (LVL) sengon wood because this wood is one of the fast growing wood so its availability can be guaranteed. Excessive load that occurs in a column structure can effect a column failure in resisting the load called buckling. This buckling can cause an imbalance in a structure system so the structure will fail to withstand the load.

The method that is used in this research is laboratory experimental and analysis method. This research is conducted with compress test the specimen of sengon Laminated Veneer Lumber (LVL) built up column. The number of specimens which is used are nine pieces consist of three variations and each variation there are three specimens.

From the test results of sengon Laminated Veneer Lumber (LVL) built up column are obtained compressive capacity for variation LVL A LVL B, and LVL C is 68733.3 N, 74100 N and 16800 N in a row. Maximum load test results of sengon LVL built up column is smaller than the theoretical maximum load calculation results.

Keywords : *Laminated Veneer Lumber, Sengon (Paraserianthes falcataria), built up column, compressive capacity.*

Abstrak

Penebangan pohon terus menerus yang dilakukan untuk mendapatkan kayu dengan kualitas yang baik mengakibatkan kurangnya ketersediaan kayu tersebut. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam mengatasi masalah tersebut yaitu dengan menggunakan *Laminated Veneer Lumber* (LVL) kayu sengon karena kayu sengon merupakan salah satu kayu yang cepat tumbuh sehingga dapat terjamin ketersediaannya. Beban desak berlebihan yang terjadi pada kolom suatu struktur bangunan dapat mengakibatkan kegagalan kolom dalam melawan beban desak yang disebut dengan tekuk. Tekuk yang terjadi dapat menimbulkan ketidakseimbangan pada suatu sistem struktur sehingga struktur tersebut akan mengalami kegagalan dalam menahan beban.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium dan analisis. Penelitian ini dilakukan dengan menguji tekan benda uji berupa kolom tersusun LVL kayu sengon. Jumlah benda uji yang digunakan 9 buah yang terdiri dari 3 variasi dan masing-masing variasi terdapat 3 buah benda uji.

Dari hasil pengujian tekan kolom tersusun LVL kayu sengon diperoleh kapasitas tekan untuk variasi LVL A, LVL B, dan LVL C berturut-turut adalah 68733,3 N, 74100 N, dan 16800 N. Beban maksimum hasil pengujian tekan kolom tersusun LVL kayu sengon lebih kecil daripada beban maksimum hasil perhitungan teoritis.

Kata Kunci : *Laminated Veneer Lumber, Sengon (Paraserianthes falcataria), kolom tersusun, kapasitas tekan*

PENDAHULUAN

Kayu merupakan bahan konstruksi yang ramah lingkungan karena dapat didaur ulang dan bersumber dari pohon sehingga tidak akan habis (*sustainable*) dan juga bersifat *renewable* yaitu sumbernya menjamin ketersediaan sepanjang masa selama pengelolaan sumberdaya alamnya dilakukan dengan baik dan sesuai aturan lingkungan yang berlaku sehingga keberadaannya akan dapat lestari.

Akan tetapi kenyataannya pada saat ini ketersediaan kayu semakin menipis. Penebangan pohon terus menerus yang dilakukan dalam rangka untuk mendapatkan kayu dengan kualitas yang baik mengakibatkan kurangnya ketersediaan kayu tersebut. Hal ini menuntut upaya untuk menanggulangi krisis akan ketersediaan kayu yang mempunyai kualitas yang baik.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam mengatasi masalah tersebut yaitu dengan menggunakan *Laminated Veneer Lumber* (LVL) kayu sengon sebagai material bangunan untuk kegiatan konstruksi. *Laminated Veneer Lumber* (LVL) kayu sengon merupakan LVL yang dibuat dari *veneer* kayu sengon dimana kayu sengon itu sendiri merupakan salah satu kayu yang cepat tumbuh sehingga dapat terjamin ketersediaannya. *Laminated Veneer Lumber* (LVL) dibuat dengan cara merekatkan lembaran-lembaran kayu (*veneer*) dengan menggunakan *adhesive* sehingga terbentuk kayu utuh.

Penggunaan kayu mutu tinggi yang banyak digunakan pada batang yang mengalami desak seperti kolom, kuda-kuda, dan pilar kadang terbatas oleh ketersediaannya dan masalah dalam kelestarian lingkungan, karena dalam suatu sistem konstruksi bangunan biasanya batang-batang tegak seperti itu kerap kali dibebani dengan beban desak. Beban desak yang berlebihan pada suatu batang dapat mengakibatkan terjadinya tekuk (*buckling*), dimana

batang tidak mampu menahan beban desak yang berlebih, sehingga dikhawatirkan akan mengakibatkan kegagalan struktur secara total.

Fenomena tekuk merupakan suatu mode kegagalan yang pada umumnya sebagai hasil dari ketidakstabilan struktur dalam kaitannya dengan aksi beban tekan pada elemen struktur terkait. (Ibrahim A. Assakkaf, 2003).

Kapasitas pikul-beban batas pada elemen struktur tekan tergantung pada kekuatan material yang digunakan. Dalam hal ini kapasitas pikul-beban pada elemen struktur tekan adalah besar beban yang menyebabkan elemen tersebut mengalami tekuk awal. Struktur yang telah mengalami tekuk tidak mempunyai kemampuan layan lagi (Daniel L. Schodek, 1999).

Menurut Daniel L. Schodek (1999) elemen struktur yang mengalami tekuk mulai tidak stabil sehingga elemen tersebut tidak dapat memberikan gaya tahanan internal lagi untuk mempertahankan konfigurasi linearnya. Gaya tahanannya lebih kecil daripada beban tekuk. Sistem dalam keadaan demikian tidak mempunyai kecenderungan mempertahankan konfigurasi semula.

LANDASAN TEORI

LVL adalah kayu olahan yang terdiri dari lapisan tipis atau veneers kayu yang direkatkan menjadi satu. Dimensi LVL yang sudah umum diproduksi di Indonesia untuk elemen konstruksi rangka mempunyai ukuran tebal 8-12 mm, lebar 80-100 mm dan panjang 200-300 cm. Untuk elemen balok mempunyai ketebalan sekitar 80-120 mm. Jenis kayu yang digunakan umumnya adalah kayu sengon dan karet, namun pada penelitian ini digunakan kayu LVL yang berasal dari kayu sengon. Kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) merupakan salah satu jenis kayu khas dari daerah tropis dan merupakan jenis pohon yang memiliki masa pertumbuhan cepat jika dibandingkan dengan pohon tropis lainnya semisal pohon mahoni ataupun jati. Pohon sengon sudah bisa dipanen atau ditebang pada saat usia pohon sudah 5 tahun.

Perilaku tekuk dipengaruhi oleh nilai kelangsingan elemen batang tekan yaitu nilai banding antara panjang efektif elemen batang tekan dengan jari-jari girasi penampang elemen batang tekan. Apabila nilai kelangsingan sangat kecil, maka serat-serat kayu pada penampang elemen akan gagal tekan (*crushing failure*). Tetapi bila angka kelangsingan sangat tinggi, maka elemen batang akan mengalami kegagalan tekuk dan serat-serat kayu belum mencapai kuat tekannya atau bahkan masih ada pada kondisi elastik (*lateral buckling failure*). (Ali Awaludin, 2005)

Tekuk Euler

Leonard Euler adalah orang yang pertama yang memformulasikan persamaan beban tekuk kritis pada kolom. Beban tekuk kritis untuk kolom yang ujung-ujungnya sendi disebut sebagai beban tekuk Euler, seperti pada Persamaan [1] dibawah ini.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \dots\dots\dots [1]$$

keteramgan :

E = modulus elastisitas

I = momen inersia

L = panjang kolom di antara kedua ujung sendi

π = konstanta pi = 3,1416

Persamaan [1] memperlihatkan bahwa kapasitas pikul-beban suatu kolom selalu berbanding terbalik dengan kuadrat panjang elemen, sebanding dengan modulus elastisitas material, dan sebanding dengan momen inersia penampang melintang. Momen inersia yang dimaksud adalah yang minimum terhadap sumbu berat penampang apabila kolom tersebut tidak dikekang secara khusus.

Tegangan Tekuk Kritis

Beban tekuk kritis untuk kolom dapat dinyatakan dalam tegangan kritis (f_{cr}). Tegangan kritis pada kolom dapat dinyatakan seperti pada Persamaan [2].

$$f_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2} \dots\dots\dots [2]$$

keterangan :

E = modulus elastisitas

I = momen inersia

L = panjang kolom di antara kedua ujung sendi

π = konstanta pi = 3,1416

$r = \sqrt{I/A}$ = jari-jari girasi

Suku (L/r) disebut rasio kelangsingan kolom. Tegangan tekuk kritis berbanding terbalik dengan kuadrat rasio kelangsingan. Semakin besar rasio kelangsingan, akan semakin kecil tegangan kritis yang menyebabkan tekuk. Rasio kelangsingan (L/r) ini merupakan parameter yang sangat penting dalam peninjauan kolom karena pada parameter inilah tekuk kolom tergantung.

Tahanan Kolom Prismatis Kayu

Tahanan tekan kolom ditentukan berdasarkan kelangsingan penampang kolom pada arah yang paling kritis. Tahanan tekan kolom terkoreksi dapat dilihat pada Persamaan [3].

$$P' = C_p A F_c^* \dots\dots\dots [3]$$

$$= C_p P'_o$$

Faktor kestabilan kolom (C_p) dihitung seperti pada Persamaan [4]-[6] berikut ini.

$$C_p = \frac{1 + \alpha_c}{2c} - \sqrt{\left(\frac{1 + \alpha_c}{2c}\right)^2 - \frac{\alpha_c}{c}} \dots\dots\dots [4]$$

dengan

$$\alpha_c = \frac{\phi_s P_e}{\lambda \phi_c P'_o} \dots\dots\dots [5]$$

$$P_e = \frac{\pi^2 E'_{05} I}{(K_s L)^2} = \frac{\pi^2 E'_{05} A}{\left(K_s \frac{L}{r}\right)^2} \dots\dots\dots [6]$$

keterangan :

- A = Luas Penampang bruto
- F_c^* = Kuat tekan terkoreksi sejajar serat (setelah dikalikan semua faktor koreksi kecuali faktor stabilitas kolom, C_p)
- E'_{05} = Nilai modulus elastisitas lentur terkoreksi pada persentil ke-5
- P_c = Tahanan tekuk kritis (Euler) pada arah yang ditinjau
- P'_o = Tahanan tekan aksial terkoreksi sejajar serat pada kelangsingan kolom sama dengan nol
- c = 0,80 untuk batang massif
- ϕ_c = Faktor tahanan tekan = 0,90
- ϕ_s = Faktor tahanan stabilitas = 0,85

Nilai modulus elastisitas lentur terkoreksi pada persentil ke lima (E'_{05}) untuk balok massif dihitung berdasarkan Persamaan [7] dengan E'_w adalah modulus elastisitas lentur yang telah dikalikan dengan faktor koreksi C_M , C_t , C_{pt} , dan C_F . Sedangkan KV_E adalah nilai banding antara standar deviasi/penyimpangan dengan nilai rata-rata dalam pengujian modulus elastisitas lentur. Dari hasil pengujian untuk beberapa jenis kayu (Hoyle, 1978), nilai KV_E diperoleh sebesar 0,2. Apabila nilai KVE sebesar 0,2 disubstitusi pada persamaan [7], maka $E'_{05} = 0,69 E'_w$.

$$E'_{05} = 1,03 E'_w [1 - 1,645 (KV_E)] \dots\dots\dots [7]$$

keterangan :

- E'_{05} = Nilai modus elastisitas lentur terkoreksi pada persentil ke -5
- E'_w = Nilai modulus elastisitas lentur rerata terkoreksi
- KV_E = Koefisien variasi nilai E'_w

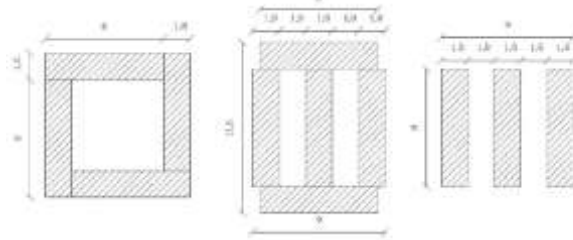
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perilaku kolom kayu LVL dalam menahan beban desak dan membandingkan hasil uji laboratorium dengan teori pada tekuk LVL kayu sengon. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian tekan terhadap LVL kayu sengon. LVL kayu sengon dibebani sentris secara bertahap sampai kayu tersebut tidak mampu lagi menahan beban.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium dan analisis. Sebuah percobaan untuk mendapatkan suatu hasil yang menegaskan hubungan antara variabel-variabel yang diselidiki dilakukan dalam metode eksperimental.

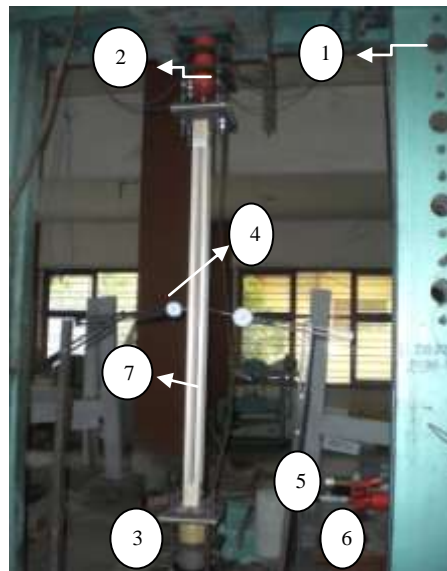
Benda Uji Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan benda uji berupa kolom tersusun LVL kayu sengon dengan variasi susunan penampang seperti pada Gambar 1. Masing-masing penampang terdiri dari 3 sampel kolom. Alat sambung yang digunakan pada penampang sepanjang kolom LVL adalah paku.



Gambar 1. Variasi susunan penampang benda uji kolom LVL kayu sengon

Setting Up Pengujian



Gambar 2. Setting Up Pengujian

keterangan :

1. Loading Frame
2. Hidranlic Jack
3. Load Cell
4. Dial Indicator
5. Transducer
6. Hidranlic Pump
7. Benda Uji

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

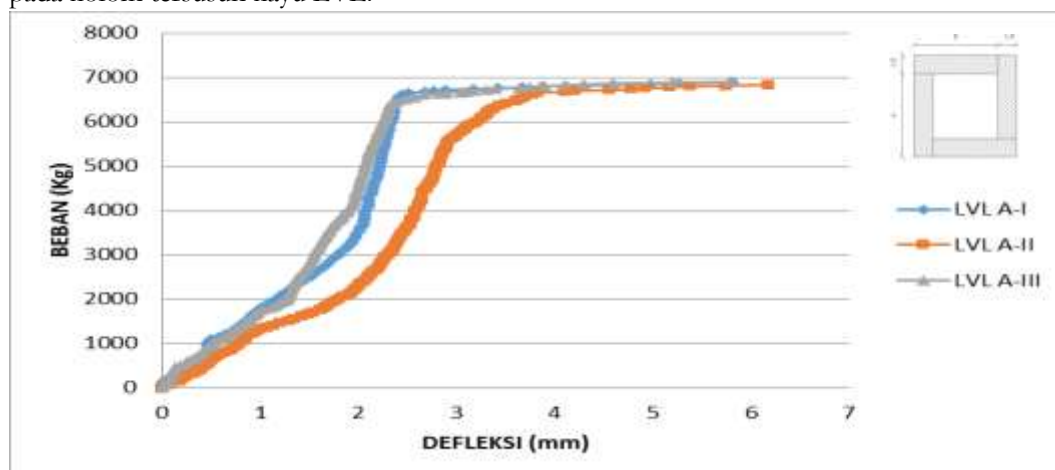
Pengujian tekan yang dilakukan di laboratorium bertujuan untuk mendapatkan data aktual mengenai beban maksimum yang dapat diterima kolom LVL, defleksi maksimum yang terjadi serta letak kegagalan struktur yang terjadi. Data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui perilaku batang kolom tersusun kayu LVL. Pada pengujian ini menggunakan kolom tersusun LVL dengan 3 variasi penampang dan masing-masing variasi penampang terdiri dari 3 sampel kolom. Variasi panjang untuk benda uji ditentukan berdasarkan angka kelangsingan.

Hasil Pengujian Tekan dan Defleksi (L = 1339 mm)

Tabel 1. Hasil Pengujian Tekan pada Dimensi Panjang 1339 mm

Sampel	Beban Maks (kg)	Beban Rata-rata (kg)	Defleksi Maks (mm)	Defleksi Rata-rata (mm)
LVL A – I	6890		5,81	
LVL A – II	6830	6873,33	6,18	5,93
LVL A – III	6900		5,79	

Grafik [1] dibawah ini menunjukkan hubungan antara penambahan beban dengan perubahan defleksi yang terjadi pada kolom tersusun kayu LVL.



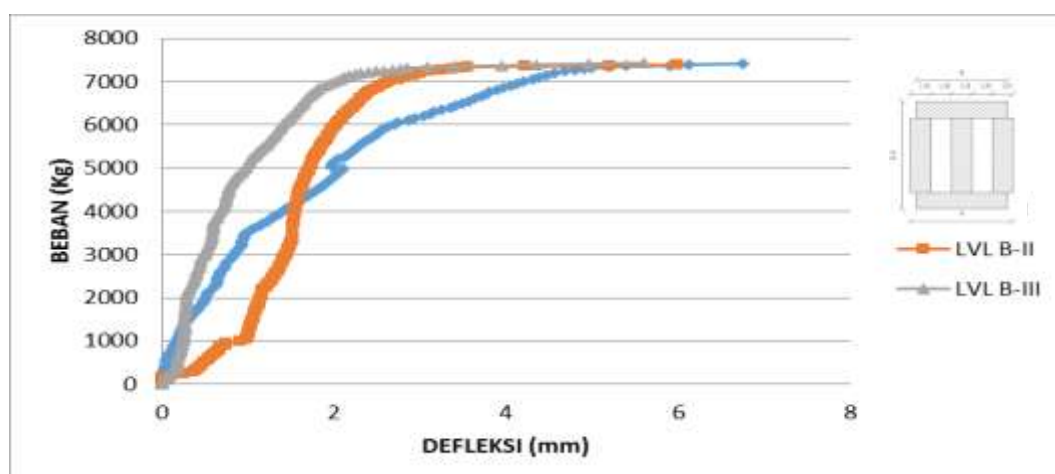
Grafik 1. Hubungan Penambahan Beban dengan Defleksi yang terjadi Pada Dimensi Panjang 1339 mm

Hasil Pengujian Tekan dan Defleksi (L = 1094 mm)

Tabel 2. Hasil Pengujian Tekan Pada Dimensi Panjang 1094 mm

Sampel	Beban Maks (kg)	Beban Rata-rata (kg)	Defleksi Maks (mm)	Defleksi Rata-rata (mm)
LVL B – I	7410		6,75	
LVL B – II	7390	7410	6,00	6,12
LVL B – III	7430		5,6	

Grafik [2] menunjukkan hubungan antara penambahan beban dengan perubahan defleksi yang terjadi pada kolom tersusun kayu LVL.



Grafik 2. Hubungan Penambahan Beban dengan Defleksi yang terjadi Pada Dimensi Panjang 1094 mm

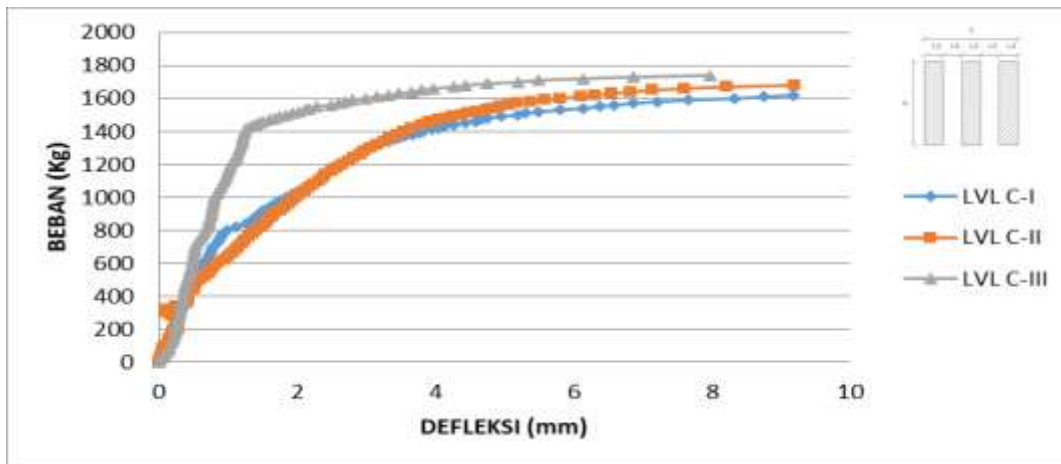
Hasil Pengujian Tekan dan Defleksi (L = 1194 mm)

Tabel 3. Hasil Pengujian Tekan Pada Dimensi Panjang 1194 mm

Sampel	Beban Maks	Beban Ra-	Defleksi Maks	Defleksi Ra-
--------	------------	-----------	---------------	--------------

	(kg)	ta-rata (kg)	(mm)	ta-rata (mm)
L VLC – I	1620	1680	9,18	8,79
L VLC – II	1680		9,20	
L VLC – III	1740		7,98	

Grafik [3] menunjukkan hubungan antara penambahan beban dengan perubahan defleksi yang terjadi pada kolom tersusun kayu LVL.



Grafik 3. Hubungan Penambahan Beban dengan Defleksi yang terjadi Pada Dimensi Panjang 1194 mm

Rekapitulasi Rata-rata untuk Ketiga Variasi Penampang

Tabel 4. Rekapitulasi Rata-rata Pengujian Tekan Setiap Variasi Penampang

Variasi	Beban Rata-rata (kg)	Defleksi Rata-rata (mm)
L VLA	6873,33	5,93
L VLB	7410	6,12
L VLC	1680	8,79

Analisa Data

Setelah mendapatkan data hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium, data-data tersebut kemudian dianalisis untuk mendapatkan tujuan yang ingin dicapai dalam pengujian tersebut, yaitu mendapatkan besarnya kapasitas tekan kolom tersusun LVL kayu sengon.

Tabel 5. Perbandingan Beban Maksimum Antara Hasil Pengujian dan Analisis Teoritis

Benda Uji	Panjang (mm)	P_{maks} Teoritis (N)	P_{maks} Pengujian(N)	$\frac{P_{Pengujian}}{P_{teoritis}}$
L VLA	1339,056	133171,2	68733,3	0,52
L VLB	1093,936	166164,4	74100	0,45
L VLC	1193,984	99878,4	16800	0,17

Perbandingan nilai P_{maks} hasil eksperimen terhadap P_{maks} hasil analisis menunjukkan selisih yang cukup jauh dimana hipotesa awal diharapkan selisih yang terjadi tidak terlalu jauh. Secara teoritis, hal ini mungkin terjadi karena rumus untuk perhitungan yang dilakukan cenderung untuk kayu kuat, sedangkan produk LVL kayu sengon merupakan kayu lunak dan terdiri dari lapisan vinir.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa kapasitas tekan kolom tersusun LVL kayu sengon untuk variasi penampang L VLA, L VLB, dan L VLC berturut-turut adalah 68733,3 N, 74100 N, dan 16800 N. Hasil pengujian pada LVL kayu sengon tersebut menunjukkan hasil yang lebih kecil daripada hasil yang diperoleh dari perhiungan teoritis, yaitu untuk perhitungan teoritis diperoleh hasil 133171,2 N, 166164,4 N, dan 99878,4 N pada variasi penampang L VLA, L VLB, dan L VLC.

REKOMENDASI

Beberapa saran untuk penelitian lebih lanjut yang akan dilakukan dan mungkin bermanfaat diantaranya :

1. Pengujian tekan kolom tersusun LVL kayu sengon diharap memperhatikan sisi penampang atas dan bawah supaya lebih rata dan halus saat pemotongan agar pembebanan bisa lebih akurat.
2. Perlu meningkatkan stabilitas loading frame pada saat dilakukan pembebanan agar hasil penelitian lebih baik.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai kolom tersusun dengan meninjau panjang batang yang sama pada setiap kolom yang diujikan.
4. Perlu ditinjau kembali mengenai volume masing-masing kolom yang diteliti agar untuk kedepannya diperoleh informasi tentang penampang dan bentuk kolom tersusun yang paling efisien dalam penggunaannya di lapangan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Achmad Basuki, ST, MT dan Ir. Agus Supriyadi, MT yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Akbar, Firdaus. 2012. *Pengaruh Panjang Batang Terhadap Kuat Tekan Kolom Laminated Veneer Lumber (LVL) dari Bahan Kayu Sengon (Paraseriantbes Falcataria L. Nielsen)*. Skripsi. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret.
- Awaludin, Ali. 2005. *Konstruksi Kayu*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Bakar, E.S. 1996. *Kayu Laminasi Vinir Sejajar*. Bogor: Buletin Teknologi Hasil Hutan.
- Gere, J. M., Timoshenko, S. 2000. *Mekanika Bahan*, Edisi keempat. Jakarta: Erlangga.
- Gunawan, Rizaldi. 2012. *Pengaruh Jumlah Klos Terhadap Kuat Tekan Kolom Laminated Veneer Lumber (LVL)*. Skripsi. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret.
- Karnasudirdja, S. 1989. *Prospek Kayu Indonesia Sebagai Bahan Baku Industri Kayu Lamina*. Jakarta: Departemen Kehutanan Indonesia.
- Kristiawan, S.A., Basuki, A., Priyantono, H.K. 2011. *Kekuatan Tekuk Batang LVL Kayu Sengon*. Tangerang: Laporan Penelitian Kerjasama JTS FT UNS dengan PT Sumber Graha Sejahtera.
- Ma'ali, Muhammad Rosa. 2013. *Analisis Perilaku Prototip Struktur Rangka Kuda-Kuda Laminated Veneer Lumber (LVL) Kayu Sengon*. Skripsi. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret.
- Mardikanto. 1979. *Sifat Mekanis Kayu*. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Sabarudin, A. 2011. *Struktur Bangunan dengan Metoda Kayu Lapis LVL dari Kayu Cepat Tumbuh*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.