

SAMBUNGAN BATANG TEKAN DAN MOMEN LENTUR LAMINATED VENEER LUMBER (LVL) KAYU SENGON (*Paraserianthes falcataria*) DENGAN ALAT PENGENCANG BAUT

Achmad Basuki¹⁾, Agus Supriyadi²⁾, Bagus Adi Pamungkas³⁾

^{1),2)} Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

³⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : bagusadipamungkas_i0110027@yahoo.co.id

Abstract

Paraserianthes falcataria laminated veneer lumber (LVL) is wood that is produced from the wood which the growth of a brief so as to be guaranteed availability and does not disturb of natural forest. Because of limited length of wood, wooden construction necessary connection in the construction which aim to extend a wood to fit as desired. Planning on timber of structure, a bolt is often used as a connector. This research was done to count the capacity of compression and bending moment connection of paraserianthes falcataria laminated veneer lumber (LVL) with bolt connector. This research used a uniform bolt diameter of 8 mm. Specimens were used as much as 18 specimens. In compression connection testing used the bolt variations, for 2; 3; and 4 bolt. An instrument used for testing is UTM (Universal Testing Machine). Result of compression connection testing obtained capacity of connection to the number 2, 3, and 4 bolt respectively are 6136,667 N; 8790,0 N; and 11623,333 N. Result of bending moment connection testing obtained capacity of connection is 261510,667 Nmm.

Keywords : *Laminated Veneer Lumber, Bolt, Connection*

Abstrak

Laminated Veneer Lumber (LVL) kayu sengon merupakan kayu yang diproduksi dari kayu yang masa tumbuhnya singkat sehingga terjamin ketersediaannya dan tidak mengganggu hutan alam. Karena keterbatasan panjang kayu, konstruksi kayu diperlukan sambungan dalam pengerjaannya yang bertujuan untuk memperpanjang batang kayu sesuai yang diinginkan. Pada perencanaan struktur kayu tersebut, baut seringkali digunakan sebagai alat sambungnya. Penelitian ini dilakukan untuk menghitung kapasitas sambungan batang tekan dan momen lentur sambungan Laminated Veneer Lumber (LVL) kayu sengon dengan alat sambung baut. Penelitian ini menggunakan diameter baut yang seragam, yaitu 8 mm. Jumlah keseluruhan benda uji yang digunakan 18 benda uji. Pada pengujian sambungan tekan digunakan variasi penggunaan jumlah baut, yaitu 2; 3; dan 4 baut. Alat yang digunakan untuk pengujian ini ialah UTM (Universal Testing Machine). Hasil pengujian sambungan tekan diperoleh kapasitas sambungan untuk jumlah baut 2, 3, dan 4 yaitu berturut-turut sebesar 6136,667 N; 8790,00N; dan 11623,333 N. Hasil pengujian sambungan momen lentur diperoleh kapasitas sambungan sebesar 261510,667 Nmm.

Kata Kunci : *Laminated Veneer Lumber, Baut, Sambungan*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan material kayu yang semakin berkembang saat ini menyebabkan semakin sulitnya untuk mendapatkan kayu dengan kualitas yang baik. Pengelolaan hutan sebagai sumber utama kayu tidak dilakukan secara baik dan berkesinambungan saat ini. Dan upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan menggantikan kayu tersebut dengan menggunakan *Laminated Veneer Lumber (LVL)*.

Pada struktur yang bahan utamanya kayu, adanya sambungan disebabkan karena alasan geometrik (bentuk struktur) dan keterbatasan ukuran panjang batang kayu yang tersedia. Dengan demikian, maka batang-batang kayu harus disambung untuk bisa mencapai bentang struktur yang diinginkan. Sambungan merupakan bagian yang paling lemah sehingga banyak kegagalan atau kerusakan struktur yang diakibatkan oleh gagalnya sambungan. Kegagalan tersebut dapat berupa pecahnya kayu diantara dua alat sambung, bengkoknya alat sambung itu sendiri, atau lendutannya sudah melampaui nilai toleransi. Terdapat bermacam-macam alat sambung seperti paku, baut, lem, cincin belah, dan pasak.

ANALISIS SAMBUNGAN BAUT

Alat sambung baut umumnya terbuat dari baja lunak (mild steel) dengan kepala berbentuk hexagonal, square, dome, atau flat. Diameter baut berkisar antara 1/4" sampai dengan 1,25". Untuk kemudahan pemasangan, lubang baut diberi kelonggaran 1 mm. Cincin penutup (washer) digunakan agar kepala baut atau mur tidak masuk ke dalam kayu ketika baut dikencangkan. Penentuan nilai rancangan yang diizinkan tidak memperhitungkan washer. Semua mur harus dipasang dengan kencang. Kualitas sambungan pada baut dipengaruhi oleh kualitas kayu dan baut yang digunakan. Faherty (1997) menyatakan beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam sambungan kayu dengan baut adalah beban pada baut, kualitas lubang baut, beban yang diizinkan, penempatan, bidang bersih dan penyesuaian untuk nilai yang diizinkan.

TAHANAN LATERAL ACUAN

Tahanan lateral sambungan dengan alat sambung baut atau paku ditentukan oleh beberapa faktor seperti kuat lentur alat sambung, kuat tumpu kayu, dan geometri sambungan yang meliputi: diameter alat sambung, ketebalan kayu, serta sudut sambungan. Tahanan lateral acuan (Z) satu baut pada sambungan dua irisan menurut (SNI-5 Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu, 2002)

$$\text{Moda Kelelahan Im} \quad Z = \frac{0,83D t_m F_{em}}{K_\theta} \dots\dots\dots [1]$$

$$\text{Moda Kelelahan Is} \quad Z = \frac{1,66D t_s F_{es}}{K_\theta} \dots\dots\dots [2]$$

$$\text{Moda Kelelahan IIIs} \quad Z = \frac{2,08k_A D t_s F_{em}}{(2+R_e)K_\theta} \dots\dots\dots [3]$$

$$\text{Moda Kelelahan IV} \quad Z = \left(\frac{2,08D^2}{K_\theta} \right) \sqrt{\frac{2F_{em}F_{yb}}{3(1+R_e)}} \dots\dots\dots [4]$$

$$k_4 = (-1) + \sqrt{\frac{2(1+R_e)}{R_e} + \frac{F_{yb}(2+R_e)D^2}{3F_{em}t_s^2}} \dots\dots\dots [5]$$

Keterangan :

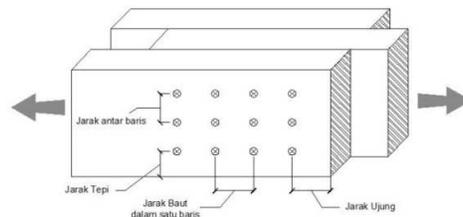
- D = diameter baut (mm)
- t_s = tebal kayu sekunder (mm)
- F_e = kuat tumpu baut (N/mm²)
- F_{em} = kuat tumpu baut kayu utama
- F_{es} = kuat tumpu baut kayu sekunder
- R_e = F_{em}/F_{es}
- F_{yb} = kuat lentur baut (N/mm²)

FAKTOR KOREKSI SAMBUNGAN BAUT

Bila suatu sambungan terdiri dari satu baris alat pengencang atau lebih dengan alat pengencang baut, ada kecenderungan masing-masing baut akan mendukung beban lateral yang tidak sama. Hal tersebut disebabkan oleh jarak antar alat sambung yang kurang panjang dan distribusi gaya yang tidak merata antar alat sambung baut. Faktor-faktor koreksi yang digunakan dalam sambungan baut adalah faktor aksi kelompok (C_g) dan faktor koreksi geometri (C_d).

GEOMETRIK SAMBUNGAN KAYU

Jarak antar alat sambung baut harus direncanakan agar masing-masing alat sambung dapat mencapai tahanan lateral ultimitnya sebelum kayu pecah. Dalam penelitian ini digunakan sambungan horizontal dua irisan. Jarak minimum antar alat sambung dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Geometrik sambungan baut sambungan horizontal

Tabel 1. Jarak minimum sambungan baut untuk beban sejajar arah serat

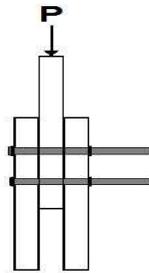
| Beban sejajar arah serat | Ketentuan dimensi minimum |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Jarak Tepi (b_{sp}) | |
| Tepi yang dibebani | 4D |
| Tepi yang tidak dibebani | 1,5D |
| 2. Jarak Ujung (a_{sp}) | 4D |
| 3. Spasi (s_{sp}) | (lihat catatan 3) |
| 4. Jarak antar baris alat pengencang | |
| $l_m/D < 2$ | 2,5D (lihat catatan 3) |
| $2 < l_m/D < 6$ | $(5l_m+10D)/8$ (lihat catatan 3) |
| $l_m/D > 6$ | 5D (lihat catatan 3) |

Catatan :

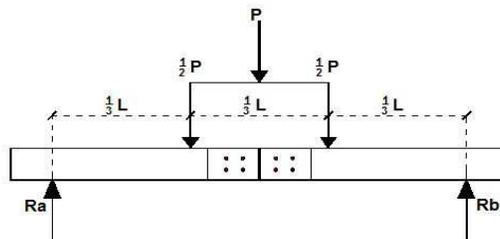
1. l_m adalah panjang baut pada komponen utama pada suatu sambungan atau panjang total baut pada komponen sekunder ($2l_s$) pada suatu sambungan.
2. Diperlukan spasi yang lebih besar untuk sambungan yang menggunakan ring.
3. Spasi tegak lurus arah serat antar alat-alat pengencang terluar pada suatu sambungan tidak boleh melebihi 127 mm, kecuali bila digunakan pelat penyambung khusus atau bila ada ketentuan mengenai perubahan dimensi kayu.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium dan analisis. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas sambungan batang tekan dan momen lentur *Laminated Veneer Lumber* (LVL) kayu sengon dengan alat pengencang baut. Proses pengujian tekan sambungan LVL kayu sengon dilakukan dengan memberikan beban aksial sentris yang tegak lurus dengan sambungan hingga mencapai kemampuan maksimum sambungan dalam menahan beban yang diberikan. Ada tiga perencanaan untuk jumlah alat sambung baut yang akan dipakai dalam penelitian ini, yaitu sambungan dua baut, tiga baut, dan empat baut. Pengujian dilakukan dengan alat UTM. Proses pengujian lentur sambungan momen dilakukan dengan memberikan beban aksial sentris tegak lurus dengan sambungan hingga mencapai kapasitas maksimum sambungan dalam menahan beban yang diberikan. Jumlah benda uji dalam pengujian lentur ini sebanyak tiga buah. Pengujian dilakukan dengan alat UTM di Laboratorium Bahan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret. Metode yang digunakan dalam pembebanan *two point loading* yaitu beban ditempatkan pada dua titik dengan jarak yang sama jauh dari titik reaksi. Sketsa pembebanan pengujian sambungan tekan dan sambungan momen dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Sketsa pembebanan sambungan tekan



Gambar 3. Sketsa pembebanan sambungan momen

Tabel 2. Nama dan spesifikasi benda uji geser dan lentur baut Ø8mm

| Kode | Ukuran | | Jumlah | Pengujian |
|------|-----------------|------------------|--------|------------------|
| | Panjang (mm) | Diameter (mm) | | |
| 1 | 150 | 8 | 1 buah | Geser dan Lentur |
| 2 | 150 | 8 | 1 buah | Geser dan Lentur |
| 3 | 150 | 8 | 1 buah | Geser dan Lentur |

Tabel 3. Nama dan spesifikasi benda uji sambungan tekan

| Kode | Ukuran | | | Jumlah | Pengujian |
|------|-----------------|---------------|----------------|--------|------------|
| | Panjang (mm) | Lebar (mm) | Tinggi (mm) | | |
| 2A | 200 | 80 | 54 | 1 buah | Kuat Tekan |
| 2B | 200 | 80 | 54 | 1 buah | Kuat Tekan |
| 2C | 200 | 80 | 54 | 1 buah | Kuat Tekan |
| 3A | 300 | 80 | 54 | 1 buah | Kuat Tekan |
| 3B | 300 | 80 | 54 | 1 buah | Kuat Tekan |
| 3C | 300 | 80 | 54 | 1 buah | Kuat Tekan |
| 4A | 300 | 80 | 54 | 1 buah | Kuat Tekan |
| 4B | 300 | 80 | 54 | 1 buah | Kuat Tekan |
| 4C | 300 | 80 | 54 | 1 buah | Kuat Tekan |

Tabel 4. Nama dan spesifikasi benda uji momen lentur sambungan

| Kode | Ukuran | | | Jumlah | Pengujian |
|------|-----------------|---------------|----------------|--------|-----------|
| | Panjang (mm) | Lebar (mm) | Tinggi (mm) | | |
| B-1 | 1200 | 80 | 18 | 1 buah | Lentur |
| B-2 | 1200 | 80 | 18 | 1 buah | Lentur |
| B-3 | 1200 | 80 | 18 | 1 buah | Lentur |

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Tekan Sambungan LVL Kayu Sengon

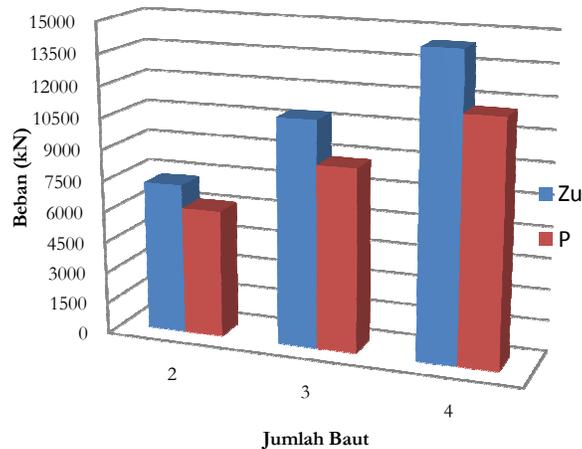
Hasil pengujian tekan sambungan dua irisan dihasilkan hubungan antara pembebanan dan defleksi yang terjadi, selanjutnya untuk hasil pembebanan maksimum yang didapat dari setiap pengujian sambungan tekan akan disajikan pada Tabel 5. Perbandingan kapasitas sambungan pengujian dan teoritis dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil pengujian kapasitas sambungan tekan LVL kayu sengon dua irisan

| Jumlah Baut | Benda Uji | Pmaks kN | Prata-rata N |
|----------------|-----------|-------------|-----------------|
| 2 | A | 6,47 | 6136,667 |
| | B | 6,33 | |
| | C | 5,61 | |
| 3 | A | 8,68 | 8790,000 |
| | B | 9,63 | |
| | C | 8,06 | |
| 4 | A | 11,38 | 11623,333 |
| | B | 10,6 | |
| | C | 12,89 | |

Tabel 6. Perbandingan tahanan lateral teoritis dengan tahanan lateral hasil pengujian

| Diameter mm | Jumlah Baut | Arah Serat ° | Zu N | P Maks N | Rasio Zu-Pu |
|----------------|----------------|-----------------|----------|-------------|----------------|
| 8 | 2 | 0 | 7237,65 | 6136,67 | 1,179 |
| | 3 | 0 | 10856,48 | 8790,00 | 1,235 |
| | 4 | | 14447,54 | 11623,33 | 1,243 |

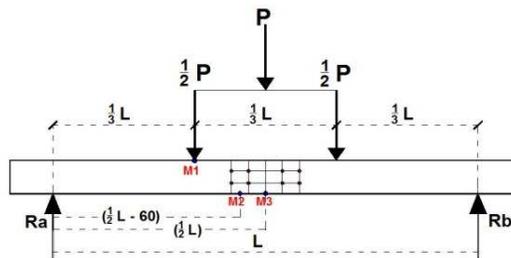


Gambar 4. Hubungan tahanan lateral teoritis dan tahanan lateral hasil pengujian dengan jumlah baut

Hasil yang diperoleh dari perhitungan tahanan lateral (Zu) secara teoritis ternyata lebih besar dibandingkan dengan hasil pengujian tekan sambungan. Hal ini dikarenakan tebal kayu utama (tm) yang digunakan sama dengan tebal kayu samping (ts) yaitu 18 mm, sehingga kuat tumpu kayu utama (tm) lebih kecil dari kayu sampingnya (ts). Hasilnya adalah saat pengujian tekan sambungan, kerusakan atau kegagalan sambungan terjadi pada kayu utamanya.

Hasil Pengujian Lentur Sambungan LVL Kayu Sengon

Hasil dari pengujian lentur sambungan didapat pembebanan maksimum yang terjadi pada benda uji ke-1 ke-2 dan ke-3 yaitu sebesar 160 kg, 155 kg, dan 165 kg. Dari hasil pembebanan maksimum tersebut dapat dihitung besarnya momen yang terjadi dan selanjutnya dilihat perbandingannya terhadap teoritis.



Gambar 4.12. Sketsa pembebanan sambungan momen lentur

Tabel 7. Hasil pengujian lentur sambungan

| Benda Uji | L (mm) | P (kg) | Prerata (kg) |
|-----------|--------|--------|--------------|
| B-1 | 1000 | 160 | |
| B-2 | 1000 | 155 | 160 |
| B-3 | 1000 | 165 | |

Diketahui :

$$P = 160 \text{ kg} = 1569,064 \text{ N}$$

$$L = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$$

$$R_a = 784,532 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= R_a \cdot \left(\frac{1}{2}L - 60\right) - \frac{1}{2}P \cdot \left(\frac{1}{6}L - 60\right) \\ &= 784,532 \times (500 - 60) - 784,532 \times (166,667 - 60) \\ &= 261510,667 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Tabel 8. Perbandingan tahanan momen teoritis dengan hasil pengujian

| Tahanan momen teoritis (Nmm) | Tahanan momen hasil pengujian (Nmm) |
|---------------------------------|--|
| 246705,949 | 261510,667 |

Berdasarkan hasil pengujian lentur sambungan diperoleh nilai tahanan momen lentur sebesar 261510,667 Nmm dan nilai tahanan momen secara teoritis sebesar 246705,949 Nmm. Jadi, perhitungan momen lentur sambungan telah memenuhi syarat aman.

SIMPULAN

Kesimpulan dari hasil pengujian dan analisis kapasitas sambungan tekan dan momen lentur *Laminated Veneer Lumber* (LVL) kayu sengon adalah sebagai berikut :

- Nilai kuat lentur dan kuat geser baut diameter 8 mm sebesar 584,736 MPa dan 171,855 MPa.
- Kapasitas sambungan tekan *Laminated Veneer Lumber* (LVL) kayu sengon untuk penggunaan 2, 3, dan 4 baut berturut-turut sebesar 6136,667 N; 8790,00 N; dan 11623,333 N.
- Kapasitas momen lentur sambungan *Laminated Veneer Lumber* (LVL) kayu sengon yaitu sebesar 261510,667 Nmm. Nilai ini sudah memenuhi persyaratan perhitungan sesuai SNI-5 (2002).

REKOMENDASI

Dalam sambungan dua irisan tebal kayu utama harus lebih besar dari tebal kayu sampingnya ($t_m = 2t_s$). Perlu dilakukan tinjauan mengenai jarak tumpuan benda uji pada pengujian sambungan momen supaya pembacaan grafik menjadi lebih akurat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Terelesainya penyusunan penelitian ini berkat dukungan dan doa dari orang tua, untuk itu saya ucapkan terima kasih. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Achmad Basuki, ST, MT dan Ir. Agus Supriyadi, MT selaku pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberi koreksi dan arahan sehingga menyempurnakan penyusunan. Rasa terima kasih penulis sampaikan khusus untuk rekan saya Rini Sundari atas dukungan dan kerjasamanya. Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah berperan dalam mewujudkan penelitian ini secara langsung maupun tidak langsung khususnya mahasiswa sipil UNS 2010.

REFERENSI

- Awaludin, Ali dan Irawati, I. S. 2005. *Konstruksi Kayu*. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Awaludin, Ali. 2005. *Dasar-dasar Perencanaan Sambungan Kayu*. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Kayu Untuk Bangunan Gedung*. SNI-5. Jakarta
- Basuki, Achmad. 2012. *Kayu LVL Sebagai Alternatif Elemen Konstruksi*. Achmadbasuki.wordpress.com
- Fitrida, Tiara Kenanga. 2012. *Pengaruh Konfigurasi Pasak dan Sudut Arab Serat Laminated Veneer Lumber Pada Desain Sambungan Pasak Bambu Laminasi*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Handayani, Nia Dwi. 2011. *Pengaruh Variasi Sudut Serat Pada Kuat Tumpu Kayu Laminated Veneer Lumber (LVL)*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.