

PENGARUH RASIO BAMBU PETUNG DAN KAYU SENGON TERHADAP KAPASITAS TEKAN KOLOM LAMINASI

Lezian Arsina
Karyadi
Sutrisno

Abstract: *The effect of the ratio between the petung bamboo and the sengon wood to the pressure capacity of lamination column made from the petung bamboo and the sengon wood. The usage of the petung bamboo and the sengon wood is not optimal yet. Lamination engineering of the petung bamboo and the sengon wood is an alternative to overcome the under supply of wood. The objective of this research is to compare the pressure capacity of the column made from the petung bamboo and the sengon wood for any ratio. The result shows that the lamination column consist of the 1:1 ratio of the petung bamboo and the sengon wood has pressure capacity higher than the pressure capacity of the lamination column made of the petung bambbo and the sengon wood with ratio of 1:3. The same results are obtained at any column length. The lamination column that consist of 3:1 ratio of the petung bamboo and the sengon wood has pressure capacity lower than the lamination column with ratio of 1:1 except for shorter column.*

Abstrak: Pemanfaatan bambu petung dan kayu sengon belum optimal. Rekayasa laminasi antara bambu petung dan kayu sengon merupakan salah satu alternatif mengatasi kekurangan pasokan kayu. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan nilai kapasitas tekan kolom laminasi bambu petung dan kayu sengon untuk setiap variasi rasio. Hasil penelitian menunjukkan kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1 : 1 memiliki kapasitas tekan lebih tinggi dari kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1 : 3, berlaku untuk seluruh variasi panjang kolom. Kolom laminasi dengan rasio bambu petung dan kayu sengon 3 : 1 memiliki kapasitas tekan lebih rendah dari kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1 : 1 kecuali untuk kolom dengan ukuran pendek.

Kata-kata kunci: bambu petung, kayu sengon, kapasitas tekan, laminasi, kolom

Masalah umum yang dihadapi dalam pemanfaatan hasil hutan terutama adalah adanya kesenjangan antara kebutuhan kayu dengan kemampuan suplai kayu. Kurangnya produksi kayu dari

hutan alam menyebabkan terjadinya keterbatasan kayu berdiameter besar (Sulistyawati, 2008). Guna mengatasi keterbatasan tersebut, dibutuhkan bahan alternatif baru untuk menggantikan kayu se-

Lezian Arsina adalah Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang. Karyadi dan Sutrisno adalah Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang. Kampus: Jl. Semarang 5 Malang 65145.

bagai bahan bangunan maupun mebel. *Glulam* atau kayu laminasi merupakan salah satu metode yang bisa dipakai. *Glulam* (*Glued Laminated*) adalah susunan beberapa lapis kayu direkatkan satu sama lain secara sempurna tanpa terjadi diskontinuitas perpindahan tempat (Gurdal *et al* dalam Sulistyawati, 2008). Kelebihan laminasi adalah pengaturan material dapat disesuaikan dengan tegangan yang terjadi, posisi cacat kayu dapat diatur atau dihilangkan, dimensi penampang laminasi tidak tergantung pada diameter kayu.

Material yang digunakan sebagai penyusun laminasi adalah bambu petung dan kayu sengon. Bambu petung (*Dendrocalamus asper*) termasuk dalam *family gramineae* disebut juga *giant grass* (Anonim, 2009). Penggunaan bambu selama ini masih bersifat sekunder, yaitu untuk kepentingan pembuat perancah, reng, serta terbatas pada *furniture* (Handayani, 2007). Di sisi lain ketersediaan bambu petung sangat banyak, harganya relatif murah, masa panennya cepat, serta memiliki sifat-sifat mekanik yang tinggi. Dengan rekayasa laminasi pemanfaatan bambu petung bisa dioptimalkan sebagai material konstruksi.

Kayu sengon (*Albizia falcata Backer*) merupakan salah satu produk Hutan Tanaman Industri (HTI). Kayu ini termasuk jenis cepat tumbuh dengan kelas kuat IV–V. Keawetan sengon termasuk dalam kelas awet IV sampai V (Fakhri, 2001). Jumlahnya di Indonesia cukup tinggi yakni tersebar di seluruh Jawa, Maluku, dan Papua (Iskandar, 2006). Karena kelas kuat dan kelas awetnya yang rendah kayu sengon belum dapat dimanfaatkan sebagai konstruksi. Oleh sebab itu rekayasa kayu sengon sebagai penyusun laminasi merupakan alternatif dalam mengoptimalkan pemanfaatan kayu sengon.

Adapun laminasi bambu petung dan kayu sengon tidak serta merta bisa dipakai sebagai bahan bangunan. Perlu

dilakukan analisa untuk mengetahui kelayakan laminasi bambu petung dan kayu sengon sebagai konstruksi. Salah satu kajian dalam menganalisis kekuatan laminasi adalah untuk mengetahui kapasitas tekannya. Kapasitas tekan nantinya bermanfaat untuk mendesain jenis struktur kolom. Penelitian mengenai kapasitas tekan kolom dari bahan laminasi bambu petung dan kayu sengon diharapkan dapat menjadi sumbangan penting dalam bidang rekayasa konstruksi.

Dalam penelitian ini dibuat tiga macam variasi penampang kolom laminasi, antara lain kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1 : 3, 1 : 1, dan 3 : 1. Dari tiga variasi tersebut diharapkan dapat diketahui rasio mana yang memiliki kapasitas tekan maksimum. Sebelum kolom laminasi dibuat, terlebih dahulu dilakukan uji pendahuluan terhadap bahan-bahan pembentuk kolom laminasi, yaitu kayu sengon dan bambu petung. Uji sifat fisika dan mekanika kayu sengon dan bambu petung bertujuan mengetahui parameter kayu sengon dan bambu yang diperlukan untuk menganalisis kolom laminasi yang dibuat.

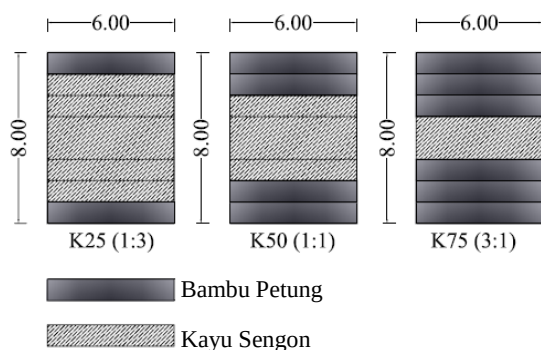
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui: (1) Sifat fisika dan mekanika kayu sengon dan bambu petung sebagai bahan kolom laminasi, (2) Ada tidaknya peningkatan kapasitas tekan kolom laminasi dari bahan bambu petung dan kayu sengon yang ditinjau dari besarnya rasio penampang bambu petung terhadap kayu sengon sebesar 1 : 3, 1 : 1, dan 3 : 1.

METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen dengan tiga macam rasio tampang laminasi seperti ditunjukkan pada Gambar 1, yaitu rasio bambu petung terhadap kayu sengon sebesar 1 : 3 (persentase bambu 25%), 1 : 1 (persentase bambu 50%), dan 3 : 1 (persentase bambu

75%). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kapasitas tekan kolom laminasi, sedangkan rasio bambu petung dan kayu sengon serta panjang kolom sebagai variabel bebas. Panjang kolom ditentukan sebesar 17,32 cm; 51,56 cm; 86,60 cm; 121,24 cm; 155,88 cm; 190,53 cm; 225,15 cm; dan 259,81 cm. Dimensi penampang kolom sebesar 60 mm x 80 mm ukuran ini dibuat berdasar skala konstruksi dan mengikuti Spesifikasi Ukuran Kayu untuk Bangunan Rumah dan Gedung (SK-SNI-05-1990-F).

Perekat terpakai adalah *urea* formaldehida dengan merk dagang *UA-181* yang diperoleh dari PT. Pamolite Adhesive Industri, Probolinggo, Jawa Timur. Jumlah perekat untuk rekatan kayu dengan kayu sebesar 50/MDGL, untuk rekatan bambu dengan kayu serta bambu dengan bambu digunakan perekat 60/MDGL. Hasil pengujian tekan kolom dengan tiga macam variasi kemudian dibandingkan untuk mengetahui pengaruh variasi bahan penyusun terhadap kapasitas tekan kolom.



Gambar 1. Susunan Bahan Laminasi untuk Masing-masing Variasi Rasio Bambu Petung terhadap Kayu Sengon

Uji pendahuluan yang dilakukan antara lain (1) Uji kadar air (2) uji kerapatan (3) uji tekan sejajar serat (4) uji tarik sejajar serat (5) uji geser sejajar serat. Ukuran dan bentuk benda uji pendahuluan mengikuti standart yang digunakan, untuk kayu sengon dipakai

standart ASTM sedangkan untuk bambu petung dipakai standart ISO 1975.

HASIL

Sifat Fisika dan Mekanika Bambu Petung dan Kayu Sengon

Pengujian sifat fisik dan mekanik bambu petung ditujukan untuk mendapatkan data sifat fisik dan kekuatan mekanik secara menyeluruh karena bambu dan kayu memiliki sifat heterogenitas yang tinggi. Hasil uji sifat fisika dan mekanika bambu petung dan kayu sengon dicantumkan dalam Tabel 1. Dari keseluruhan hasil pengujian sifat fisika dan mekanik bahan pembentuk kolom laminasi pada Tabel 1, bisa ditarik kesimpulan bahwa bambu memiliki sifat mekanik yang lebih unggul daripada kayu sengon.

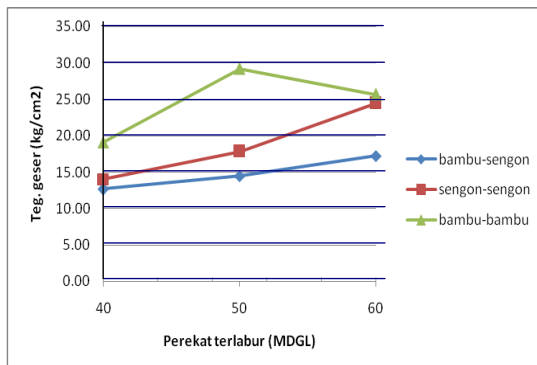
Tabel 1. Sifat Fisik dan Mekanik Kayu Sengon dan Bambu Petung

No.	Jenis Pengujian	Bambu Petung	Kayu Sengon	Unit
1	Kerapatan	0,689	0,316	Gr/cm ³
2	Kadar Air	10,93	13,52	%
3	Tekan Sejajar Serat	771,89	179,74	Gr/cm ³
4	Tarik Sejajar Serat	4282,51	499,42	Gr/cm ³
5	MOE Tekan	331,873	19.511,6	Gr/cm ³
6	Geser (solid)	50,89	51,27	Gr/cm ³

Hasil Uji Blok Geser Laminasi

Blok geser laminasi dibuat dengan tiga macam rekatan, yaitu 40/MDGL, 50/MDGL, dan 60/MDGL. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 2, gambar tersebut menunjukkan bahwa ikatan antara bambu petung dan sengon merupakan ikatan terlemah jika dibanding yang lain. Kuat rekat rata-rata antara bambu petung dan bambu petung sebesar 24,65 kg/cm², kuat rekat rata-rata antara kayu sengon dengan kayu sengon sebesar 18,78 kg/cm², sedangkan kuat rekat rata-

rata antara bambu petung dengan kayu sengon sebesar $14,78 \text{ kg/cm}^2$.



Gambar 2 Grafik Hasil Uji Blok Geser Laminasi

Perbandingan Kapasitas Tekan Kolom Laminasi Tiap Rasio

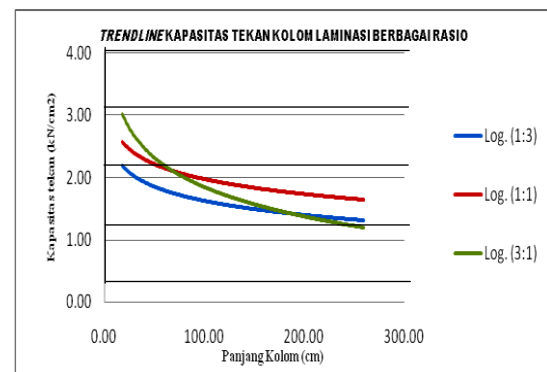
Tabel 2 menunjukkan kapasitas tekan rerata kolom laminasi bambu petung dan kayu sengon dengan rasio bambu terhadap kayu 1 : 3, 1 : 1, dan 3 : 1. Hasil penelitian kapasitas tekan pada Tabel 2 menunjukkan kecenderungan bahwa semakin panjang kolom semakin kecil kapasitas tekannya, hal tersebut berlaku untuk tiga variasi rasio kolom.

Tabel 2. Kapasitas Tekan Rerata Kolom Laminasi Berbagai Rasio

Panjang (cm)	Teg. Tekan Rerata (kg/cm^2)		
	(1 : 3)	(1 : 1)	(3 : 1)
17,32	229,14	253,81	331,91
51,56	172,36	225,83	186,10
86,6	145,10	197,44	184,70
121,24	149,24	190,75	154,78
155,88	196,28	197,02	161,49
190,53	139,16	157,96	176,02
225,15	139,01	171,40	126,61
259,81	117,58	166,47	120,77

Untuk mengetahui perbandingan kapasitas tekan kolom laminasi antar variasi dibuat grafik *trendline* yang bisa dilihat pada Gambar 3. Dari gambar tersebut dapat dilihat adanya selisih kapasitas tekan kolom laminasi antar rasio. Kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon sebesar 1 : 1 memiliki kapa-

sitas tekan lebih tinggi dari kolom dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1 : 3, hal tersebut berlaku untuk seluruh panjang kolom. Kolom dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 3 : 1 memiliki kapasitas tekan lebih rendah dari kolom dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1 : 1, kecuali untuk kolom berukuran pendek.



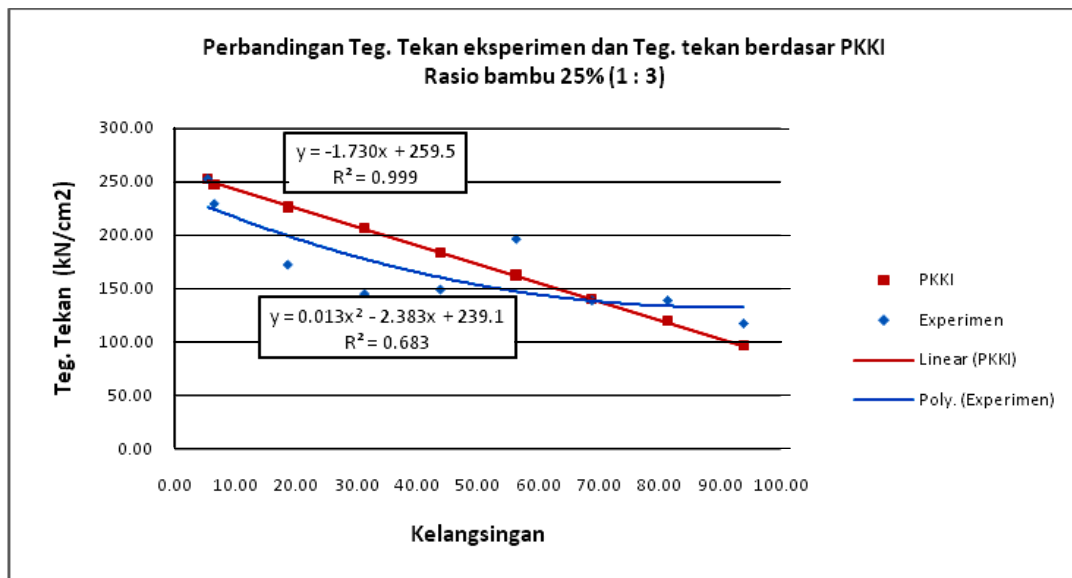
Gambar 3. Trendline Kapasitas Tekan Kolom Laminasi Berbagai Rasio

Untuk mengetahui besarnya perbedaan kapasitas tekan kolom laminasi bambu petung dan kayu sengon berbagai rasio, dilakukan perhitungan selisih kapasitas tekan rerata yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3. Pada Tabel 3 ditunjukkan adanya peningkatan kapasitas tekan kolom laminasi untuk penambahan persentase bambu sebesar 25% (rasio bambu terhadap sengon 1 : 3) menjadi 50% (rasio bambu terhadap sengon 1 : 1), peningkatan kapasitas tekan tersebut berkisar $0,74 \text{ kg/cm}^2$ hingga $53,47 \text{ kg/cm}^2$. Untuk penambahan persentase bambu sebesar 50% (rasio bambu terhadap sengon 1 : 1) menjadi 75% (rasio bambu terhadap sengon 3 : 1) terlihat kecenderungan penurunan kapasitas tekan yang berkisar antara $12,74 \text{ kg/cm}^2$ hingga $45,69 \text{ kg/cm}^2$.

Tabel 3. Selisih Kapasitas Tekan Kolom Tiap Rasio

Panjang (cm)	Teg. Tekan (kg/cm ²)			Selisih Kapasitas Tekan (kg/cm ²)	
	Rasio 1 : 3	Rasio 1 : 1	Rasio 3 : 1		
	(a)	(b)	(c)	(b – a)	(c – b)
17,32	229,14	253,81	331,91	24,67	78,10
51,56	172,36	225,83	186,10	53,47	-39,73
86,6	145,10	197,44	184,70	52,34	-12,74
121,24	149,24	190,75	154,78	41,51	-35,97
155,88	196,28	197,02	161,49	0,74	-35,53
190,53	139,16	157,96	176,02	18,80	18,06
225,15	139,01	171,40	126,61	32,39	-44,79
259,81	117,58	166,47	120,77	48,89	-45,69

Keterangan: Nilai positif (+) menunjukkan peningkatan kapasitas tekan
 Nilai negatif (-) menunjukkan penurunan kapasitas tekan



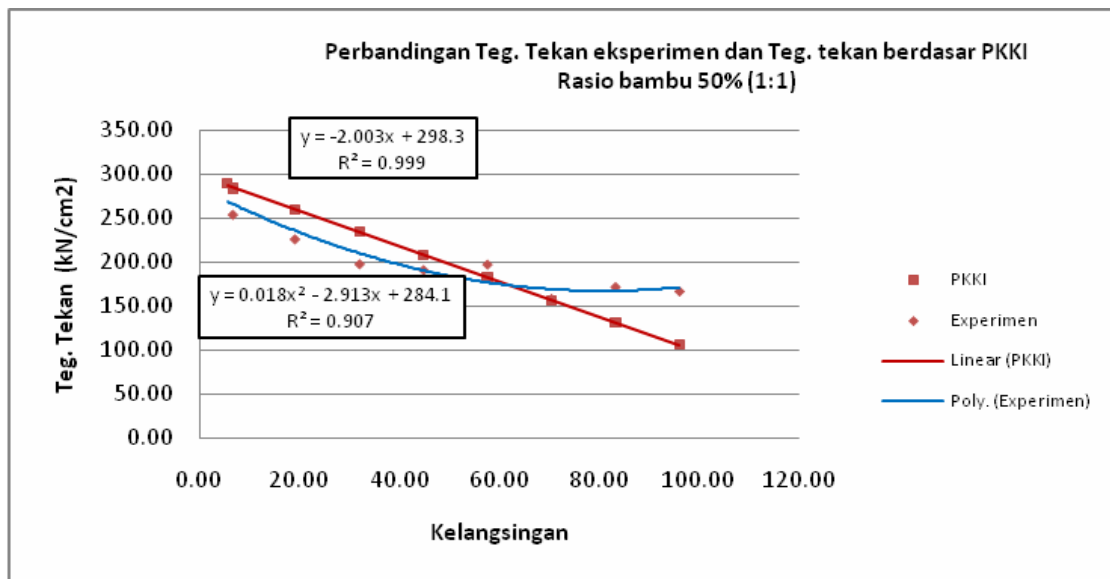
Gambar 4. Perbandingan Tegangan Tekan Eksperimen dan Tegangan Tekan Berdasar PKKI untuk Kolom Laminasi Rasio 1 : 3

Perbandingan Kapasitas Tekan Kolom Laminasi dengan Tegangan Menurut PKKI

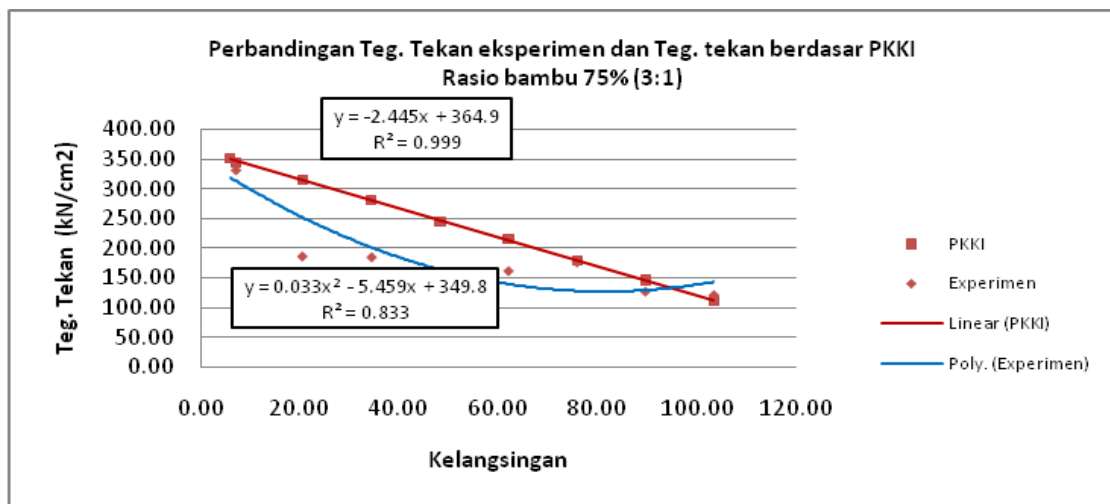
Setelah data hasil uji kapasitas tekan kolom laminasi terkumpul, diadakan perbandingan dengan perencanaan batang tekan kayu menurut PKKI. Acuan yang digunakan untuk perhitungan batang tekan menurut PKKI adalah kapasitas tekan kolom laminasi pendek, kapasitas tekan pada kolom pendek tersebut dapat di-

anggap sebagai tegangan leleh kolom laminasi. Hasil perbandingan tersebut diplot sebagai grafik dan bisa dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 diketahui bahwa kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1 : 3 dan 1 : 1, kapasitas tekannya mulai melampaui kolom kayu utuh pada kelangsingan antara 60 hingga 70, sedangkan untuk kolom



Gambar 5. Perbandingan Tegangan Tekan Eksperimen dan Tegangan Tekan Berdasar PKKI untuk Kolom Laminasi Rasio 1 : 1



Gambar 6. Perbandingan Tegangan Tekan Eksperimen dan Tegangan Tekan Berdasar PKKI untuk Kolom Laminasi Rasio 3 : 1

laminasi dengan rasio antara bambu petung terhadap kayu sengon 3 : 1 mulai melampaui kapasitas tekan kolom kayu utuh pada kelangsingan di atas 90.

PEMBAHASAN

Sifat Fisika dan Mekanika Bambu Petung dan Kayu Sengon

Bambu petung dalam penelitian ini memiliki nilai kerapatan, kadar air, tegangan

tekan sejajar serat, tegangan tarik sejajar serat, tegangan geser sejajar serat, dan modulus elastisitas tekan berturut-turut sebesar: 0,689 gr/cm³, 10,93 %, 763,2 kg/cm², 4412,91 kg/cm², 50,89 kg/cm², dan 331.873 kg/cm². Jika digolongkan kedalam kelas kuat kayu menurut PKKI 1961 maka bambu petung yang dipergunakan dalam penelitian ini termasuk dalam kelas kuat I–II.

Kayu sengon dalam penelitian ini memiliki nilai kerapatan, kadar air, tegangan tekan sejajar serat, tegangan tarik sejajar serat, tegangan geser sejajar serat, dan modulus elastisitas tekan berturut-turut sebesar: 0,316 gr/cm³, 13,52 %, 179,74 kg/cm², 499,42 kg/cm², 51,27 kg/cm², dan 19.511,63 kg/cm². Jika digolongkan kedalam kelas kuat kayu menurut PKKI 1961 maka kayu sengon dalam penelitian ini termasuk dalam kelas kuat IV–V.

Hasil Uji Blok Geser Laminasi

Dari hasil uji blok geser laminasi diketahui bahwa rekatan heterogen antara bambu dan kayu memberikan kuat rekat terlemah, hal tersebut sangat rentan untuk kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 3 : 1, dimana rekatan heterogennya terdapat di pertengahan penampang kolom sehingga menerima tegangan geser yang tinggi.

Perbandingan Kapasitas Tekan Kolom Laminasi Tiap Rasio

Dari keseluruhan kolom laminasi berbagai rasio, semuanya menunjukkan pola bahwa semakin panjang kolom laminasi semakin kecil beban yang dapat dipikul. Kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1 : 3 memiliki kapasitas tekan berkisar antara 105,36 kg/cm² hingga 247,51 kg/cm². Kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1 : 1 memiliki kapasitas tekan berkisar antara 126,10 kg/cm² hingga 284,51 kg/cm². Kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 3 : 1 memiliki kapasitas tekan berkisar antara 85,41 kg/cm² hingga 371,22 kg/cm².

Dari perbandingan *trendline* diketahui bahwa kolom laminasi dengan rasio bambu petung 1 : 1 memiliki kapasitas tekan lebih tinggi dari kolom laminasi dengan menggunakan rasio 1 : 3, hal tersebut berlaku untuk seluruh variasi panjang kolom. Sedangkan kolom laminasi de-

ngan rasio bambu petung terhadap sengon 3 : 1 memiliki kapasitas tekan yang lebih rendah dari kolom laminasi dengan rasio 1 : 1, kecuali pada kolom laminasi berukuran pendek.

Setelah dilakukan perhitungan selisih kapasitas tekan antar variasi kolom laminasi, diketahui bahwa peningkatan kapasitas tekan untuk perubahan rasio bambu petung terhadap sengon 1 : 3 menjadi 1 : 1 berkisar antara 0,74 kg/cm² hingga 53,47 kg/cm². Sedangkan penurunan kapasitas tekan untuk perubahan rasio bambu petung terhadap sengon 1 : 1 menjadi 3 : 1 berkisar antara 17,24 kg/cm² hingga 45,69 kg/cm².

Kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap sengon 3 : 1 seharusnya memiliki kapasitas tekan terbesar karena memiliki persentase bambu petung lebih tinggi dari variasi rasio lain. Akan tetapi pada pengujian blok geser laminasi diketahui bahwa kuat rekat heterogen antara bambu dan sengon merupakan rekatan terlemah dari yang lain, rekatan tersebut sangat dekat dengan sumbu netral yang memiliki tegangan geser tinggi, sehingga bambu petung dan kayu sengon bekerja sendiri-sendiri dalam menahan beban.

Perbandingan Kapasitas Tekan Kolom Laminasi dengan Tegangan Menurut PKKI

Dari plot data kapasitas tekan eksperimen dan perhitungan berdasarkan PKKI, didapatkan Gambar 3, 4, dan 5 yang menunjukkan pola tegangan tekan eksperimen dan tegangan tekan analitis. Berdasarkan gambar-gambar tersebut dapat dilihat bahwa untuk kolom-kolom panjang, nilai kapasitas tekan kolom laminasi melampaui nilai kapasitas tekan kolom kayu utuh, sedangkan untuk kolom pendek, nilai kapasitas tekan kayu utuh lebih unggul. Untuk kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1 : 3 dan 1 : 1, kapasitas tekannya

mulai melampaui kolom kayu utuh pada kelangsingan antara 60 hingga 70, sedangkan untuk kolom laminasi dengan rasio antara bambu petung terhadap kayu sengon 3 : 1 mulai melampaui kapasitas tekan kolom kayu utuh pada kelangsingan di atas 90.

Hal tersebut menunjukkan bahwa kolom laminasi sangat efisien jika digunakan sebagai kolom panjang dibandingkan dengan kolom kayu utuh yang memiliki nilai tegangan leleh yang sama. Posisi bambu petung yang berada dibagian luar sangat efektif dalam mengatasi tarik yang diakibatkan oleh lentur.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan bisa ditarik simpulan sebagai berikut: (1) Kayu sengon yang dipergunakan dalam penelitian ini termasuk dalam kelas kuat IV–V, bambu petung dalam penelitian termasuk dalam kelas kuat I–II. (2) Kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1 : 1 menunjukkan peningkatan kapasitas tekan jika dibandingkan kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap sengon 1 : 3, peningkatan kapasitas tekan tersebut berkisar antara 0,74 kg/cm² hingga 53,47 kg/cm. Kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 3 : 1 menunjukkan penurunan kapasitas tekan jika dibandingkan kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1 : 1, kecuali untuk kolom berukuran pendek, penurunan kapasitas berkisar antara 17,24 kg/cm² hingga 45,69 kg/cm².

Gagal geser merupakan salah satu penyebab kerusakan struktur kolom laminasi, sebaiknya diteliti cara mengatasi besarnya gaya geser sehingga kegagalan geser terutama pada garis rekatan dapat dihindari. Selain itu perlu diteliti mengenai kolom laminasi dengan beban eksentris sebab kolom dengan beban sentris hanya dapat dimanfaatkan sebagai

batang tekan pada kuda-kuda, belum dapat digunakan sebagai kolom portal.

DAFTAR RUJUKAN

- Anonim. 2003. *Standart Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber*, Annual Book of ASTM Standards. Baltimore-USA.
- Anonim. 2009 *Filosofi pohon bambu*, (online) (<http://lifestyle.okezone.com/index.php/read/2009/09/18/30/258835/filosofi-pohon-bambu>) diakses 29 November 2009.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1961. *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia NI-5 (PKKI-1961)*. Bandung: Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Spesifikasi Ukuran Kayu untuk Bangunan Rumah dan Gedung (SK SNI-S05-1990-F)*. Bandung: Yayasan LPMB
- Fakhri. 2001. *Pengaruh Jumlah Kayu Pengisi Balok Komposit Kayu Keruing-Sengon terhadap Kekuatan dan Kekakuan Balok Kayu Laminasi (Glulam Beams)*. Universitas Pascasarjana UGM.
- Handayani. 2007. *Pengujian Sifat Mekanik Bambu: Metode Pengawetan dengan Boraks*. Semarang: Universitas Semarang
- Iskandar, 2006. *Pemanfaatan Kayu Hutan Rakyat Sengon (Paraserianthes falcatera (l) nielsen) untuk Kayu Rakitan*. Prosiding Seminar Litbang Hasil Hutan.
- Sulistyawati. 2008. *Kekakuan dan Kekuatan Lentur Maksimum Balok Glulam dan Utuh Kayu Akasia*. Jakarta: Universitas Trisakti
- Sulistyawati, dkk. 2008 *Kekuatan Lentur Glued Laminated (Glulam) Kayu Vertikal dan Horizontal dengan Metode "Transformed Cross Section"*. Bogor: IPB.

*Lezian Arsina adalah Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang.
Karyadi dan Sutrisno adalah Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang.
Kampus: Jl. Semarang 5 Malang 65145.*