

Pengaruh Variasi Tinggi (*h*) Balok Pada Kuat Lentur Balok Bambu Petung Laminasi

Andik Parmanto

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

andikparmanto23@gmail.com

Abstrak

Bambu merupakan material alami yang cocok digunakan sebagai pengganti material kayu sebagai bahan konstruksi bangunan. Bambu sangat mudah dijumpai di Indonesia sama halnya dengan kayu namun kayu untuk digunakan sebagai bahan konstruksi membutuhkan waktu yang lama berbeda dengan bambu hanya membutuhkan waktu tidak terlalu lama kisaran 4-5 tahun. Bambu apabila digunakan sebagai alternatif pengganti kayu konvensional sering kali terkendala dengan bentuknya, maka dari itu dengan proses laminasi, bambu dapat disusun antar bilah bambu seperti halnya kayu berbentuk persegi ataupun persegi panjang.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi tinggi (*h*) balok pada kuat lentur bambu petung laminasi serta kekakuan batang pada setiap variasi tinggi (*h*) balok bambu petung laminasi dengan dimensi bilah berukuran sama yaitu 5mmx20mm. Metode penelitian ini menggunakan Metode uji lentur two point loading. Variasi tinggi (*h*) balok bambu petung yang digunakan yaitu 60mmx100mm, 60mmx110mm, 60mmx130mm.

Hasil penelitian menunjukkan dengan adanya penambahan variasi tinggi berpengaruh baik dalam hal beban maksimum semakin adanya penambahan variasi tinggi (*h*) semakin tinggi pula beban maksimum, apabila diteliti pada kuat lentur menunjukkan variasi dimensi 60mmx110mm merupakan rasio tinggi paling efektif yaitu sebesar 31,66 MPa dan untuk kekakuan batang pada variasi tinggi 60mmx110mm paling rendah angka kekakuannya sehingga semakin rendah angka kekakuan semakin lentur batang tersebut, serta memenuhi syarat pada kondisi layan dan lendutan ijin berdasarkan SNI-PKKI-2002.

Kata kunci: Bambu, kuat lentur, laminasi

Abstract

Bamboo is a natural material that is suitable for use as a substitute for wood materials as building construction materials. Bamboo is very easy to find in Indonesia as well as wood, but wood for use as a construction material takes a long time different from bamboo, which only takes a short time range of 4-5 years. Bamboo, when used as an alternative to conventional wood, is often constrained by its shape, so with the lamination process, bamboo can be arranged between bamboo blades as if it were square or rectangular.

*The purpose of this study was to determine the effect of height variation (*h*) on the flexural strength of laminated petung bamboo and stem stiffness on each variation of height (*h*) laminated petung bamboo beam with dimensions of the same sized blade, 5mmx20mm. This research method uses two point loading flexural test method. The height variation (*h*) of petung bamboo beams used is 60mmx100mm, 60mmx110mm, 60mmx130mm.*

*The results showed that the addition of high variations had a good effect on the maximum load, the more the addition of high variations (*h*) the higher the maximum load, when examined in flexural strength showed variations in dimensions of 60mmx110mm was the most effective ratio of 31,66 MPa and for the stiffness of the stems in the variation of 60mmx110mm height is the lowest stiffness so that the lower the stiffness the more flexible the stems, and to fulfill the conditions for permit and deflection conditions based on SNI-PKKI-2002.*

Keywords: Bamboo, flexural strength, laminated

PENDAHULUAN

Perkembangan jumlah penduduk yang sangat pesat berakibat meningkatnya kebutuhan akan perumahan dan kebutuhan kayu (Morisco, 1999). Kebutuhan kayu yang berlebihan dapat mengakibatkan eksploitasi kayu hutan yang berlebihan sehingga membahayakan kelestarian hutan. Penggunaan kayu agar menjaga

kelestarian hutan, sehingga perlu dicari bahan bangunan lain sebagai pengganti kayu hutan, diantaranya adalah bambu (Morisco, 1999).

Pemilihan bambu sebagai bahan bangunan pengganti dapat didasarkan pada harganya yang relatif rendah, pertumbuhan cepat, mudah ditanam, mudah dikerjakan, serta serat bambu memiliki kekuatan tarik yang tinggi, seperti pada

kuat tarik kulit bambu Ori sekitar dua kali tegangan luluh baja (Morisco, 1999)

Menurut Morisco (1999), Bambu merupakan bahan alami yang sangat dipertimbangkan sebagai bahan bangunan non kayu di Indonesia. Hal yang menjadi alasannya adalah tanaman bambu mudah dijumpai di Indonesia. Perkembangan bambu kurang lebih 80% dari keseluruhan bambu yang ada di dunia tumbuh di Asia Selatan dan Asia Tenggara, salah satunya Indonesia. Bambu sudah sering dijumpai sebagai bahan bangunan rumah sederhana sejak jaman dahulu kala secara turun-temurun (Morisco, 1999). Pemakaian bambu untuk rumah sederhana tersebut hanya berdasarkan pada adat kebiasaan nenek moyang terdahulu, maka masyarakat tradisional tidak pernah melakukan proses desain/perhitungan kekuatan rumah bambu sebelumnya. (Morisco, 1999).

Proses laminasi dan penyambungan sangat terkait dengan proses perekatan. Dalam proses perekatan bambu ada tiga aspek utama yang mempengaruhi bahan yang direkat (bambu), aspek bahan perekat dan aspek teknologi perekata. Material bambu meliputi struktur dan bagian dalam dari bambu (susunan sel, arah serat) dan sifat fisika (kerapatan, kadar air, kembang susut dan porositas). Aspek perekatan meliputi jenis, sifat dan kegunaan perekat. Aspek teknologi perekatan meliputi komposisi perekat, berat laburan, pengempaan dan kondisi kerja (durasi, suhu, cara pelaksanaan). (Prayitno, 1995).

Pemakaian 2 variasi dimensi tampang bilah bambu yang digunakan yaitu dimensi bilah 15x5 mm dan dimensi bilah 25x5 mm, didapat hasil bahwa pemakaian dimensi tampang bilah bambu 15mmx5mm pada balok laminasi, mempunyai kekuatan menahan beban dan tegangan lentur, masing-masing 11,8% dan 19,8% lebih besar daripada dimensi tampang bilah bambu 25mmx5 mm.

Kerapatan pada sampel benda uji bambu Petung yang diamati berkisar antara 0,7 g/cm³ sampai dengan 0,75 g/cm³ dengan nilai rata-rata 0,73 g/cm³, maka penggunaan rasio dimensi bilah 1/3 lebih besar dari 1/5 dengan dimensi yang digunakan 60mmx120mm rasio lebar:tinggi balok yaitu 1:2. Kerapatan bambu Petung ini dapat diklasifikasikan menurut PKKI-1961 ke dalam kelas kuat II dengan rentang berat jenis 0,6 - 0,9. (Agus Setya Budi,2006)

KAJIAN PUSTAKA

Rasio Dimensi Balok

Balok dapat dibedakan menjadi dua yaitu balok lantai dan balok loteng. Balok lantai merupakan konstruksi kayu yang terbawah untuk menopang lantai sedangkan balok loteng terletak pada bangunan yang lebih tinggi, balok loteng memisahkan dua tingkat (dua ruang di atas dan di bawahnya). Sekaligus juga menopang plafond an lantai di samping itu juga menjadi batas antara ruang yang teratas dan kuda-kuda atap, serta dibebani kuda-kuda atap. (Heinz;2004)

Pada perencanaan konstruksi pelat lantai dengan balok kayu, jarak balok lantai dan balok loteng, selain harus memenuhi kebutuhan kestabilan, harus juga memperhatikan ukuran-ukuran bahan bangunan yang tersedia di pasaran setempat, terutama dalam hubungan dengan konstruksi lantai dasar, bahan penutup lantai, dan langit-langit. (Heinz;2004)

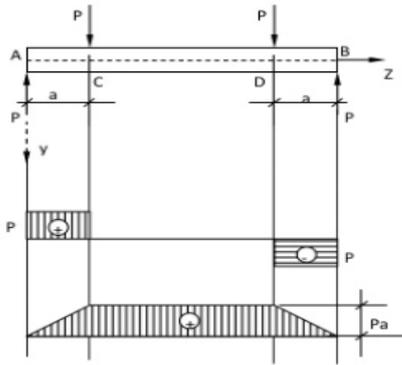
Konstruksi pelat lantai dengan balok kayu biasanya diletakkan tegal lurus terhadap dinding yang menerima beban dengan arah lebar ruang (sisi yang pendek) sehingga momen sekecil mungkin. Jarak di antara balok dipilih seragam antara 45 cm (kontruksi rangka terusan) dan 60-70 cm (konstruksi rangka tersusun). Untuk menghemat kayu dan memperoleh konstruksi kayu yang ekonomis, diutamakan balok terusan daripada balok tunggal saja. Tinggi balok terbatas pada 20 cm (menurut pasaran) dan perbandingan lebar balok:tinggi balok tidak melebihi 1:3. (Heinz;2004)

Tabel 1. Muatan Balok beban layan

No	Muatan Mati	Beban
1	Konstruksi pelat lantai dengan balok kayu (lebar bentang <5.0 m)	$g_1 = 0,4 \text{ kN/m}^2$
2	Langit-langit dari pelat semen berserat/triplek dsb. Dan konstruksi penggantung dari kayu berjarak <80 cm	$g_2 = 0,18 \text{ kN/m}^2$
No	Muatan Hidup	$q = 2 \text{ kN/m}^2$ dan tangga rumah tinggal biasa (3 kN/m ² apabila untuk balkon)
	Muatan ini dianggap pada lantai	
	Total	2,58 kN/m ²

Balok Terlentur

Balok yang dibebani oleh beban P dengan diagram gaya lintang (gaya geser) dan diagram momennya di tengah bentang tidak terdapat gaya lintang yang bekerja dan momen menjadi $M = P.a$ maka kondisi seperti itu dapat disebut sebagai lentur murni (Frick,Heinz, 2004).



Gambar 1. Pembebanan sistem *two point loading*

MoR dan MoE Balok Pembebanan 2 Titik (*two point loading*)

Sebagai komponen struktur, maka kapasitas lentur balok kayu laminasi ditentukan berdasarkan harga modulus of rupture yang merupakan tegangan lentur maksimum balok. Untuk tingkat kekakuan balok, yang menjadi tolak ukur adalah besaran modulus elastisitas. Untuk memperoleh harga modulus of rupture (*MoR*) dan modulus elastisitas (*MoE*), digunakan hubungan-hubungan yang disajikan dalam Persamaan 1 dan Persamaan 2 (sistem pembebanan *two point loading*) seperti yang terlihat pada Gambar 1:

$$MoR = \frac{6P_{maks}L}{bh^2} \dots\dots\dots(1)$$

$$MoE = \frac{P_{maks}L^3}{4bh^3\Delta} \dots\dots\dots(2)$$

dengan P_{maks} adalah beban ultimit (N), a adalah jarak tumpuan dengan titik dimana momen ditinjau /lengan gaya (mm), b adalah lebar balok, h adalah tinggi balok, Δ adalah lendutan proporsional (mm), *MoR* adalah tegangan lentur maksimum balok, L adalah panjang bentang (mm) dan *MoE* modulus elastisitas balok.

Kekakuan Balok Laminasi

Bekerjanya momen pada elemen lentur akan menimbulkan kelengkungan di sepanjang bentang balok

$$\Delta = \frac{M}{EI} \dots\dots\dots(3)$$

$$K = \frac{P}{\Delta} \dots\dots\dots(4)$$

dengan P adalah beban yang bekerja (N), Δ adalah defleksi balok (mm), K adalah nilai kekakuan balok (N/mm), M adalah momen lentur yang bekerja, EI adalah faktor kekakuan balok.

METODE

Alur Penelitian



Gambar 2. *Flow Chart* Penelitian

Bahan Penelitian

Bambu yang digunakan yaitu bambu petung yang didatangkan dari Sleman, Yogyakarta. Bambu menggunakan dimensi bilah 5 mm x 20 mm dalam penyusunan balok ukuran 60 mm x 100 mm, 60 mm x 110 mm, 60 mm x 130 mm.

Peralatan

Mesin Pengujian menggunakan TTM (*Tokyo Testing Machine*) di Universitas Gadjah Mada

Benda Uji Balok Bambu Petung Laminasi

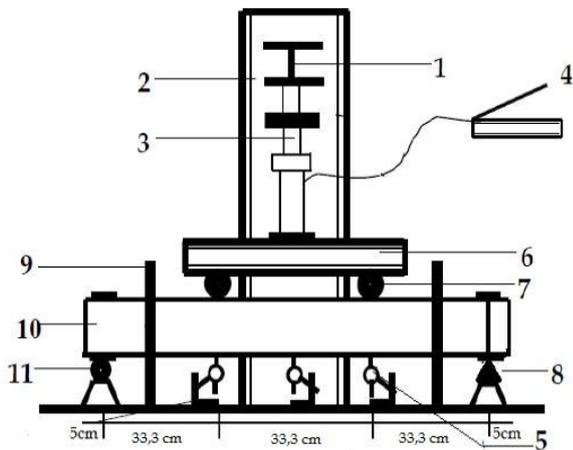
Tabel 2. Benda uji bambu petung laminasi

	Kontrol 1:2	BBL _{1,n} 1:1,67	BBL _{2,n} 1:1,83	BBL _{3,n} 1:2,16
Lebar	60 mm	60 mm	60 mm	60 mm
Tinggi	120 mm	100 mm	110 mm	130 mm
Panjang	1000 mm	1000 mm	1000 mm	1000 mm
Dimensi Bilah	5x20 mm	5x20mm	5x20 mm	5x20 mm

Pengujian Balok Bambu Petung Laminasi

Pengujian balok bambu petung laminasi dilakukan pada tumpuan sederhana (*sendi-rol*) dengan *two point loading system* dengan membagi beban pada jarak sepertiga bentang. Pengekangan lateral disediakan untuk mencegah adanya kontribusi pengaruh geser lateral. Dari seting ini diharapkan terjadi keruntuhan lentur pada benda uji.

Selanjutnya pembebanan dilakukan secara bertahap dimana beban ditambah dengan penambahan beban sebesar 10 kg dan kelipatannya, serta dilakukan pencatatan lendutan yang terjadi. Selama pembebanan berlangsung diamati kerusakan yang terjadi pada benda uji.



Gambar 3. Setting Pengujian

Keterangan:

1. Loading Frame
2. Frame
3. Load Cell
4. Hydraulic Jack
5. Transducer Indikator
6. Balok Pembagi Beban
7. Beban Titik
8. Tumpuan sendi
9. Pengekang lateral
10. Benda Uji
11. Tumpuan Roll

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Balok Bambu Petung Laminasi

Data-data yang didapat dari uji lentur balok bambu petung laminasi adalah beban maksimum, lendutan yang terjadi untuk setiap kenaikan pembebanan dan jenis kerusakan yang terjadi. Dari data-data tersebut maka pada masing-masing balok laminasi dapat dihitung besar kekuatan balok dan kuat lentur balok.

Tabel 3. Beban maksimum dan kuat lentur

Kode	Beban Maks (N)	Rerata Beban Maks	Lendutan Δ (mm)	Rerata Lendutan (mm)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rerata
K ₁	11624,5		17,9805		26,88	
K ₂	12219,2	13265	13,9867	16,7105	28,26	30,67
K ₃	15949,8		18,1643		36,88	
BBL _{1,1}	9245,6		9,3579		30,79	
BBL _{1,2}	11768,7	9389,8	13,5689	9,8843	39,19	31,27
BBL _{1,3}	9533,9		10,4107		31,75	
BBL _{2,1}	11426,2		20,5205		31,45	
BBL _{2,2}	11714,6	11504	18,415	17,9025	32,24	31,66
BBL _{2,3}	11372,2		14,7721		31,30	
BBL _{3,1}	10687,3		14,6384		21,06	
BBL _{3,2}	14183,6	14193	18,415	16,7022	27,95	27,97
BBL _{3,3}	14201,7		14,9893		27,98	

Dari hasil pengujian lentur di laboratorium, kerusakan yang terjadi pada balok laminasi dapat dikelompokkan menjadi 2 kondisi, yaitu

1. Kerusakan di titik pembebanan balok

Kerusakan tersebut terjadi tepat di titik pembebanan, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4. Hal tersebut dapat terjadi akibat kuat tekan tegak lurus bambu yang lemah dan adanya tegangan tekan pada sisi atas akibat melendutnya balok bambu petung laminasi.



Gambar 4. Pola kerusakan pada titik pembebanan balok

2. Kerusakan geser di sepanjang bentang perekat

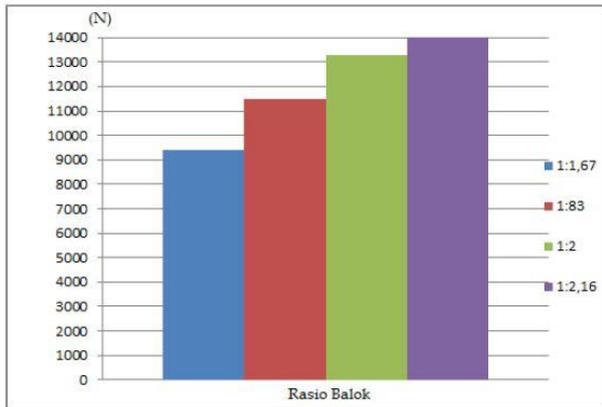
Balok bambu petung laminasi dibebani suatu gaya, maka tegangan dan regangan akan terjadi di seluruh bagian interior balok. Momen lentur yang terjadi mengakibatkan bagian bawah balok mengalami gaya tarik dan bagian atas balok mengalami gaya tekan. Akibat adanya gaya tekan dan gaya tarik yang saling berlawanan pada garis netral, maka pada daerah sekitar sepanjang garis netral tersebut terjadi geser sehingga lebih rentan terjadi kerusakan dibanding pada posisi garis yang lain. Hal tersebut lebih disebabkan karena adanya kurang sempurnanya dalam proses perekatan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kerusakan perekat pada balok bambu petung laminasi

Pembahasan

Dari data hasil uji rata-rata seperti yang telah diuraikan diatas, dengan adanya variasi tinggi (h) balok apabila semakin bertambahnya variasi tinggi(h) balok semakin bertambah juga beban maksimum yang dapat diterima balok. Berikut disajikan data kekuatan dari hasil uji balok laminasi dalam grafik Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Grafik hubungan rasio balok dan beban maksimum



Gambar 7. Grafik hubungan rasio balok dan kuat lentur

Berdasarkan grafik pada Gambar 6 dan Gambar 7 di atas, bahwa penggunaan variasi tinggi (h) apabila ditambahkan variasi tinggi maka hasil beban maksimum semakin bertambah dan untuk kuat lentur dengan variasi tinggi (h) menghasilkan rasio balok dengan perbandingan b:h 1:1,83 dengan dimensi 60 mm x 110 mm mendapatkan kuat lentur paling tinggi dan efektif sebesar 31,66 MPa.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil pengujian balok laminasi dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa pada pemakaian variasi tinggi (h) semakin bertambahnya variasi tinggi balok semakin bertambah juga beban maksimum yang dapat diterima balok dan kuat lentur dari variasi tinggi (h) balok dengan rasio 1:1,83 atau dimensi 60 mm x 110 mm sebagai tinggi efektif pada kuat lentur balok bambu petung laminasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setya Budi. 2006. Pengaruh Dimensi Bilah, Jenis Perekat dan Tekanan Kempa terhadap Keruntuhan Lentur Balok Laminasi bambu Peting. Tesis S2, Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta (tidak diterbitkan)
- Anonim.(1961).“Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) NI-1961”. Bandung:Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. Yayasan Normalisasi Indonesia, Bandung.
- Anonim (1995), SNI 03-3959-1995 Tentang Metode pengujian kuat lentur kayu di laboratorium
- Breyer, D. E, 1998. *Design of Wood Structures*, Second Edition, Mc Graw-Hill. New York
- Dumanauw, J.F. 1982. *Mengenal Kayu*. PT Gramedia. Jakarta
- Frick, Heinz. 2004. *Seri Konstruksi Arsitektur – Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu*, Edisi Pertama. Yogyakarta. Penerbit Kanisius.
- Gusti,Made Eka. 2009. *Analisis Rasio Antara Lebar Dan Tinggi Balok Terhadap Perilaku Lentur Kayu Kamper*. Universitas Tadulako. Palu
- Morisco. 2006. *Teknologi Bambu*, Bahan Kuliah Magister Teknologi Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Morisco, 1999. “ *Rekayasa Bambu*”. Nafiri Offset. Yogyakarta
- Nor Intang S. H. 2014. *Kuat Tekan dan Angka Poisson Bambu Petung Laminasi*. Program Doktor, Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta (tidak diterbitkan)
- Oka, G. M., 2004, *Pengaruh Pengempaan Terhadap Keruntuhan Geser Balok Laminasi Horisontal bambu Petung*. Tesis S2, Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta (tidak diterbitkan)
- Prayitno, T.A. 1995. *Pengujian Sifat Fisika dan Mekanika Kayu menurut ISO*, Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta