



PENGARUH APLIKASI SAMBUNGAN JARI DAN SAMBUNGAN MIRING TERHADAP KEKUATAN GESER BALOK LAMINASI BILAH BAMBU PETUNG

Wahiduddin Basry*¹, Atur P. N. Siregar², Gusti M. Oka²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palu, Palu, Jalan Hang Tuah No. 114

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Palu, Jalan Soekarno Hatta

Penulis korespondensi: wahiduddinbasry01@gmail.com

DISUBMIT 14 Juni 2024

DIREVISI 19 Juni 2024

DITERIMA 21 Juni 2024

ABSTRAK Sebagai salah satu bahan konstruksi alternatif yang banyak digunakan saat ini, pemakaian bambu semakin di optimalkan. Salah satu upaya untuk mengoptimalkan pemanfaatan bambu yaitu dengan teknik laminasi, sehingga dengan cara ini dapat diperoleh balok laminasi sesuai dengan dimensi yang diinginkan. Akan tetapi, pemakaian sambungan sulit dihindarkan pada struktur bentang panjang sehingga perlu untuk mencari jenis sambungan yang paling optimum untuk digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mencari jenis sambungan yang paling optimum antara sambungan jari (*finger joint*) dengan sambungan miring (*scarf joint*). Bambu yang digunakan adalah bambu petung yang dibentuk bilah. Benda uji terdiri dari 3 variasi dari bahan bilah. Variasi benda uji meliputi balok laminasi bambu petung tanpa sambungan dari bahan bilah (BLP-B), balok laminasi dengan sambungan jari (BLP-BJ), serta balok laminasi dengan sambungan miring (BLP-BM). Hasil penelitian memberikan hasil bahwa aplikasi sambungan pada balok laminasi bilah bambu petung memberikan pengaruh terhadap penurunan kekuatan balok itu sendiri. Penurunan kekuatan balok rata-rata sebesar 37,61% untuk balok laminasi sambungan jari (BLP-BJ), dan penurunan kekuatan balok sebesar 48,45% untuk balok laminasi sambungan miring (BLP-BM). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa balok laminasi sambungan jari (BLP-BJ) memiliki kekuatan dalam memikul beban yang lebih tinggi dibandingkan balok laminasi sambungan miring (BLP-BM). Hal ini disebabkan aplikasi sambungan jari memiliki sifat saling mengunci dibanding sambungan miring yang memiliki kekuatan pada bidang perekat dan kemiringan sambungan. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa aplikasi sambungan jari lebih kuat dibanding sambungan miring untuk aplikasi sambungan pada balok laminasi.

KATA KUNCI Balok Laminasi Bambu; Bilah Sambungan Jari; Sambungan Miring

1 PENGANTAR

Ketika permintaan akan kayu sebagai bahan konstruksi meningkat, kebutuhan ini tidak selalu sejalan dengan ketersediaan bahan baku yang memadai. Hal ini menimbulkan kekhawatiran akan pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan dan menyebabkan pencarian solusi alternatif. Salah satu solusi yang menarik yaitu memanfaatkan bambu sebagai pengganti kayu, karena sifatnya yang kuat, ringan, dan tumbuh lebih cepat. [1] [2]

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan jenis sambungan yang paling optimal di antara sambungan jari (*finger joint*) dan sambungan miring (*scarf joint*). Sambungan ini menjadi penting untuk menjaga kekuatan dan kestabilan struktur, terutama dalam konteks penggunaan bambu sebagai bahan konstruksi utama. [3]

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperluas pemahaman kita tentang potensi penggunaan bambu dalam konstruksi modern tetapi juga memberikan pandangan yang lebih dalam tentang teknik sambungan yang paling efektif untuk memastikan keberlanjutan dan keandalan struktur yang dibangun. [4]

2 METODOLOGI

Bahan Penelitian dan Dimensi Benda Uji.

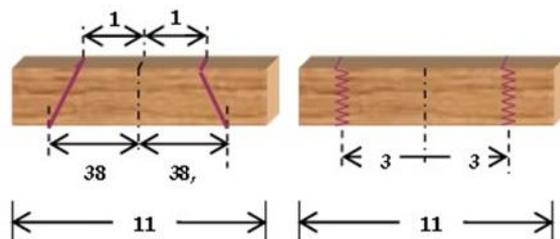
Bahan penelitian berupa bambu petung yang telah melalui proses pengawetan serta dibentuk bilah, lebar bilah antara 2 – 3 cm dengan panjang 130 cm. Sebagai bahan perekat digunakan Urea Formaldehida tipe 104, produksi PT. Pamolite Adhesive Industry, Probolinggo, Jawa Timur.

Benda uji balok laminasi bambu terdiri atas 3 (tiga) variasi dan setiap variasi dibuat 3 benda uji. Variasi ini meliputi balok laminasi bilah tanpa sambungan (BLP-B), balok

laminasi dengan sambungan jari (BLP-BJ) serta balok laminasi dengan sambungan miring (BLP-BM). Ukuran dan jumlah benda uji balok laminasi dapat dilihat dalam Tabel 1, sedangkan jarak posisi sambungan pada Gambar 1.

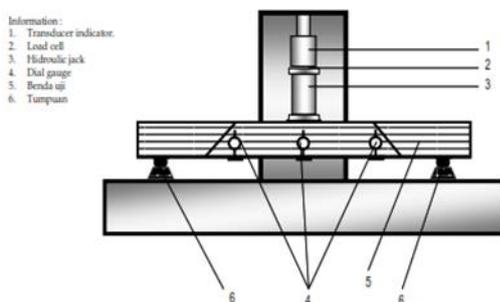
Tabel 1 Dimensi benda uji balok laminasi

Kode Balok	P mm	b mm	h mm	Jumlah
BLP-B	1100	50	140	3
BLP-BJ	1100	50	140	3
BLP-BM	1100	50	140	3
				9



Gambar 1 Jarak dan posisi sambungan balok

Pengujian Balok Laminasi. Pengujian sifat fisika dan mekanika bambu petung mengikuti standar ISO – 1975, sedangkan balok laminasi di uji dengan pembebanan statik pada bagian tengah bentang mengacu pada ASTM 3043. Pembebanan ini ditingkatkan terus hingga balok laminasi mengalami keruntuhan. Setiap penambahan beban dilakukan pencatatan besarnya lendutan balok. *Setting up* pengujian ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2 *Setting up* pengujian balok laminasi

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisika dan Mekanika. Kadar air sampel bahan baku Bambu Petung yang digunakan 11,03 % sampai 11,44 % dengan kadar air

rata-rata 11,23 %. Kadar air yang disyaratkan oleh PT. Pamolite Adhesive Industri (PAI) untuk memperoleh perekatan yang baik berkisar 6 % sampai dengan 16 %. Kerapatan sampel bambu petung berkisar 0,64 gr/cm sampai 0,76 gr/cm dengan rata-rata 0,72 gr/cm . Dari uji sifat mekanika diperoleh kuat tekan sejajar serat, kuat tekan tegak lurus serat, MOR, MOE, kuat geser, dan kuat tarik sejajar serat rata-rata tiap benda uji berturut-turut sebesar 51,75 MPa; 49,08 MPa; 163,22 MPa; 7071,41 MPa; 12,01 MPa; dan 391,30 MPa.

Kekuatan Balok Laminasi. Aplikasi sambungan pada balok menyebabkan penurunan kekuatan balok laminasi. Perbandingan kekuatan tiap balok terlihat pada Tabel 2

Reduksi kekuatan balok laminasi terhadap balok tanpa sambungan (BLP-B) pada sambungan jari (BLP-BJ) sebesar 37,608%, sedangkan pada balok laminasi sambungan miring (BLP-BM) sebesar 48,449%.

Berdasarkan hasil pengujian memperlihatkan balok sambungan jari (BLP-BJ) memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibanding balok yang menggunakan sambungan miring (BLP-BM).

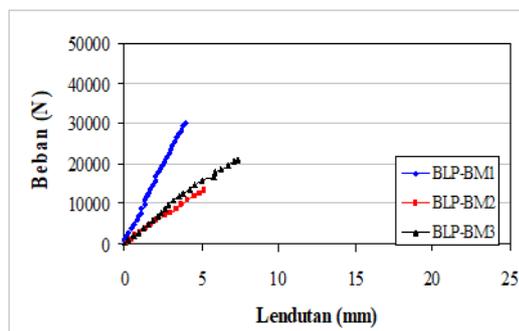
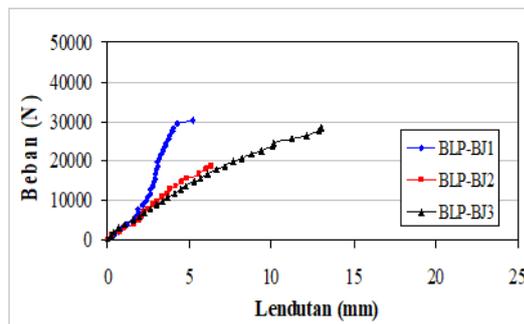
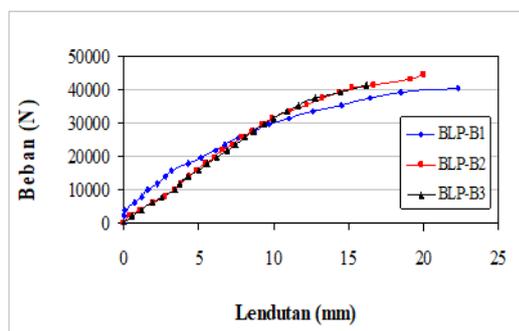
Dari hasil pengujian balok diperoleh grafik hubungan antara beban dan lendutan seperti pada Gambar 3.

Faktor Kekakuan Balok Laminasi. Faktor kekakuan balok laminasi pada Tabel 3 terlihat dengan pemberian sambungan pada balok mengakibatkan reduksi faktor kekakuan balok terhadap balok tanpa sambungan (BLP-B).

Momen Internal dan Eksternal Balok Laminasi. Bambu tidak termasuk bahan/material yang homogen isotropis, sehingga garis netral balok laminasi yang dibuat tidak berada pada setengah tinggi penampang balok. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis letak garis netral serta momen yang terjadi pada balok berdasarkan sifat mekanika bahan dan data-data hasil pengujian balok laminasi berupa data beban dan lendutan.

Tabel 2 Perbandingan kekuatan balok laminasi

No.	Kode Balok	Dimensi balok (mm)		P_{max} (kN)	$\frac{P_{max}}{bh}$ (kN/mm ²)	$\frac{P_{max}}{bh}$ rerata (kN/mm ²)	Reduksi kekuatan (%)
		b	h				
1	BLP-B1	50	140	40,476	5782,294	5991,574	0
2	BLP-B2	50	140	44,145	6306,429		
3	BLP-B3	50	140	41,202	5886		
4	BLP-BJ1	50	137	30,411	4439,562	3738,271	37,608
5	BLP-BJ2	50	139	18,639	2681,871		
6	BLP-BJ3	50	139	28,449	4093,381		
7	BLP-BM1	50	139	30,215	4347,453	3088,688	48,449
8	BLP-BM2	50	139	13,244	1905,540		
9	BLP-BM3	40	140	21,091	3013,071		



Gambar 3 Grafik hubungan beban-lendutan tiap balok laminasi

Hasil yang diperoleh dari proses analisis menunjukkan antara momen internal dan eksternal telah mendekati syarat kesetimbangan struktur, yaitu gaya dalam sama dengan gaya luar. Perbedaan nilai yang terjadi kemungkinan besar disebabkan

kesalahan dalam proses pembacaan lendutan saat pengujian balok. Perbandingan antara momen internal dan eksternal balok diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 3 Faktor kekuatan rata-rata balok laminasi

No.	Kode balok	EI (kN/m ²)	EI rerata (kN/m ²)	Rasio EI rerata
1	BLP-B1	59,589	68,785	1
2	BLP-B2	54,675		
3	BLP-B3	92,091		
4	BLP-BJ1	86,445	66,129	0,961
5	BLP-BJ2	53,734		
6	BLP-BJ3	58,208		
7	BLP-BM1	40,957	22,981	0,334
8	BLP-BM2	13,165		
9	BLP-BM3	14,822		

Kuat Geser dan Kuat Lentur Balok Laminasi. Berdasarkan hasil pengujian, balok dengan aplikasi sambungan jari dan miring mempengaruhi kuat geser maksimum terhadap balok tanpa sambungan. Kuat geser maksimum balok tanpa sambungan sebesar 3,988 MPa (BLP-B). Untuk sambungan jari, kuat geser maksimum sebesar 2,704 MPa (BLP-BJ) atau mengalami reduksi sebesar 32,197%, untuk sambungan miring sebesar 2,389 MPa (BLP-BM) atau mengalami reduksi kuat geser sebesar 40,095%.

Berdasarkan Tabel 5 kuat lentur maksimum yang terjadi pada balok sebesar 54,395 MPa (BLP-B). Dengan aplikasi sambungan jari kuat lentur menurun menjadi 41,497 MPa (BLP-BJ) atau mengalami reduksi sebesar 23,712%, dengan aplikasi sambungan

Tabel 4 Perbandingan momen internal dan eksternal balok laminasi

No.	Kode balok	$M_{internal}$ (kNm)	$M_{internal}$ rerata (kNm)	$M_{external}$ (kNm)	$M_{external}$ rerata (kNm)	$\frac{M_{int}}{M_{ex}}$ (%)
1	BLP-B1	9,071		9,107		
2	BLP-B2	9,900	9,407	9,933	9,437	99,682
3	BLP-B3	9,249		9,270		
4	BLP-BJ1	6,813		6,842		
5	BLP-BJ2	4,167	5,789	4,194	5,812	99,604
6	BLP-BJ3	6,387		6,401		
7	BLP-BM1	6,746		6,798		
8	BLP-BM2	2,947	4,804	2,980	4,841	99,236
9	BLP-BM3	4,719		4,746		

Tabel 5 Hasil hitungan kuat geser dan lentur balok laminasi

No.	Kode balok	Dimensi balok (mm)		τ_{maks} (MPa)	τ_{maks} rerata (MPa)	Reduksi (%)	σ_{maks} (MPa)	σ_{maks} rerata (MPa)	Reduksi (%)
		b	H						
1	BLP-B1	50	140	3,864			53,271		
2	BLP-B2	50	140	4,171	3,988	0	56,049	54,395	0
3	BLP-B3	50	140	3,930			53,865		
4	BLP-BJ1	50	137	3,017			43,697		
5	BLP-BJ2	50	139	2,169	2,704	32,197	36,398	41,497	23,712
6	BLP-BJ3	50	139	2,926			44,395		
7	BLP-BM1	50	139	3,053			45,666		
8	BLP-BM2	50	139	1,767	2,389	40,095	31,867	38,577	29,08
9	BLP-BM3	40	140	2,348			38,197		

miring penurunan tegangan sebesar 38,577 MPa (BLP-BM) atau mengalami reduksi sebesar 29,080%.

Keruntuhan Balok Laminasi tanpa sambungan (BLP-B). Hasil pengujian BLP-B menunjukkan semua balok mengalami keruntuhan geser. Keruntuhan yang terjadi berupa retak geser memanjang melewati setengah bentang dan retak terjadi pada bagian antar lamina, Gambar 4.



Gambar 4 Keruntuhan balok BLP-B

Keruntuhan pada balok laminasi sambungan jari (BLP-BJ). Balok BLP – BJ mengalami keruntuhan yang berbeda

setelah mencapai beban maksimum. Keruntuhan balok dimulai dari lamina bagian bawah sambungan yang tidak kuat menahan beban yang diberikan sehingga mengalami keruntuhan. Tetapi keruntuhan yang terjadi hanya pada satu sisi sambungan bagian bawah, sedangkan sambungan bagian atas tetap utuh, Gambar 5.



Gambar 5 Keruntuhan yang terjadi pada balok laminasi BLP-BJ

Keruntuhan pada balok laminasi sambungan miring (BLP-BM). Hasil pengujian balok laminasi dengan sambungan miring, secara umum

memperlihatkan balok uji mengalami kegagalan pada sambungan, baik pada bahan bilah maupun galar. Akan tetapi kegagalan sambungan hanya terdapat pada salah satu sisi, sedangkan sisi yang lainnya tetap utuh, Gambar 6.



Gambar 6 Keruntuhan yang terjadi pada balok laminasi (BLP-BM)

4 KESIMPULAN

Variasi balok laminasi dari bahan galar maupun bilah tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan balok. Hasil penelitian secara umum memperlihatkan balok dari bahan bilah memiliki kekuatan yang hampir sama dibanding balok dari bahan galar. Hasil penelitian memperlihatkan dengan aplikasi sambungan pada balok memberi pengaruh reduksi perilaku balok terhadap balok tanpa sambungan, baik itu kekuatan balok, kuat geser maksimum maupun kuat lentur.

Aplikasi sambungan jari dalam penelitian memberikan pengaruh pada reduksi kekuatan sebesar 37,608% (balok BLP-BJ). Sedangkan aplikasi sambungan miring memberikan reduksi kekuatan balok sebesar 48,449% (balok BLP-BM) terhadap balok BLP-B. Kuat geser maksimum rata-rata balok dengan sambungan mengalami reduksi sebesar 32,197% (BLP-BJ) dan 40,095% (BLP-BM).

Aplikasi sambungan jari pada balok laminasi lebih kuat dibanding sambungan miring, hal ini disebabkan aplikasi sambungan jari yang memiliki sifat saling mengunci dibanding sambungan miring yang memiliki kekuatan pada bidang rekatan dan kemiringan sambungan.

Proses penyimpanan dan pengawetan bahan baku bambu petung harus lebih teliti dan terkontrol dengan baik, terutama pada musim hujan mengingat bambu petung lebih mudah diserang jamur dan kumbang bubuk pada kondisi kelembaban yang tinggi. Melakukan penelitian pada balok laminasi dengan dimensi sambungan yang lebih besar/kecil, hal ini sebagai pembandingan untuk mencari dimensi sambungan yang lebih ideal dalam aplikasi dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irawati, I. Septhia and Morisco, "Pengaruh posisi sambungan terhadap kapasitas geser balok bambu laminasi horisontal," Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2004.
- [2] Morisco, "Bambu sebagai bahan rekayasa," Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1999.
- [3] Morisco, Rekayasa Bambu, Yogyakarta: Penerbit Nafiri, 1999.
- [4] Morisco, "Bahan kuliah teknologi bambu," Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2005.

