

Pengaruh Jenis Sambungan Jari dan Sambungan Miring pada Balok Laminasi Galar Bambu Petung Terhadap Keruntuhan Geser

WAHIDUDDIN BASRY^{1*}, ATUR P. N. SIREGAR², I GUSTI MADE OKA²

¹Universitas Muhammadiyah Palu, Palu, Indonesia

²Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

Email: wahiduddinbasry01@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan kayu sebagai bahan konstruksi yang semakin meningkat tidak seimbang dengan ketersediaan bahan baku kayu yang memadai, sehingga pemanfaatan bambu sebagai alternatif harus lebih dioptimalkan. Salah satu upaya untuk mengoptimalkan pemanfaatan bambu yaitu dengan teknik laminasi, sehingga dengan dapat diperoleh balok sesuai dengan dimensi yang diinginkan. Akan tetapi penggunaan sambungan sulit dihindarkan pada struktur bentang panjang sehingga diperlukan jenis sambungan yang paling optimum antara sambungan jari (finger joint) dengan sambungan miring (scarf joint). Bambu yang digunakan adalah bambu petung yang dibentuk galar. Benda uji terdiri 3 variasi meliputi balok tanpa sambungan dari bahan galar (BLP-G), balok dengan sambungan jari (BLP-GJ), serta balok dengan sambungan miring (BLP-GM). Aplikasi sambungan pada balok laminasi memberikan pengaruh terhadap penurunan kekuatan balok. Penurunan kekuatan balok masing-masing sebesar 17,863% untuk sambungan jari (BLP-GJ), 66,119% untuk sambungan miring (BLP-GM). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa balok BLP-GJ memiliki kekuatan dalam memikul beban yang lebih tinggi dibandingkan balok BLP-GM. 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, finger joint, scarf joint

ABSTRACT

*The utilization of wood as a building material has indicated an increasing whether of structural and nonstructural elements. The necessity of wood could not be fulfilled due to the lack of wood with a large diameter. On the other hand, the utilization of bamboo has not been optimal so far because of its short durability of bamboo and the limited dimension of bamboo. The problem can be solved by laminating and joining. The research was conducted to optimize the joint type of finger joint and scarf joint. The bamboo used in this research was bamboo Petung (*Dendrocalamus asper*). Specimens of laminated beams were made in 3 variations. Beams were made without joint (BLP-G), beams with finger joint (BLP-GJ), and beams with scarf joint (BLP-GM). Each variation consists of 3 samples. Application joint at laminated beam influenced degradation of the strength of the laminated beam. The strength of beam degradation is 17,863 % (BLP-GJ), and 66,119 % (BLP-GM). The result of the experiment showed that BLP-GJ beams were stronger than BLP-GM beams because the application finger joint had better interlocking than the scarf joint. Based on the experimental result, it could be concluded that the application finger joint was stronger than the scarf joint.*

Keywords: bamboo laminated beam, finger joint, scarf joint

1. PENDAHULUAN

Bambu merupakan salah satu material konstruksi yang telah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan sejak ratusan tahun yang lalu. Hal ini disebabkan pertumbuhan bambu sangat cepat dan mudah tumbuh tanpa perlakuan khusus. Budidaya bambu tidak memerlukan investasi yang besar dan dapat dikerjakan oleh semua orang tanpa bekal pengetahuan yang tinggi [2]. Berdasarkan kelebihan-kelebihan bambu tersebut maka bambu dianggap layak dan menguntungkan apabila digunakan sebagai material bangunan untuk mendampingi bahkan menggantikan kayu karena populasi kayu yang semakin berkurang [8-12].

Pola keruntuhan balok bambu laminasi yang menerima beban lentur dapat berupa keruntuhan lentur maupun keruntuhan geser. Keruntuhan geser akan terjadi apabila akibat pembebanan lentur tegangan geser yang terjadi melampaui kuat geser bahan dan tegangan lentur yang terjadi masih berada di bawah kuat lentur bahan, sedangkan keruntuhan tarik akan terjadi jika akibat pembebanan lentur tegangan geser yang terjadi masih berada di bawah kuat geser bahan dan kuat lentur yang terjadi melampaui kuat lentur bahan [7].

Bambu sebagai bahan konstruksi dapat berupa balok laminasi yang disusun dan direkatkan dengan menggunakan bahan perekat [3-6][13-18]. Balok laminasi bambu membutuhkan sambungan jika digunakan sebagai struktur bentang panjang. Untuk itulah penulis meneliti bagaimana pengaruh jenis sambungan terhadap perilaku balok laminasi bambu petung. Pada penelitian ini dibandingkan pengaruh sambungan jari (*finger joint*) dan sambungan miring (*scarf joint*) yang diletakkan pada bagian tepi bentang.

2. METODOLOGI

2.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian berupa bambu petung dalam bentuk galar dan bilah, lebar galar + 35 – 45 cm sedangkan 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.

2.2 Dimensi Benda Uji

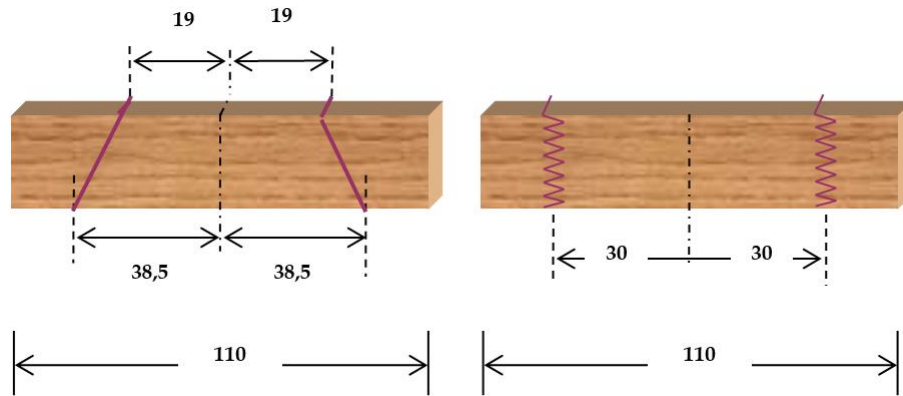
Benda uji balok laminasi terdiri 3 variasi dan setiap variasi dibuat 3 buah benda uji [1]. Variasi ini meliputi balok tanpa sambungan (BLP-G), balok dengan sambungan jari (BLP-GJ), serta balok dengan sambungan miring (BLP-GM).

Ukuran dan jumlah benda uji balok laminasi dilihat dalam **Tabel 1**, jarak dan posisi sambungan diperlihatkan pada **Gambar 1**.

Tabel 1. Dimensi Benda Uji Balok Laminasi [2]

Kode Balok	P [mm]	b [mm]	h [mm]	Jumlah
BLP – G	1100	50	140	3
BLP – GJ	1100	50	140	3
BLP – GM	1100	50	140	3
Total Benda Uji				9

Pengaruh Jenis Sambungan Jari dan Sambungan Miring pada Balok Laminasi Galar Bambu Petung Terhadap Keruntuhan Geser



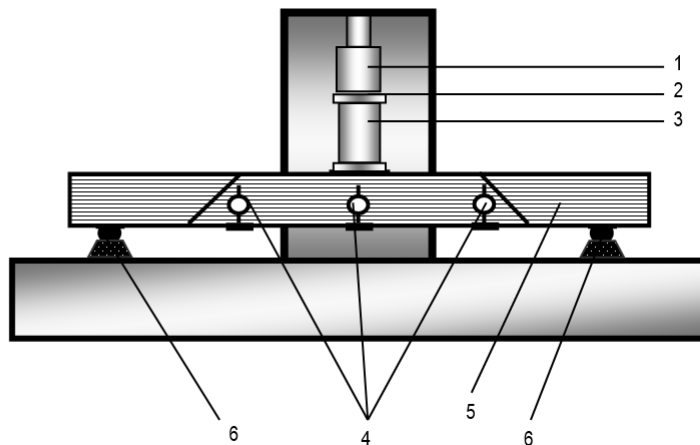
Gambar 1. Jarak dan posisi sambungan pada balok laminasi [2]

2.3 Pengujian Balok Laminasi

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

Keterangan :

1. Transducer indicator.
2. Load cell
3. Hidroulic jack
4. Dial gauge
5. Benda uji
6. Tumpuan



Gambar 2. Setting-up pengujian balok laminasi [2]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 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; 7.071,41 MPa; 12,01 MPa; dan 391,30 MPa.

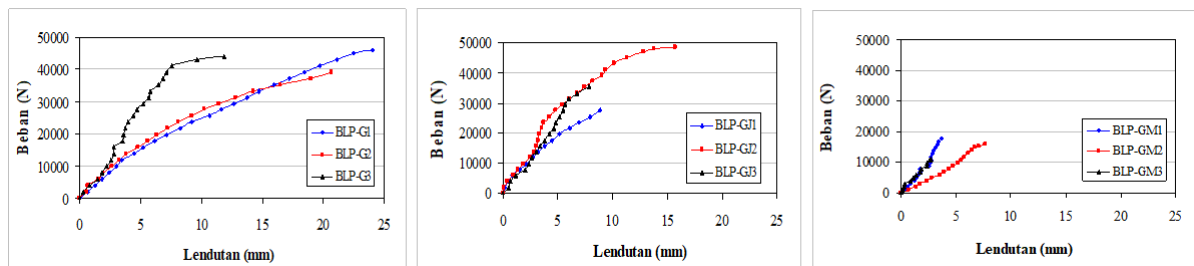
3.2 Kekuatan Balok Laminasi

Aplikasi sambungan pada balok menyebabkan penurunan kekuatan balok laminasi. Perbandingan kekuatan tiap balok terlihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perbandingan Kekuatan Balok Laminasi [2]

No	Kode Balok	Dimensi Balok [mm]		P_{maks} [KN]	$\frac{P_{maks}}{b \cdot h}$ [KN/mm ²]	$\frac{P_{maks}}{b \cdot h \text{ rerata}}$ [KN/mm ²]	Reduksi Kekuatan [%]
		b	h				
1	BLP-G1	50	134	46,107	6.881,642	6.479,988	0
2	BLP-G2	50	129	39,240	6.083,721		
3	BLP-G3	50	136	44,027	6.474,600		
4	BLP-GJ1	50	140	27,468	3.924,000	5.322,498	17,863
5	BLP-GJ2	50	141	48,560	6.887,872		
6	BLP-GJ3	50	137	35,316	5.155,620		
7	BLP-GM1	50	135	17,658	2.616,000	2.195,502	66,119
8	BLP-GM2	50	135	15,696	2.325,333		
9	BLP-GM3	50	135	11,105	1.645,173		

Reduksi kekuatan balok laminasi terhadap balok tanpa sambungan (BLP-G) pada sambungan jari mencapai 17,863% (balok BLP-GJ) dan sambungan miring mencapai 66,119% (balok BLP-GM). Berdasarkan hasil pengujian memperlihatkan balok sambungan jari (balok BLP-GJ) memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan balok yang menggunakan sambungan miring (BLP-GM). Dari hasil pengujian balok diperoleh grafik hubungan antara beban dan lendutan sebagai berikut.


Gambar 3. Grafik hubungan beban – lendutan tiap balok laminasi [2]

3.3 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-G).

Tabel 3. Faktor Kekakuan Rata-Rata Balok Laminasi [2]

No	Kode Balok	EI [kNm ²]	EI Rata-Rata [kNm ²]	Rasio EI Rata-Rata
1	BLP-G1	67,510	60,366	1
2	BLP-G2	57,832		
3	BLP-G3	55,757		
4	BLP-GJ1	35,483	54,396	0,901
5	BLP-GJ2	69,666		
6	BLP-GJ3	58,041		
7	BLP-GM1	27,779	20,451	0,339
8	BLP-GM2	16,263		
9	BLP-GM3	17,311		

3.4 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.

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** berikut.

Tabel 4. Perbandingan Momen Internal dan Eksternal Balok Laminasi [2]

No	Kode Balok	M _{internal} [kN.m]	M _{internal rata-rata} [kN.m]	M _{eksternal} [kN.m]	M _{eksternal rata-rata} [kN.m]	M _{internal} / M _{eksternal} [%]
1	BLP-G1	10,368	9,673	10,374	9,703	99,691
2	BLP-G2	8,803		8,829		
3	BLP-G3	9,849		9,906		
4	BLP-GJ1	6,151	8,310	6,180	8,351	99,509
5	BLP-GJ2	10,863		10,926		
6	BLP-GJ3	7,917		7,946		
7	BLP-GM1	3,921	3,293	3,973	3,335	98,741
8	BLP-GM2	3,507		3,532		
9	BLP-GM3	2,451		2,499		

3.5 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 4,235 MPa (BLP-G). Untuk sambungan jari, kuat geser maksimum sebesar 3,536 MPa (BLP-GJ) atau mengalami reduksi sebesar 16,505%; sedangkan untuk sambungan miring sebesar 1,891 MPa (BLP-GM) atau mengalami reduksi kuat geser sebesar 55,348%.

Tabel 5. Hasil Hitungan Kuat Geser dan Kuat Lentur Balok Laminasi

No	Kode Balok	Dimensi Balok [mm]		T _{maks.} MPa	T _{maks.rata-rata} MPa	Reduksi %	σ _{maks.} MPa	σ _{maks.rata-rata} MPa	Reduksi %
		b	h	4,466	4,235	0	59,529	58,231	0
1	BLP-G1	50	134				57,316		
2	BLP-G2	50	129				57,848		
3	BLP-G3	50	136	4,244	3,536	16,505	40,376	47,963	17,633
4	BLP-GJ1	50	140	2,744			55,650		
5	BLP-GJ2	50	141	4,432			47,862		
6	BLP-GJ3	50	137	3,431	1,891	55,348	36,360	33,876	41,825
7	BLP-GM1	50	135	2,103			34,728		
8	BLP-GM2	50	135	1,959			30,539		
9	BLP-GM3	50	135	1,610					

Berdasarkan **Tabel 5** kuat lentur maksimum yang terjadi pada balok sebesar 58,231 MPa (BLP-G). Dengan aplikasi sambungan jari kuat lentur menurun menjadi 47,963 MPa (BLP-GJ) atau mengalami reduksi sebesar 17,633%; dengan aplikasi sambungan miring penurunan tegangan sebesar 33,876 MPa (BLP-GM) atau mengalami reduksi sebesar 41,825%.

3.6 Keruntuhan Balok Laminasi

Balok Tanpa Sambungan [BLP-G]

Hasil pengujian balok BLP-G menunjukkan semua balok mengalami keruntuhan geser. Keruntuhan yang terjadi berupa retak geser memanjang melewati setengah bentang dan retak terjadi pada bagian antar lamina. Untuk jelasnya diperlihatkan pada **Gambar 4** di bawah.



Gambar 4. Keruntuhan pada balok BLP-G [2]

Balok Sambungan Jari [BLP-GJ]

Balok BLP-GJ cenderung mengalami gagal geser setelah mencapai beban maksimum, dimana sambungan jari tidak mengalami kerusakan melainkan terjadi kerusakan geser memanjang pada bagian antar lamina. Untuk jelasnya diperlihatkan pada **Gambar 5** di bawah.



Gambar 5. Keruntuhan pada balok BLP-GJ [2]

Balok Sambungan Miring [BLP-GM]

Hasil pengujian balok laminasi dengan sambungan miring, secara umum memperlihatkan balok uji mengalami kegagalan pada sambungan. Akan tetapi kegagalan sambungan hanya terdapat pada salah satu sisi, sedangkan sisi yang lainnya tetap utuh. Untuk jelasnya diperlihatkan pada **Gambar 6** di bawah.



Gambar 6. Keruntuhan pada balok BLP-GM [2]

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. 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.
2. Aplikasi sambungan jari dalam penelitian memberikan pengaruh pada reduksi kekuatan sebesar 17,863% (balok BLP-GJ). Sedangkan aplikasi sambungan miring memberikan reduksi kekuatan balok sebesar 66,119% (balok BLP-GM) terhadap balok BLP-G.

3. Kuat geser maksimum rata-rata balok dengan sambungan mengalami reduksi sebesar 16,505% (BLP-GJ); 55,348% (BLP-GM).
4. Aplikasi sambungan jari pada balok laminasi lebih kuat dibanding dengan 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.

4.2 Saran

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 di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASCE, 1992, *Annual Book of ASTM Standards Section 4*, Philadelphia.
- [2] Basry, W., (2005). "Pengaruh Jenis Sambungan Balok Laminasi Galar dan Bilah Bambu Petung Terhadap Keruntuhan Geser ", *Tesis S2*, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- [3] Blass, H.J., Anne, B.S, Choo, R, Gortacher, D.R, Griffiths, B.O, Hilso, P.R., dan G. Steck, 1995, *Timber Engineering Step 1*, Centrum Hout, The Netherland.
- [4] Epsiloy, G.N. dan R. Chaves, 1988, *Physico-Mechanical Properties and Anatomical Structure Relationship of Some Philipines Bamboo*, Forest Product Research and Development Institute NSTA, College, Laguna Philipines.
- [5] Gere, J.M dan S.P. Timoshenko, 1988, *Mechanics of Materials*, Second Edition, Wadsworth, Inc, California.
- [6] Ghavani, K, 1988, *Aplication of Bamboo as a Low – Cost Construction Material*, Bamboo Current Research, The Kerala Forest Research Institute India, ICRC Canada, pp. 270-279.
- [7] Irawati, I.S., (2004). *Pengaruh Posisi Sambungan Terhadap Keruntuhan Geser Balok Bambu Laminasi Horizontal*, Tesis S2, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- [8] Janssen, J.J.A, 1980, *The Mechanical Properties of Bamboo Used in Construction*, In Lessard, G. dan Chouinard, A., *Bamboo Research in Asia*, ICRC, Canada, pp 179-198.
- [9] Janssen, J.J.A, 1981, *Bamboo in Building Structure*, Disertatie Drukkerij, Wibro, Helmod, Eindhoven University of Technology, The Netherland.
- [10] Janssen, J.J.A, 1988, *The Importance of Bamboo as Building Material*, Proceeding Bamboos Current Research, New Delhi, pp 235-237.
- [11] Janssen, J.J.A, 1991, *The Mechanical Properties of Bamboo*, volume 37, Kluwer Academic Publisher, The Netherland.
- [12] Jayanetti D.L dan Follet PR, 1998, *Bamboo in Contruction*, Trapa Teknologi Limited Publishers, New Delhi India.
- [13] Kollman, F.F.P., E.W. Kuenzi dan A.J. Stamm, 1975, *Principles Of Wood Science and Technology*, Vol II, Wood Based Materials (II), Springer-Verlag, Berlin.
- [14] Liese, W., 1980, *Anatomy and Properties of Bamboo*, In: International Bamboo Workshop. October 6-14, 1985, Nanjing, China, pp 196-208.
- [15] Morisco., (1999). "Bambu Sebagai Bahan Rekayasa," *Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor*, UGM, Yogyakarta.
- [16] Sharma, Y.M.L., 1987, *Inventory and Resources of Bamboo*, in Rao A.N., Dnanarajan. G. & Shastry, C.B., *Recent Research on Bamboo*, C.A.F., Canada, pp 4-17.
- [17] Shupe, T, 2002, *Value-Added Manufacturing Potential for Honduran Bamboo*, Louisiana State University, USA, pp 1-5.
- [18] Somayaji, 1995, *Civil Engineering Materials*, Prentice Hall, Englwood Cliffs, New Jersey.