

# Pengaruh Variasi Jarak antar Baut Sambungan Pada Kuat Lentur Balok Bambu Petung Laminasi

Wira Ari Sumantri

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

[wiraari10@gmail.com](mailto:wiraari10@gmail.com)

## Abstrak

Baut merupakan salah satu alat pengekang yang digunakan untuk menyusun sambungan kayu. Sambungan dapat dikategorikan bagian yang sangat lemah sehingga seringkali terjadi kegagalan atau mengalami kerusakan struktur yang disebabkan kegagalan sambungan. Kegagalan sambungan terjadi akibat adanya rusak atau pecahnya kayu dan terjadi pembengkokan pada baut serta lendutan yang sudah melewati nilai toleransi. Berdasarkan PKKI 1961 jarak minimum antar baut pada satu baris adalah 4D.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jarak antar baut pada kuat lentur balok bambu petung laminasi serta kekakuan batang yang dihasilkan pada setiap variasi jarak antar baut. Metode penelitian ini menggunakan metode uji lentur *two point loading*. Variasi jarak antar baut sambungan balok bambu petung laminasi yang digunakan yaitu 60 mm, 80 mm, 100 mm.

Hasil penelitian menunjukkan variasi jarak antar baut mempengaruhi beban maksimum yang dihasilkan, semakin panjang jarak antar baut semakin besar beban maksimum yang dihasilkan. Ditinjau dari kuat lentur dan nilai kekakuan pada lendutan izin, maka variasi jarak antar baut 100 mm menghasilkan nilai kekakuan terbear yakni 533,31 N/mm serta kuat lentur terbesar yakni 21,63 MPa. Dengan demikian semakin besar nilai kekakuan akan semakin besar kuat lentur yang dihasilkan balok bambu laminasi.

**Kata kunci: Bambu laminasi, kekakuan, kuat lentur**

## Abstract

*Bolt is one of the restraints used to arrange wood joints. Connection can be categorized as very weak parts so that that connection failures often occur. Connection failures occurs due to damage or broken wood and behind of the bolt and deflection has passed the tolerance value. Based on PKKI 1961 the minimum distance between bolts on the line is 4D.*

*This study aim at determine the effect of variations in the distance between bolts on the flexural strength of petung bamboo laminated beams and the stiffness of the rod produced at each variation in distance between bolts. This research method uses two point loading flexural test method. The variations in the distance between the bolts of connection between petung bamboo beams used are 60 mm, 80 mm and 100 mm.*

*The results showed that variations in the distance between bolts affected the maximum load produced, the longer the distance between bolts the greater the maximum load produced. Judging from the flexural strength and stiffness value, the variation of the distance between the 100 mm bolts produces a higher stiffness value of 533,31 N/mm and the largest flexural strength of 21,63 MPa. Thus the greater the stiffness value, the greater the flexural strength produced by laminated bamboo beams.*

**Keywords: Bamboo laminate, flexural strength, stiffness**

## PENDAHULUAN

Kegiatan pembangunan infrastruktur yang sedang berkembang pesat mengakibatkan meningkatnya juga kebutuhan akan material –material konstruksi penting yang ada. Kayu merupakan salah satu material penting yang sangat dibutuhkan untuk bahan konstruksi baik untuk struktur, arsitektur, interior, dan eksterior. Butuh waktu bertahun-tahun untuk menghasilkan kayu yang berkualitas baik yaitu rata-rata berumur 25 tahun untuk menghasilkan kayu yang berkualitas sehingga dibutuhkan material *alternative* alami sebagai pengganti kayu

konvensional dan mudah untuk dibudidayakan yaitu dengan Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*)

Widjaja (1995) menyatakan bahwa bambu merupakan salah satu sumber daya alam tropis dengan sebaran yang luas, Bambu memiliki pertumbuhan yang cepat, mudah dibentuk, dan telah digunakan secara luas oleh masyarakat Asia.

Morisco (2006) menegaskan bahwa pemanfaatan bambu berbeda dengan kayu yang memasuki masa siap tebang dengan kualitas yang baik dapat diperoleh 3-5 tahun, sedangkan kayu hutan siap tebang setelah berusia 30 tahun. Pemakaian bambu sebagai material bangunan

terkendala bentuk apabila digunakan sebagai struktur bangunan seperti kolom, balok maupun kuda-kuda kendala tersebut dapat diatasi setelah bambu melewati proses laminasi.

Pada penerapan utama kayu sebagai struktur bangunan diperlukan adanya sambungan dikarenakan memiliki bentuk struktur dan tidak tersedianya ukuran bentang batang kayu yang tersedia sehingga batang-batang kayu tersebut harus melalui proses penyambungan untuk mendapat panjang bentang yang direncanakan sambungan dapat dikategorikan bagian yang sangat lemah sehingga sering kali terjadi kegagalan atau mengalami kerusakan struktur yang disebabkan kegagalan sambungan. Pada kegagalan sambungan yang terjadi seperti rusak atau pecahnya kayu dan terjadi pembengkokan alat sambung tersebut serta lendutan sudah melewati nilai toleransi. Pada alat sambungan kayu sendiri memiliki berbagai macam jenis sambungan yaitu sambungan pasak, baut dan paku.

Jarak minimum antar baut pada satu baris berdasarkan PKKI 1961 adalah 5D. Penelitian sebelumnya dalam bentuk jurnal yang disusun oleh Arusmalem Ginting (2006) diperoleh hubungan antara jarak baut dan kekuatan sambungan pada berbagai variasi kadar air. Pada kadar air 9% kekuatan sambungan dengan jarak baut 5cm sebesar 79,96% dan dengan jarak baut 9cm 102,12% dari kekuatan sambungan dengan jarak baut 7cm. Pada kadar air 17,88% kekuatan sambungan dengan jarak baut 5cm sebesar 75,29% dan dengan jarak baut 9cm sebesar 115,79% dari kekuatan sambungan dengan jarak baut 7cm. Dan pada kadar air 36,60% kekuatan sambungan dengan jarak baut 5cm sebesar 84,84% dan dengan jarak baut 9cm sebesar 118,02% dari kekuatan sambungan dengan jarak baut 7cm.

Kekuatan sambungan pada setiap variasi kadar air dipengaruhi oleh jarak antar baut. Jarak baut yang kurang dari jarak minimum (5cm) mengakibatkan penurunan kekuatan sambungan dan jarak baut yang lebih besar dari jarak minimum meningkatkan kekuatan sambungan. Kemudian untuk penelitian sambungan baut dengan menggunakan jarak 10 cm, 15 cm, dan 20 cm yang disusun oleh Ahmad Basuki (2014) hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian kuat lentur dengan jarak baut 10 cm, 15 cm, 20 cm dan menggunakan *set up* pembebanan *two point loading* yaitu pembebanan yang ditempatkan pada 2 titik dengan jarak yang sama jauh dari titik reaksi, kemudian untuk mendapatkan kuat lentur sambungan momen dilakukan dengan memberikan beban aksial sentris tegak lurus dengan sambungan dalam menahan beban yang diberikan dari set up tersebut menghasilkan kekuatan lentur rata-rata secara berurutan sebesar 25,739 MPa, 35,041 MPa, 28,027 MPa hasil pengujian ini menunjukkan perbedaan yang signifikan

karena adanya pengaruh penggunaan variasi jarak baut terhadap kuat lentur balok bambu laminasi.

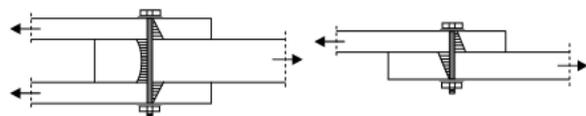
Penelitian-penelitian sebelumnya tentang pengaruh jarak antar baut 5 cm, 7 cm, dan 9 cm yang menghasilkan kekuatan sambungan pada berbagai kadar air yang bervariasi dan dipengaruhi oleh jarak antar baut yang bervariasi, dimana dapat dilihat pada hasil penelitian sebelumnya kekuatan sambungan pada jarak antar baut yang berada di bawah jarak minimum menghasilkan penurunan kekuatan sambungan sebaliknya pada jarak antar baut yang berada di atas jarak minimum menghasilkan peningkatan kekuatan sambungan lalu dapat kita perhatikan juga pada penelitian yang membahas pengaruh variasi jarak antar baut 10 cm, 15 cm, dan 20 cm terhadap kuat lentur yang menghasilkan perbedaan kekuatan lentur yang sangat signifikan pada rentang variasi jarak antar baut yaitu 5 cm.

Penelitian ini apabila dilanjutkan kembali untuk rentang panjang jarak antar baut yang diperkecil dan berada di atas jarak minimum antar baut yaitu 6cm, 8cm, 10cm akan menghasilkan kekuatan sambungan yang lebih besar daripada jarak antar baut 5cm, 7cm, 9cm dan menghasilkan kuat lentur yang lebih rapat untuk digunakan sebagai landasan menentukan jarak efektif yang dapat digunakan untuk jarak antar baut pada sambungan balok bambu laminasi.

## KAJIAN PUSTAKA

### Sambungan Baut Balok Kayu

Alat sambung baut umumnya difungsikan untuk mendukung beban tegak lurus sumbu panjangnya. Kekuatan sambungan baut ditentukan oleh kuat tumpu kayu, tegangan lentur baut, dan angka kelangsingan (nilai banding antara panjang baut pada kayu utama dan diameter baut). Ketika angka kelangsingan kecil baut menjadi sangat kaku dan distribusi tegangan tumpu kayu dibawah baut akan terjadi secara merata. Semakin tinggi angka kelangsingan baut, maka baut mulai mengalami tekuk dan tegangan tumpu kayu maksimum terjadi pada bagian samping kayu utama.

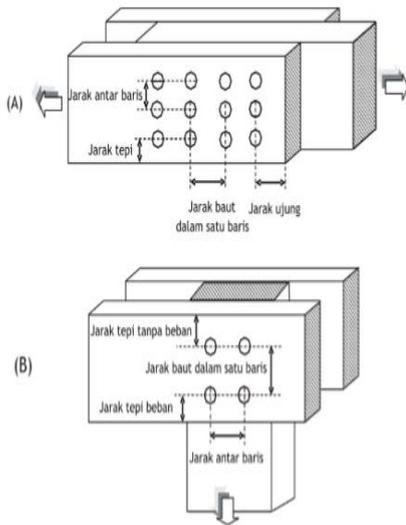


Gambar 1. Distribusi tegangan tumpu kayu pada sambungan baut

### Geometrik sambungan baut

Jarak antar alat sambung baut harus direncanakan agar masing-masing alat sambung dapat mencapai tahanan lateral uktimitnya sebelum kayu pecah. Jarak antar alat sambung kurang dari yang diisyaratkan pada tabel, maka tahanan lateral alat sambung harus direduksi.

2.



Gambar 2. Geometrik sambungan baut

Tabel 1. Persyaratan spasi sambungan baut

Beban sejajar arah serat	Ketentuan dimensi minimum
1. Jarak tepi ( $b_{epi}$ ) $l_m/D \leq 6$ (lihat catatan 1) $l_m/D > 6$	1,5D Yang terbesar dari 1,5D atau $1/2$ jarak antar baris alat pengencang tegak lurus serat
2. Jarak ujung ( $\alpha_{epi}$ ) Komponen Tarik Komponen Tekan	7D 4D
3. Spasi ( $s_{epi}$ ) Spasi dalam baris alat pengencang	4D
4. Jarak antar baris alat pengencang	1,5D < 127mm (lihat catatan 2 dan 3)
Beban tegak lurus arah serat	Ketentuan dimensi minimum
1. Jarak tepi ( $b_{epi}$ ) Tepi yang dibebani Tepi yang tidak dibebani	4D 1,5D
2. Jarak ujung ( $\alpha_{epi}$ )	4D
3. Spasi ( $s_{epi}$ )	Lihat catatan
4. Jarak antar baris alat pengencang $l_m/D \leq 2$ $2 < l_m/D \leq 6$ $l_m/D \leq 6$	Lihat catatan 2,5D (Lihat catatan) (5 $l_m + 10D$ )/8 (Lihat catatan) 5D ((Lihat catatan)

(RSNI PKKI NI 5 Kayu)

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)

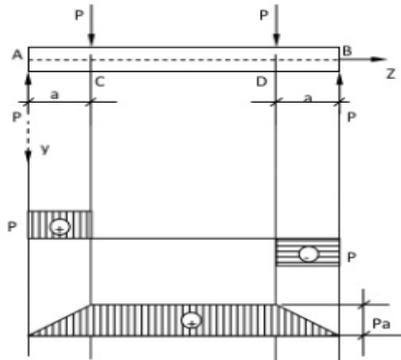
Konstruksi pelat lantai dengan balok kayu biasanya diletakkan tegal lurus terhadap dinding yang menerima beban dengan arah lebar ruang (sisi yang pendek) sehingga momen sekecil mungkin. Jarak di antara balok dipilih seragam antara 45 cm (konstruksi rangka terusan) dan 60-70 cm (konstruksi rangka tersusun). 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 2. 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 Muatan ini dianggap pada lantai dan tangga rumah tinggal biasa (3 kN/m <sup>2</sup> apabila untuk balkon)	$q = 2 \text{ kN/m}^2$
	Total	2,58 kN/m <sup>2</sup>

#### 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  $M = P \cdot a$  maka kondisi seperti itu dapat disebut sebagai lentur murni (Frick,Heinz, 2004).



Gambar 3. 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,  $\Delta$  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

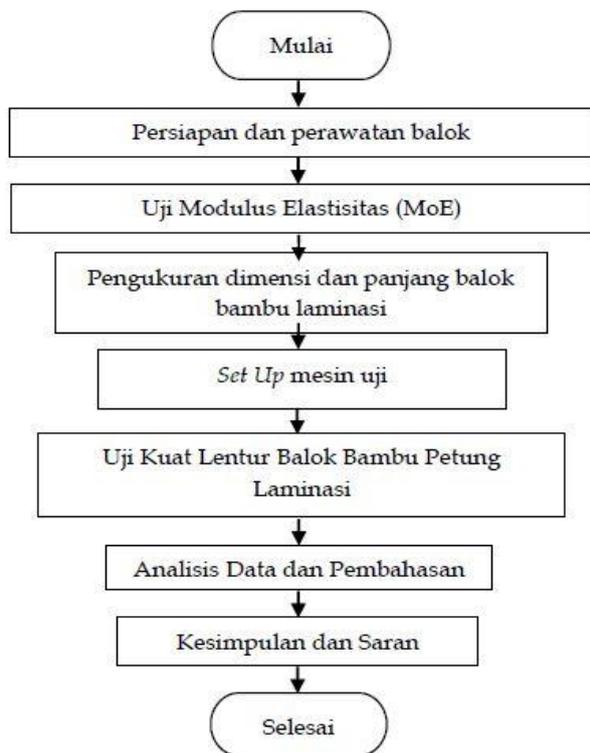
$$\Delta = \frac{M}{EI} \dots\dots\dots(3)$$

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

dengan  $P$  adalah beban yang bekerja (N),  $\Delta$  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 5. 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 dengan ukuran penampang 60 mm x 100 mm serta panjang bentang 1150 mm yang sudah dipasang sambungan dengan panjang jarak antar baut 60 mm, 80 mm, dan 100 mm.

**Peralatan**

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

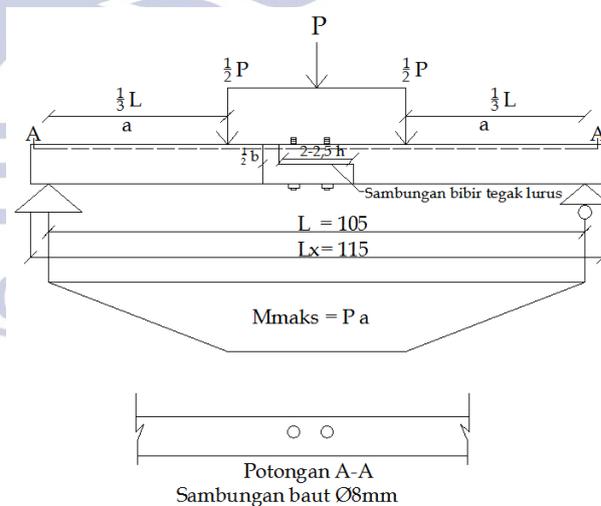
**Benda Uji Balok Bambu Petung Laminasi**

Tabel 3. Benda uji bambu petung laminasi

Kode Benda Uji	Ukuran Penampang b x h x L (mm)	Jumlah Baut (buah)	Jarak Antar Baut (mm)	Jarak Tepi (mm)
BBL <sub>1,1</sub>	60x100x1150	2	60	70
BBL <sub>1,2</sub>	60x100x1150	2	60	70
BBL <sub>1,3</sub>	60x100x1150	2	60	70
BBL <sub>2,1</sub>	60x100x1150	2	80	70
BBL <sub>2,2</sub>	60x100x1150	2	80	70
BBL <sub>2,3</sub>	60x100x1150	2	80	70
BBL <sub>3,1</sub>	60x100x1150	2	100	70
BBL <sub>3,2</sub>	60x100x1150	2	100	70
BBL <sub>3,3</sub>	60x100x1150	2	100	70

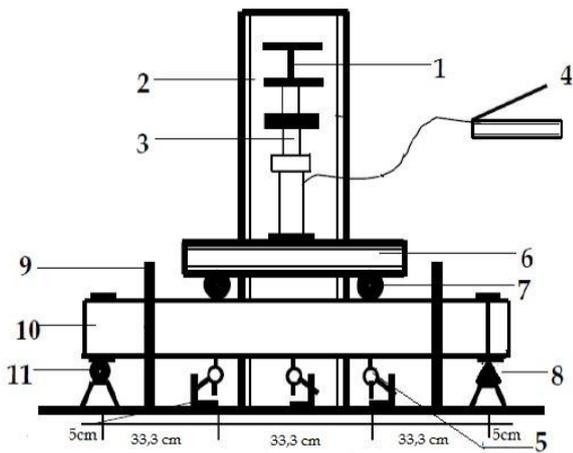
**Pengujian Balok Bambu Petung Laminasi**

Pengujian balok bambu petung laminasi dengan sambungan 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.



Gambar 5 Two poin loading system

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 6. 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 *two point loading* 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	Rerata	Lendutan	Rerata	Kuat	Kuat
	Maks	Beban		Lendutan	Lentur	Lentur
	(N)	Maks	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
Kontrol <sub>1</sub>	9245.6		9.3579		30,82	
Kontrol <sub>2</sub>	11768.7	10182.7	13.5689	11.1403	39,23	33,94
Kontrol <sub>3</sub>	9533.9		10.4942		31,78	
BBL <sub>1,1</sub>	4974.3		38.6347		16,58	
BBL <sub>1,2</sub>	4487.7	4782.07	41.6593	35.1645	14,96	15,94
BBL <sub>1,3</sub>	4884.2		25.1995		16,28	
BBL <sub>2,1</sub>	4613.8		22.5759		15,38	
BBL <sub>2,2</sub>	4451.6	5316.67	32.2346	32.4685	14,84	17,27
BBL <sub>2,3</sub>	6884.6		42.5951		22,95	
BBL <sub>3,1</sub>	4631.9		25.7342		15,44	
BBL <sub>3,2</sub>	7821.8	6488.17	24.5143	26.9039	26,07	21,63
BBL <sub>3,3</sub>	7010.8		30.4633		23,37	

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 7. Pola kerusakan pada titik pembebanan balok

2. Kerusakan geser di sepanjang bentang perekat terutama pada sambungan

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 dan adanya bilah yang terpotong terlebih dahulu karena kebutuhan sambungan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Kerusakan perekat pada balok bambu petung laminasi

3. Kerusakan pada sambungan

Balok bambu petung laminasi yang dibebani gaya dan mengalami kerusakan geser di sepanjang bentang perekat terutama daerah sambungan mengakibatkan kerusakan yang terjadi pada daerah plat sambungan yang mengikuti lendutan yang terjadi karena adanya gaya yang dibebankan pada balok sehingga sambungan juga mengalami kerusakan namun tidak terjadi pergeseran pada baut karena

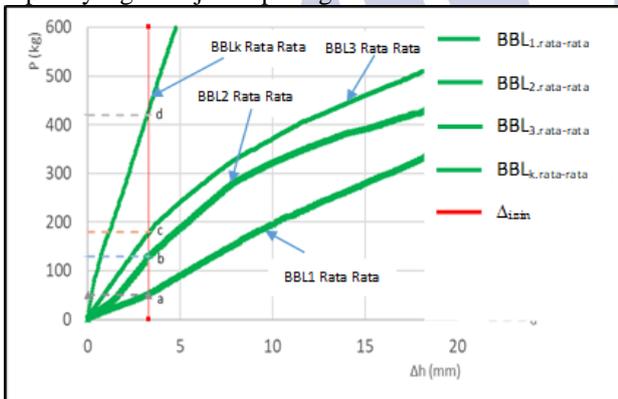
pemilihan diameter baut yang tidak terlalu besar dan terdapat plat yang menahan gaya lateral yang dialami baut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



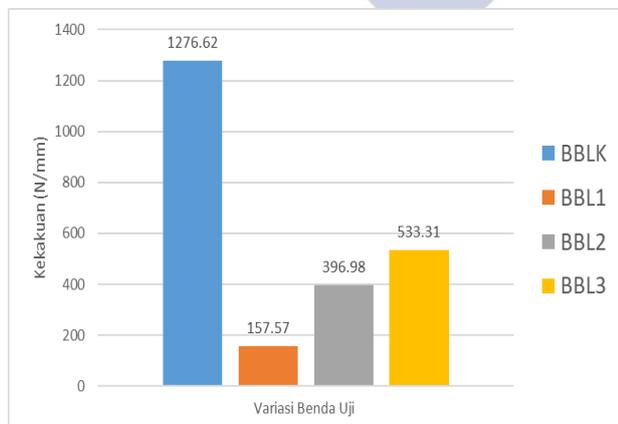
Gambar 9 Kerusakan pada sambungan

#### Pembahasan

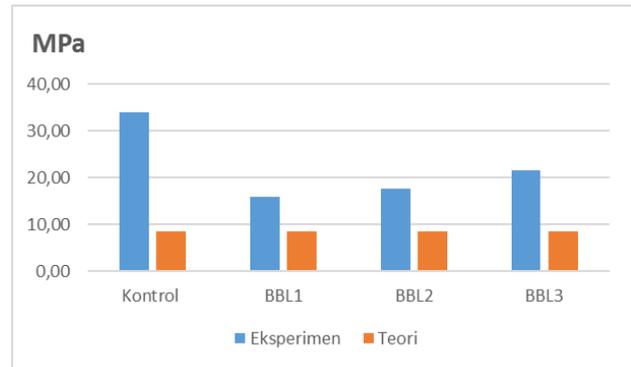
Dari data hasil uji pada ketiga variasi benda uji kemudian diolah ke dalam bentuk grafik hubungan antara gaya dan lendutan izin untuk mengidentifikasi gaya yang dihasilkan balok ketika mengalami lendutan izin kemudian dari data tersebut menghasilkan kekakuan dan kuat lentur sambungan balok bambu petung laminasi seperti yang ditunjukkan pada gambar .



Gambar 10. Grafik hubungan gaya dan lendutan izin



Gambar 11. Grafik kekakuan balok saat mengalami lendutan izin



Gambar 12. Grafik perbandingan kuat lentur teori dan eksperimen

Berdasarkan grafik pada Gambar 10, Gambar 11 dan Gambar 12 di atas, bahwa penggunaan variasi jarak antar baut apabila ditambahkan variasi panjang jarak antar baut maka hasil kekakuan yang teridentifikasi pada saat mengalami lendutan izin semakin besar dengan demikian semakin kaku sambungan balok bambu petung laminasi akan mendapatkan hasil kuat lentur yang semakin besar dan paling efektif sesuai dengan eksperimen variasi jarak antar baut 10 cm menghasilkan kekakuan pada lendutan izin sebesar 533,61 N/mm dan kuat lentur sebesar 21,63 MPa.

#### SIMPULAN

Dari hasil pengujian sambungan balok laminasi dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa pada pemakaian variasi jarak antar baut semakin bertambahnya panjang variasi jarak antar baut semakin besar juga kekakuan dan kuat lentur yang dihasilkan dengan demikian variasi jarak antar baut 10 cm dengan kekakuan pada lendutan izin sebesar 533,61 N/mm dan kuat lentur sebesar 21,63 Mpa adalah jarak antar sambungan paling efektif dari ketiga variasi benda uji.

#### DAFTAR PUSTAKA

##### DAFTAR PUSTAKA

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 NI-5 PKKI. 1961. Peraturan Kontruksi Kayu Indonesia. Jakarta: Yayasan Lembaga Penyelidik Masalah Bangunan

Anonim (1995), SNI 03-3959-1995 Tentang Metode pengujian kuat lentur kayu di laboratorium

- Basuki, Achmad. KEKUATAN TEKAN DAN LENTUR SAMBUNGAN BAUT, PASAK BAMBU, DAN PAKU BATANG LAMINATED VENEER LUMBER (LVL) KAYU SENGON
- Breyer. 1998. *Design of Wood Structures*, Second Edition, Mc Graw-Hill. New York
- Budi, Agus Setiya. 2006. Pengaruh Dimensi Bilah, Jenis Perekat dan Tekanan Kempa terhadap Keruntuhan Lentur Balok Laminasi bambu Peting. Tesis S2, Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta (tidak diterbitkan)
- Dumanauw, J.F. 1982. *Mengenal Kayu*. PT Gramedia. Jakarta
- Frick, Heinz. 2004. *Seri Konstruksi Arsitektur – Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu*, Edisi Pertama. Yogyakarta. Penerbit Kanisius.
- Ginting, Arusmalem. PENGARUH KADAR AIR DAN JARAK ANTAR BAUT TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN.
- Guisheng. 1985. Bamboo Plywood. A New Product of Structural Material with High Strength Properties. In Rao, A.N., Dhanarajan & Shastry, *Recent Research on Bamboo*, C.A.F, China and IDRC, Canada.
- International Organization for Standardization 1975, "Physical and mechanical properties of wood- Test methods for small clear specimens- Part 4: Determination of modulus of elasticity in static bending", ISO 3349:1975, International Organization for Standardization, Geneva
- Iensufrie. (2009). *Mengenal Teknik Pengeringan Kayu*. Surabaya: Erlang
- Irawati, I. S. dan Saputra, A. 2012, *Analisis Statistik Sifat Mekanika Bambu Petung*, prosiding Simposium Nasional Rekayasa dan Budidaya Bambu I 2012, Rekayasa Bambu sebagai solusi pelestarian lingkungan. ISBN:978
- Morisco. 2006. *Teknologi Bambu*, Bahan Kuliah Magister Teknologi Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil Universitas Gadjah 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 Horizontal bambu Petung. Tesis S2, Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta (tidak diterbitkan)
- Prayitno. 1995. *Pengujian Sifat Fisika dan Mekanika Kayu menurut ISO*, Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Soewarno Wiryomartono, 1976, *KONSTRUKSI KAYU*, Jilid I, Penerbit Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Subiyanto, B., Subiyakto dan N. Kahar. 1987. Pengaruh Komposisi Campuran Semen dan Kayu terhadap Sifat-Sifat Papan Wol Semen. *Jurnal Teknologi Indonesia*. Jilid X No. 1.
- Subyakto dan B. Prasetya. 1996. Sifat Fisik dan Mekanik Papan Pulp Semen (Pulp Cement Board) dari Bahan Lignoselulosa. *Laboratorium Bahan Komposit, Puslitbang Fisika Terapan-LIPI. Jurnal Teknologi Indonesia* ISSN 0854-4058.
- Widjaya, E.A, 1995. *Strategi Penelitian Bambu Indonesia*. Yayasan Bambu Lingkungan Lestari. Bogor.
- Wilkinson. 1992, *Strength of Bolted Timber Connections with Steel Side Members*, Research Paper, Forest Products Laboratory, United States Department of Agriculture, <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplrp/fplrp513.pdf>.