

## KUAT TARIK SAMBUNGAN BAMBU DENGAN PERKUATAN KLEM DAN PENGISI BERBASIS PLASTIK PET PADA BERBAGAI VARIASI DIAMETER BAUT

*Tensile Strength of Bamboo Connections with Clamp Reinforcement and PET Plastic Based Filler in Various Bolt Diameters*

I Wayan Sugiarta\*, Suparjo\*, Miko Eniarti\*, Shofia Rawiana\*, Desi Widianty\*

\*Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Jl. Majapahit No 62, Mataram 83125 Indonesia

Email: [sugiarta69@unram.ac.id](mailto:sugiarta69@unram.ac.id), [suparjo2409@unram.ac.id](mailto:suparjo2409@unram.ac.id), [mikoeniarti@unram.ac.id](mailto:mikoeniarti@unram.ac.id), [sshofiarawiana@yahoo.co.id](mailto:sshofiarawiana@yahoo.co.id), [widiantydesi@unram.ac.id](mailto:widiantydesi@unram.ac.id)

Manuscript received: 21 Maret 2025

Accepted: 23 Mei 2025

### Abstrak

Salah satu kelemahan dari bambu adalah ketidakmampuannya dalam menahan tekanan geser, terutama pada bagian sambungan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kemampuan bambu dalam menahan tegangan geser, para peneliti melakukan studi seperti penambahan bahan pengisi dan penggunaan klem dari plastik serat. Namun, penerapan klem plastik serat masih dirasa kurang mampu untuk mencegah terjadinya kegagalan geser pada bambu. Berangkat dari fakta ini maka dilakukan penelitian dengan tujuan untuk meningkatkan performa sambungan bambu klem dengan penambahan pengisi plastik PET. Sistem sambungan yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri dari pelat buhul, klem, bambu berpengisi, dan baut sebagai konektor. Variasi baut yang digunakan dalam penelitian ini adalah baut dengan diameter 10 mm, 12 mm, 16 mm, dan 19 mm. Benda uji yang telah dirakit dilakukan pengujian menggunakan jack hidrolis dengan bantuan rangka pembebanan. Beban diterapkan secara bertahap sampai terjadi kegagalan pada sambungan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar diameter baut semakin besar kuat tarik sambungan bambu yang dihasilkan. Kontribusi pengisi pada sistem sambungan di pengujian ini hanya berkisar sebesar 10%. Pola kegagalan yang terjadi pada sambungan bambu adalah pola kegagalan tipe I, hal ini ditandai dengan terjadinya kerusakan pada bambu, pengisi dan baut yang bengkok khususnya pada baut diameter kecil (kelangsingan besar).

Kata kunci : Kuat tarik, Sambungan bambu, Klem plastic-serat.

### PENDAHULUAN

Salah satu kekurangan dari bambu adalah kemampuannya yang rendah dalam menahan geseran, terutama pada bagian sambungan. Karena kelemahan ini, banyak peneliti yang berupaya untuk memperkuat daya tahan geser bambu, seperti dalam studi (Sugiarta et al., 2023) mengenai penerapan klem plastik serat pada sambungan. Dalam penelitian tersebut, performa sambungan yang menggunakan klem meningkat hingga 26.63% dibandingkan dengan yang tidak menggunakan klem. Namun, hal ini belum mampu mencegah terjadinya kegagalan geser pada bambu atau kegagalan tipe I. Di sisi lain, penelitian (Tanwir et al., 2018) yang membahas sambungan dengan pengisi menunjukkan bahwa metode ini dapat mengubah jenis kegagalan bambu menjadi tipe kegagalan III sambil juga meningkatkan kekuatan sambungan, dengan pengisi yang terdiri dari bambu yang direkatkan menggunakan resin.

Seperti diketahui bahwa limbah menjadi salah satu permasalahan sosial yang sering dibicarakan, terutama limbah plastik. Penelitian menunjukkan bahwa di Indonesia, volume limbah plastik yang dibuang setiap harinya berkisar antara 10-15% dari keseluruhan limbah yang dihasilkan (Sahwan et al., 2005). Berdasarkan permasalahan yang ada, telah dilakukan penelitian yang menggabungkan metode sambungan menggunakan klem dengan sambungan dengan pengisi. Tujuannya adalah untuk

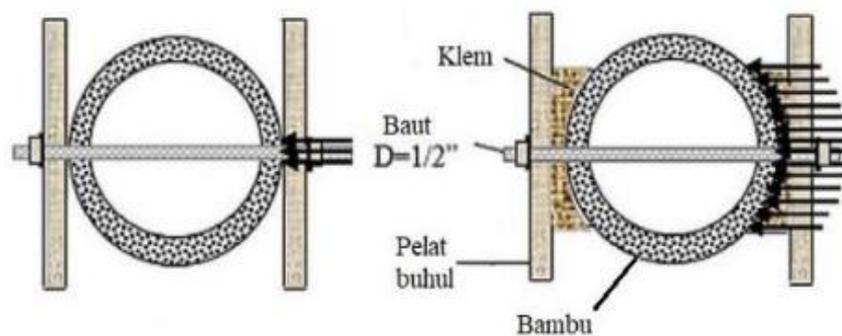
mengatasi masalah geser pada bambu sambil tetap memperhatikan faktor ekonomi, ketersediaan material, kemudahan penerapan, dan mengurangi limbah plastik yang ada. Dari penjelasan di atas maka perlu untuk dicoba penggunaan limbah plastik sebagai bahan dalam sistem kombinasi sambungan antara sambungan klem dan sistem bambu berpengisi.

**TINJAUAN PUSTAKA**

Penelitian mengenai sistem penyambungan bambu yang melibatkan penambahan klem kayu dengan variasi sudut sambungan batang pada 0°, 30°, dan 45° telah dilakukan oleh Masdar, dkk (2020). Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa kekuatan sambungan mengalami penurunan pada sudut batang 30° dan 45°, yakni masing-masing sebesar 16,80% dan 12,21% dibandingkan dengan sudut batang 0°. Oleh karena itu, semakin besar sudut batang, maka sistem sambungan struktur rangka batang bambu yang menggunakan pelat kayu dan klem akan mengakibatkan penurunan pada kekuatan serta kekakuan.

Sugiartha dan Rofaida (2018), dalam penelitiannya terkait kinerja sambungan bambu celah berpengisi dengan pelat penyambung baja menyimpulkan bahwa nilai kuat tarik sambungan meningkat seiring dengan meningkatnya ukuran diameter baut dengan batas diameter tertentu. Dimana pada penelitian ini menggunakan variasi baut dengan diameter 10 mm, 12 mm, 14 mm, 16 mm, dan 19 mm dengan hasil penelitian kuat tarik berturut-turut sebesar 2.400 kg, 3.200 kg, 3.600 kg, 3.850 kg, dan 3800 kg.

Untuk mencegah terjadinya kerusakan pada struktur rangka, perhatian yang serius harus diberikan terhadap kekuatan sambungan. Masdar, dkk (2015) menciptakan sistem sambungan dengan menambahkan klem kayu, yang bertujuan untuk mendistribusikan tegangan secara merata di sekitar area lubang baut serta di antara bambu dan pelat buhul. Penguatan sambungan terjadi karena tekanan pengencangan yang diterapkan tidak terfokus pada lubang baut, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1** Distribusi gaya pada baut dan pelat buhul pada bambu.

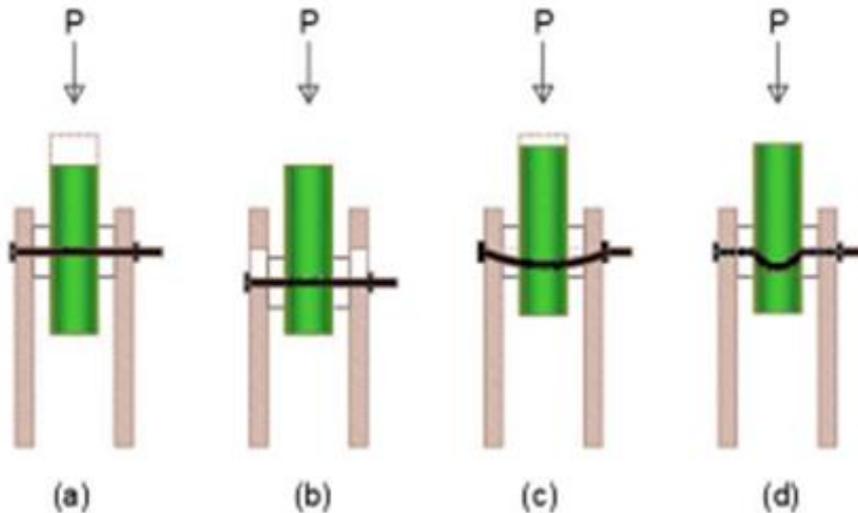
Koefisien gesekan antara bambu dan klem berperan dalam memperkuat sambungan yang dapat dilihat pada Persamaan 1 dan Persamaan 2..

$$P_{klem} = \mu_k \cdot N \dots\dots\dots (1)$$

$$\mu_k = \alpha \cdot \mu \dots\dots\dots (2)$$

dengan:  $P_{klem}$  = Peningkatan kekuatan sambungan,  $\mu_k$  = Koefisien sambungan klem,  $\alpha$  = Sudut bukaan klem ( $^\circ$ ),  $N$  = Gaya pengencangan baut (N),  $\mu$  = Koefisien gesek antara bambu dan klem ( $\mu = 0.356$ ).

Dalam menganalisis kekuatan sambungan, penting untuk memperhatikan jenis kegagalan yang mungkin terjadi selama proses pembebanan. Ada empat kategori mode kegagalan yang dapat dilihat pada Gambar 2. Metode untuk menganalisis kekuatan sambungan yang mengacu pada mode kegagalan dapat ditemukan dalam Persamaan 3 hingga Persamaan 6 yang berikut ini.



**Gambar 2** (a) Pola kegagalan tipe I (b) Pola kegagalan tipe II (c) Pola kegagalan tipe III (d) Pola kegagalan tipe IV Komponen sistem sambungan yang menentukan kekuatan sambungan.

Tipe kegagalan I muncul ketika dukungan yang dihasilkan antara baut dan bambu terlalu besar, sehingga kekuatan sambungan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$Z_1 = 2t_m \cdot f_{em} \cdot D + \mu_k \cdot N \dots\dots\dots (3)$$

dengan:  $t_m$  = Tebal bambu (mm),  $f_{em}$  = Daya dukung bambu (MPa),  $D$  = Diameter baut (mm),  $\mu_k$  = Koefisien sambungan klem,  $N$  = Gaya pengencangan baut (N).

Tipe kegagalan II muncul ketika ada beban dukung yang berlebih di antara baut dan pelat buhul, sehingga kekuatan penghubung dapat ditentukan menggunakan Persamaan 4.

$$Z_2 = 2t_s \cdot f_{es} \cdot D + \mu_k \cdot N \dots\dots\dots (4)$$

dengan:  $t_s$  = Tebal kayu sekunder (mm),  $f_{es}$  = Daya dukung kayu sekunder (MPa),  $D$  = Diameter baut (mm),  $\mu_k$  = Koefisien sambungan klem,  $N$  = Gaya pengencangan baut (N).

Tipe kegagalan III muncul ketika tegangan lentur melebihi batas elastis, sehingga daya tahan sambungan bisa ditentukan menggunakan Persamaan 5.

$$Z_3 = \frac{2t_m \cdot f_{em} \cdot D}{R_t(2+R_e)} \left[ \sqrt{\frac{2(1+R_e)}{R_e} + \frac{2fy(2+R_e)R_e^2}{3F_{em}(t_m/D)^2}} \right] \dots\dots\dots (5)$$

dengan:  $t_m$  = Tebal bambu (mm),  $f_{em}$  = Daya dukung bambu (MPa),  $D$  = Diameter baut (mm),  $\mu_k$  = Koefisien sambungan klem,  $N$  = Gaya pengencangan baut (N),  $R_e = f_{em} / f_{es}$ ,  $R_t = t_m / t_s$

Tipe Kegagalan IV muncul ketika tekanan geser pada baut melebihi batas, yang menghasilkan dua area geser, sehingga daya pada sambungan dapat dihitung menggunakan Persamaan 6.

$$Z_4 = 2 \left( \frac{1}{4} \pi^2 \right) f_y + \mu_k \cdot N \dots\dots\dots (6)$$

dengan:  $f_y$  = Tegangan leleh baut (MPa),  $\mu_k$  = Koefisien sambungan klem,  $N$  = Gaya pengencangan baut (N).

$f_{em}$  dan  $f_{es}$  yang merupakan kekuatan dukung kayu utama dan samping dapat dihitung dengan Persamaan 7 dan Persamaan 8 (Awaludin, 2005):

$$F_{e//} = 77.25 G \dots\dots\dots (7)$$

$$F_{e\perp} = 212 G^{1.45} D^{-0.5} \dots\dots\dots (8)$$

dengan:  $F_{e//}$  = Kekuatan dukung sejajar serat (MPa),  $F_{e\perp}$  = Kekuatan dukung tegak lurus serat (MPa),  $G$  = Berat jenis,  $D$  = Diameter bambu (mm)

**METODE PENELITIAN**

**Bahan dan Peralatan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu Galah, Plastik *Polyethlyne Terphthalate* (PET), NaOH padat, *Xylene*, papan keruing, dan baut (diameter 10,12, 16, dan 19 mm). Peralatan yang digunakan untuk membuat klem adalah wajan, kompor, baskom tahan panas, sikat besi, timbangan digital, oven, parang, belender, ayakan, alat pencetak klem, *table saw*, dan bor. Sedangkan Peralatan yang digunakan pada proses pengujian adalah *loading frame*, *loadcell*, *transducer indicator*, *dial gauge*, dan *hydraulic jack*.

**Pembuatan Benda Uji**

**Pembuatan klem**

Pada penelitian ini, klem terbuat dari campuran serat bambu yang dihasilkan melalui proses yaitu pemotongan bambu menjadi strip, kemudian direndam dalam larutan NaOH selama 2 jam dengan perbandingan 20:1 antara air dan NaOH. Setelah itu, bambu strip dibilas bersih dan dihancurkan menjadi serat menggunakan palu dan parang. Serat bambu kemudian dijemur di bawah sinar matahari untuk mengurangi kadar airnya. Sedangkan perekatnya dibuat dari plastik PET yang bersih dari kotoran, kemudian dipotong-potong kecil guna memudahkan dalam proses pencairannya.

Setelah semua bahan siap, serat bambu dan plastik PET ditimbang dengan perbandingan berat 10:90. Kemudian plastik PET dicairkan di atas kompor. Setelah itu, larutan xylene ditambahkan dengan perbandingan berat 10:1 terhadap plastik cairan dan dicampur hingga merata. Serat bambu kemudian dimasukkan ke dalam campuran cairan tersebut dan diaduk rata. Campuran tersebut kemudian dituangkan ke dalam cetakan bentuk klem. Cetakan klem dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3** Cetakan Klem

***Pembuatan benda uji sambungan bambu***

Benda uji terdiri atas bambu berdiameter 80-90 mm, klem dari campuran plastik dan serat, pelat buhul dari kayu mahoni, serta alat penyambung berupa baut. Dalam penelitian ini menggunakan 4 variasi ukuran diameter baut sebagai alat sambung, yaitu baut diameter 10 mm, 12 mm, 16 mm, dan 19 mm. Untuk setiap ukuran diameter baut, dibuat sebanyak 3 benda uji.

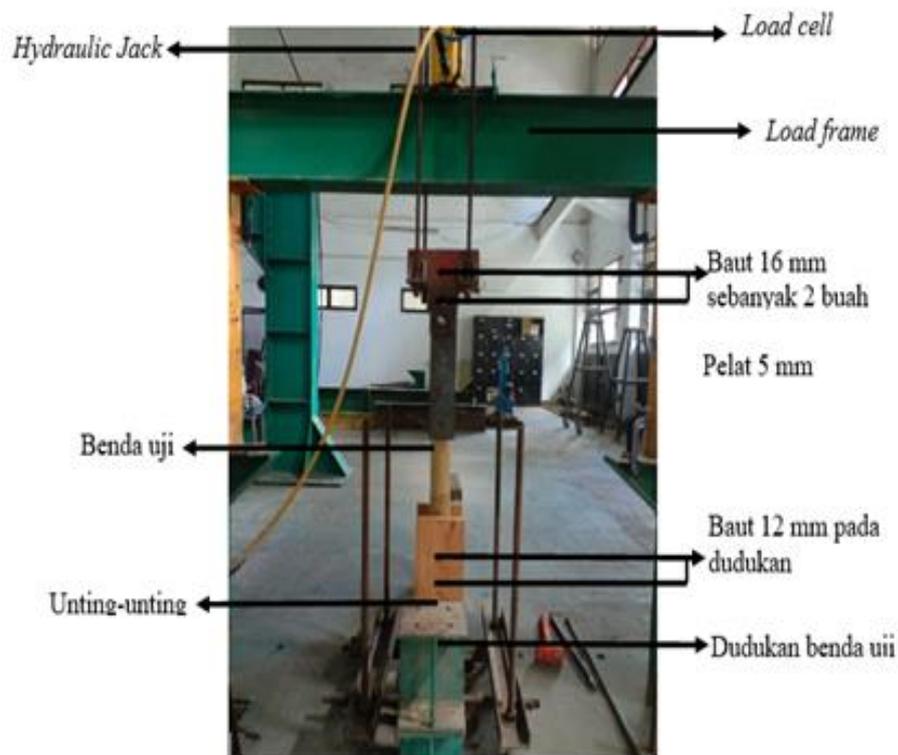
Bambu galah yang digunakan berusia 3-5 tahun dan tidak cacat. Bambu yang digunakan dipotong dengan panjang 70 cm dengan nodia bambu berada di tengah. Pelat buhul dengan dimensi 45 x 20 cm untuk semua jenis baut. Jarak uji dibuat 7 kali lebih besar dari diameter baut dimana digunakan baut 16 mm sebagai acuan. Kemudian dilakukan pengeboran di titik-titik sambungan dengan diameter lubang 2 mm lebih besar dari baut. Gaya pengencangan baut diberikan 9 N. Kondisi benda uji dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4** Rangkaian benda uji

## Pengujian Benda Uji Sambungan Bambu

Pembuatan sistem sambungan dirangkai dan disetting sebaik mungkin pada *loading frame* agar gaya tarik bekerja optimal dan tidak menyebabkan gaya eksentrisitas pada benda uji. Benda uji, *hydraulic jack*, dan *load cell* disimetriskan dengan menggunakan unting-unting. Untuk mengetahui beban yang diberikan maka *load cell* dilengkapi dengan *transducer indicator* untuk melihat kenaikan beban secara digital. Pertambahan panjang atau perubahan (sesaran) yang terjadi benda uji diukur menggunakan *dial gauge* yang diletakkan pada kiri dan kanan benda uji, tepatnya di atas papan buhul. Pengujian tarik sambungan dilakukan dengan memberikan beban statis jangka pendek melalui *hydraulic jack* yang dipompa secara perlahan setiap 10 lbs. Setiap pertambahan beban dicatat perubahan yang terjadi pada sambungan (sesaran) melalui bacaan *dial gauge*. Demikian seterusnya hingga terjadi kegagalan pada sambungan yaitu berupa bambu mengalami pecah, geser atau baut bengkok. Hal ini mengindikasikan telah tercapainya beban maksimal yang terbaca pada *transducer indicator* dan jarum *dial gauge* berputar dengan cepat. Pembebanan dihentikan karena sudah tidak adanya perlawanan lagi oleh sambungan bambu. Pengaturan pengujian tarik sambungan bambu ini terlihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Setting-Up pengujian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Pendahuluan

Pengujian pendahuluan yang dilakukan terhadap bambu Galah yaitu pengujian sifat fisik, sedangkan untuk baut hanya pengujian sifat mekanik berupa uji kuat tarik. Adapun hasil pengujian sifat

fisik bambu Galah dapat dilihat pada Tabel 1 sedangkan pengujian kuat tarik baut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 1** Hasil penelitian sifat fisik bambu Galah

Bagian	Kadar air (%)		Berat jenis
	Bambu segar	Kering udara	
Pangkal	45.97	14.37	0.48
Tengah	36.84	13.19	0.52
Ujung	34.73	12.46	0.65
Rerata	39.18	13.34	0.55

**Tabel 2** Hasil pengujian kuat tarik baut

Kode Benda Uji	Tegangan leleh ( $f_y$ ) (MPa)	Tegangan putus ( $f_u$ ) (MPa)	Regangan max (%)
Baut 1	537	541	12.5
Baut 2	528	536	13.3
Baut 3	511	513	13.8
Rerata	525.3	530.0	13.2

Berdasarkan Tabel 1 di atas, bambu Galah yang dipakai memiliki nilai kadar air dalam keadaan segar sebesar 39.18%, kering udara sebesar 16.95% dan nilai berat jenis sebesar 0,55. Hasil ini menunjukkan bahwa bambu Galah ini merupakan bambu yang sudah berumur lebih dari 3 tahun dimana terlihat nilai kadar airnya dalam keadaan segar kurang dari 40%. Jika dilihat nilai kadar airnya dalam keadaan kering udara maka bambu ini dapat dipakai sebagai bahan struktur dimana persyaratan nilai kadar air minimal 19% dan nilai berat jenis bambu minimal 0,5 (Morisco, 1999).

Hasil pengujian kuat tarik baut seperti terlihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa baut yang digunakan merupakan baut untuk struktural dimana persyaratan tegangan putus minimalnya sebesar 340 MPa. Tegangan putus yang dihasilkan yaitu berkisar sebesar 530 MPa berarti baut tersebut termasuk baja struktural kode mutu BJ<sub>50</sub> (Anonim, 2002).

### Pengujian Kuat Tarik Sambungan Bambu

Pengujian kuat tarik ini bertujuan untuk mendapatkan kekuatan tarik maksimum yang diperoleh pada sistem sambungan bambu. Adapun hasil pengujian kuat tarik sambungan bambu dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

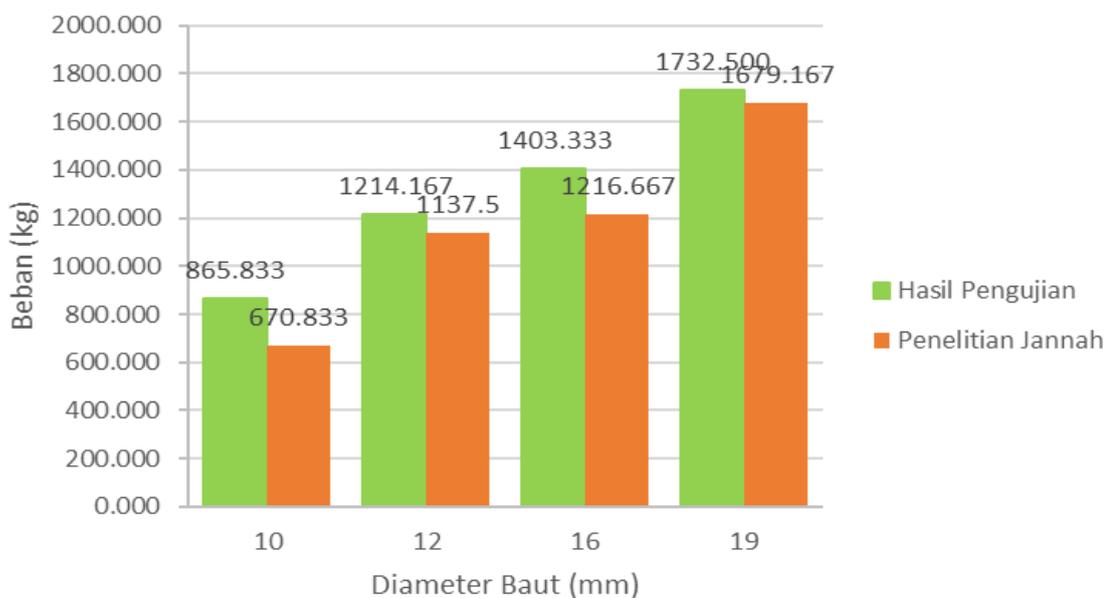
**Tabel 3** Hasil pengujian kuat tarik sambungan bambu

Diameter Baut (mm)	Benda Uji	Pembebanan (kg)	Rata-Rata Pembebanan (kg)	Kenaikan (%)
10	A	937.500	865.833	-
	B	810.000		
	C	850.000		
12	A	1222.500	1214.167	40.231
	B	1212.500		
	C	1207.500		
16	A	1415.000	1403.333	62.079
	B	1410.000		
	C	1385.000		
19	A	1732.500	1732.500	100.096
	B	1765.000		
	C	1700.000		

Pada Tabel 3 didapatkan rata-rata pembebanan pada sambungan bambu menggunakan baut diameter 10 mm, 12 mm, 16 mm, dan 19 mm berturut-turut sebesar 865,833 kg; 1214,167 kg; 1403,333 kg; dan 1732,500 kg. Hal ini menjelaskan bahwa pembebanan pada sambungan akan meningkat seiring dengan kenaikan diameter baut, dimana kenaikan terjadi hingga khususnya diameter 19 mm. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Jannah (2023).

Peningkatan pembebanan ini terjadi akibat faktor kelangsingan alat sambung, dimana semakin kecil diameter baut yang digunakan maka kelangsingannya semakin besar sehingga baut mudah tertekuk pada beban yang relative masih kecil. Demikian juga sebaliknya jika diameter baut semakin besar maka kelangsingannya semakin kecil sehingga baut menjadi lebih kaku yang berdampak kepada kemampuan baut mendistribusikan beban ke lubang bambu, klem, dan papan buhul lebih besar sebelum terjadinya tekuk. Namun perlu diingat juga bahwa tidak selalu memperbesar diameter baut akan meningkatkan kuat tarik sambungan. Dengan memperbesar diameter baut akan menyebabkan pengurangan luas penampang batang semakin besar akibat pelubangan yang dapat menyebabkan kegagalan pada batang bambunya akibat tegangan tumpu yang berlebihan pada dinding lubang bambu.

Gambar 6 berikut menjelaskan perbandingan hasil rata-rata pembebanan setiap variasi diameter baut pada pengujian ini dengan hasil pengujian Jannah (2023). Terlihat bahwa hasil pengujian menunjukkan nilai pembebanan yang lebih besar dari penelitian Jannah (2023). Dengan adanya penambahan pengisi pada rongga bambu berkontribusi terhadap peningkatan nilai pembebanan pada sambungan bambu. Peningkatan nilai pembebanan ini memang tidak signifikan hanya berkisar sebesar 10%. Kecilnya kontribusi pengisi diduga disebabkan oleh karena kurang sempurnya perekatan antara bahan pengisi plastic PET + serat dan dinding dalam rongga bambu sehingga tidak terjadi komposit secara penuh. Ketidakefektifan perekatan bahan pengisi dengan dinding bambu terjadi karena karakteristik lelehan plastic setelah mengeras memiliki permukaan yang agak licin. Kemudian ditambah lagi terjadinya pergerakan pada proses pelubangan batang bambu untuk memasukkan baut.

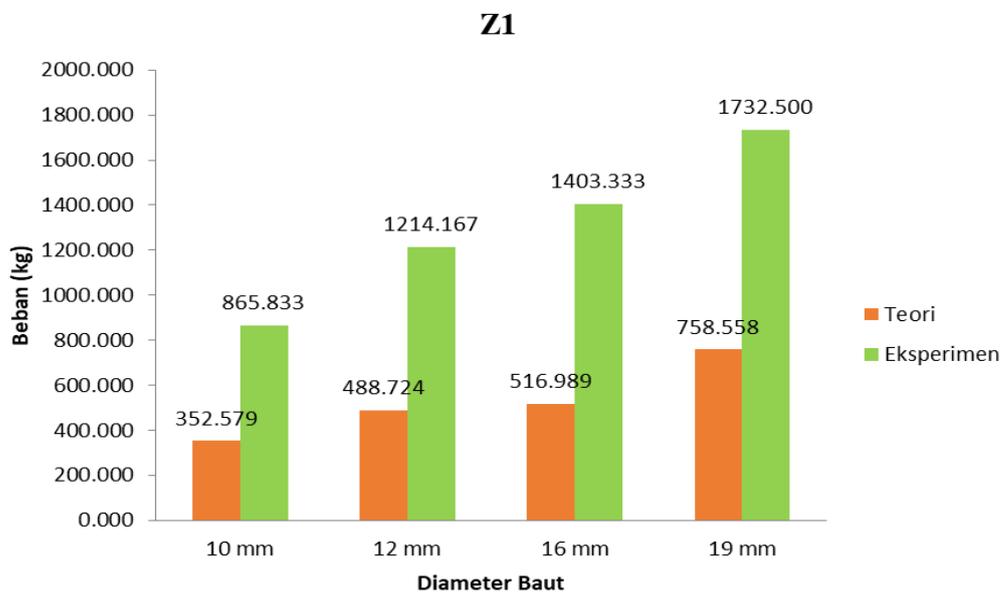


**Gambar 6** Diagram pembebanan hasil pengujian dan hasil penelitian Jannah (2023)

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan Persamaan (3), (4), (5), dan (6) didapatkan hasil pengujian yang mendekati hasil perhitungan menggunakan Persamaan (3). Hasil pengujian termasuk pola kegagalan Tipe I yaitu daya dukung yang terjadi berlebihan antara bambu dan baut. Adapun hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 7.

**Tabel 4** Hasil perhitungan teoritis dan pengujian.

Diameter Baut	Kekuatan sambungan (kg)					Selisih
	Teori				Pengujian	
	Z1	Z2	Z3	Z4	Ze	
	a	b	c	d	e	
10 mm	352.579	1593.281	4374.227	6169.154	865.833	59.279%
12 mm	488.724	1905.401	5293.005	8869.202	1214.167	59.748%
16 mm	516.989	2529.641	11617.285	15742.052	1403.333	63.160%
19 mm	758.558	2997.821	12988.513	22185.348	1732.500	56.216%



**Gambar 7** Perbandingan hasil penelitian dengan teoritis

Dari hasil perbandingan antara pengujian dengan teoritis dapat diketahui bahwa hasil pengujian telah memenuhi perkiraan kapasitas minimum sambungan bambu. Adapun selisih kekuatan antara hasil teoritis Z1 dengan hasil pengujian sambungan dengan menggunakan diameter baut 10 mm, 12 mm, 16 mm, dan 19 mm berturut-turut sebesar 59,3%, 59,7%, 63,2%, dan 56,2%. Jadi Persamaan (3) ini dapat dipakai untuk menghitung kekuatan sambungan bambu seperti pengujian dengan factor keamanan sebesar 2.

**Pola Kegagalan Sambungan**

Dari hasil pengamatan langsung secara visual. Pola kegagalan yang terjadi pada sambungan yaitu pola kegagalan tipe I. Pola kegagalan sambungan tiap variasi diameter baut dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 berikut:



**Gambar 8** Pola kegagalan sambungan pada diameter baut 10 mm



**Gambar 9** Pola kegagalan sambungan pada diameter baut 12 mm, 16 mm, dan 19 mm

Pada Gambar 8 terlihat bahwa kegagalan sambungan disebabkan karena daya dukung yang sudah berlebihan antara baut dan bambu sehingga batang baut dengan kelangsingan yang besar menjadi bengkok (tertekuk) demikian pula bahan pengisi pada rongga bambu pecah. Sedangkan Gambar 9 menunjukkan bahwa sambungan dengan batang baut yang memiliki kelangsingan yang lebih kecil pola kegagalannya disebabkan oleh ketidakmampuan batang bambu dan pengisinya mengimbangi kekuatan baut sehingga menjadi pecah.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar diameter baut semakin besar kuat tarik sambungan bambu yang dihasilkan. Kontribusi pengisi pada sistem sambungan di pengujian ini hanya berkisar sebesar 10% . Pola kegagalan yang terjadi pada sambungan bambu adalah pola kegagalan tipe I, hal ini ditandai dengan terjadinya kerusakan pada bambu, pengisi dan baut yang bengkok khususnya pada baut diameter kecil (kelangsingan besar).

## Saran

Perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut tentang penambahan bahan pengisi berupa campuran plastik PET dan serat bambu pada rongga disekitar sambungan dengan perkuatan perekat epoksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2002). SNI 03-1729-2002: Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung. *Standar Nasional Indonesia*.
- Awaludin, A. (2005). *Dasar-dasar Perencanaan Sambungan Kayu*, Biro Penerbit KMTS FT UGM.
- Jannah, K. (2023). Pengaruh Ukuran Diameter Baut Terhadap Kuat Tarik Sambungan Bambu dengan Klem Plastik Serat. *Tugas Akhir. Mataram: Universitas Mataram*.
- Masdar, A., Suhendro, B., Siswosukarto, S., & Sulisty, D. (2015). The study of wooden clamps for strengthening of connection on bamboo truss structure. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 72(5), 97–103. <https://journals.utm.my/jurnalteknologi/article/view/3947>.
- Masdar, A., Siswosukarto, S., Novianti, & Suryani, D. (2019). Implementation of connection system of wooden plate and wooden clamp on joint model of bamboo truss structures. *International Journal of GEOMATE*, 17(59), 15-20. <https://geomatejournal.com/geomate/article/view/257>.
- Morisco. (1999). *Rekayasa Bambu*. Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Sahwan, F. L., Martono, D. H., Wahyono, S., & Wisoyodharmo, L. A. (2005). Sistem pengelolaan limbah plastik di Indonesia. *Jurnal teknologi lingkungan*, P3TL-BPPT, 6(1), 311–318.
- Sugiarta, I. W., & Rofaida, A. (2018). Kuat Tarik Sambungan Bambu Celah Berpengisi dengan Alat Sambung Baut pada Berbagai Variasi Jarak Ujung. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 4(1), 17-22. <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jst/article/view/447>.
- Sugiarta, I. W., Rofaida, A., Rawiana, S., Akmaluddin, A., & Anshari, B. (2023). Kuat Tarik Sambungan Bambu pada Berbagai Variasi Ukuran Klem Berbahan Limbah Plastik PET dan Serbuk Bambu. *Spektrum Sipil*, 10(1), 73-80. <https://spektrum.unram.ac.id/index.php/Spektrum/article/view/292>
- Tanwir, Sugiarta, I. W., & Anshari, B. (2018). Pengaruh variasi jarak ujung terhadap kuat tarik sambungan bambu celah berpengisi menggunakan baut dan pelat aluminium. *Tugas Akhir. Mataram: Universitas Mataram*.