

**KUAT TARIK SAMBUNGAN BAMBU BERPENGISI PADA BERBAGAI
VARIASI MASSA MATRIKS DAN SERBUK GERGAJI KAYU**
Tensile Strength of Filling Bamboo Connection in Various Matrix Mass Variations and Sawdust

I Wayan Sugiarta*, Aryani Rofaida*, Teti Handayani*, Suparjo*, Suryawan Murtiadi*
*Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram
Email : sugiarta88@gmail.com, ayanirofaida@unram.ac.id, tetyhandayani@gmail.com,
suparjo14867@yahoo.com, s.murtiadi@unram.ac.id

Abstrak

Bambu memiliki kuat geser sejajar serat yang rendah karena bentuknya tubular sehingga ketika disambung menggunakan pasak mudah terjadinya pecah. Upaya peningkatan kuat geser bambu yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan pengisi disekitar sambungan. Serbuk kayu dicampur dengan matriks dari polyvinyl acetate (PVAc) memiliki potensi untuk dijadikan bahan pengisi sambungan bambu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tarik optimum sambungan bambu pada perbandingan massa matriks terhadap massa pengisi serbuk kayu dan untuk mengetahui pola kegagalan yang terjadi pada sambungan bambu berpengisi. Penelitian ini diawali dengan melakukan uji pendahuluan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik bamboo, baut, dan perekat PVAc. Selanjutnya membuat benda uji sambungan dengan lima variasi massa matriks terhadap serbuk kayu, yaitu 1:1, 1.25:1, 1.5:1, 1.75:1, dan 2:1 dimana setiap variasi terdiri dari tiga sampel. Kemudian benda uji sambungan bambu diuji pada loading frame dengan cara memberikan beban statis jangka pendek menggunakan hydraulic jack hingga benda uji sambungan mengalami kegagalan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tarik sambungan dengan variasi 1:1, 1.25:1, 1.5:1, 1.75:1, dan 2:1 berturut-turut sebesar 1179.36 Kg, 1194.48 Kg, 1239.84 Kg, 1421.28 Kg dan 1345.68 Kg. Kekuatan tarik optimum sambungan bambu terdapat pada variasi 1.75:1 dengan beban maksimum yang mampu diterima oleh sambungan bambu sebesar 1421.28 Kg. Pola kegagalan yang terjadi pada daerah sambungan bambu yaitu kegagalan tipe I dimana kegagalan terjadi dengan pecah dan bergesernya bambu serta terdorongnya pengisi ketika mencapai beban maksimum.

Kata kunci : *Bambu, Serbuk kayu, Perekat PVAc, Kuat tarik, Sambungan bambu berpengisi.*

PENDAHULUAN

Sejauh ini bambu digunakan sebagai bahan bangunan struktur ringan pada konstruksi bangunan. Penggunaan bambu sebagai bahan struktur bangunan belum optimal, karena bentuknya yang seperti tabung dan berongga menyebabkan bambu mempunyai gaya geser sejajar serat yang rendah ketika dipasak atau dibaut. Konsentrasi tegangan yang terjadi pada lubang bambu terjadi cukup besar sehingga membuat bambu mudah pecah. Oleh karena itu harus ada upaya yang mampu membuat struktur bambu menjadi lebih kuat terutama dibagian sambungannya. Agar tegangan dapat tersalurkan dengan baik, maka diberikan pengisi disekitar sambungan.

Dalam upaya peningkatan kuat geser pada sambungan telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Diantaranya yaitu Morisco dan Mardjono (1996), tentang sambungan bambu pengisi menggunakan mortar semen dan kayu sebagai pengisi rongga bambu disekitar sambungan. Kemudian Aryawan (2017) melakukan penelitian untuk meningkatkan kekuatan sambungan bambu menggunakan pengisi bambu terhadap kuat tarik sambungan bambu dengan variasi jarak ujung dan pelat baja yang digunakan diletakkan pada tengah bambu

Namun pada penelitian yang telah dilakukan tersebut, terdapat kesulitan yang dijumpai pada pelaksanaannya. Seperti berat sendiri dari mortar yang cukup besar, pembentukan kayu menggunakan mesin bubut yang sesuai dengan diameter lubang bambu, serta mencari bambu yang berdiameter lebih kecil dari sebelumnya sampai rongga terisi penuh oleh bambu. Selain itu pembuatan celah untuk penempatan pelat baja juga cukup sulit dilakukan, sehingga diperlukan alternatif sambungan yang dapat memudahkan pengguna serta ekonomis dalam pengaplikasiannya.

Dari industri penggergajian, banyak dihasilkan limbah kayu yang berupa serbuk kayu dan potongan kayu. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan limbah penggergajian yang dihasilkan menjadi serbuk kayu per gelondong dengan diameter 30 cm dan panjang 1 m dengan 5 kali penggergajian, tebal gergaji 0,8 cm dihasilkan 0,0088 m³ per gelondong hanya dibuang atau dibakar, Hidayat, (2017). Serbuk ini memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan baku pengisi sambungan bambu.

Salah satu jenis perekat yang dapat digunakan untuk pembuatan pengisi sambungan bambu yaitu Polyvinyl acetate (PVAc). PVAc ini merupakan polimer yang mempunyai sifat kerekatan yang sangat kuat sehingga sering digunakan sebagai bahan dasar pembuatan perekat kain, kertas dan kayu. PVAc memiliki sifat tidak berbau, tidak mudah terbakar, dan lebih cepat solid. Di samping itu, PVAc juga banyak digunakan sebagai matriks pada pembuatan material komposit sehingga meningkatkan kekuatan material tersebut, Sriyanti dan Malina (2014).

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang "Kuat Tarik Sambungan Bambu Berpengisi pada Berbagai Variasi Matriks dan Serbuk Kayu. Sambungan bambu tersebut menggunakan dua pelat baja yang mengapit di kiri dan kanan batang dalam mentransfer gaya ke alat sambung baut sehingga tidak membutuhkan celah di tengah. Karena menggunakan bahan dari sisa-sisa pemotongan kayu, diharapkan penggunaan material ini lebih ekonomis dan dapat menghasilkan kuat tarik yang memadai.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan oleh Morisco dan Mardjono (1996) tentang sambungan dengan menggunakan baut dan plat buhul baja sebagai penghubung dengan menambahkan pengisi mortel semen dan kayu pada rongga disekitar sambungan sehingga gaya geser dapat didukung oleh struktur komposit tersebut, penggunaan plat buhul baja dan penambahan pengisi mortar dan kayu menjadikan beban sambungan lebih berat.

Penelitian juga dilakukan oleh Aryawan (2017), tentang pengaruh variasi jarak ujung terhadap kuat tarik sambungan bambu celah berpengisi dengan menggunakan alat sambung baut dan pelat buhul baja. Hasil dari penelitian ini adalah beban maksimum yang diterima sambungan akan meningkat seiring dengan bertambah panjangnya jarak ujung dari baut ke tepi bambu.

Kuat tarik sambungan berpengisi

Kuat tarik adalah tegangan maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji ketika diregangkan atau ditarik. Bambu mempunyai kekuatan tarik sangat tinggi tetapi lemah terhadap geser. Dalam struktur kayu penyambungan seringkali dilakukan dengan baut ataupun pasak. Penyambungan ini akan menimbulkan tegangan tumpu dan tegangan geser pada batang struktur yang disambung. Mengingat

bambu sangat lemah terhadap geser, maka perlu diupayakan agar gaya yang disalurkan melalui alat sambung itu tidak sepenuhnya dipikul oleh kekuatan geser bambu. Untuk itu rongga bambu pada sambungan diisi dengan bahan lain yang dapat menjadi satu kesatuan dengan bambu, sehingga merupakan struktur komposit sekalipun hanya setempat saja. Dengan demikian gaya yang disalurkan oleh baut akan dilawan secara komposit dan hanya sebagian kecil gaya menimbulkan tegangan geser pada bambu.

Perekatan

Perekatan (*adhesion*) didefinisikan sebagai suatu keadaan atau kondisi ikatan dimana dua permukaan menjadi satu oleh karena gaya-gaya pengikat antar permukaan. Gaya-gaya ini merupakan gaya ikatan yang dikenal dalam teori molekul, dapat berupa gaya valensi atau gaya ikatan ion dan gaya saling mencengkeram antara perekat dengan bahan direkat atau interlocking forces. Menurut Prayitno (1996).

Dalam pembentukan ikatan perekatan, untuk menghasilkan ikatan yang kuat perekat harus melalui beberapa tahap secara sempurna, yaitu:

- a. *Flow* (pengaliran), yaitu ketika perekat mengalir ke seluruh permukaan kayu yang akan direkat secara merata dan membentuk lapisan film yang kontinu.
- b. *Transfer* (pemindahan), yaitu berpindahnya perekat dari bagian yang terlabur ke bagian yang tidak terlaburi perekat.
- c. *Penetration* (penetrasi), yaitu penembusan perekat ke dalam kayu yang akan direkat.
- d. *Wetting* atau pembasahan kayu oleh pelarut perekat.
- e. *Solidification*, yaitu pengerasan perekat menjadi wujud yang solid dan kuat.

Perekat PVAc

PVAc atau polyvinyl acetate merupakan salah satu polimer ester yang banyak digunakan sebagai material dasar perekat. Bahan ini ditemukan oleh seorang berkewarganegaraan Jerman pada tahun 1912. Semenjak pertama kali ditemukan, PVAc mulai digunakan di berbagai bidang. Salah satunya adalah bidang perekatan. Hingga hari ini pun, perekat dengan bahan dasar PVAc memiliki popularitas yang sangat baik. Di samping itu, PVAc juga banyak digunakan sebagai matriks pada pembuatan material komposit sehingga meningkatkan kekuatan material tersebut Sriyanti dan Malina (2014).

Serbuk kayu

Limbah industri pengolahan kayu terdiri dari limbah yang dihasilkan industri kayu lapis, pengergajian dan pengerjaan kayu yang berupa potongan ujung, sebetan, sisa kupasan, tatal dan serbuk gergajian. Produksi total kayu gergajian Indonesia mencapai 2,8 juta m³ per tahun (Forestry Statistics of Indonesia 1997/1998). Dengan asumsi bahwa jumlah limbah yang terbentuk 54,24 persen dari produksi total maka dihasilkan limbah penggergajian sebanyak 1,4 juta m³ per tahun, angka ini cukup besar karena mencapai sekitar separuh dari produksi kayu gergajian. Adanya limbah dimaksud menimbulkan masalah penanganannya yang selama ini dibiarkan membusuk, ditumpuk dan dibakar yang kesemuanya berdampak negatif terhadap lingkungan sehingga penanggulangan limbah tersebut perlu dipikirkan. (Anonim,2007).

Kekuatan sambungan

Menurut Morisco (1999) untuk menentukan kekuatan sambungan maka perlu dibuat persamaan-persamaan yang berkaitan dengan kekuatan yang dipengaruhi oleh ukuran serta kekuatan komponen sambungan. Kegagalan yang terjadi pada sambungan bambu berpengisi ada beberapa tipe antara lain:

a. Kegagalan tipe I terjadi jika tegangan tumpu yang terjadi antara baut dengan bambu serta pengisinya melampaui batas. Kekuatan sambungan P_1 dapat diperoleh dari Persamaan 1.

$$P_1 = (d_1 - 2t_1) d_2 f_c + 2 t_1 d_2 f_b \dots\dots\dots (1)$$

b. Kegagalan tipe II terjadi jika tegangan tumpu yang melewati batas itu timbul antara baut dan pelat buhul. Kekuatan sambungan P_2 dapat dihitung dengan Persamaan 2.

$$P_2 = 2 t_2 d_2 f_s \dots\dots\dots (2)$$

c. Kegagalan tipe III adalah kegagalan yang terjadi jika tegangan leleh pada baut melampaui batas. Kekuatan sambungan P_3 dapat dinyatakan dengan Persamaan 3.

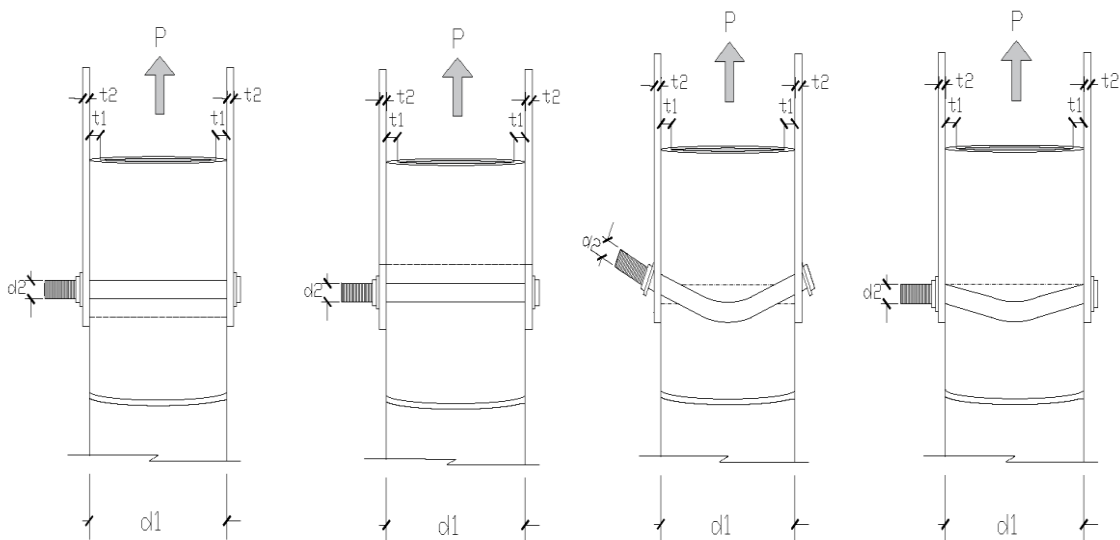
$$P_3 = \frac{8d_2^3 f_y}{3d_1} \dots\dots\dots (3)$$

d. kegagalan Tipe IV disebabkan oleh tegangan geser pada baut yang berlebihan. Kekuatan sambungan tipe ini P_4 dapat diperoleh dengan Persamaan 4.

$$P_4 = (2) (0,25) (\pi) d_2 2f_v \dots\dots\dots (4)$$

dengan : P = kekuatan sambungan (N), f_b = kuat tumpu bambu (Mpa), f_s = kuat tumpu pelat (Mpa), f_y = tegangan leleh baut (Mpa), f_v = kuat geser pelat (MPa), d_1 = diameter bambu (mm), d_2 = diameter baut (mm), t_1 = tebal bambu (mm), t_2 = tebal pelat (mm)

Adapun kegagalan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Kegagalan tipe I, II, III, dan IV pada sambungan bambu

METODE PENELITIAN

Bahan penelitian

- a. Bambu Galah yang berdiameter antara 7 – 9 cm dari Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat.
- b. Perekat PVAc dengan merk Rajawali.
- c. Serbuk kayu dari berbagai macam jenis limbah kayu dari sisa pembuatan bahan bangunan dan mebel
- d. Alat sambung baut dengan diameter 10 mm dan panjang 12 cm.
- e. Pelat baja dengan tebal 5 mm.

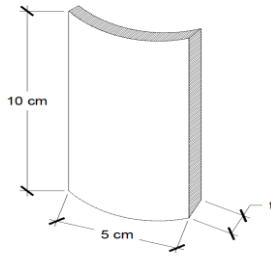
Alat penelitian

- a. Alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan benda uji antara lain:
 - 1) Gergaji dan pisau, digunakan untuk memotong benda uji sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.
 - 2) Meteran, jangka sorong, dan spidol.
 - 3) Perlengkapan seperti wadah, spatula, dan sarung tangan.
 - 4) Pemas, digunakan untuk memadatkan campuran perekat PVAc dan serbuk kayu pada bambu.
 - 5) Bor listrik, digunakan untuk membuat lubang baut pada sambungan bambu.
- b. Alat yang digunakan dalam proses pengujian benda uji yaitu:
 - 1) *Dial gauge*, digunakan untuk pengecekan pertambahan panjang pada benda uji tarik sambungan.
 - 2) Dudukan benda uji, digunakan sebagai pemegang benda uji sehingga pada saat pengujian benda uji tidak terlepas.
 - 3) *Hydraulic jack*, digunakan untuk memberikan beban kepada benda uji.
 - 4) *Load cell*, digunakan untuk membaca beban yang diberikan kepada benda uji.
 - 5) *Loading frame*, digunakan sebagai tempat pengaku dudukan benda uji.
 - 6) *Tranducer indicator*, digunakan untuk mencatat kenaikan dan penurunan beban yang terjadi.
 - 7) *Universal Testing Machine* (UTM), digunakan sebagai alat pengujian kuat tarik bambu, kuat geser bambu, dan kuat tarik baut, dengan kapasitas 300 KN.

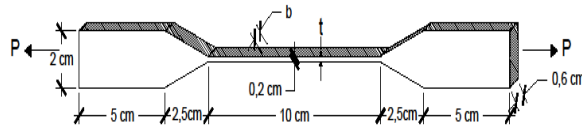
Pelaksanaan Penelitian

Uji sifat fisik dan sifat mekanik bambu

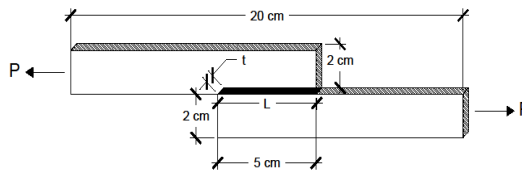
Pembuatan benda uji untuk pengujian karakteristik bambu diambil dari bagian pangkal, tengah, dan ujung. Pengujian sifat fisik yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengujian kadar air dan berat jenis bambu galah. Serta pengujian sifat mekanik yang dilakukan yaitu kuat tarik dan kuat geser sejajar serat bambu galah. Pengujian sifat fisik dan sifat mekanik bambu didasarkan pada standard *Bamboos Current Research* (Morisco, 1999). Untuk lebih jelasnya bentuk spesimen benda uji kadar air, berat jenis, kuat tarik, dan kuat geser sejajar serat bambu dapat dilihat pada Gambar 2 - Gambar 4 berikut:



Gambar 2. Benda uji kadar air dan berat jenis bambu



Gambar 3. Benda uji tarik bambu



Gambar 4. Benda uji kuat geser sejajar serat bamboo

Jumlah dari benda uji sifat fisik dan sifat mekanik bambu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah benda uji sifat fisik dan sifat mekanik bambu

No	Benda uji	Bagian Bambu	Jumlah benda uji	
			Nodia	Tanpa nodia
1	Kadar air dan berat jenis	Pangkal	-	3
		Tengah	-	3
		Ujung	-	3
2	Kuat tarik	Pangkal	3	3
		Tengah	3	3
		Ujung	3	3
3	Kuat geser	Pangkal	3	3
		Tengah	3	3
		Ujung	3	3
Jumlah			45	

Pembuatan benda uji sambungan bambu

Menurut hasil eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini, benda uji sambungan bambu yang digunakan yaitu 5 variasi massa perekat PVAc terhadap serbuk kayu. Masing-masing variasi terdiri dari 3 sampel benda uji yang terdiri dari 1:1, 1.25:1, 1.5:1, 1.75:1, dan 2:1 dimana massa perekat tersebut dinaikkan setiap 25% dari massa serbuk kayu. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Variasi dan jumlah benda uji sambungan bambu

No	Perbandingan massa perekat dan serbuk kayu		Berat pengisi (gram)		Jumlah benda uji
	PVAc	Serbuk kayu	PVAc	Serbuk kayu	
1	1	1	300	300	3
2	1,25	1	375	300	3
3	1,5	1	450	300	3
4	1,75	1	525	300	3
5	2	1	600	300	3
Total					15

Pembuatan benda uji sambungan bambu berpengisi dengan variasi massa perekat PVAc dilaksanakan dalam beberapa tahap, antara lain:

a. Pemotongan bambu galah

Bambu galah yang berdiameter sekitar 7 cm - 9 cm dipilih yang tidak ada cacat pada batangnya dan dipotong menggunakan gergaji dengan panjang 50 cm dimana pada bagian tengah terdapat nodia yang berjarak 25 cm dari tepi bentang. Kemudian permukaan dinding bagian dalam bambu dikasarkan.

b. Pembuatan pengisi

Serbuk kayu yang dalam keadaan kering matahari dan juga perekat PVAc ditimbang secara bergantian dengan perbandingan massa yang telah ditentukan. Kemudian keduanya dituangkan dalam wadah untuk dicampurkan menggunakan spatula hingga merata. Proses tersebut dilakukan sampai 5 variasi massa perekat PVAc terhadap massa serbuk kayu yang digunakan. Hasil pencampuran pengisi dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Campuran pengisi serbuk kayu dengan perekat PVAc

c. Pemadatan pengisi dalam bambu

Masing-masing benda uji dipadatkan hingga rongga bambu terisi penuh oleh pengisi sesuai perbandingan yang sudah ditentukan. Pada proses pemadatan ini diberikan juga perlakuan yang sama baik dalam kekuatan maupun jumlah pukulan alat saat memadatkan. Jumlah pukulan yang diberikan pada benda uji sebanyak 25 kali setiap dimasukkannya pengisi. Proses tersebut dilakukan sampai 5 tahap penambahan pengisi hingga rongga bambu benar-benar penuh. Proses pemadatan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses pemadatan pengisi

d. Perangkaian benda uji dan pengujian

Setelah proses pengeringan selama 15 hari, dilanjutkan dengan pembuatan lubang joint berdiameter 10 mm menggunakan bor untuk memasukkan baut. Kemudian pada samping kiri dan kanan batang bambu dipasangkan pelat baja dengan tebal 5 mm dan baut berdiameter 10 mm. Benda uji sambungan bambu dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sambungan bambu dengan pengisi

Benda uji selanjutnya dirangkai pada *loading frame* dengan menempatkan benda uji yang sudah sesuai dengan ukurannya. Setelah itu berdirinya benda uji dengan *load cell* disimetriskan dengan memasang *waterpas* atau bandul. Letak dudukan benda uji, diharuskan tegak lurus dengan benda uji. Benda uji yang sudah dirangkai pada *loading frame* (*set-up* pengujian) dapat dilihat pada Gambar 8.

Setelah model selesai dirangkai pada dudukannya dan alat-alat pemberi beban serta pembaca beban dipasang maka pengujian kuat tarik siap dilakukan. Pembebanan dilakukan dengan memompa *hydraulic jack* secara perlahan dan beban dibaca setiap kenaikan 10 lbs. Pengujian sambungan dilakukan sampai sambungan mengalami kegagalan yang ditandai dengan tidak bertambahnya beban pada pembacaan *transducer indicator* dan sesaran sambungan meningkat dengan cepat yang terbaca pada *dial gauge*



Gambar 8. *Set-up* pengujian benda uji pada *loading frame*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sifat fisik yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengujian kadar air dan berat jenis bambu galah sedangkan pengujian sifat mekanik yang dilakukan yaitu kuat tarik dan kuat geser sejajar serat bambu galah. Hasil pengujian sifat fisik dan mekanik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian sifat fisik dan mekanik bambu Galah

Bagian	Kadar air (%)		Berat jenis	Kuat tarik (MPa)		Kuat geser (MPa)	
	Bambu segar	Kering udara		Tanpa nodia	Dengan nodia	Tanpa nodia	Dengan nodia
Pangkal	37,39	14,07	0,87	151,65	89,55	11,16	8,19
Tengah	37,48	13,80	1,01	192,08	84,4	8,96	6,89
Ujung	36,98	13,84	1,05	154,09	121,69	6,67	7,23
Rerata	37,28	13,90	0,98	165,94	98,55	8,93	7,44

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada Tabel 3 di atas terlihat bahwa nilai kadar air bambu segar masih di bawah 40% yang berarti bambu yang digunakan sudah berumur lebih dari 3 tahun. Sedangkan nilai kadar air bambu pada kondisi kering udara juga menunjukkan nilai yang lebih rendah dari 15% yang merupakan syarat nilai kadar air maksimum untuk proses perekatan. Dari dua parameter sifat mekanik bambu yaitu kuat tarik dan kuat geser terlihat bahwa sifat mekanik bambu pada bagian yang tanpa nodia lebih tinggi dari pada bambu bagian nodia. Dengan demikian nilai sifat mekanik bambu yang dijadikan acuan dalam desain adalah sifat mekanik bambu yang dengan nodia.

Hasil Pengujian Kuat Tarik Sambungan

Adapun hasil pengujian kekuatan tarik sambungan bambu berpengisi variasi massa matriks dan serbuk kayu maksimum rata-rata dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tarik sambungan bambu berpengisi

Benda uji		Beban (kg)	Rerata (kg)
Tanpa pengisi			
1,00	A	1134,00	1179,36
	B	1179,36	
	C	1224,72	
1,25	A	1179,36	1194,48
	B	1224,72	
	C	1179,36	
1,50	A	1224,72	1239,84
	B	1270,08	
	C	1224,72	
1,75	A	1406,16	1421,28
	B	1451,52	
	C	1406,16	
2,00	A	1360,80	1345,68
	B	1315,44	
	C	1360,80	

Sumber : Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian seperti yang terlihat pada Tabel 4 diatas menunjukkan bahwa kekuatan maksimum rata-rata sambungan bambu mengalami kenaikan yang tidak terlalu besar dari benda uji sambungan bambu dengan variasi massa perekat 1:1 sampai dengan 1,75:1. Kemudian beban yang

terjadi menurun pada variasi 2:1. Beban maksimum yang mampu diterima oleh sambungan pada variasi 1,75:1 yaitu sebesar 1421,28 Kg.

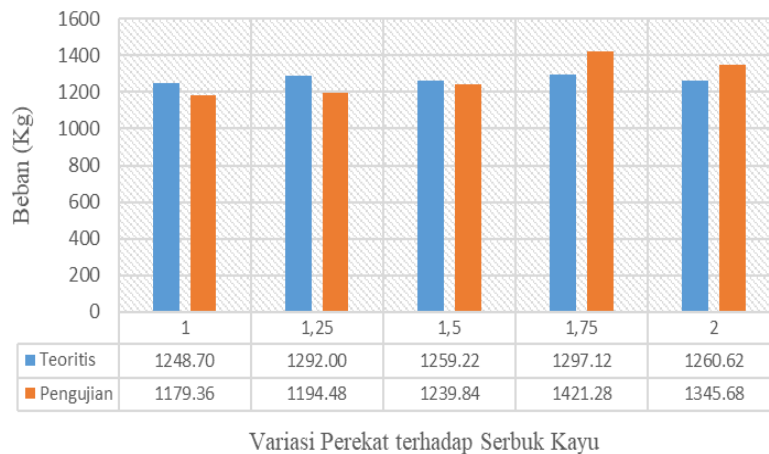
Pola kegagalan sambungan yang terjadi hampir sama yaitu kegagalan tipe I. Secara visual pola kegagalan yang terjadi pada sambungan berupa pecah dan bergesernya bambu serta pengisinya. Pola kegagalan sambungan dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Pola kegagalan pada sambungan

Perbandingan Beban Hasil Pengujian dengan Beban Hasil Rumus Teoritis

Pada penelitian ini tipe kegagalan yang terjadi yaitu kegagalan tipe I sehingga rumus teoritis yang digunakan yaitu Persamaan 1. Perbandingan hasil pengujian dengan rumus teoritis dapat dilihat pada Gambar 10.



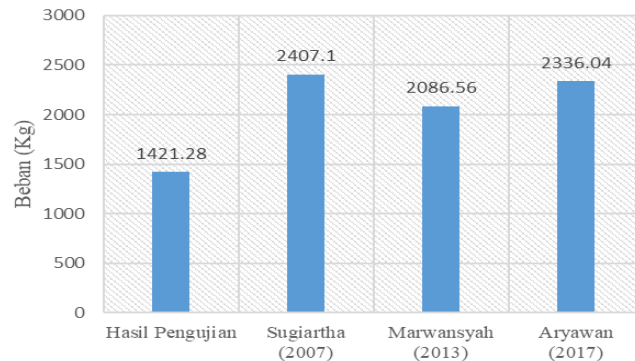
Gambar 10. Perbedaan beban hasil pengujian dengan hasil teoritis

Hal ini disebabkan karena persamaan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan persamaan untuk sambungan bambu dengan pengisi mortel semen dan kayu (Morisco, 1999). Maka perlu diuji lagi validitasnya ketika komponen-komponen penyusun sambungan dengan pengisi serbuk kayu dalam mendukung kekuatan tarik sambungan. Komponen yang berperan dalam mendukung gaya geser akibat baut terdiri dari bambu itu sendiri dan pengisi serbuk kayu yang dipadatkan hingga solid dengan perekat PVAc. Tentu kuat tumpu dan juga berat jenis dari mortel semen dan juga kayu akan

berbeda dengan serbuk kayu yang dipadatkan, sehingga kekuatan tarik sambungan pada pengujian dengan rumus teoritis memberikan hasil yang berbeda.

Perbedaan Hasil Pengujian dengan Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang sambungan bambu berpengisi juga pernah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti Sugiartha (2007), Marwansyah (2013), dan Aryawan (2017). Untuk membandingkan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya diambil masing-masing hanya pada sudut 0° dengan pengisi kayu ipil, variasi volume pengisi bambu 100 %, dan jarak ujung 7D pengisi bambu. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram perbandingan hasil pengujian dengan hasil penelitian sebelumnya

Berdasarkan Gambar 11 dapat dilihat terjadinya perbedaan pada hasil pengujian dengan hasil penelitian Sugiartha (2007), Marwansyah (2013), dan Aryawan (2017). Pada penelitian ini diperoleh hasil yang lebih kecil berkisar antara 45% - 70% dari penelitian sebelumnya. Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor antara lain pengisi yang digunakan terdahulu berupa kayu ipil dan pengisi dari bambu itu sendiri. Pengisi tersebut direkatkan menggunakan *resin-epoxy* dan dikempa dengan klem yang menyebabkan pengisi tersebut menjadi material komposit yang dapat menahan beban lebih besar. Meskipun penelitian ini menghasilkan kuat tarik yang lebih rendah, namun dari segi biaya pembuatan sambungan lebih ekonomis karena menggunakan limbah serbuk kayu dan perekat PVAc yang lebih murah. Sedangkan kayu ipil dan pembuatannya serta perekat resin-epoxy memerlukan biaya yang lebih besar.

Pada kenyataannya gaya tarik yang terdapat pada kuda-kuda yang terbuat dari kayu dengan bentang 6 m dan jarak antar kuda-kuda 3 m dengan penutup atap genteng sebesar 1044.05 Kg (Awaludin, 2005). Sedangkan hasil pengujian kekuatan tarik sambungan bambu berpengisi serbuk kayu dengan variasi massa perekat PVAc pada perbandingan 1:1 mampu menahan gaya tarik sebesar 1179.36 Kg. Apabila ditinjau dari segi pembebanan pada sistem rangka atap, sambungan bambu berpengisi serbuk kayu bisa digunakan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kekuatan tarik optimum sambungan bambu berpengisi variasi massa matriks dan serbuk kayu terdapat pada variasi 1,75 : 1 dengan beban maksimum yang mampu diterima oleh sambungan bambu sebesar 1421,28 Kg. Pola kegagalan yang terjadi pada daerah sambungan bambu yaitu kegagalan tipe I yang

ditandai dengan pecah dan bergesernya bambu serta terdorongnya pengisi ketika mencapai beban maksimum.

Saran

Pada saat melakukan uji pendahuluan diharapkan lebih teliti dalam membuat dan menguji benda uji bambu agar hasil yang didapatkan lebih akurat. Melapisi dinding bambu bagian dalam yang sudah kasar dengan perekat PVAc sebelum pengisi dimasukkan ke rongga sambungan bambu. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada karakteristik pengisi serbuk kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2007). *Limbah Kayu*. Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup (PPLH). Mojokerto.
- Arhamsyah dan Rahmi, N. (2010). Pengaruh Kadar Perekat dan Jenis Bambu Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2(1), Baristand Industri Banjarbaru.
- Aryawan, I., K. (2017). Pengaruh Variasi Jarak Ujung Sambungan Terhadap Kuat Tarik Sambungan Bambu Celah Berpengisi Dengan Menggunakan Alat Sambung Baut. Tugas akhir: Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Mataram.
- Awaludin, A. (2005). *Dasar-dasar Perencanaan Sambungan Kayu*. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil FT UGM. Yogyakarta.
- Handayani, S. (2009). Metode Perekatan dengan Lem Pada Sambungan Pelebaran Kayu. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 11(1), 11-20.
- Hidayat, M. (2017). Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Campuran Polyurethane Pada Insulasi Palka Kapal Tradisional. Tugas Akhir: Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Marwansyah. (2013). Pengaruh Variasi Volume Pengisi Terhadap Kuat Tarik Sambungan Bambu Dengan Alat Sambung Baut. Tugas Akhir: Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- Morisco. (1999). *Rekayasa Bambu*. Nafiri Offset. Yogyakarta.
- Prayitno, T.,A. (1996). *Perekatan Kayu*. Fakultas Kehutanan. UGM. Yogyakarta.
- Sriyanti, I, dan Marlina, L. (2014). Pengaruh Polyvinyl Acetate (PVAc) Terhadap Kuat Tekan Material Nanokomposit dari Tandan Kelapa Sawit. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, (1)1, 69-73.
- Sugiarta, I.,W. (2007). Pengaruh Variasi Kayu Pengisi Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Bambu Dengan Alat Sambung Baut. Artikel Ilmiah Fakultas Teknik. Universitas Mataram.