

PENGUJIAN KUAT SAMBUNGAN SEKRUP PADA BAMBU LAMINASI DENGAN METODE GESER SATU IRISAN

Aditya Endrajaya¹, Sarwidi.²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: aditya.endra@gmail.com

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: sarwidi@uii.ac.id

Abstract : *Laminated bamboo is one of the innovation of wood replacement. In wood structures, there will be connections. There are three kinds of connector in wooden structure namely screws, bolts and nails. This laboratory experiment tested three types of screw as connectors. They are fine thread drywall, cut thread wood, and sheet metal. The purposes of this laboratory experiment are to determine the effect of screw type variations on ductility (μ), elasticity (E) and strength connections (Z), the strength of the connection after normalization process, and the deformation of laminated bamboo due to loading. This laboratory experiment uses three methods referring to ASTM. The first test is yield strength screw test referring to ASTM F1575, 2003 to obtain the F_{yb} value. The second test is dowel-bearing strength test using half-hole method which refers to ASTM D5764, 2007 to obtain the value of F_{em} and F_{es} . The third test is strength of connections test using single shear connections method which refers to ASTM D5764, 2007 to obtain the values of mode I_m, mode I_s, mode II, mode III_m, mode III_s, and mode IV. ductility (μ), elasticity (E) and strength connections (Z) in the strength connections is influenced by variation in screw types. The results of the first test showed that strength connections of fine thread drywall, cut thread wood, and sheet metal screws 1198,3787 N, 1789,8967 N, and 2001,5474 N, respectively. The results of the first test after normalization process showed that strength connections of cut thread wood, fine thread drywall, and sheet metal screws 1780,89 N, 1742,62 N and 1714,398 N, respectively. The failure mode of the connection is mode IV failure which means, there are two plastic joints formed in one shear area..*

Keywords: *Laminated Bamboo, Single Shear Connections, Strength Of Connections, Dowel-Bearing Strength, Yield Strength*

1. PENDAHULUAN

Material bangunan merupakan setiap bahan yang digunakan untuk tujuan konstruksi. Kesejahteraan manusia yang meningkat, menuntut manusia untuk memperbaiki teknologi pada bidang konstruksi. Seiring dengan kemajuan teknologi, maka semakin meningkat kebutuhan material konstruksinya. Perkembangan teknologi tidak hanya pada beton dan baja, namun juga dikembangkan pada bambu. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, bambu adalah tumbuhan berumpun, berakar serabut yang memiliki batang bulat berongga, beruas, keras, dan tinggi antara 10 – 20 meter. Kelebihan bambu adalah dapat dipanen

dalam usia 3 - 5 tahun dan bambu mudah tumbuh tanpa perawatan ekstra. Perbedaan dengan kayu adalah, kayu memiliki masa tanam yang lama yaitu 40 tahun atau lebih. Namun bambu memiliki kelemahan yaitu batangnya yang berongga sehingga tidak dapat digunakan sebagai struktur utama pada bangunan, berbeda dengan kayu, kayu memiliki batang yang padat sehingga kayu sering digunakan sebagai struktur utama sebuah bangunan. Hal ini membuat manusia untuk melakukan optimalisasi penggunaan bambu yaitu dengan membuat bambu laminasi. Bambu laminasi merupakan bambu yang berbentuk seperti bilah kayu atau balok kayu solid. Bambu laminasi dibuat dengan cara memotong bambu menjadi lembaran

kecil, kemudian disusun dan disatukan menggunakan mesin pres dalam waktu tertentu, kadang untuk mendapatkan hasil yang glossy bisa dengan menambahkan resin. Komponen struktural ini memiliki berbagai macam jenisnya, salah satunya adalah dinding geser (*shear wall*). Salah satu bagian penting pada dinding geser adalah sambungan. Karena setiap bahan pasti memiliki keterbatasan dimensi, maka harus diperlukan sambungan. Sambungan merupakan bagian yang lemah dalam suatu struktur, dimana kegagalan suatu struktur seringkali terjadi pada sambungan, bukan pada materialnya (Awaludin, 2005). Hal ini berlaku juga pada bambu laminasi. Penelitian ini difokuskan pada perilaku kekuatan sambungan menggunakan sekrup dengan metode geser satu irisan. Namun, jenis dan ukuran sekrup yang ada dipasaran banyak dan beragam sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui jenis sekrup mana yang mempunyai kekuatan sambungan paling tinggi. Penelitian ini menggunakan bambu laminasi dari bambu petung yang memiliki rumpun yang rapat. Bambu laminasi diproduksi oleh Bambubos (Rumpun Bambu Nusantara) yang beralamat di Desa Maguwo, Kecamatan Maguwoharjo, Sleman, Yogyakarta. Hasil dari penelitian ini berupa kekuatan sambungan dengan alat sambung sekrup terhadap bambu laminasi, sehingga diketahui jenis dan diameter sekrup yang memiliki kekuatan sambungan paling tinggi sebagai alat sambung bambu laminasi.

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh jenis sekrup terhadap kekuatan sambungan pada bambu laminasi?
2. Jenis sekrup apa yang memiliki kekuatan sambungan paling tinggi?
3. Bagaimana deformasi dari bambu laminasi akibat pembebanan?

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. pengaruh jenis sekrup sekrup terhadap kekuatan sambungan pada bambu laminasi,

2. jenis sekrup yang memiliki kekuatan sambungan paling tinggi, dan
3. deformasi yang terjadi dari bambu laminasi akibat pembebanan.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Bambu Petung

Bambu dengan nama botani *Dendrocalamus asper* di Indonesia dikenal dengan nama bambu petung. Bambu petung dapat tumbuh di dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian 2000 m di atas permukaan laut. Pada daerah yang tidak terlalu kering, bambu akan tumbuh cukup baik. Rumpun bambu jenis ini lebih rapat dibandingkan bambu jenis lainnya dengan usia panen bambu 3-5 tahun. Warna kulit batang hijau kekuning-kuningan, batang dapat mencapai panjang maksimum 14 m, panjang ruas bambu berkisar antara 40–60 cm, dengan diameter bambu 6–15 cm, dan tebal dinding 10-15 mm (Morisco, 1999). Manfaat bambu petung umumnya digunakan sebagai bahan bangunan dan kayu struktural untuk konstruksi tiang rumah, jembatan, dan perancah atau *scaffolding*. Buluhnya yang tebal umumnya dianggap kuat dan awet, kerapatan kayunya antara 0,7 – 0,8 g/cm³ pada kadar air 8%, keteguhan patah bambu 103 N/mm² pada kadar air 15%, keteguhan sejajar arah serat 31 N/mm², dan keteguhan gesernya 7,3 N/mm² (Brink, 2008). Manfaat bambu petung umumnya digunakan sebagai bahan bangunan dan kayu struktural untuk konstruksi tiang rumah, jembatan, dan perancah atau *scaffolding*. Buluhnya yang tebal umumnya dianggap kuat dan awet, kerapatan kayunya antara 0,7 – 0,8 g/cm³ pada kadar air 8%, keteguhan patah bambu 103 N/mm² pada kadar air 15%, keteguhan sejajar arah serat 31 N/mm², dan keteguhan gesernya 7,3 N/mm² (Brink, 2008).

2.2. Bambu Laminasi

Balok laminasi merupakan balok yang dibuat dari lapis – lapis papan yang diberi perekat secara bersama – sama pada arah serat yang sama. Teknologi bambu laminasi pada awalnya didasari oleh pemikiran dari balok *glue laminated beam* (glulam). Balok glulam

dibuat dari lapisan – lapisan kayu yang relatif tipis yang dapat digabungkan dan direkatkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan balok kayu dalam berbagai ukuran dan panjang (Breyer, 1988). Bambu petung laminasi memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu tahan terhadap rayap, tahan terhadap jamur, dan tidak mudah busuk. Menurut Adinata dan supomo (2013) laminasi bambu memiliki keunggulan dan kelemahan secara teknis (Kuat Tarik dan Kuat Tekan) jika dibandingkan dengan kayu jati. Dari penelitian yang dilakukan laminasi bambu 5 tahun memiliki kuat tarik 42,42% lebih kuat dari kayu jati. Sedangkan laminasi bambu 5 tahun memiliki nilai 45,54 MPa atau berselisih 25,18% tidak lebih kuat dari kayu jati. Jadi bambu laminasi dengan umur panen 5 tahun dapat dikelaskan pada kayu dengan kelas kuat II.

2.3. Pengujian Kuat Lentur Sekrup

Pengujian kuat lentur sekrup dilakukan di laboratorium, mengacu pada ASTM F1575 (*Standart Test Method for Determining Bending Yield Moment of Nails*) dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Nilai kuat lentur sekrup berdasarkan jenisnya dapat diketahui dengan melakukan pengujian kuat lentur sekrup.
2. Panjang sekrup memiliki keterbatasan, maka dimensi sekrup yang digunakan untuk uji lentur yaitu sekrup dengan panjang nominal 50 mm dengan diameter 3,5 mm. Untuk itu digunakan jarak antar tumpuan untuk uji lentur sebesar 40 mm berdasarkan ASTM F1575 2003.
3. Alat uji lentur yang digunakan diperkecil diameter untuk tumpuan dan penekannya yaitu dengan diameter 4,5 mm.
4. Penentuan nilai kuat lentur (F_{yb}) sekrup dapat dihitung dengan Persamaan 1.

$$F_{yb} = \frac{P \frac{S_{bp}}{4}}{\frac{D^3}{6}} \quad (1)$$

dengan:

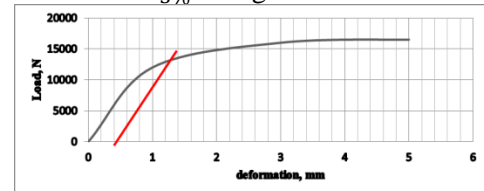
F_{yb} = kuat lentur, MPa

P = beban yang didapat dari pengujian yang ditentukan berdasarkan EYM (5% offset grafik), N

S_{bp} = jarak silinder tumpuan, mm

D = diameter sekrup, mm

5. Penentuan $P_{5\%}$ dari grafik



Gambar 1 Cara Pencarian Beban Waktu Leleh (*Yield*)

(Sumber : ASTM F1575, 2003)

2.4. Pengujian Kuat Tumpu Bambu Laminasi

Pengujian kuat tumpu pada bambu laminasi mengacu pada ASTM D5764 (*Standart Test Method for Evaluating Dowel-Bearing Strength of Wood Based Products*) dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui beban statis yang mampu ditahan dan karakteristik deformasi yang ditimbulkan akibat beban yang bekerja.
2. Pengujian kuat tumpu mempunyai dua metode yaitu menggunakan metode setengah lubang (*Half Hole Method*) atau metode lubang penuh (*full hole method*).
3. Benda uji pada pengujian kuat tumpu bambu ditentukan untuk menghindari belah (*splitting*). Dengan ketentuan sebagai berikut.
 - a. Tebal \geq nilai terkecil dari 1,5 inci (38 mm) atau 2 kali diameter sekrup.
 - b. Lebar \geq nilai terbesar dari 2 inci (50 mm) atau 4 kali diameter sekrup.
 - c. Panjang \geq nilai terbesar dari 2 inci (50 mm) atau 4 kali diameter sekrup.
4. Penentuan nilai kuat tumpu (F_e) sekrup dapat dihitung dengan Persamaan 2

$$F_e = \frac{P_{5\%}}{D_t} \quad (2)$$

F_e = kuat tumpu, MPa

$P_{5\%}$ = beban yang dicari pada Gambar 1 (5% *offset* grafik), N

t = Tebal Bambu Laminasi, mm
 D = diameter sekrup, mm

2.5. Pengujian Kuat Sambungan Bambu Laminasi

Pengujian kuat sambungan pada bambu laminasi mengacu pada ASTM D5764 (*Standart Test Method for Evaluating Dowel-Bearing Strength of Wood Based Products*) dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Benda uji pada pengujian kuat sambungan bambu laminasi ditentukan untuk menghindari belah (*splitting*). Dengan ketentuan sebagai berikut.
 - a. Tebal \geq nilai terkecil dari 1,5 inci (38 mm) atau 2 kali diameter sekrup.
 - b. Lebar \geq nilai terbesar dari 2 inci (50 mm) atau 4 kali diameter sekrup.
 - c. Panjang \geq nilai terbesar dari 2 inci (50 mm) atau 4 kali diameter sekrup.
2. Pendekatan EYM (*European Yield Model*) dengan persamaan untuk kuat sambungan (Tucker dkk, 2000)

$$\text{Mode I}_m Z = \frac{Dt_m F_{em}}{K_D} \quad (3)$$

$$\text{Mode I}_s Z = \frac{Dt_s F_{es}}{K_D} \quad (4)$$

$$\text{Mode II } Z = \frac{k_1 Dt_s F_{es}}{K_D} \quad (5)$$

$$\text{Mode III}_m Z = \frac{k_2 Dt_m F_{em}}{(1+2R_C)K_D} \quad (6)$$

$$\text{Mode III}_s Z = \frac{k_3 Dt_s F_{es}}{(2+R_C)K_D} \quad (7)$$

$$\text{Mode IV } Z = \frac{D^2}{K_D} \sqrt{\frac{2F_{em}F_{yb}}{3(1+R_C)}} \quad (8)$$

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi dan waktu pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian
 Laboraturium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Waktu Penelitian
 Penelitian ini dilakukan pada hari kerja, pukul 09.00 – 17.00.

3.2. Bahan Penelitian

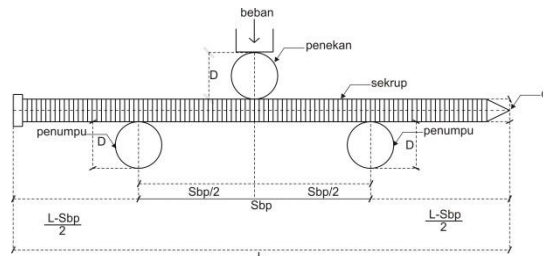
Bahan yang digunakan pada penelitian memiliki dimensi yang disesuaikan dengan ASTM D5764 dan ASTM F1575 untuk bahan yang digunakan, yaitu bambu laminasi dan sekrup jenis *fine thread drywall, cut thread wood, sheet metal*.

3.3. Alat Pengujian

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu gergaji kayu, mesin bor, jangka sorong, klem kayu, dan *universal testing machine (UTM)*.

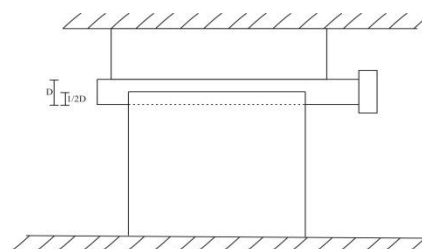
3.4. Langkah Pengujian

Penelitian ini menggunakan 3 pengujian yaitu uji lentur, uji tumpu dan uji sambungan. Setiap pengujian menggunakan 5 sampel benda uji. Untuk lebih jelas tentang pengujian ini dapat dilihat pada sketsa Gambar 2 untuk uji lentur sekrup, Gambar 3 untuk uji tumpu bambu dan Gambar 4 untuk uji sambungan.



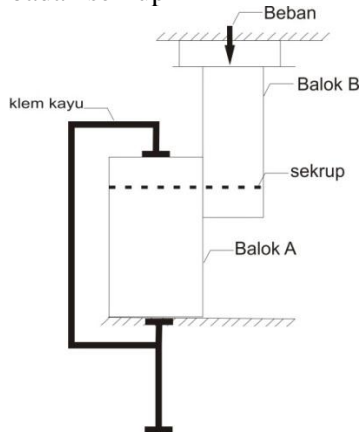
Gambar 2 Uji Lentur Sekrup

Pada Gambar 2 dapat dilihat untuk memposisikan kedua penumpu tepat diantara penekan, selanjutnya meletakkan sekrup diatas 2 penumpu dimana jarak antar tumpuan ditentukan oleh panjang sekrup, setelah itu memposisikan penekan tepat ditengah – tengah antara kedua tumpuan.



Gambar 3 Uji Tumpu Bambu

Posisi penekan berada ditengah benda uji. penekan menempel pada sekrup dan rata seluruh badan sekrup

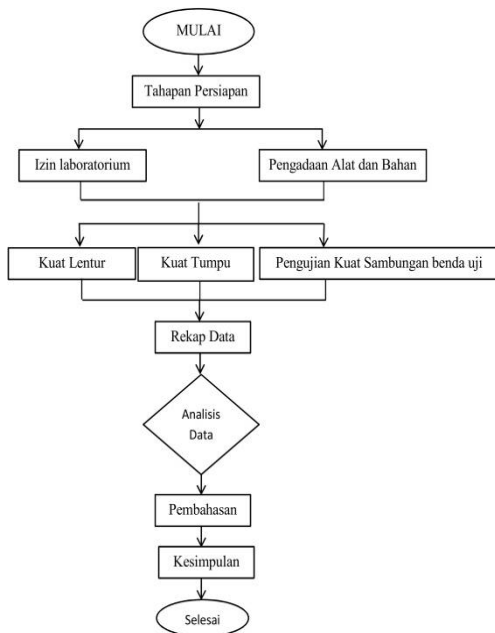


Gambar 4 Uji Sambungan Sekrup

Pada Gambar 4 dapat dilihat untuk memposisikan balok B tepat ditengah penekan dimana untuk mempertahankan kemantapannya dengan menjepit balok A dengan klem kayu. Bagian atas dari klem kayu menekan pada kepala balok A sedangkan untuk bagian bawah klem menekan dasar dari alas mesin. Hal ini dilakukan untuk menghindari momen.

3.5. Tahapan Penelitian

Bagan alir penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Bagan Alir

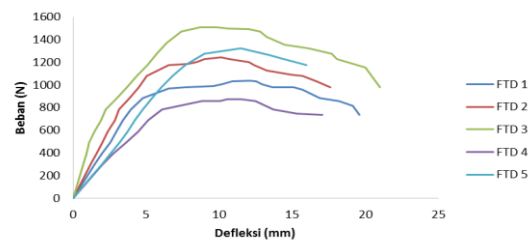
4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

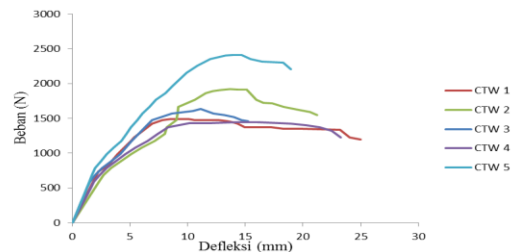
Analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

4.1.1 Kuat Sambungan Bambu Laminasi

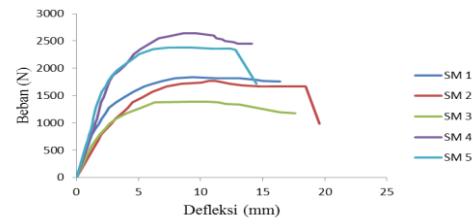
Ada 3 variasi jenis sekrup yang digunakan dalam penelitian ini, setiap jenis sekrup digunakan 5 sampel, grafik hasil pengujian kuat sambungan bambu dapat dilihat pada Gambar 6 hingga Gambar 8.



Gambar 6 Uji Sambungan Sekrup *Fine Thread Drywall*



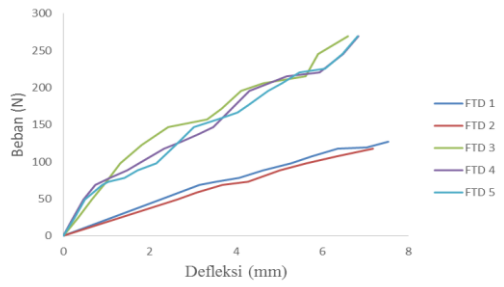
Gambar 7 Uji Sambungan Sekrup *Cut Thread Wood*



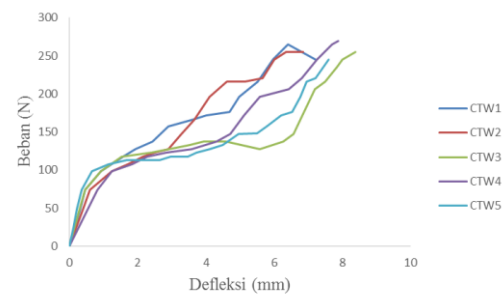
Gambar 8 Uji Sambungan Sekrup *Sheet Metal*

4.1.2 Kuat Lentur Sekrup

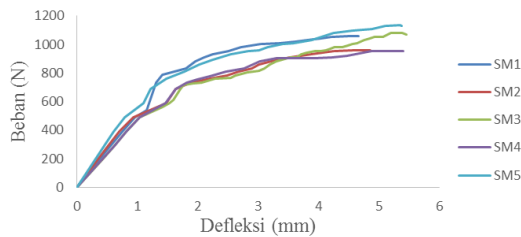
Ada 3 variasi jenis sekrup yang digunakan dalam penelitian ini, setiap jenis sekrup digunakan 5 sampel, grafik hasil pengujian kuat lentur sekrup dapat dilihat pada Gambar 9 hingga Gambar 11.



Gambar 9 Uji Lentur Sekrup *Fine Thread Drywall*



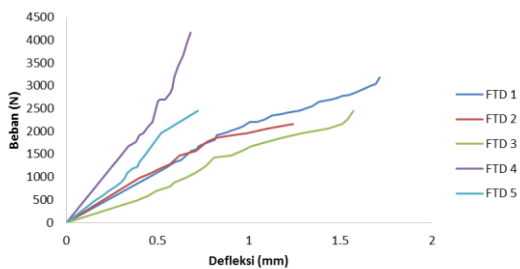
Gambar 10 Uji Lentur Sekrup *Cut Thread Wood*



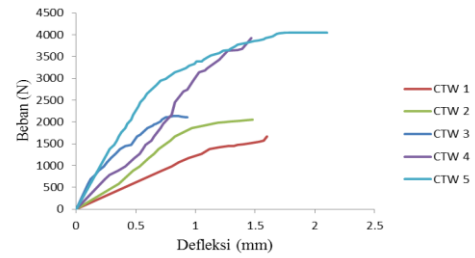
Gambar 11 Uji Lentur Sekrup *Sheet Metal*

4.1.3 Kuat Tumpu Bambu Laminasi

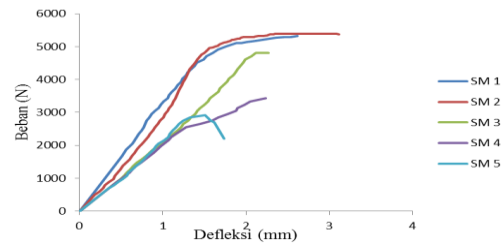
Ada 3 variasi jenis sekrup yang digunakan dalam penelitian ini, setiap jenis sekrup digunakan 5 sampel, grafik hasil pengujian kuat tumpu bambu dapat dilihat pada Gambar 12 hingga Gambar 14.



Gambar 12 Uji Tumpu Sekrup *Fine Thread Drywall*



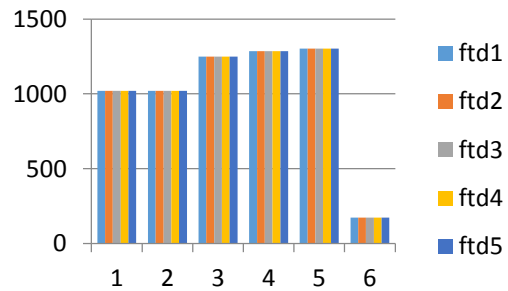
Gambar 13 Uji Tumpu Sekrup *Cut Thread Wood*



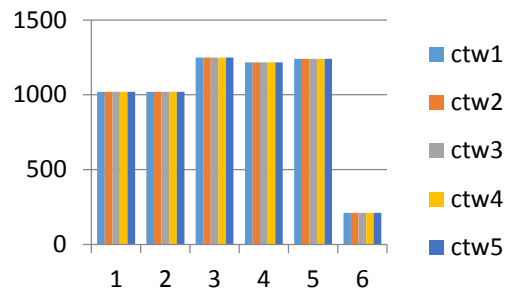
Gambar 14 Uji Tumpu Sekrup *Sheet Metal*

4.1.4 Mode Kegagalan pada Pengujian Kuat Sambungan

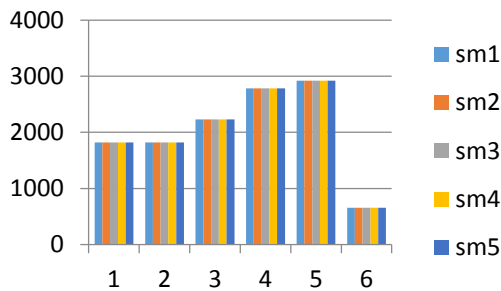
Hasil perhitungan untuk menentukan mode kegagalan pada pengujian kuat sambungan dapat dilihat pada Gambar 15, Gambar 16, Gambar 17.



Gambar 15 Uji Sambungan Sekrup FTD



Gambar 16 Uji Sambungan Sekrup CTW



Gambar 17 Uji Sambungan Sekrup SM

4.2 Pembahasan

Pembahasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

4.2.1 Nilai kuat sambungan maksimum

Dari pengujian didapat rekap data yang dapat dilihat pada Tabel 1.

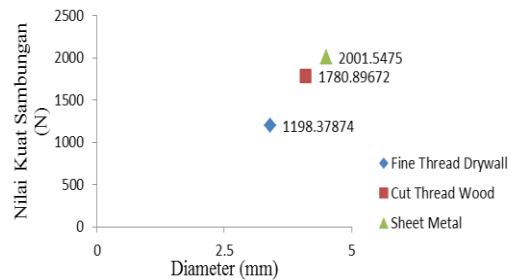
Tabel 1 Rekap Data Pengujian Kuat Sambungan

No	BENDA UJI	D (mm)	Pmaksimum (N)	$P_{5\%}$ (N)
1	<i>Fine Thread Drywall</i>	3,4	1198,3787	878
2	<i>Cut Thread Wood</i>	4,1	1780,897	880
3	<i>Sheet Metal</i>	4,5	2001,5475	1564

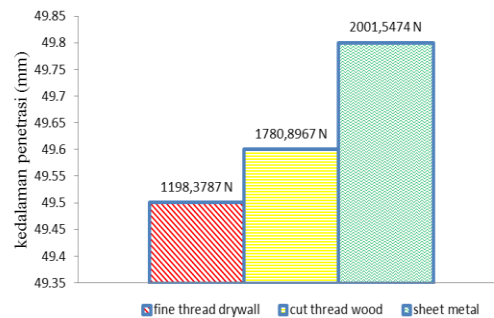
Berdasarkan pengujian kuat sambungan bambu laminasi didapatkan nilai kuat sambungan paling tinggi terdapat pada jenis sekrup sheet metal dengan diameter 4,5 mm dengan panjang 50 mm yaitu sebesar 2001,5475 N. Nilai kuat sambungan berdasarkan jenis sekrup yang paling kecil terdapat pada sekrup fine thread drywall dengan diameter 3,4 mm dan panjang 50 mm yaitu sebesar 1198,3787 N.

4.2.2 Pengaruh ukuran Diameter dan Panjang Penetrasi Terhadap Nilai Kuat Sambungan

Perbedaan ukuran diameter dan panjang penetrasi terhadap nilai kuat sambungan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 18 dan Gambar 19.



Gambar 18 Nilai Kuat Sambungan Berdasarkan Diameter Sekrup



Gambar 19 Nilai Kuat Sambungan Berdasarkan Panjang Penetrasi

Dari Gambar 18 menunjukkan nilai kuat sambungan dari setiap jenis sekrup dengan ukuran diameter yang berbeda, untuk jenis sekrup *fine thread drywall* memiliki diameter 3,4 mm dengan nilai kuat sambungan 1198,3787 N, jenis sekrup *cut thread wood* memiliki diameter 4,1 mm dengan nilai kuat sambungan 1780,897 N, dan jenis sekrup *sheet metal* memiliki diameter 4,5 mm dengan nilai kuat sambungan 2001,5475 N. Berdasarkan hasil pengujian kuat sambungan tersebut diketahui nilai kuat sambungan sekrup *sheet metal* paling tinggi, sedangkan sekrup *fine thread drywall* memiliki nilai kuat sambungan paling rendah, perbedaan ini dipengaruhi oleh perbedaan ukuran diameter di mana semakin besar diameter nilai kuat sambungannya semakin besar. Dari Gambar 19 menunjukkan nilai kuat sambungan dari setiap jenis sekrup dengan panjang penetrasi yang berbeda, untuk jenis sekrup *fine thread drywall* memiliki panjang penetrasi 49,55 mm dengan nilai kuat sambungan 1198,3787 N, jenis sekrup *cut thread wood* memiliki panjang penetrasi 49,6 mm dengan nilai kuat sambungan 1780,897 N, dan jenis sekrup *sheet metal* memiliki panjang penetrasi 49,8

mm dengan nilai kuat sambungan 2001,5475 N. Berdasarkan hasil pengujian kuat sambungan tersebut diketahui nilai kuat sambungan sekrup *sheet metal* paling tinggi, sedangkan sekrup *fine thread drywall* memiliki nilai kuat sambungan paling rendah, selain nilai kuat sambungan dipengaruhi oleh ukuran diameter, perbedaan ini juga dipengaruhi oleh perbedaan panjang penetrasi.

4.2.3 Prediksi Nilai Kuat Sambungan dan Mode Kegagalan Berdasarkan EYM

Setelah dilakukan perhitungan selanjutnya adalah pembahasan tentang hasil dari perhitungan, jenis mode kegagalan, dan hasil pengujian. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada rekapitulasi perhitungan prediksi nilai kuat sambungan, jenis mode kegagalan berdasarkan EYM, dan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Rekap Data Pengujian Kuat Sambungan

No	BENDA UJI	Mode kegagalan	NILAI KUAT SAMBUNGAN (N)		
			Prediksi rata-rata EYM (N)	P maksimum rata-rata (N)	$P_{5\%}$ rata-rata (N)
1	<i>Fine Thread Drywall</i>	IV	173,0397	1198,3787	878
2	<i>Cut Thread Wood</i>	IV	211,8840	1780,897	880
3	<i>Sheet Metal</i>	IV	656,6718	2001,5475	1564

Berdasarkan Dari Tabel 3 menunjukkan jenis mode kegagalan dari ketiga jenis sekrup adalah mode IV. Hal ini diperoleh dari nilai terendah prediksi EYM yaitu 173,0397 N untuk jenis sekrup *fine thread drywall*, 211,8840 N untuk jenis sekrup *cut thread wood*, dan 656,6718 N untuk jenis sekrup *sheet metal*. Kegagalan mode IV yang terjadi pada pengujian ini sesuai dengan kegagalan alat sambung jenis sekrup pada umumnya mode IIIs, IIIm, dan IV (Haftkhani, dkk

2011) dimana kegagalan mode IV yaitu terbentuknya dua sendi plastis pada alat sambung dalam satu bidang geser.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan di laboratorium, pengambilan data, melakukan analisis data, serta melakukan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil 3 kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kuat sambungan terbesar adalah sekrup *sheet metal* (SM $\Phi 4,5\text{mm}$) dengan nilai 2001,5475 N, yang kedua sekrup *cut thread wood* (CTW $\Phi 4,1\text{mm}$) dengan nilai 1780,89 N, dan yang ketiga sekrup *fine thread drywall* (FTD $\Phi 3,4\text{mm}$) dengan nilai 1198,3787 N.
2. Nilai kuat sambungan setelah dilakukan normalisasi dari yang terbesar adalah sekrup *cut thread wood* (CTW $\Phi 4,1\text{mm}$) dengan nilai 1780,89 N, yang kedua sekrup *fine thread drywall* (FTD $\Phi 4,1\text{mm}$) dengan nilai 1742,62 N, dan yang ketiga sekrup *sheet metal* (SM $\Phi 4,1\text{mm}$) dengan nilai 1714,398 N.
3. Mode kegagalan dari hasil pengujian dan hasil prediksi EYM adalah mode IV, yang artinya pada kegagalan ini terbentuk dua sendi plastis pada alat sambung dalam satu bidang geser.

5.2 Saran

Berdasarkan pengalaman penyusun selama melakukan penelitian dan pengujian di laboratorium, terdapat beberapa kendala yang menjadi saran bagi peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya. Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. EYM bisa memprediksi mode kegagalan dengan baik, namun semua nilai kuat sambungan dari hasil pengujian memiliki nilai yang lebih besar dari hasil prediksi EYM, hal ini dikarenakan EYM tidak memperhitungkan jarak tepi pemasangan sekrup dan juga EYM pada umumnya digunakan untuk menghitung nilai kuat sambungan pada sambungan kayu, sehingga perlu dilakukan peninjauan lebih

lanjut terhadap persamaan khusus untuk sambungan bambu laminasi.

2. Jarak pemasangan sekrup yang digunakan pada penelitian ini adalah 30 mm dari tepi bawah bambu laminasi sehingga dapat dicoba jarak pemasangan sekrup yang lebih bervariasi.

3. Pengujian ini hanya menggunakan sekrup dengan panjang 50 mm, sehingga dapat dicoba dengan panjang sekrup yang lebih bervariasi.

4. Pengujian ini menggunakan bambu jenis petung, sehingga dalam penelitian selanjutnya bisa digunakan bambu jenis lainnya.

5. Pada pengujian ini belum sepenuhnya benda uji mengalami kondisi rusak, hal ini dikarenakan keterbatasan alat. Sehingga dalam pengujian selanjutnya dapat dilakukan dengan lebih maksimal lagi dengan alat yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Awaludin, A., 2005. Dasar-dasar Perencanaan Sambungan Kayu. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.

ASTM F1575, 2003. *Standard Test Method for Determining Bending Yield Moment of Nails*, West Conshohocken, PA: ASTM International. Available at: www.astm.org.

ASTM D5764, 2007. *Standard Test Method for Evaluating Dowel-Bearing Strength of Wood and Wood-Based Products*. ASTM International. West Conshohocken, PA: www.astm.org.

Breyer, D.E. 1988. *Design of Wood Structures, Second Edition*. Mc. Graw-Hill, Inc. New York.

Brink, M. 2008. "Dendrocalamus asper." In D. Louppe.A.A. Oteng-Amoako, & M.Brink (ds). *Plant Resources of Tropical Africa* 7(1) Timbers 1:218-20. Wageningen : PROTA Foundation.

Haftkhani, A. R., Ebrahimi, G., Tajvidi, M., Layeghi, M. & Arabi, M., 2011.

Lateral Resistance of Joints Made with Various Screw in Comercial Wood Plastic Composites. Materials and Design 32 (2011), pp. 4062-4068.

Morisco Morisco. 1999. Rekayasa Bambu. Nafiri Offset. Jakarta

Tucker, Brian J., Pollock, David, Fridley, Kenneth J., and Peters, Jeffrey J., 2000.

Governing Yield Modes for Common Bolted and Nailed Wood Connections. Faculty Publications - Department of Mechanical and Civil Engineering. Paper 38.