

UJI FISIK DAN MEKANIK LAMINASI KAYU AKASIA (*Acacia Mangium*) MENGUNAKAN PEREKAT EPOXY

Natalia K Malau¹⁾, Iskandar R Sitompul²⁾, Ari Sandhyavitri²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : natalia.k@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Timber can be used not only for daily purposes but also as structural requirements. The use of timber as a structural material is not only limited as solid timber, but also as a laminated timber. This aim is to determine of wood supplies of good quality and large dimension. This research determines the physical and mechanical properties of wood such as moisture content, density, bending test and shear test. Acacia mangium was used as the timber in this research and epoxy was used to glue each woods. Bending test was conducted on solid wood and solid wood with coating while shear test was carried out on solid wood, laminated wood, laminated wood with coating . All specimens used the same amount of epoxy 100 MDGL (Million Square Double Glue Line). From the test in this research it is found that average water content and density of acacia mangium was 8.51% and 0.825 gr/cm³ respectively. Bending test carried out on solid wood and solid wood with coating resulted in the load of 72,67 N/mm² and 93,883 N/mm² respectively. Moreover shear test conducted solid wood, laminated wood, and laminated wood with coating resulted in the load of 2.129 N/mm², 2.650 N/mm² and 1.919 N/mm² respectively.

Keywords : lamination, moisture content and density, bending test and shear test.

A. PENDAHULUAN

Kayu memiliki fungsi penting dalam kehidupan sehari-hari. Selain dapat digunakan untuk keperluan harian kayu dapat digunakan pula untuk bahan konstruksi. Kayu yang banyak tersedia saat ini adalah kayu hutan rakyat yang cepat tumbuh dan berdiameter kecil dan kondisi kurang baik, seperti cacat kayu dan tingkat keawetannya yang rendah dibanding kayu alami.

Kayu Akasia merupakan salah satu jenis kayu yang banyak ditanam di Hutan Tanaman Industri (HTI). Berat Jenis (BJ) rata-rata kayu akasia adalah 0,61 (0,43-0,66). Kayu ini termasuk kelompok kayu dengan kelas awet III dan kelas kuat II-III (Dinata, 2011).

Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan kayu akasia maka dikembangkanlah bentuk struktur yang bukan berasal dari kayu utuh melainkan komponen laminasi yang dibuat melalui

proses perekatan. Dalam pembuatan balok laminasi, kayu-kayu dengan kualitas rendah dapat dimanfaatkan sehingga efisiensi penggunaan kayu akan meningkat. Selain itu balok laminasi dapat dibuat dalam berbagai variasi bentuk, ukuran, dan jumlah lapisan sehingga dapat menghasilkan ukuran yang relatif besar (Sari Rima, 2011).

Kayu laminasi merupakan lapisan-lapisan kayu gergajian yang direkatkan dengan bahan resin tertentu sehingga semua lapisan seratnya sejajar pada arah memanjang. Jenis perekat yang akan digunakan adalah resin *epoxy*. Perekat ini diharapkan dapat mencegah terjadinya gelinciran atau pemisahan antara kayu yang akan dilaminasi sehingga dapat menjadi balok laminasi yang monolit dan mampu bereaksi terhadap beban kerja dengan baik (Fakhri,2001).

Pada penelitian ini diharapkan diperoleh data optimalisasi kekuatan

rekat resin epoxy untuk produk laminasi kayu akasia mangium pada variasi kayu yang menggunakan pelindung atau yang disebut dengan MAT Fyber dengan kayu yang tidak menggunakan pelindung dengan jumlah perekat dan tekanan yang sama.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi sifat fisik (kadar air dan kerapatan) kayu akasia dan mengidentifikasi sifat mekanik kuat lentur (uji lentur solid dan uji lentur coating) dan uji geser (uji geser solid, uji geser laminasi dan uji geser coating).

Batasan Penelitian

Batasan-batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Kayu akasia yang digunakan adalah kayu yang berasal dari daerah Teratak Buluh Kampar.
2. Perekat yang digunakan adalah lem Epoxy Resin.
3. Lapisan pelindung (*coating*) menggunakan *MAT fyber roving*.

B. STUDI PUSTAKA

Kayu Laminasi

Menurut Fakhri (2002) bahwa kayu laminasi terbuat dari potongan-potongan kayu yang relatif kecil yang dibuat menjadi produk baru yang lebih homogen dengan penampang kayu dapat dibuat menjadi lebih lebar dan lebih tinggi serta dapat digunakan sebagai bahan konstruksi. Balok laminasi yang dibuat dengan benar akan menunjukkan keseimbangan antara kualitas kayu dan ikatan perekat dalam kinerja struktural (Susanto, 2013).

Sifat Fisik dan Mekanik

a. Sifat Fisik

1. Kadar air

Kadar air didefinisikan sebagai berat air dalam kayu yang dinyatakan dalam persen terhadap berat kering tanur (BKT). Kadar air ini mempengaruhi kekuatan kayu. Jika terjadi penurunan kadar air atau

kayu tersebut mengering maka kekuatan kayu akan meningkat. Sifat fisik dan mekanik, ketahanan kayu terhadap serangga perusak, dan stabilitas dimensi pada suatu produk kayu dipengaruhi oleh jumlah air yang dikandung oleh kayu tersebut.

Perhitungan kadar air kayu dapat dihitung berdasarkan rumus SNI 03 - 6850-2002 :

$$M (\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan :

M = kadar air kayu (%)

W1 = berat benda uji awal (gram).

W2 = berat kering oven (gram).

2. Kerapatan

Tsoumis (1991) menyatakan bahwa sifat fisik dan mekanik kayu berhubungan erat dengan kerapatan kayu. Kerapatan didefinisikan sebagai masa per unit volume. Biasanya dinyatakan dengan kg/m^3 atau gram/cm^3 . Pedoman yang digunakan sebagai kriteria kekuatan kayu untuk struktur mengacu pada PKKI-1961. Besarnya kerapatan dan kisaran kekuatan kayu dapat digunakan untuk penentuan kelas kuat kayu.

Tabel 1. Hubungan kerapatan dengan kelas kuat kayu

Kelas Kuat	Kerapatan (gr/cm^3)
I	$\geq 0,90$
II	0,90 – 0,60
III	0,60 – 0,40
IV	0,40 – 0,30
V	$< 0,30$

Kerapatan kayu dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kerapatan } (\rho) = \frac{\text{BKU}}{\text{VKU}} \quad (2)$$

Dengan :

ρ : kerapatan (gr/cm^3)

BKU : berat contoh uji (gr)

VKU : volume contoh uji (cm^3)

b. Sifat Mekanik

1. Kekuatan Lentur

Kekuatan lentur adalah kekuatan untuk menahan gaya-gaya yang berusaha melengkungkan kayu atau untuk menahan beban mati maupun hidup selain beban pukulan. Metode pengujian dilakukan dengan cara menggunakan model pengujian sesuai dengan SNI ISO 16978:2010 dengan ukuran benda uji 2x5x50 cm dengan jarak tumpuan 10 cm. Pembebanan diberikan ditengah-tengah bentang secara statis. Perhitungan keteguhan lentur kayu dapat dihitung dengan rumus:

$$F_b = \frac{M}{W} = \frac{\frac{1}{4}PL}{\frac{1}{6}bh^2} = \frac{6PL}{4bh^2} = \frac{3 F_{max} L}{2bh^2} \quad (3)$$

dimana :

F_b = tegangan lentur maksimum (N/mm^2)

F_{max} = beban maksimum (N)

L = jarak sangga (mm)

b = lebar benda uji (mm)

h = tebal benda uji (mm)

2. Kekuatan Geser

Kekuatan geser adalah kemampuan kayu untuk menahan gaya-gaya yang membuat suatu bagian kayu tersebut turut bergeser dari bagian lain didekatnya. Bila pemberian beban telah melewati batas proporsi, maka benda akan mengalami perubahan bentuk yang tetap. Jika pembebanan diteruskan, maka benda akan mengalami kerusakan dan lama-kelamaan akan patah. Berdasarkan SNI ISO 8905:2012 perhitungan kekuatan geser sejajar arah serat kayu dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$\tau_w = \frac{F_{max}}{t.l} \quad (4)$$

keterangan

F_{max} : beban maksimum pada saat kayu rusak (N)

L : panjang bidang geser (mm)

t : tebal contoh uji (mm)

Bahan Perekat

Perekatan merupakan interaksi antara permukaan perekat dengan permukaan bahan yang akan direkatkan.

Adanya interaksi antara perekat dan bahan yang akan direkat menyebabkan adanya ikatan yang kuat antara kedua bahan tersebut. Pembagian bahan perekat dibagi menjadi beberapa bagian secara utama terdiri dari bahan perekat alami dan bahan perekat sintetis. Bahan perekat alami berasal dari hewani, tumbuhan dan mineral sedangkan bahan perekat sintetis berasal dari *Elastomer*, *Thermoplastic* dan *Thermosetting*. Beberapa perekat yang berasal dari *Thermoset* adalah *Phenol*; *Formaldehyde* (PF), *Urea Formaldehyde* dan *Epoxy polyamide* (Jihannanda, 2013).

Epoxy, Lem *epoxy* yaitu produk sintetis termoset dari resi polioepoksi dengan zat curing/pengeras (asam/basa). Resin tipe ini mampu menahan resapan air sangat baik dan kekuatan mekanik yang paling tinggi. Lem *epoxy* memiliki kelebihan antara lain tidak berubah walaupun telah bertahun-tahun disimpan, tahan terhadap minyak gemuk, bahan bakar minyak, alkali, pelarut aromatik, asam, alkohol, juga panas dan cuaca dingin.

Teknik perekatan

Teknik perekatan dengan bahan porous memerlukan alat pengempaan. Sistem pengempaan dapat dilakukan dengan tekanan panas (*hot pressing*) atau kempa dingin (*cold pressing*). Pengempaan panas membutuhkan waktu relatif singkat, namun secara teknis sulit dilakukan untuk balok lamniasi, pengempaan dingin membutuhkan waktu lebih lama (Prayitno, 1996).

Perekat terlebur merupakan sejumlah perekat yang dilaburkan per satuan luas permukaan dari bahan yang direkat. Proses peleburan perekat dilakukan dengan peleburan dua sisi (#MDGL). Untuk peleburan dua sisi memakai satuan #MDGL, yaitu jumlah perekat yang dilaburkan dalam pounds (lbs) dibagi dengan seribu kaki persegi (ft^2) untuk dua (*double*) sisi labur dari garis perekat.

Kedua satuan peleburan perekat yang diuraikan dalam laboratorium perekatan

masih diuraikan atau dikonversi kembali menjadi satuan yang lebih sederhana yang disebut GPU (*gram pick up*). Satuan peleburan perekat yang digunakan adalah GPU (*gram pick up*) dengan rumus :

$$\text{GPU} = \frac{S.A}{2048,2} \quad (5)$$

Keterangan :

GPU = *gram pick up* (gram)

S = perekat dilaburkan dalam gram

A = luas permukaan yang akan direkat (cm²)

Fiberglass Reinforcement Plastik (FRP)

Fiberglass reinforcement plastic (FRP) merupakan satu kesatuan dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material lainnya sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya.

Serat *fiberglass* umumnya terdiri dari dua unsur yaitu serat sebagai bahan pengisi dan pengikat serat-serat tersebut yang dikenal dengan matriks. Bahan serat digunakan bahan-bahan yang kuat, kaku dan getas, sedangkan bahan matriksnya dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia. Penguatan ini dilakukan dengan mengisikan resin secara kimiawi, yang ditentukan keras atau rapuh, bersifat kedap air dan alat pengeras untuk serabut gelas yang dapat ditembus air.

Fiberglass memiliki sifat-sifat secara umum sebagai berikut :

1. Kekuatan tarik yang tinggi.
2. Tahan terhadap panas dan api/ tidak terbakar atau menyokong pembakaran.
3. Tidak mudah rusak karena zat kimia, jamur, bakteri, dan serangga.
4. Tidak korosi dan fleksibel.
5. Sinar matahari tidak mempengaruhi warna

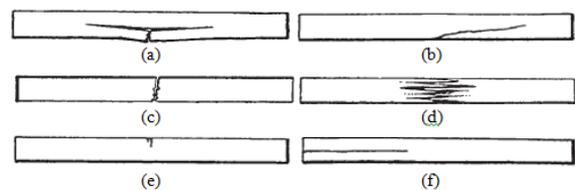
Salah satu jenis fiberglass yang umum digunakan adalah *Woven roving*. Jenis *woven roving* merupakan serat penguat menerus berbentuk anyaman dengan arah yang saling tegak lurus.

Woven roving ini digunakan sebagai laminasi utama yang memberikan kekuatan tarik maupun lengkung yang lebih tinggi dibandingkan laminasi *matto*. Pada proses pembuatan laminasi serat *woven roving* lebih sulit untuk dibasahi oleh resin dan terkadang larutan resin relatif sulit untuk mengisi celah anyaman serat.

Pola Kerusakan Balok Laminasi

Pengamatan terhadap pola kerusakan balok laminasi dilakukan setelah pengujian. Rata-rata pola kerusakan yang terjadi yaitu kerusakan geser horizontal, kerusakan ini berupa kerusakan pada garis rekat dan laminanya. Kerusakan lainnya yang terjadi adalah kerusakan tarik regas akibat adanya serat miring dan tarik belah.

Terdapat beberapa jenis kerusakan yang mengalami lenturan menurut Bodig dan Jayne (1982) yang terdiri atas tarik sederhana (*simple tension*), tarik serat miring (*cross-grain tension*), tarik terbelah (*splintering tension*), tarik regas (*brash tension*), tekan (*compression*) dan geser horizontal (*horizontal shear*).



Gambar 2. Tipe kerusakan balok laminasi (a) *Simple Tension* (b) *cross-grain tension* (c) *brash tension* (d) *splintering tension* (e) *compression* (f) *horizontal shear*

3. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Kayu Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau dan pengujian dilakukan di Laboratorium Quality Control Program Studi Perawatan dan Perbaikan Mesin Politeknik Kampar.

Pengujian kadar air dan kerapatan terlebih dahulu dilakukan sebelum pengujian kuat lentur dan kuat geser. Pengujian kadar air dilakukan sampai memenuhi kriteria kadar air yaitu 8-15%.

Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah kayu akasia, perekat epoxy dan MAT Fyber. Alat-alat yang dipakai terdiri dari alat untuk membuat benda uji dan alat untuk melakukan pengujian serta alat pendukung lainnya.

Benda Uji

1. Benda uji kadar air dan kerapatan

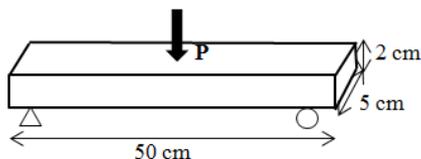
Ukuran sampel benda uji kadar air dan kerapatan dapat dilihat pada tabel 1. Benda uji harus memenuhi kadar air yang ditentukan yaitu sekitar 8%-15%. Kayu tersebut dikeringkan dalam oven dengan suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Pengujian dilakukan pada laboratorium Kayu Fakultas Teknik Universitas Riau.

Tabel 1. Jumlah Sampel Uji Fisik

No	Jenis Pengujian	Ukuran Benda Uji	Kode Benda Uji	Jumlah
1	Kadar Air	5x5x 5cm	KA	3 buah
2	Kerapatan	5x5x 5cm	KR	3 buah

2. Benda Uji Mekanik

Pengujian mekanik terdiri dari uji lentur dan geser. Untuk ukuran benda uji lentur mengacu pada SNI ISO 16978:2010 dan untuk ukuran benda uji mengacu pada SNI ISO 8905:2012.

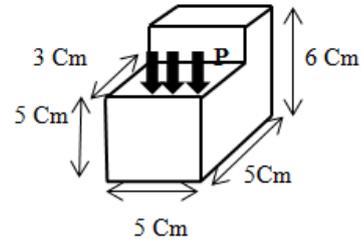


Gambar 2. Model Benda Uji Lentur

3. Benda uji geser

Ukuran sampel yang digunakan untuk uji geser adalah 5 cm x 5 cm x 5 cm.

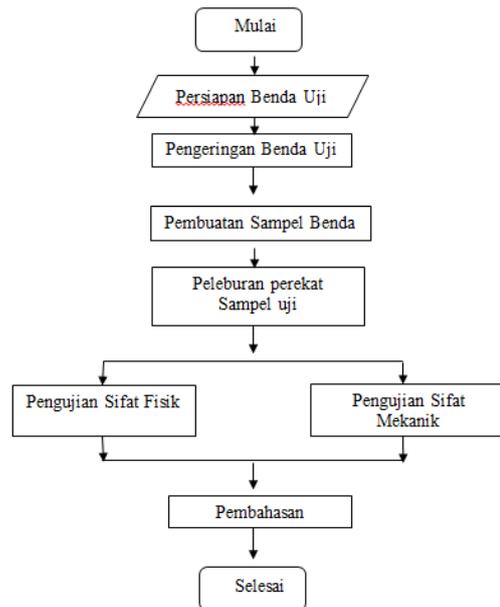
Dengan tiga jenis pengujian yaitu uji geser solid 3 buah, uji geser laminasi 3 buah dan uji geser coating 3 buah. Ukuran benda uji mengacu pada SNI ISO 8905:2012.



Gambar 3. Model Benda Uji Geser

Peralatan Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin pemotong, meteran, mesin ketam, gergaji, klem penjepit, wadah adukan perekat, alat pengaduk dan pelabur perekat, sarung tangan, timbangan meja, *universal testing machine* (UTM), oven dan alat bantu pengujian geser.



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

Pelaksanaan Pengujian

1. Uji Fisik

Uji fisik meliputi pengujian kadar air dan kerapatan kayu. Pengujian kadar air kayu adalah perbandingan antara berat benda uji awal dengan berat benda uji kering oven. Kadar air yang akan dicapai adalah 8-15%. Cara pengukuran yang dilakukan yaitu :

- a. Menimbang berat benda uji pada suhu kering udara (W1) sebelum dimasukkan kedalam oven.
- b. Memasukkan benda uji kedalam oven dengan suhu $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
- c. Memasukkan benda uji kedalam oven dengan suhu $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
- d. Menimbang berat benda uji kering oven (W2).

Sementara untuk pengujian kerapatan yaitu massa kayu dibagi volume kayu baik pada keadaan kadar air tertentu ataupun kering. Kerapatan kayu dinyatakan sebagai berat per unit volume.

2. Uji Lentur

Tujuan pengujian ini adalah mengetahui kemampuan kayu melengkungkan diri ketika menahan tekanan di atasnya. Adapun langkah pengujiannya adalah :

a. Persiapan bahan

Balok uji lentur kayu akasia dengan karakteristik yang tidak melalui proses laminasi (kayu utuh) dipotong dari balok utuh tanpa cacat pada kondisi kering udara (SSD) dengan kadar air maksimum 18%. Hanya digunakan sebagai balok kontrol dan perhitungan teoritis perencanaan pembebanan balok laminasi. Sedangkan untuk uji lentur coating kayu dilapisi dengan coating jenis *rove fiber*.

b. Perekat

Setelah kayu dan coating dipersiapkan maka yang selanjutnya dilakukan adalah pelaburan epoxy. Perekat ini dipilih karena memiliki daya ikat yang sangat kuat dengan material alam, seperti kayu. Sebelum dilaburkan, perekat terlebih dahulu ditimbang berat laburnya dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{GPU} = \frac{100 (b \times l)}{2048,2} \quad (6)$$

Keterangan :

GPU : gram pick up (gr)

b : lebar permukaan kayu (cm)

l : panjang permukaan lamina (cm)

c. Pengujian

Selanjutnya sampel diuji lentur dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) untuk mendapatkan beban maksimum yang mampu ditanggung sampel dan defleksi.



Gambar 5. Uji lentur sebelum diberi beban



Gambar 6. Uji lentur setelah diberi beban



Gambar 7. Kerusakan benda uji setelah pengujian

Uji Geser

Adapun tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan kayu untuk menahan gaya-gaya yang membuat suatu bagian kayu tersebut turut bergeser dari bagian lain didekatnya. Adapun langkah pengujiannya adalah :

a. Persiapan bahan

Balok uji geser kayu akasia dengan karakteristik yang tidak melalui proses laminasi (kayu utuh) dipotong dari balok utuh tanpa cacat pada kondisi

kering udara (SSD) dengan kadar air maksimum 18%. Hanya digunakan sebagai balok kontrol dan perhitungan teoritis perencanaan pembebanan balok laminasi. Sedangkan untuk uji laminasi geser kayu akasia dipersiapkan kayu yang sudah dipotong 2 bagian menjadi berukuran 2,5x5x35 cm.

b. Perekatan

Benda uji yang sudah dipersiapkan kemudian direkatkan menggunakan perekat yang sudah ditentukan.

c. Pengempaan

Setelah dilakukan proses perekatan, maka kayu dikempa dengan pelat baja pada kedua sisi bidang rekat papan sampai rata. Pengempaan dilakukan selama ± 12 jam pada suhu ruangan. Setelah pengempaan selesai, kayu laminasi dikondisikan selama ± 1 hari dengan kondisi suhu ruangan. Setelah itu dilakukan pengujian.

d. Pengujian

Selanjutnya sampel diuji dengan menggunakan Universal Testing Machine (UTM). Sebelum diuji sampel terlebih dahulu dipotong menjadi ukuran 5x5x5 cm. Masing-masing pengujian dilakukan sebanyak tiga ulangan sesuai SNI ISO 8905:2012.



Gambar 8. Set up uji geser



Gambar 9. Uji geser sebelum diberi beban



Gambar 10. Uji geser sesudah diberi beban

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik

1. Kadar air

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai kadar air rata-rata sebesar 8,511%. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa kayu memiliki kadar air diantara 8-15%. Dengan demikian kayu yang digunakan sudah memenuhi syarat standar pengujian SNI 03-6850-2002 yaitu kadar air antara 8-15%.

2. Kerapatan

Berdasarkan hasil penimbangan berat dan pengukuran volume kering udara, diperoleh nilai kerapatan kayu akasia rata-rata sebesar 0.825 gr/cm³. Berdasarkan PKKI NI 5-1961 maka kelas kuat kayu yang diperoleh untuk kayu akasia termasuk kayu kelas kuat II. Diketahui bahwa nilai kerapatan balok laminasi akasia memiliki nilai yang tinggi.

Hal ini dikarenakan kayu akasia memiliki berat jenis yang tinggi. Berat jenis rata-rata kayu akasia adalah 0,69 dengan kisaran (0,69-0,84). Semakin tinggi kerapatan maka semakin tinggi pula berat jenisnya.

Sifat Mekanik

1. Uji Lentur

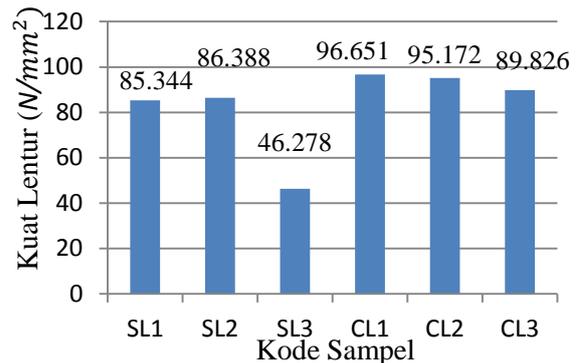
Wangard (1950) lihat Sari rima (2011) menerangkan bahwa dalam pengujian lentur statis, suatu balok akan mengalami lenturan apabila ditengah-tengah antara kedua penyangga balok tersebut diberikan beban terpusat. Akibat adanya beban tersebut, serat kayu pada bagian atas akan mengalami tekan maksimum pada bagian bawah akan mengalami gaya tarik maksimum sedangkan pada garis netral akan terjadi tegangan secara maksimum.

Tabel 2. Hasil perhitungan uji lentur kayu akasia

No	Sampel	P max	L	B	H	Fb
		N				
1	SL1	2844,8	400	50	20	85,344
2	SL2	2879,6	400	50	20	86,388
3	SL3	1542,6	400	50	20	46,278
4	CL1	3221,7	400	50	20	96,651
5	CL2	3172,4	400	50	20	95,172
6	CL3	2994,2	400	50	20	89,826

Sumber : perhitungan

Dari hasil pengujian rata-rata kuat lentur berdasarkan SNI ISO 16978:2010 diperoleh hasil untuk kayu kontrol adalah $72,67 \text{ N/mm}^2$ dan nilai rata-rata pengujian menggunakan coating adalah $93,883 \text{ N/mm}^2$. Dapat dilihat bahwa pengujian balok kontrol lebih kecil dibandingkan pengujian kayu menggunakan coating. Kenaikan hasil pengujian kayu menggunakan coating sebesar 29%.



Gambar 11. Grafik hasil uji kuat lentur

Tsoumis (1991) menyatakan bahwa semakin tinggi nilai kekuatan lentur suatu kayu, maka benda tersebut akan semakin kaku atau sulit dilenturkan. Kekuatan benda uji coating meningkat disebabkan penggunaan *fiberglass* yang berfungsi sebagai penguat. Melalui proses polymerisasi yaitu reaksi gabungan dari mikro molekul monomer ester menjadi makro molekul *polymer ester* sambil melepaskan molekul air. Dalam hal ini cairan resin mengadakan polymerisasi membentuk *polyester*. Proses polymerisasi inilah yang menyebabkan resin mudah bercampur dengan bahan-bahan *Fiberglass reinforcement plastic (FRP)* lainnya sehingga keuntungan sifat ini dapat diaplikasikan ke berbagai bidang pembuatan FRP. Selain itu epoxy yang bereaksi dengan fiberglass mengambil peran memberikan daya ikat antara benang-benang fiber dan memberikan kekakuan pada arah tegak lurus fiber.

2. Uji Kekuatan geser

Nilai kekuatan rekat merupakan tolak ukur yang utama dalam menganalisa kualitas perekatan. Kekuatan rekat merupakan nilai yang mampu dicapai oleh kayu yang direkat. Kekuatan rekat diketahui dengan melakukan uji geser pada balok laminasi yang direkat.

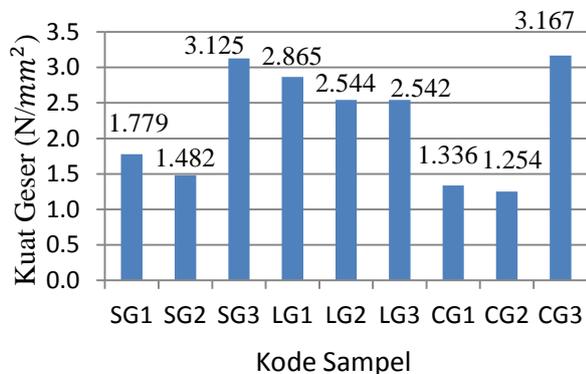
Berdasarkan hasil pengujian, nilai rata-rata kekuatan geser untuk benda uji solid adalah $2,128 \text{ N/mm}^2$, nilai rata-rata kekuatan geser laminasi adalah $2,650 \text{ N/mm}^2$ dan nilai rata-rata kekuatan geser

coating adalah 1,919 N/mm^2 . Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel 3. Hasil perhitungan uji geser

No	Kode Sampel	Fmax (N)	T mm	L mm	Tw N/mm^2
1	SG1	4448,6	50	50	1,779
2	SG2	3704,5	50	50	1,482
3	SG3	7813,7	50	50	3,125
4	LG1	7592,6	53	50	2,865
5	LG2	6741,2	53	50	2,544
6	LG3	6735,7	53	50	2,542
7	CG1	3674,4	55	50	1,336
8	CG2	3447,3	55	50	1,254
9	CG3	8708,5	55	50	3,167

Sumber : perhitungan

Dari hasil pengujian rata-rata kuat geser berdasarkan SNI ISO 8905:2012 diperoleh hasil untuk balok laminasi memiliki nilai kekuatan geser yang paling tinggi dengan rata-rata 2,650 N/mm^2 kemudian diikuti dengan balok solid dengan rata-rata 2,129 N/mm^2 dan balok coating dengan rata-rata 1,919 N/mm^2 . Kenaikan hasil pengujian kayu laminasi sekitar 24,5% dari kekuatan kayu kontrol.



Gambar 12. Grafik hasil uji kuat geser

Peningkatan kekuatan kayu disebabkan penambahan penggunaan epoxy pada balok laminasi sehingga kesesuaian jenis bahan yang direkat, bahan perekat dan metode perekatannya akan menentukan keberhasilan penggunaan produk. Selain itu kayu akasia memiliki nilai kerapatan yang tinggi sehingga menyebabkan tingginya nilai kekuatannya. Semakin kuat kayu maka semakin kuat juga ikatan hasil pengujian rekatnya.

Balok coating menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan balok solid ataupun balok laminasi. Perbedaan nilai yang diperoleh dengan pengujian lainnya berhubungan dengan karakteristik kayu yang digunakan. Disamping kerapatan kayunya, kekuatan juga dipengaruhi oleh ada tidaknya cacat pada kayu tersebut. Herawati (2008) menyatakan bahwa nilai hasil pengujian tidak dipengaruhi oleh ukuran lamina tetapi dipengaruhi oleh kondisi lamina terutama adanya cacat mata kayu atau serat miring. Selain cacat tersebut, terdapat juga cacat berupa pingul yaitu adanya kulit yang terdapat pada kayu ataupun ketidak sempurnaan sudut-sudut pinggir dalam sepotong kayu. Cacat lain yang terdapat pada kayu adalah cacat yang diakibatkan karena proses pengeringan yakni perbedaan penyusutan antara arah radial dan tangensial serta pengaruh internal stress akibat perbedaan distribusi kadar air dalam kayu.

Model Kerusakan Balok

1. Kerusakan uji lentur

Dari pola kerusakan yang terjadi, benda uji solid lebih mudah mengalami kerusakan dibandingkan dengan benda uji yang menggunakan coating. Hal ini disebabkan serat fiber yang kuat yang menambah perlindungan kayu sehingga tidak mudah rusak. Secara visual dapat diamati bahwa kerusakan benda uji terlihat kerusakan serat kayu terjadi secara sobekan atau pecah serat searah serat kayu disisi bawah .



Gambar 13. Model kerusakan kayu solid



Gambar 14. Model kerusakan kayu coating

Dari gambar dapat dilihat kerusakan yang terjadi pada benda uji coating lebih sulit mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan karena adanya penggunaan coating yang berfungsi sebagai komponen penguat. Selain itu jenis kayu yang memiliki kerapatan tinggi cenderung kekuatannya semakin meningkat karena kerapatan dan kekuatan lentur suatu bahan berbanding lurus (Bowyer *et al.*2003).

2. Kerusakan Uji Geser

Herawati (2008) menyatakan bahwa nilai kekuatan geser tidak hanya dipengaruhi oleh ukuran dimensi lamina, tetapi juga oleh kondisi lamina terutama adanya cacat kayu. Cacat yang dapat mengurangi kekuatan kayu, antara lain mata kayu, sudut miring, retak atau pecah dan adanya kayu tekan atau kayu tarik.



Gambar 15. Model kerusakan uji geser

Dari gambar dapat dilihat kerusakan pada pengujian geser terjadi karena daya rekat yang dihasilkan sangat besar sehingga pada saat pengujian kayu penyangga sampel lebih rentan mengalami kerusakan terlebih dahulu sebelum bidang rekat sampel mengalami kerusakan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Simpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Dari penelitian ini didapatkan nilai kadar air kayu rata – rata 8,51%. Nilai tersebut sudah memenuhi standar SNI 03-

6850-2002 yaitu nilai kadar air antara 8-15%. Sedangkan nilai kerapatannya diperoleh sebesar $0,825 \text{ gr/cm}^3$. Berdasarkan PKKI NI 5-1961 maka kelas kuat kayu yang diperoleh untuk kayu akasia termasuk kayu kelas kuat II.

2. Diperoleh hasil pengujian sifat mekanis untuk uji lentur dan uji geser . Uji lentur solid rata-rata sebesar $72,67 \text{ N/mm}^2$ sedangkan uji lentur coating diperoleh hasil sebesar $93,883 \text{ N/mm}^2$. Kenaikan hasil pengujian sebesar 29%. Hasil pengujian membuktikan bahwa penggunaan coating bermanfaat untuk meningkatkan hasil mutu kayu. Sedangkan hasil uji geser solid rata-rata diperoleh sebesar $2,129 \text{ N/mm}^2$, geser laminasi sebesar $2,650 \text{ N/mm}^2$ dan uji geser coating sebesar $1,919 \text{ N/mm}^2$. Kenaikan hasil pengujian kayu laminasi sekitar 24,5% dari kekuatan kayu kontrol. Pengujian geser laminasi lebih tinggi dari pengujian lainnya. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan epoxy bermanfaat bagi laminasi kayu. Sehingga kayu berdimensi kecil dapat digunakan dengan menggunakan metode laminasi.

Saran

Saran untuk penelitian ini yaitu:

1. Adanya penelitian yang menganalisa kekuatan lentur dan geser dengan menggunakan jenis dan jumlah perekat yang berbeda.
2. Adanya penelitian untuk mencoba jenis-jenis kayu lainnya dengan tipe penyusun lamina yang lebih beragam.
3. Adanya penelitian lanjutan mengenai penggunaan coating pada kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinata H. 2011. *Kekuatan Sambungan Batang Kayu-Pelat Baja Dengan Beberapa Jenis Alat Sambung Tipe Dowel Dan Ketebalan Batang Kayu Acacia Mangium Wild.* Skripsi, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Fakhri. 2001. *Pengaruh Kekuatan dan Kekakuan Balok Glulam Kombinasi Kayu Sengon dan Kayu Keruing*. Thesis S-2. Fakultas Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Fakhri. 2002. *Kemampuan Perekatan Resin Urea Formaldehyde pada Laminasi Kayu Sengon dan Keruing*. Pekanbaru: Jurnal Sains dan Teknologi Universitas Riau.
- Herawati E, Massijaya M, Nugroho N. 2008. *Karakteristik Balok Laminasi Dari Kayu Mangium (Acacia mangium Willd.)*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan, Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Jihannanda P. 2013. *Studi Kuat Lentur Balok Laminasi Kayu Sengon Dengan Kayu Kelapa di Daerah Gunung Pati Semarang*. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Prayitno, TA. 1996. *Perekatan Kayu*. Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Sari Rima. 2011. *Karakteristik Balok Laminasi dari Kayu Sengon (Paraserianthes falcataria(L) Nielson), Manii (Maesopsis eminii Willd.), Dan Akasia (Acacia mangium Engl.)*. Skripsi. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Standar Nasional Indonesia. 2002. *Metode Pengujian Pengukuran Kadar Air Kayu dan Berbahan Kayu*. SNI 03-6850-2002. Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia. 2010. *Panel Kayu- Penentuan Modulus Elastisitas Lentur dan Keteguhan Lentur*. SNI ISO 16978:2010. Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia. 2012. *Kayu Gergajian-Cara Uji-Penentuan Keteguhan Geser Ultimat Sejajar Serat*. SNI ISO 8905:2012. Indonesia.
- Susanto, Husnul. 2013. *Karakteristik Balok Laminasi (Glulam) Kayu Ekaliptus (Eucalyptus urophylla ST. Blake)*. Skripsi, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tsoumis G.1991. *Science and Technology of Wood Struture, Properties, Utilization*. Newyork: Van Nostrand Reinhold.