

SIFAT MEKANIS KAYU LAMINA
DARI KAYU JATI (*Tectona grandis* Linn F.) DAN
KAYU KAPUK RANDU (*Ceiba petandra*)
PADA BERBAGAI PROPORSI TEBAL LAPISAN



YUKI ASWAR
M 121 02.010



NO. DAFTAR	1-8-08
NO. KOTAK	pak. kehutanan
NO. KARYA	1 Ekst
NO. JUDUL	Hadiah
NO. INVENTARIS	25

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Sifat Mekanis Kayu Lamina dari Kayu Jati
(*Tectona grandis* Linn F.) dan Kayu Kapuk randu
(*Ceiba petandra*) pada Berbagai Proporsi Tebal Lapisan.

Nama : Yuki Aswar

Stambuk : M 121 02 010

Program studi : Teknologi Hasil Hutan

Skripsi ini Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Kehutanan
pada
Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin

**Menyetujui,
Komisi Pembimbing**

Pembimbing I



Ir. Bakri, M.Sc

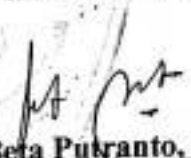
Pembimbing II



Ir. Beta Putranto, M.Sc

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin**



Ir. Beta Putranto, M.Sc
NIP : 130 792 980

Tanggal Lulus : 23 Juli 2008

ABSTRAK

Yuki Aswar (M 121 02 010). Sifat Mekanis Kayu Lamina dari Kayu Jati (*Tectona grandis* Linn F.) dan Kayu Kapuk randu (*Ceiba petandra*) pada Berbagai Proporsi Tebal Lapisan, di bawah bimbingan Bakri dan Beta Putranto.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis kayu lamina yang terbuat dari kayu jati dan kapuk randu sebagai komponen penyusun kayu lamina yang meliputi keteguhan lentur dan keteguhan tekan sejajar serat pada berbagai proporsi tebal untuk masing-masing jenis perekat. Kegunaannya adalah sebagai bahan informasi pembuatan kayu lamina untuk kepentingan penelitian lebih lanjut.

Kegiatan penelitian ini berlangsung pada bulan Maret sampai Mei 2008. Pembuatan kayu lamina dilakukan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, sedangkan pengujian sifat mekanis kayu lamina dilakukan di UPTD. Pengembangan Sumberdaya Lokal, Dinas Tata Ruang dan Pemukiman Kota Makassar.

Analisis data menggunakan rancangan acak lengkap dengan proporsi tebal yang terdiri atas 4 taraf yaitu 1:2:1; 1:3:1; 3:14:3; dan 1:8:1, dimana lapisan kayu jati adalah 0,5 cm, 0,4 cm, 0,3 cm, dan 0,2 cm pada lapisan face dan back, sedangkan tebal lapisan kayu kapuk randu adalah 1 cm, 1,2 cm, 1,4 cm, dan 1,6 cm. Dimana setiap perlakuan di ulang sebanyak 5 kali. Jenis perekat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu perekat Polistyrena, epoxy, dan PVAc. Untuk menganalisis pengaruh perlakuan pada setiap taraf yang berbeda dilakukan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dan determinasi keterbasahan menggunakan uji t.

Hasil Analisis data menunjukkan bahwa apabila proporsi tebal lapisan kayu jati yang menyusun kayu lamina semakin besar, maka keteguhan patah untuk uji flatwise, uji edgewise, dan uji keteguhan tekan sejajar serat kayu lamina yang dihasilkan akan semakin tinggi. Tingginya nilai ini disebabkan karena besarnya proporsi tebal lapisan kayu jati pada kedua permukaan kayu lamina. Kayu jati yang berada pada kelas kuat II dan kayu kapuk randu yang berada pada kelas kuat V, dengan menggunakan teknologi laminasi dapat meningkatkan kekuatan kayu kapuk randu sehingga memiliki kelas kuat yang tinggi.

KATA PENGANTAR



Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puja dan puji hanya bagi Allah Subhana Wata'ala, Tuhan semesta alam atas segala limpahan karunia, rahmat, dan ridhoNya, sehingga dengan izinNya penulis dapat menyelesaikan studi dan penyusunan skripsi dengan judul "**Sifat Mekanis Kayu Lamina dari Kayu Jati (*Tectona grandis* Linn F.) dan Kayu Kapuk randu (*Ceiba petandra*) pada Berbagai Proporsi Tebal Lapisan**". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis banyak menemui hambatan serta rintangan, tetapi berkat keyakinan, kesabaran, dan bantuan berbagai pihak, maka penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak **Ir. Bakri, M.Sc**, dan Bapak **Ir. Beta Putranto, M.Sc**, selaku pembimbing sekaligus orang tua yang selalu bersedia meluangkan waktunya dalam membimbing penulis selama pelaksanaan penelitian sampai penyusunan skripsi ini.

2. Bapak Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc., Bapak Ir. Baharuddin, MP., dan Ibu Andi Detti Yuniarti, S.Hut, MP., selaku dosen penguji.
3. Bapak Dr. Ir. H. Muh. Restu, MP (Dekan Fakultas Kehutanan), Bapak Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc (Pembantu Dekan I), dan Bapak Dr. Ir. Yusran Jusuf, M.Si (Pembantu Dekan II).
4. Bapak Ir. Beta Putranto, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan.
5. Ibu Astuti Arif, S.Hut.,M.Si., selaku penasihat akademik yang selalu bersedia membimbing penulis, memberikan ide, arahan, dan kebijaksanaan dalam menyikapi keterbatasan pengetahuan penulis, serta memberikan ilmu dan pengetahuan yang berharga selama penulis menempuh kuliah.
6. Seluruh dosen pengajar beserta staf administrasi Fakultas Kehutanan, terima kasih atas arahan dan bantuannya, semoga Allah Azza Wa Jalla memberikan balasan yang lebih baik.
7. Seluruh pegawai Unit Pelaksana Teknis Dinas (UPTD) Pemanfaatan Sumber Daya Lokal, Dinas Pekerjaan Umum Kota Makassar.
8. Sahabat-sahabatku Isna Rahmawaty, S.Hut., Barata, S.Hut., Fitriana Hasyim, S.Hut., Jenny Fajarwaty, S.Hut., A. Meilia, S.Hut., dan Refka Afrizal, terima kasih atas bantuan dan dorongannya bahkan pada saat paling sulit di bangku kuliah, *you are the best my friend.....*
9. Rekan-rekan penelitian "*Lamina Team IP*", rekan-rekan seperjuangan PU (Lita, Ira, Ado, Edwin) dan KKNP (Domi, Lopez, Kalua, Iwan,

Ata, Aslam, Ode', Yuna, Omi, Ita, Nahda, n Vita) dan rekan-rekan angkatan '01 (KondiQ, Pace, Utto, Baso, Ali, Noy), '02 (Apho, Omenk, Afif, Ippank, Yopa, Bolu, Tamin, Sul, Diana, Dewi, Misra, Mirta, Adi, Accunk, Edo, selin, Refki, Bandaso, Edwin, Fian, Hadi, Helmi, Hendra, Jopo), '03 (Daud, Yayu, Abon, Ani, Anti, Fathe, Inchy, Iren, Irham, Kyoto, Nana, Wiwik, Ifa), '04, '05 serta seluruh warga Sylva yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bantuan dan motivasinya selama penulis menyelesaikan studi dan terima kasih pula atas takdir yang mempertemukan kita.

10. Teman-teman di UKM PSM Unhas (K' Adho, K' Alma, K' Ashli, K' Manca, K' Arie, Fatur, Nasrah, Rahma, Elsa).
11. Semua pihak yang telah membantu, sedikit membantu, memberikan semangat, inspirasi, tawa, nasehat, ataupun doa dari jauh, Kel. H. Amir Tega, BA., Kel. H. Amirul Wiratmayahadi, Kel. Drs. H. Anwar wahab, Kel. H. Ibrahim Kadir, SE., serta seluruh keluarga di Parepare, Serda Agus, Syafri, Rizal, (Alm) Heru, Seha, Uya', S.Kom, Oni, ST., Ichal S.Kom., Dedi, K'Yunus, Davi, April, Chandra, Mbor, Maschand, Gafur, SE, Atenk, Hana, SE, *thanks for all...*
12. Saudara yang akhirnya kumiliki di *Rumah Cantik Kedu*, S.Farm., Yonk, S.IP, K' Ridha, Wido, Uchieq, Ethy, Windy, Ugha, Ani, Eni, Yaz, dan K' Cindar, S.Farm, Apt, terima kasih yang setulus-tulusnya atas segala perhatian dan dukungan yang diberikan pada penulis. *You are the best my sister's...*

13. Terkhusus ucapan terima kasih dari lubuk hati yang paling dalam untuk keluarga tercinta yang menjadi sumber ketabahan dan inspirasi penulis dalam menjalani studi. Gelar ini penulis persembahkan kepada Ibunda dan ayahanda tercinta **Hj. Asia Hanafi, A.Ma.Kep** dan **Anwar Amin**, Saudara-saudaraku **Yusdi Aswar, Atrias Aswar**, dan **Sandra Aswar**, terima kasih atas setiap do'a, pengorbanan, kasih sayang tanpa batas yang dicurahkan kepada penulis selama ini, serta keponakan-keponakanku **Muh. Rafli, Muh. Rifki**, dan **Widya Febriani**, yang menjadi sumber inspirasi, semangat, dan selalu memberikan tawa dan kebahagiaan kepada penulis.
14. *Last but not least*, special thanks to seseorang yang selalu dihati dan akan selalu dihati, yang menjadi inspirasi, semangat, teman, sahabat, saudara, kekasihku.... **Catur Elok Kurnianto, SE**. Terima kasih atas motivasi, kesabaran, pengertian, kebaikan hati, do'a, cinta, kasih sayang, dan kesetiaanmu menemaniku.

Akhir kata, semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Amin.....

*Wallahu mustaam billahi taufik wal hidayah
Wassalamu alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Makassar, Juli 2008

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sistematika dan Gambaran Umum.....	4
1. Jati.....	4
2. Kapuk randu.....	6
B. Pengertian Kayu Lamina.....	8
C. Sifat Mekanis.....	9
1. Keteguhan Lentur/ Patah.....	10
2. Keteguhan Tekan Sejajar Serat.....	12

D. Proses Pembuatan Kayu Lamina.....	13
1. Pemilihan dan Persiapan Kayu.....	13
2. Pelaburan Perekat.....	16
3. Penyusunan Lapisan.....	16
4. Pengempaan.....	17
E. Perekat	
1. Polistyrena.....	18
2. Resin Epoxy.....	19
3. Polivinyl Acetat (PVAc).....	20
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat.....	21
B. Alat dan Bahan.....	21
C. Prosedur Kerja.....	22
1. Penentuan Kadar Air dan Berat Jenis.....	22
2. Pembuatan Kayu Lamina.....	22
3. Persiapan Pengujian Sampel.....	25
4. Pelaksanaan Pengujian.....	27
5. Determinasi Keterbasahan.....	29
D. Rancangan Percobaan.....	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Kadar Air dan Berat Jenis.....	35
B. Keterbasahan Bahan.....	37
C. Keteguhan Lentur/Patah.....	38
D. Modulus Elastisitas.....	45
E. Keteguhan Tekan Sejajar Serat.....	52
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	55
B. Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR <i>Flatwise</i> Perekat PVAc.....	40
2.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR <i>Flatwise</i> Perekat Epoxy.....	40
3.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR <i>Edgewise</i> Perekat PVAc.....	43
4.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR <i>Edgewise</i> Perekat Polistyrena.....	44
5.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOE <i>Flatwise</i> Perekat PVAc.....	47
6.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR <i>Flatwise</i> Perekat PVAc.....	51
7.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOE <i>Edgewise</i> Perekat Epoxy.....	51
8.	Hasil Uji Tukey Keteguhan Tekan Sejajar Serat Perekat PVAc.....	53

DAFTAR GAMBAR

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Proporsi Tebal Lapisan Kayu Lamina.....	24
2.	Contoh Uji <i>Flatwise</i> Keteguhan Lentur Kayu Lamina.....	25
3.	Contoh Uji <i>Edgewise</i> Keteguhan Lentur Kayu Lamina.....	25
4.	Contoh Uji Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina.....	26
5.	Nilai Rata-rata Kadar Air Kering Udara pada Kayu Jati dan Kayu Kapuk randu.....	35
6.	Nilai Rata-rata Berat Jenis Kayu Jati dan Kayu Kapuk randu.....	36
7.	Nilai Rata-rata CWAH (mm) Kayu Jati dan Kayu Kapuk randu.....	37
8.	Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina pada Perekat PVAc dengan Uji <i>Flatwise</i>	38
9.	Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina pada Perekat Epoxy dengan Uji <i>Flatwise</i>	39
10.	Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina pada Perekat Polistyrena dengan Uji <i>Flatwise</i>	39
11.	Nilai rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina pada Perekat PVAc dengan Uji <i>Edgewise</i>	42

12.	Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina pada Perakat Epoxy dengan Uji <i>Edgewise</i>	42
13.	Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina pada Perakat Polistyrena dengan Uji <i>Edgewise</i>	43
14.	Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina pada Perakat PVAc dengan Uji <i>Flatwise</i>	46
15.	Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina pada Perakat Epoxy dengan Uji <i>Flatwise</i>	46
16.	Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina pada Perakat Polistyrena dengan Uji <i>Flatwise</i>	47
17.	Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina pada Perakat PVAc dengan Uji <i>Edgewise</i>	49
18.	Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina pada Perakat Epoxy dengan Uji <i>Edgewise</i>	50
19.	Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina pada Perakat Polistyrena dengan Uji <i>Edgewise</i>	50
20.	Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat pada Perakat PVAc.....	52
21.	Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat pada Perakat Epoxy.....	53
22.	Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat pada Perakat Polistyrena.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Kadar Air (%) dan Berat Jenis Kayu Jati dan Kayu Kapuk randu sebagai Bahan Pembuatan Kayu Lamina.....	60
2.	Nilai Wettabilitas Kayu Jati dan Kayu Kapuk randu.....	61
3.	Analisis Uji T Wettabilitas Kayu Lamina terhadap Wettabilitas Kayu Jati dan Kayu Kapuk randu.....	61
4.	Nilai Keteguhan Patah (MOR) Sampel Kayu Utuh Lamina.....	62
5.	Nilai Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji <i>Flatwise</i> Pada Berbagai Jenis Perekat.....	63
6.	Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji <i>Flatwise</i> dengan Menggunakan Perekat PVAc.....	64
7.	Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji <i>Flatwise</i> dengan Menggunakan Perekat Epoxy.....	64
8.	Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji <i>Flatwise</i> dengan Menggunakan Perekat Polistyrena.....	64
9.	Nilai Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji <i>Edgewise</i> pada Berbagai Jenis Perekat.....	65
10.	Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji <i>Edgewise</i> dengan Menggunakan Perekat PVAc.....	66
11.	Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji <i>Edgewise</i> dengan Menggunakan Perekat Epoxy.....	66

12.	Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji <i>Edgewise</i> dengan Menggunakan Perakat Polistyrena.....	66
13.	Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Sampel Utuh Kayu Lamina.....	67
14.	Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji <i>Flatwise</i> pada Berbagai Jenis Perakat.....	68
15.	Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji <i>Flatwise</i> dengan Menggunakan Perakat PVAc.....	69
16.	Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji <i>Flatwise</i> dengan Menggunakan Perakat Epoxy.....	69
17.	Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji <i>Flatwise</i> dengan Menggunakan Perakat Polistyrena.....	69
18.	Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji <i>Edgewise</i> pada Berbagai Jenis Perakat.....	70
19.	Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji <i>Edgewise</i> dengan Menggunakan Perakat PVAc.....	71
20.	Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji <i>Edgewise</i> dengan Menggunakan Perakat Epoxy.....	71
21.	Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji <i>Edgewise</i> dengan Menggunakan Perakat Polistyrena.....	71
22.	Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat Sampel Utuh Kayu Lamina.....	72
23.	Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina pada Berbagai Jenis Perakat.....	73
24.	Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina dengan Menggunakan Perakat PVAc.....	74

25.	Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina dengan Menggunakan Perekat Epoxy.....	74
26.	Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina dengan Menggunakan Perekat Polistyrena.....	74

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan pembangunan dan penambahan jumlah penduduk di Indonesia dewasa ini menyebabkan kebutuhan kayu sebagai bahan bangunan meningkat pesat. Beberapa tahun mendatang pemasokan kayu dari areal hutan alam akan semakin menurun, sementara tingkat kebutuhan kayu nasional terus meningkat. Dengan demikian, terjadi ketidakseimbangan antara pasokan kayu dengan kebutuhan kayu. Oleh karena itu, perlu ditemukan bahan lain yang dapat menjadi bahan pengganti penggunaan kayu sebagai bahan bangunan.

Perkembangan dunia konstruksi menuntut disediakannya kayu yang mempunyai dimensi yang sesuai dengan beban dan pemakaiannya. Akan tetapi, saat ini dirasakan semakin sukar untuk mendapatkan kayu berukuran besar. Disamping itu, masyarakat pada umumnya menggunakan kayu sebagai bahan bangunan dan bahan baku mebel hanya dari jenis kayu yang kuat, sehingga kayu ini akan menipis dan bisa saja habis. Mengingat hal itu, berbagai usaha dilakukan untuk memanfaatkan kayu sebaik-baiknya, antara lain dengan membuat kayu lamina (Junaidy dan Nugroho, 2002).

Kayu lamina adalah produk yang dibuat melalui penyusunan kayu-kayu berdimensi sempit yang direkat dengan perekat tertentu secara bersama-sama dengan arah serat sejajar satu sama lainnya. Kayu lamina dapat dibuat dengan menggabungkan jenis kayu bermutu rendah dengan kayu bermutu tinggi (Wardhani, 1999)

Kayu lamina lebih efisien dibanding dengan kayu utuh karena dapat dibuat dengan cara menggabungkan jenis kayu bermutu rendah dengan kayu bermutu tinggi. Kayu bermutu tinggi berada pada permukaan dan dasar kayu lamina. Sedangkan kayu bermutu rendah berada pada bagian tengahnya, dimana kedua jenis kayu tersebut dapat dimodifikasi dengan memberikan kesan yang lebih indah dan dekoratif dalam arsitektur bangunan.

Kayu jati dan kapuk randu khususnya di Sulawesi Selatan memiliki potensi untuk dimanfaatkan menjadi kayu lamina. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu diadakan penelitian mengenai sifat mekanis yang meliputi keteguhan lentur dan keteguhan tekan sejajar serat pada kayu lamina yang menggabungkan antara jenis kayu kuat dengan kayu lemah dengan menggunakan berbagai proporsi tebal lapisan, sehingga penggunaanya dapat disesuaikan dengan kekuatan yang dimilikinya.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis kayu lamina yang terbuat dari kayu jati dan kapuk randu sebagai komponen penyusun kayu lamina yang meliputi keteguhan lentur dan keteguhan tekan sejajar serat pada berbagai proporsi tebal untuk masing-masing jenis perekat. Disamping itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai bahan informasi pembuatan kayu lamina untuk kepentingan penelitian lebih lanjut.



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistematika dan Gambaran Umum

1. Jati

Menurut Van Steenis (1981), sistematika tanaman jati adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub divisio	: Angiospermae
Class	: Dicotyledonae
Ordo	: Verbenales
Famili	: Verbenaceae
Genus	: Tectona
Spesies	: <i>Tectona grandis</i> Linn. F

Pohon jati berbatang besar dengan tinggi dapat mencapai 45 meter. Daunnya tunggal berbentuk bulat telur yang gugur pada musim kemarau. Daun tersebut memiliki permukaan yang kasar. Bunganya berbentuk jentera corong, berwarna putih, kadang-kadang agak merah muda. Buah ruang 4, berambut kasar dan mengandung 2-4 biji. Jati pada umumnya tumbuh pada ketinggian 1-800 meter dpl (Sastrapradja, dkk., 1978). Jati merupakan jenis tanaman yang tidak selalu hijau atau biasa disebut deciduous yakni ada saatnya mengalami gugur daun. Hal ini sangat tergantung dari kondisi iklim, musim, variasi hujan dan panas, serta komposisi tanah yang berbeda-beda akibat perbedaan geologis dan

geografis. Kayu jati dikenal dengan keawetan alaminya dan tidak mengalami kembang susut (kerut) yang tinggi. Kayu jati juga merupakan kayu komersil dengan tingkat permintaan yang tinggi. Disebabkan dari berbagai keunggulan yang dimilikinya itu, maka tidaklah mengherankan jika di dunia perkayuan, kayu jati diberi julukan sebagai ratu segala jenis kayu (Tini dan Amri, 2002).

Ditinjau dari sifat fisiknya, kayu jati mempunyai berat jenis antara 0,62 - 0,75 dan memiliki kelas kuat II dengan penyusutan dari kondisi kering udara hingga kering tanur 2,8 (R) – 5,2 % (T). Ditinjau dari sifat mekanisnya, kayu jati memiliki tegangan pada batas proporsi sebesar 718 kg/cm² dan tegangan batas patah (MOR) 1031 kg/cm², serta modulus elastisitas kayu sekitar 127.000 kg/cm², sedangkan keteguhan tekan sejajar arah serat maksimum 550 kg/cm² (Martawijaya, dkk., 1981)

1. Kapuk randu

Menurut Tjitrosoepomo (1984), sistematika tanaman kapuk randu adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Class	: Dicotyledonae
Famili	: Bombacaceae
Genus	: Ceiba
Spesies	: <i>Ceiba petandra</i>

Kapuk randu termasuk famili Bombacaceae yang merupakan tumbuhan daerah tropis dan tumbuh baik pada ketinggian di bawah 350 m di atas permukaan laut, dengan curah hujan antara 3000-3500 mm dan musim kering yang cukup kuat. Secara alami pohon kapuk randu tumbuh lurus dengan tinggi batang pohon mencapai 20 m dan diameternya mencapai 50 cm, dengan tajuk relatif tipis dan tajuk bertingkat. Daun tanaman kapuk ini adalah daun majemuk yang masing-masing mempunyai 3-9 anak daun yang tersusun seperti jari-jari tangan. Buah kapuk randu memanjang (lonjong) dan kulitnya sangat keras serta berwarna hijau pada waktu masih muda, dan jika telah menua akan berangsur-angsur berubah warna menjadi coklat dan akan terbelah sendiri. Biji tanaman ini kecil-kecil, bulat, dan berwarna hitam, yang dibungkus oleh lapisan serat yang berwarna putih (kapuk). Kapuk randu berbunga sebanyak 3-4 kali dalam setahun yang biasanya dimulai dari pertengahan Mei sedangkan pengambilan buah dan biji dimulai pada

bulan September dan sebaiknya dilakukan pada pagi hari untuk mengetahui kemasakan buah. Buah yang masak berwarna coklat keruh (Departemen Kehutanan dan Perkebunan, 1999).

Kayu kapuk randu memiliki rata-rata berat jenis 0,21 dengan kelas kuat V dan kelas awet V. Sifat mekanis kayu kapuk randu untuk keteguhan lengkung mutlak adalah $\leq 300 \text{ kg/cm}^2$ dan keteguhan tekan mutlak adalah $< 215 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan untuk sifat anatomi kayu kapuk randu diantaranya memiliki kayu teras berwarna putih keabu-abuan. Kayu kapuk randu ini mudah dikerjakan dan dapat digunakan untuk plywood, peti, korek api, pulp, dan moulding (PIKA, 1991).

B. Pengertian Kayu Lamina

Abdurahman dan Hadjib (2005) mengemukakan bahwa kayu lamina adalah balok yang diperoleh dari hasil perekatan papan tipis yang disusun sejajar serat menggunakan perekat. Balok lamina lebih efisien dibandingkan kayu utuh karena dapat dibuat dengan cara menggabungkan jenis kayu bermutu rendah dengan kayu bermutu tinggi. Selain itu, balok lamina dapat dibuat dengan berbagai variasi, bentuk, ukuran, dan jumlah lapisan, sehingga dapat menghasilkan ukuran yang relatif besar. Wardhani (1999), menyatakan bahwa kayu lamina dapat juga dibuat dari potongan-potongan kayu yang kecil dengan cara menyambung ujung-ujung kayu dan merekatkan sisi-sisinya. Kayu lamina banyak digunakan untuk konstruksi bangunan seperti hanggar, aula, gedung olah raga, perabot rumah tangga dan alat-alat olah raga. Menurut Wibisono dan Prayitno (2004), dalam pembuatan papan lamina lebih memungkinkan diperolehnya dimensi baik panjang, lebar maupun tebal yang lebih besar dengan bentuk akhir yang diinginkan.

Tsoumis (1991) mengemukakan bahwa kayu lamina merupakan produk yang dibuat dengan cara merekatkan dua lapis kayu atau lebih, tebal lapisan hingga 5 cm, sejajar dengan arah serat. Kayu lamina tidak dibuat dalam bentuk panel, seperti *plywood*, tetapi dibuat dalam bentuk yang lebih beragam dalam bentuk dan ukuran yang tergantung pada tujuan penggunaannya. Lapisan penyusunnya dapat berbeda dalam jenis, jumlah, bentuk, dan ukurannya. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan kayu lamina adalah jenis kayu, kualitas kayu, ukuran kayu, kadar air kayu, dan pada keadaan tertentu diperlukan

perlakuan pengawetan kayu. Kebaikan dari kayu lamina adalah : (1) Menghasilkan ukuran dan bentuk yang beragam, (2) Meningkatkan pemanfaatan kayu dengan pengurangan limbah karena limbah kayu yang berukuran kecil dapat dimanfaatkan, (3) Meningkatkan kekuatan kayu dengan cara pemilihan jenis kayu dan penempatan yang tepat dalam lapisan. Selain itu, cacat pada kayu dapat dihilangkan, dan (4) Meningkatkan keawetan kayu, karena perlakuan pengawetan yang lebih baik pada setiap lapisan dan penempatan kayu yang lebih awet pada permukaan kayu lamina terluar.

C. Sifat Mekanis

Sifat mekanis atau kekuatan kayu merupakan ukuran kemampuan sepotong kayu untuk menahan beban atau gaya luar yang berusaha merubah bentuk atau ukurannya. Gaya luar atau aksi tersebut dapat berupa tekanan, tarikan, atau gesekan (Ginoga, 1982).

Dumanauw (1990), mengemukakan bahwa sifat mekanis atau kekuatan kayu adalah kemampuan menahan muatan dari luar. Muatan dari luar adalah gaya-gaya dari luar yang mempunyai kecenderungan untuk mengubah bentuk dan besarnya benda. Kekuatan kayu memegang suatu peranan dalam penggunaan kayu untuk bangunan, perkakas dan penggunaan lainnya. Hakekatnya hampir pada semua penggunaan kayu membutuhkan syarat kekuatan, yang dapat dibedakan dalam beberapa macam kekuatan yaitu keteguhan tekan, keteguhan tarik, keteguhan geser, keteguhan lentur (lengkung), dan keteguhan pukul. Keteguhan lentur adalah kekuatan untuk menahan gaya-gaya yang berusaha melengkungkan kayu untuk menahan beban-beban mati maupun hidup selain beban pukulan yang harus dipikul oleh kayu tersebut. Dalam menentukan

keteguhan lentur kayu, pengujian yang dilakukan adalah pengujian keteguhan lentur statis. Beban yang diberikan pada pengujian ini akan mengenai kayu secara perlahan-lahan.

Kekuatan dan ketahanan terhadap perubahan bentuk suatu bahan disebut sebagai sifat-sifat mekanis. Ketahanan adalah kemampuan suatu bahan untuk memikul beban atau gaya yang mengenainya. Ketahanan terhadap perubahan bentuk menentukan banyaknya bahan yang dimampatkan, terpuntir, atau terlengkungkan oleh suatu bahan yang mengenainya. Sifat-sifat mekanis biasanya merupakan ciri-ciri terpenting produk-produk kayu yang akan digunakan untuk bahan bangunan gedung (Haygreen and Bowyer, 1996)

1. Keteguhan Lentur

Keteguhan lentur ialah kekuatan kayu untuk menahan gaya-gaya yang berusaha melengkungkan kayu atau untuk menahan beban-beban mati maupun hidup selain beban pukulan yang harus dipikul kayu. Dalam menentukan keteguhan lentur kayu, pengujian yang dilakukan adalah pengujian keteguhan lentur statis. Beban yang diberikan pada pengujian ini akan mengenai kayu secara perlahan-lahan (Dumanauw, 1990). MOR (*Modulus of Rupture*) adalah kekuatan pematah dari suatu gelagar yang dinyatakan dalam tegangan per satuan luas. Modulus ini dihitung dengan menentukan tegangan serat pada puncak dan dasar serat dari suatu balok pada muatan maksimum. Modulus ini berfungsi sebagai pembandingan kekuatan berbagai jenis kayu. MOE (*Modulus of Elasticity*) merupakan ukuran kekakuan (*Stiffness*) atau ketegaran (*Rigidity*) suatu gelagar atau tiang. Ini merupakan perbandingan antara tegangan per satuan luas terhadap deformasi per satuan panjang yang hanya berlaku pada batas proporsi (Departemen Kehutanan, 1992).

Haygreen and Bowyer (1996), mengemukakan konsep tegangan dan regangan yang cukup sederhana pada tarikan dan tegakan bersumbu satu, lebih kompleks pada gelagar. Apabila suatu gelagar seperti palang lantai dibengkokkan, separuh bagian yang di atas tegang dalam tekan dan separuh bagian yang dibawah tegang dalam tarikan. Tegangan maksimum terjadi pada puncak permukaan regangan pada dasar balok tersebut. Tidak ada tegangan tekan ataupun tarikan pada bagian tengah gelagar segi empat. Bidang tengah yang bebas dari tegangan tarik dan tekan ini disebut sumbu netral. Gelagar akan melengkung akibat gaya tegangan tarik dan tekan. Besarnya pelengkungan pada titik tengah ini dinamakan defleksi. Defleksi yang terjadi tergantung pada tempat dan besarnya beban, ukuran gelagar dan MOE bahan.

Makin tinggi MOE makin kurang defleksi gelagar dengan ukuran tertentu pada beban tertentu. Keteguhan lengkung kayu utuh dan produk-produk asal kayu dinyatakan dalam istilah modulus patah (MOR) yang dihitung pada batas patah.

Sifat Mekanis kayu ditentukan dari ketahanan kayu untuk menahan gaya dari luar yang cenderung mengubah bentuk kayu. Adanya pengaruh gaya-gaya dari luar yang menimbulkan adanya tegangan pada kayu. Tegangan tersebut cenderung mengubah bentuk dan ukuran kayu. Perubahan ini disebut dengan deformasi. Berbeda dengan logam dan bahan lain dengan struktur yang homogen, kayu menunjukkan sifat mekanik yang berbeda menurut perbedaan arah pertumbuhannya (radial, aksial, dan tangensial) oleh karena itu disebut mekanik anisotropik (Tsoumis, 1991).

2. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Keteguhan tekan suatu jenis kayu adalah kekuatan kayu untuk menahan muatan jika kayu tersebut diberikan beban tertentu. Keteguhan tekan dibedakan dua macam berdasarkan arah gaya luar yang bekerja pada kayu, yaitu keteguhan tegak lurus arah serat dan keteguhan tekan sejajar serat. Keteguhan tekan tegak lurus serat menentukan ketahanan kayu terhadap beban. Keteguhan tekan tegak lurus serat pada semua kayu lebih kecil daripada keteguhan tekan sejajar serat (Dumanauw, 1990).

Tegangan tekan adalah tegangan normal yang mendorong bidang potongan. Selanjutnya dijelaskan bahwa intensitas gaya yang tegak lurus terhadap bidang potongan disebut bidang normal. Keteguhan tekan suatu jenis kayu didefinisikan sebagai kekuatan kayu menahan gaya normal yang berusaha memanfaatkannya. Dalam hal ini dibedakan dua macam keteguhan tekan yaitu, keteguhan tekan tegak lurus serat dan keteguhan tekan sejajar serat (Popof, 1991).

Menurut Haygreen dan Bowyer (1982), keteguhan tekan sejajar serat penting untuk menentukan beban yang dapat dipikul suatu tiang atau pancang yang pendek, sedangkan keteguhan tekan tegak lurus serat penting dalam rancangan sambungan-sambungan antara kayu dalam suatu bangunan dan pada penyangga gelagar. Keteguhan tekan pada kayu berbeda jika pembebanan dilakukan sejajar serat dan tegak lurus serat. Perbandingan keteguhan tekan sejajar serat, besarnya hingga lima belas kali lebih besar, dibandingkan keteguhan tekan tegak lurus serat (Tsoumis, 1991).

D. Proses Pembuatan Kayu Lamina

1) Pemilihan dan Persiapan Kayu

Tsoumis (1991) mengemukakan bahwa, proses pembuatan kayu lamina dimulai dengan persiapan kayu, selanjutnya dilakukan pemesinan (*machining*), pelaburan perekat, penyusunan lapisan, pengempaan dan proses akhir berupa penyesuaian ukuran. Faktor-faktor yang penting dalam menghasilkan kayu lamina adalah jenis kayu, kualitas kayu, ukuran kayu, kadar air, dan pada keadaan tertentu diperlukan perlakuan pengawetan kayu.

a. Jenis dan Kualitas Kayu

Jenis kayu untuk bahan kayu lamina dapat berbeda-beda tergantung ketersediaan kayu dan tujuan penggunaannya. Secara teoritis, jenis kayu apa saja dapat digunakan jika kayu tersebut dapat disesuaikan dengan proses pembuatan dan syarat-syarat produk lamina. Kombinasi jenis kayu juga dimungkinkan. Dalam hal ini dipilih yang memiliki kesamaan sifat terutama pengembangan dan penyusutan. Kualitas kayu lamina dipengaruhi oleh adanya cacat kayu berupa mata kayu dan serat miring. Cacat kayu seperti mata kayu dan kantong resin mempunyai pengaruh merugikan terhadap perekatan. Pembuatan kayu lamina juga membutuhkan kayu berserat lurus dan tanpa cacat. Kayu teras sebaiknya digunakan pada konstruksi yang tidak terlindung dari cuaca (Tsoumis, 1991)

b. Tebal Lapisan

Ketebalan lapisan adalah salah satu faktor yang sangat penting dalam pembuatan kayu lamina. Dengan memperhatikan dimensi kayu lamina, ketebalan lapisan dapat mencapai 5 cm. Ketebalan lapisan mempengaruhi proses

pengeringan kayu, biaya produksi lapisan, limbah kayu dan kuantitas perekatan. Kayu lamina memerlukan ketebalan yang seragam karena mempengaruhi proses pengempaan dan perekatan (Tsoumis, 1991).

c. Kadar Air

Kayu lamina yang direkat tanpa perlakuan suhu tinggi saat pengempaan, kadar airnya sebaiknya tidak lebih dari 15 % atau antara 8 % - 15 %. Perbedaan kadar air antar lapisan yang berdekatan sebaiknya tidak lebih besar dari 3 % dan antar semua lapisan dalam kayu lamina tidak lebih dari 5 %. Pencegahan awal ini diperlukan untuk menghindari tegangan yang berlebihan, dengan adanya pengembangan dan penyusutan, yang dapat mengakibatkan kerusakan pada sambungan kayu lamina (Tsoumis, 1991). Menurut Hartomo, dkk. (1992), kandungan air merupakan penghalang perekatan kayu. Bila kadar air kayu tinggi maka perekatannya akan jelek.

d. Penyimpanan Kayu

Kusumedi dan Misdarti (2004), mengemukakan bahwa papan yang telah dipotong dikeringkan dalam oven dengan suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ sehingga mencapai kadar air 6 – 10 %. Kemudian kayu tersebut dipilah untuk memperoleh warna kayu yang seragam dan bebas dari cacat. Selanjutnya ditumpuk rapi dalam ruangan yang sirkulasi udaranya baik agar kadar air seragam dan dapat dipertahankan sampai dilakukan perekatan.

e. Keterbasahan (Wettability)

Menurut Bodig (1962) dan Ruhendi (1983) dalam Suhasman, dkk. (2005), keterbasahan (Wettability) kayu berhubungan dengan kekuatan rekat setiap jenis kayu, sehingga terdapat kemungkinan perekat sejenis memiliki kinerja yang berbeda jika diaplikasikan pada jenis kayu yang berbeda.

Keterbasahan kayu terhadap perekat diukur dengan sudut kontak dengan permukaan (keterbasahan tertinggi pada sudut terkecil). Keterbasahan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang berhubungan dengan perekat (tegangan permukaan, temperatur, *viscosity*) dan pada kayu (kerapatan, porositas, zat ekstraktif), sedangkan jumlah zat ekstraktif yang terlalu tinggi, atau zat ekstraktif non polar seperti terpenes dan asam lemak dapat menimbulkan efek yang merugikan (Tsoumis, 1991).

f. Pemesinan

Pemesinan meliputi pengetaman, penghilangan cacat kayu dan pembuatan sambungan bagian ujung lapisan. Pengetaman dilakukan 2 – 3 hari sebelum perekatan. Tujuan pengetaman adalah untuk menghasilkan permukaan kayu yang halus dan tebal lapisan yang seragam serta untuk mengetahui adanya cacat kayu. Pada bagian yang terdapat cacat serius seperti mata kayu, pit, dan perubahan warna kayu akibat mikroorganisme, dihilangkan dengan pemotongan. Persiapan penyambungan ujung dilakukan dengan mesin melalui berbagai cara, dan biasanya dengan cara *finger jointing* (Tsoumis, 1991).

Kusumedi dan Misdarti (2004) mengemukakan bahwa pembuatan papan sambung atau papan lamina memiliki kelebihan dan kelemahan yang sangat mendasar. Beberapa kelemahan papan lamina antara lain sering mengalami perubahan dimensi dan permukaan papan yang tidak rata. Kondisi yang mungkin dapat menyebabkan timbulnya kelemahan tersebut antara lain adanya perbedaan arah potongan papan dan adanya arah aksial kayu yang disambung.

2) Pelaburan Perekat

Pelaburan perekat dilakukan pada kedua permukaan lapisan. Perekat dilaburkan pada permukaan lapisan dengan menggunakan *roller spreaders*. Alat ini bekerja dengan sistem pelaburan ganda (Tsoumis, 1991).

Hartomo, dkk (1992), menyatakan bahwa setelah permukaan yang akan direkatkan siap, perekatan perlu dipertimbangkan dengan baik. Perekat harus disebar secara merata dengan tebal yang tepat. Faktor yang mempengaruhi pelaburan perekat ialah sifat fisik perekat, bentuk dan dimensi permukaan, serta peralatan yang ada. Cara pelaburan perekat dengan menggunakan kuas mudah, tetapi lambat.

3) Penyusunan Lapisan

Penyusunan lapisan dilakukan setelah pelaburan perekat. Penyusunan lapisan sebaiknya dilakukan dengan menggunakan lama penyusunan tertentu, karena pada keadaan tertentu lamanya waktu yang ada antara pelaburan dan pengempaan (waktu penyusunan) ditentukan. Lama penyusunan lapisan berbeda-beda tergantung jenis perekat, jenis kayu dan suhu saat dilakukan penyusunan lapisan (Tsoumis, 1991). Perbandingan penyusunan lapisan secara horizontal (*edgewise*) dan vertikal (*flatwise*) untuk nilai keteguhan lentur (MOE dan MOR) yaitu 0,82-0,87. Perbandingan ini mengindikasikan bahwa laminasi yang dilakukan secara vertikal lebih kuat dibandingkan dengan penyusunan horizontal (Nugroho and Ando, 2001).

4) Pengempaan

Pengempaan kayu lamina dengan menggunakan klem. Klem diletakkan pada jarak yang berdekatan yaitu 25 – 50 cm, ditentukan berdasarkan ukuran kayu lamina dan ketebalan lapisan. Lama pengempaan berbeda berdasarkan perekat, jenis kayu, suhu dan ditentukan oleh pengalaman, penelitian, literatur dan petunjuk perusahaan pembuat perekat. Untuk pembuatan kayu lamina, besarnya tekanan yang dianjurkan (dengan klem) adalah 100 psi (7 kg/cm^2) untuk kayu daun jarum dan 150 psi ($10,5 \text{ kg/cm}^2$) untuk kayu daun lebar (Tsoumis, 1991).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses perekatan adalah suhu, tekanan dan waktu pengempaan. Pada pengempaan panas suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan perekat kurang matang dan suhu terlalu tinggi menyebabkan perekat menjadi gosong. Tekanan yang terlalu rendah kurang baik karena penembusan perekat kurang dalam dan kontak antara permukaan yang direkat kurang rapat. Selain itu, tekanan yang terlalu tinggi menyebabkan banyak perekat yang keluar dari bidang perekatan (Sutigno, 1991).

Tekanan harus digunakan saat melakukan pengempaan hingga mencapai ikatan yang cukup kuat antara kayu dan perekat. Cara pengempaan yang umum digunakan untuk kayu lamina adalah klem dengan sekrup ataupun dengan tekanan hidrolik. Lama perekatan kayu lamina pada suhu ruangan berkisar antara 6-24 jam setelah direkatkan (Marx *et al*, 1987).

E. Perekat

Perekat adalah suatu bahan yang dapat menahan dua benda atau lebih berdasarkan ikatan permukaan. Bahan yang dapat digunakan sebagai perekat adalah bahan cair yang mampu membasahi permukaan dari suatu bahan padat dan dapat mengeras. Ikatan permukaan dapat terjadi apabila cairan perekat masuk ke dalam molekul-molekul perekat dengan molekul benda yang direkat (Sutigno, 1991).

Tsoumis (1991), membagi jenis perekat menjadi dua yaitu perekat alami, yang berasal dari tumbuhan dan hewan, dan perekat sintetis. Perekat sintetis dibagi lagi menjadi *thermosetting* dan perekat *thermoplastic*. Faktor utama terjadinya perekatan adalah adanya daya tarik menarik antara kayu dan perekat, dan masuknya perekat ke dalam kayu. Perekat masuk ke dalam kayu melalui pori-pori pada permukaan kayu yang terbuka, dimana perekat mengeras dan mengikat kayu. Faktor-faktor yang mempengaruhi perekatan adalah keadaan permukaan kayu, keterbasahan kayu oleh perekat, kadar air kayu yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah berpengaruh buruk pada gaya tarik perekat dengan kayu, penggunaan tekanan yang seragam dan besarnya cukup dengan lama pengempaan yang sesuai, dan faktor-faktor lain seperti kualitas perekat, pelaburan perekat yang merata dan terkontrol.

1. Polistyrena

Polistyrena dibuat secara komersial dengan proses polimerisasi sederhana senyawa peroksida dengan menggunakan panas. Hidrogen peroksida atau benzoil peroksida digunakan sebagai bahan baku proses polimerisasi pada pembuatan

polistyrena. Polistyrena bersifat *thermoplastic*, larut dalam hidrokarbon aromatik dan keton dan relatif jernih. Polistyrena tidak larut dalam minyak tanah dan pelarut seperti alkohol dan asam organik. Polistyrena biasa digunakan bentuk yang lebar, biasa dikenal sebagai *styrofoam* (Cameron, 1977).

Perekat polistyrena dibuat dengan mencampurkan styrofoam, bensin, dan terpentin dengan perbandingan 1 : 1 : 0,5 bagian berat. Pembuatan dilakukan dengan terlebih dahulu mencampur styrofoam dan bensin dengan perbandingan 1 : 1 kemudian disimpan dalam toples tertutup. Penambahan terpentin sebanyak 0,5 bagian berat dilakukan pada saat perekat tersebut akan diaplikasikan (Suhasman, dkk, 2005).

2. Resin Epoxy

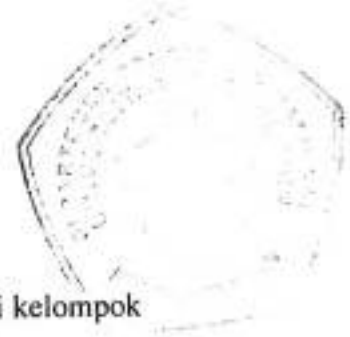
Resin epoxy adalah salah satu jenis perekat *thermosetting* yang jarang digunakan untuk perekatan pada kayu karena harganya yang mahal. Jenis perekat ini lebih cocok untuk perekatan logam dan bahan lainnya atau kayu dengan kadar air tinggi. Daya rekat yang dihasilkan sangat kuat. Resin epoxy tahan terhadap air dan mikroorganisme dan pelarut seperti minyak. Kualitas perekatannya berbeda tergantung suhu pengempaan dan penambahan katalis atau bahan aditif. Resin epoxy mengeras pada suhu ruangan hingga pada suhu tinggi (<200°C) serta diperlukan pengempaan ringan (Tsoumis, 1991).

Board *and* Engineers (1985), mengemukakan bahwa perekat epoxy merupakan perekat dari cairan dan padatan yang berisi kelompok *epoxyde* dan *hardener*. Ikatan perekat epoxy sangat kuat dan tahan lama di semua keadaan lingkungan. Bahan ini menunjukkan ketahanan yang buruk terhadap keton dan ester dan ada beberapa jenis yang tidak tahan terhadap minyak dan air panas.

3. Polivinyl Acetat (PVAc)

Polivinyl acetat (PVAc) merupakan salah satu jenis perekat dari kelompok perekat *thermoplastic*. Perekat ini tersedia dalam bentuk emulsi berwarna putih. Perekat ini mengeras pada suhu ruangan, melalui penguapan atau difusi perekat ke dalam kayu dan menghasilkan sambungan yang tidak berwarna. Kombinasi antara sifat mudah digunakan, garis rekat yang bersih, kecepatan perekatan dan lama penyimpanan yang hampir tidak terbatas membuat penggunaannya cukup luas. PVAc kurang bagus terhadap pembebanan dalam jangka waktu lama dan daya tahannya rendah terhadap air (Tsoumis, 1991).

PVAc merupakan perekat *thermoplastic* yang paling sering digunakan. Perekat ini umum digunakan pada pembuatan furnitur, kayu lapis dan sambungan-sambungan interior. Perekat PVAc mempunyai daya rekat rendah dibawah pengaruh air sehingga sifat ini cenderung membatasi penggunaan eksterior dan struktur bangunan (Pizzi, 1983). PVAc memiliki sifat tidak mengkristal, lunak jika dipanasi, dan mudah rusak jika terkena sinar ultraviolet (UV) dan air serta mudah diserap oleh kayu, PVAc biasanya berwarna putih dalam bentuk emulsi yang berguna untuk perekat kertas, kayu dan tekstil (Tano, 1997).



III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai Mei 2008, yang dilakukan dalam dua tahap yaitu, pembuatan kayu lamina dan pengujian sifat mekanis. Pembuatan kayu lamina dilakukan di Laboratorium Sifat Dasar dan Teknologi Kimia Hasil Hutan, Program Studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Pengujian sifat mekanis kayu lamina dilakukan di UPTD. Pengembangan Sumberdaya Lokal, Dinas Tata Ruang dan Pemukiman Kota Makassar, Propinsi Sulawesi Selatan.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin gergaji, mesin ketam, hammermill, saringan 80 mesh dan 100 mesh, parang, kalipper, cawan petri, pipa kaca berdiameter 0,5 cm dengan tinggi 50 cm, timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g, spatula, klem, *Hydraulic Universal Wood Testing Machine Tipe MWE 40 A*, Amplas, meteran, alat tulis menulis, kalkulator, desikator, dan oven.

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu jati, kayu kapuk randu, perekat polistyrena, Polivinyl Acetat (PVAc), Epoxy, kapas, dan aquades.

C. Prosedur Kerja

1. Penentuan Kadar Air dan Berat Jenis

- a) Membuat contoh uji kadar air dan berat jenis kayu jati dan kayu kapuk randu dengan ukuran (2 x 2 x 3) cm.
- b) Mengukur berat kayu dalam kondisi kering udara (BKU) dengan timbangan digital ketelitian 0,01 g.
- c) Mengeringkan sampel menggunakan oven dengan suhu 103 ± 2 °C selama 24 jam, selanjutnya mengeluarkannya dari oven dan memasukkannya dalam desikator selama 15 menit serta menimbang berat sampel menggunakan timbangan digital ketelitian 0,01 g. Selanjutnya mengeringkannya kembali selama 3 jam kemudian mengukur beratnya. Prosedur ini dilakukan berulang secara periodik hingga beratnya konstan. Berat pada pengulangan terakhir dinyatakan sebagai berat kering tanur (BKT).
- d) Menghitung kadar air sampel dengan menggunakan rumus :

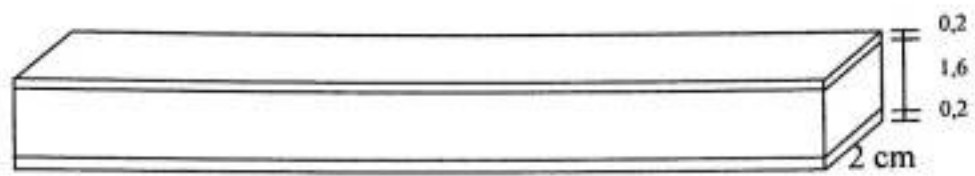
$$Ka = \frac{Ba - BKT}{BKT} \times 100\%$$

Menghitung berat jenis sampel dengan menggunakan rumus :

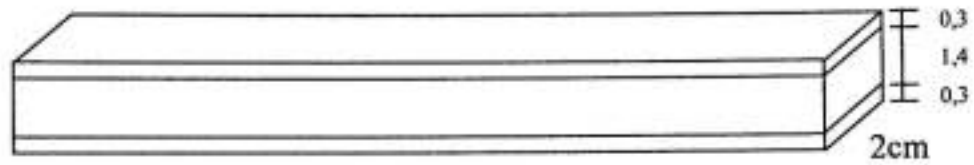
$$BJ = \frac{BKT : Volume}{Kerapatan Air}$$

2. Pembuatan Kayu Lamina

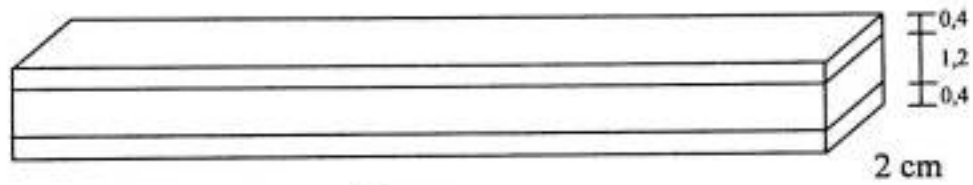
- a) Kayu lamina yang dibuat terdiri atas 3 lapisan yang merupakan gabungan dari dua jenis kayu, yaitu kayu jati dan kayu kapuk randu. Proporsi tebal lapisan yang digunakan adalah (1:2:1), (1:3:1), (3:14:3), dan (1:8:1), dimana tebal lapisan kayu jati adalah 0,5 cm, 0,4 cm, 0,3 cm dan 0,2 cm pada lapisan face dan back, sedangkan tebal lapisan kayu kapuk randu adalah 1 cm, 1,2 cm, 1,4 cm dan 1,6 cm pada lapisan core. Untuk lebih jelasnya proporsi kayu lamina dapat dilihat pada Gambar 1.
- b) Setelah menentukan proporsi dari masing-masing lapisan, selanjutnya membuat bilah kayu sesuai dengan ukuran panjang, tebal dan lebar yang telah ditentukan.
- c) Bilah kayu yang telah dibuat selanjutnya diampelas sampai halus kemudian dilaburi dengan perekat dengan menggunakan spatula agar perekat tersebut rata di permukaan pada kedua sisi bilah kayu dengan berat labur 200 g/m^2 .
- d) Setelah pelaburan perekat merata, setiap bilah atau lapisan-lapisan kayu direkatkan dengan lapisan kayu lainnya kemudian diklem selama 24 jam.
- e) Kayu lamina yang sudah diklem kemudian diukur arah tebal dan lebarnya dengan menggunakan kalipper untuk mendapatkan tebal dan lebar aktual.



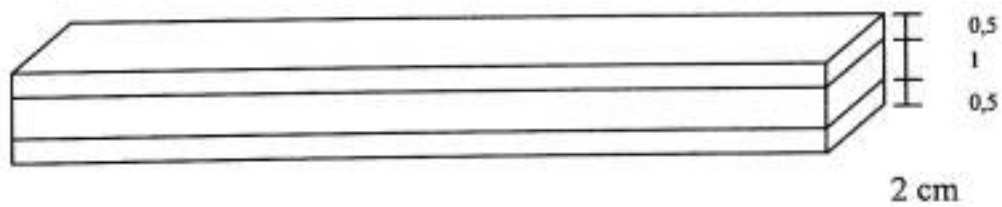
35 cm
(1 : 8 : 1)



35 cm
(3 : 14 : 3)



35 cm
(1 : 3 : 1)



35 cm
(1 : 2 : 1)

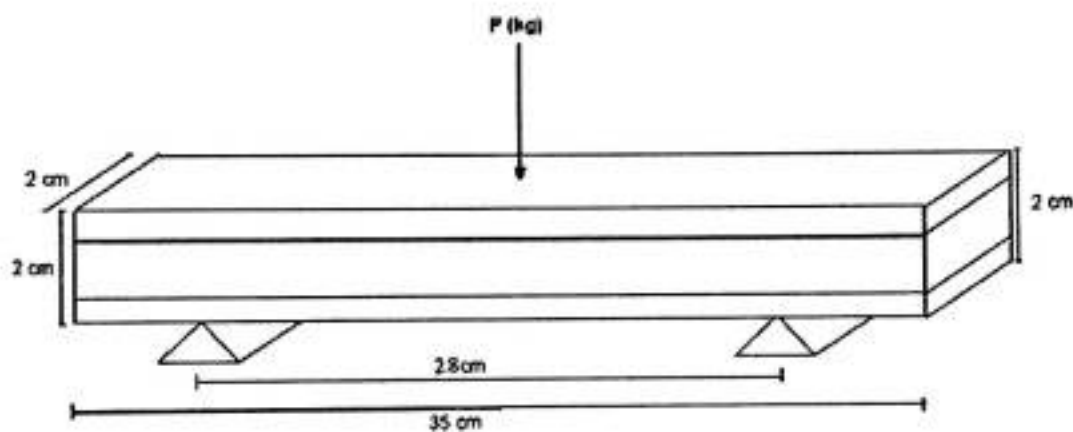
Gambar 1. Proporsi Tebal Lapisan Kayu Lamina



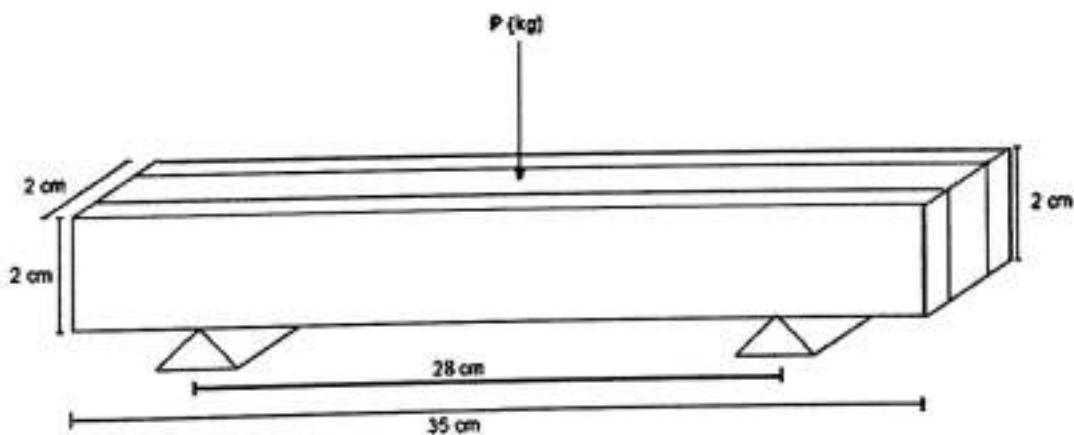
3. Persiapan Pengujian Sampel

a. Keteguhan Lentur

Contoh uji yang digunakan berukuran (35 x 2 x 2) cm. Contoh uji ini disesuaikan dengan mesin uji yang digunakan. Bentuk dan ukuran contoh uji dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



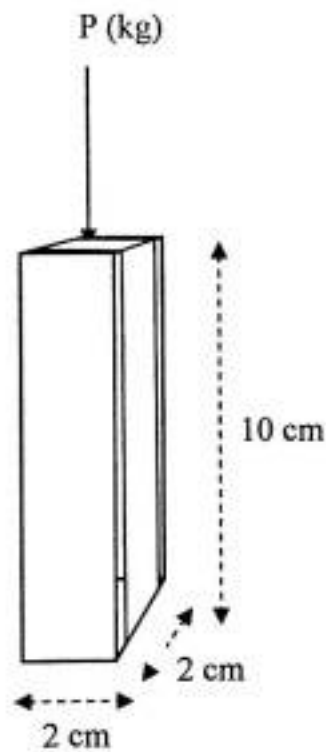
Gambar 2. Contoh Uji *Flatwise* Keteguhan Lentur Kayu Lamina



Gambar 3. Contoh Uji *Edgewise* Keteguhan Lentur Kayu Lamina

b. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Contoh uji keteguhan tekan sejajar serat berukuran (10 x 2 x 2) cm. Ukuran contoh uji disesuaikan dengan mesin uji yang digunakan. Bentuk dan ukuran contoh uji dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh Uji Keteguhan Tekan Sejajar Serat



4. Pelaksanaan Pengujian

Alat yang digunakan dalam pengujian sifat mekanis kayu lamina adalah *Hydraulic Universal Wood Testing Machine Tipe MWE 40 A*.

a. Keteguhan Lentur

Contoh uji diletakkan sedemikian rupa secara horizontal dengan jarak sanggah 28 cm sehingga beban yang mengenainya tepat pada titik tengah contoh uji. Kemudian dilakukan pembebanan dengan cara memutar bagian pemutar alat uji sampai mencapai beban maksimum atau contoh uji menjadi rusak. Dari mesin penguji juga dapat diketahui defleksi yang dibaca pada grafik. Nilai keteguhan patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) kayu lamina yang dihitung dalam pengujian ini adalah :

1) MOR (*Modulus of Rupture*)

$$MOR = \frac{P.L}{4Z}$$

Keterangan :

P = Beban pada batas patah

L = Jarak sanggah (cm)

Z = *Zection modulus* = $bd^2/6$ (cm³)

(b = lebar, d = tebal contoh uji).

2) MOE (*Modulus of Elasticity*)

$$MOE = \frac{\Delta P \cdot L^3}{48I \cdot \Delta Y}$$

Keterangan :

ΔP = Beban pada batas proporsi (kg)

L = Jarak sanggah (cm)

I = Momen inersia $bd^3 / 12$ (cm⁴)

(b = lebar, d = tebal contoh uji)

ΔY = Defleksi pada batas proporsi

b. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Pengujian keteguhan tekan sejajar serat dilakukan dengan cara meletakkan contoh uji secara vertikal pada alat uji. Pembebanan terhadap contoh uji diberikan dengan cara memutar bagian pemutar alat uji sampai mencapai beban maksimum atau contoh uji rusak. Besarnya nilai keteguhan tekan sejajar serat dapat dihitung dengan rumus :

$$C = \frac{P}{t \cdot l} \text{ kg / cm}^2$$

Dimana :

C = Keteguhan tekan

P = Beban maksimum (kg)

t = Tebal contoh uji (cm)

l = Lebar contoh uji (cm)

5. Determinasi Keterbasahan (Wettabilitas)

Determinasi keterbasahan dilakukan dengan metode Corrected Water Absorption Height (CWAH) atau tinggi air terkoreksi. Prosedur determinasinya adalah sebagai berikut :

a. Pembuatan Serbuk

Membuat potongan berbentuk korek api dari kayu jati dan kapuk randu. Potongan tersebut dioven selama 48 jam pada suhu 50°C . Kayu tersebut selanjutnya digiling dalam hammermill untuk menghasilkan serbuk. Serbuk yang digunakan adalah serbuk yang lolos pada saringan 80 *mesh* dan tertahan pada saringan 100 *mesh*. Sebagian serbuk tersebut digunakan untuk



determinasi kadar air serbuk dan bagian yang lain digunakan untuk determinasi keterbasahan.

b. Kadar Air Serbuk

- Menyiapkan masing-masing 3 buah cawan petri untuk serbuk kayu jati dan kapuk randu kemudian ditimbang beratnya (C), separuh dari serbuk yang disiapkan untuk uji keterbasahan dipisahkan dan diletakkan dalam cawan kemudian ditimbang dan dicatat beratnya. Berat yang diperoleh adalah berat cawan ditambah serbuk (CS'). Cawan petri dan serbuk dioven pada suhu 105°C selama 24 jam, setelah dioven cawan petri dan serbuk ditimbang kembali beratnya dan dicatat setiap 3 jam hingga diperoleh berat kering tanur serbuk.
- Menghitung kadar air serbuk dengan rumus :

$$\text{Kas} = \frac{(CS' - C) - (CS'_{kt} - C)}{CS'_{kt} - C} \times 100 \%$$

Dimana :

Kas = Kadar air serbuk (%)

CS' = Cawan ditambah serbuk pada kondisi kering udara (g)

C = Berat cawan tanpa serbuk (g)

CS'kt = Berat cawan ditambah serbuk pada kondisi kering tanur (g)

- c. Pengukuran wettabilitas dilakukan dengan metode *Corrected Water Absorption Height* (CWAH) atau tinggi air terkoreksi. Prosedur pengukuran adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan masing-masing 5 buah pipa kaca untuk serbuk jati dan kapuk randu untuk uji keterbasahan, lalu dibersihkan dengan alkohol kemudian salah satu ujung pipa disumbat dengan kapas. Pipa kaca dioven selama 1 jam pada suhu 100° C kemudian dikondisikan dalam desikator lalu ditimbang (bo). Diameter bagian dalam pipa diukur dengan menggunakan kaliper. Pipa kaca diisi serbuk secara perlahan-lahan kemudian diketuk agar tidak ada ruang kosong didalamnya serta kerapatannya seragam. Tinggi serbuk untuk masing-masing pipa sekitar 50 cm. pipa kaca yang telah diisi serbuk ditimbang (b1). Ujung yang ditutup kapas kemudian direndam dalam aquades dengan bagian serbuk yang terendam sekitar 1,5 cm. Kemudian mencatat ketinggian absorpsi pada perendaman 24 jam dan 48 jam, pipa kaca berisi serbuk selanjutnya dioven sampai mencapai berat konstan.
- Menghitung Nilai *Corrected Water Absorption height* (CWAH) dengan rumus:

$$CWAH = h_1 \times b = h_1 \times \frac{\{(d)^2(3,1415)(h_2)\}}{4(w)(s)}$$

dimana :

- h_1 = tinggi absorpsi air (mm)
- b = bulk faktor
- h_2 = tinggi serbuk dalam pipa kaca (cm)
- w = berat kering tanur serbuk kayu (gr)
- d = diameter pipa kaca (cm)
- s = volume spesifik air = 1 cm³/gr

D. Rancangan Percobaan

Pengaruh proporsi tebal lapisan terhadap sifat mekanis kayu lamina akan dianalisis dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pengaruh proporsi tebal lapisan terhadap sifat mekanis kayu lamina akan dianalisis pada tiga jenis perekat yang digunakan dengan lima kali ulangan. Gasperz (1991), mengemukakan model rancangan percobaan di atas adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dimana :

- Y_{ij} = Nilai tengah pengamatan kekuatan mekanis pada satuan percobaan ke-j yang memperoleh perlakuan ke-i.
- μ = Nilai tengah
- τ_i = Pengaruh perlakuan ke-i
- ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan pada satuan percobaan ke-j dengan perlakuan ke-i.

Pengaruh dari masing-masing perlakuan diketahui dengan melakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan rumus sebagai berikut :

$$W = q_{\alpha} (p, fe) \cdot S_y$$

Dimana :

- W = Nilai uji BNJ
- q_{α} = Nilai tabel tukey
- p = Jumlah perlakuan
- fe = Derajat bebas galat
- S_y = Galat baku nilai tengah ($S_y = (KTG/r)^{1/2}$)
(KTG = Kuadrat tengah galat; r = Jumlah ulangan)

Untuk mengetahui perbedaan rata-rata wettabilitas (keterbasahan) kayu jati dan kayu kapuk randu, digunakan uji beda sebagai berikut :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Dengan statistik uji yang digunakan adalah statistik t :

$$th = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{SP \sqrt{(S_1^2 / n_1) + (S_2^2 / n_2)}}$$

1. Jika ragam kedua populasi sama digunakan statistik :

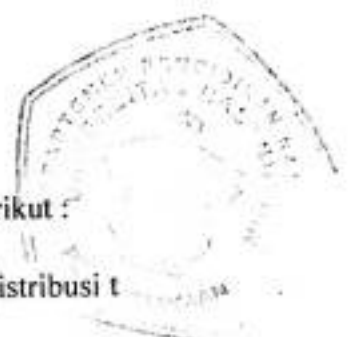
$$th = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{SP \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}; db = n_1 + n_2 - 2$$

$$SP = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

2. Jika ragam kedua populasi tidak sama, digunakan statistik :

$$th = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)}$$

$$db = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} \right)}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2} \right)}{n_2 - 1}}$$



Kaidah keputusan yang digunakan untuk taraf nyata α sebagai berikut :

Jika $-t_1 - \frac{1}{2} \alpha < t_h < t_1 - \frac{1}{2} \alpha$, dimana $t_1 - \frac{1}{2} \alpha$ diperoleh dari distribusi t dengan db = $(n_1 + n_2 - 2)$ dan peluang $(1-1/2 \alpha)$ diputuskan terima H_0 untuk harga-harga t lainnya tolak H_0 . penolakan H_0 berarti terdapat suatu perbedaan yang nyata dari rata-rata variabel yang diamati antara kedua sampel.

Keterangan :

\bar{X}_1 = Rata-rata pengamatan kayu jati

\bar{X}_2 = Rata-rata pengamatan kayu kapuk randu

S_1 = Simpangan baku dari hasil pengamatan kayu jati

S_2 = Simpangan buku dari hasil pengamatan kayu kapuk randu

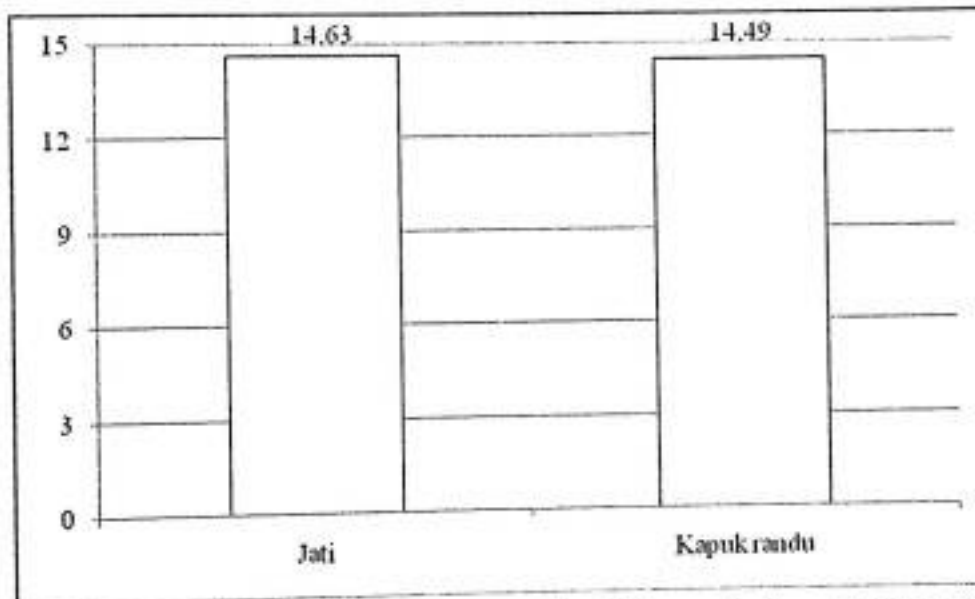
n_1 = Jumlah pengamatan kayu jati

n_2 = Jumlah pengamatan kayu kapuk randu

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Air dan Berat Jenis

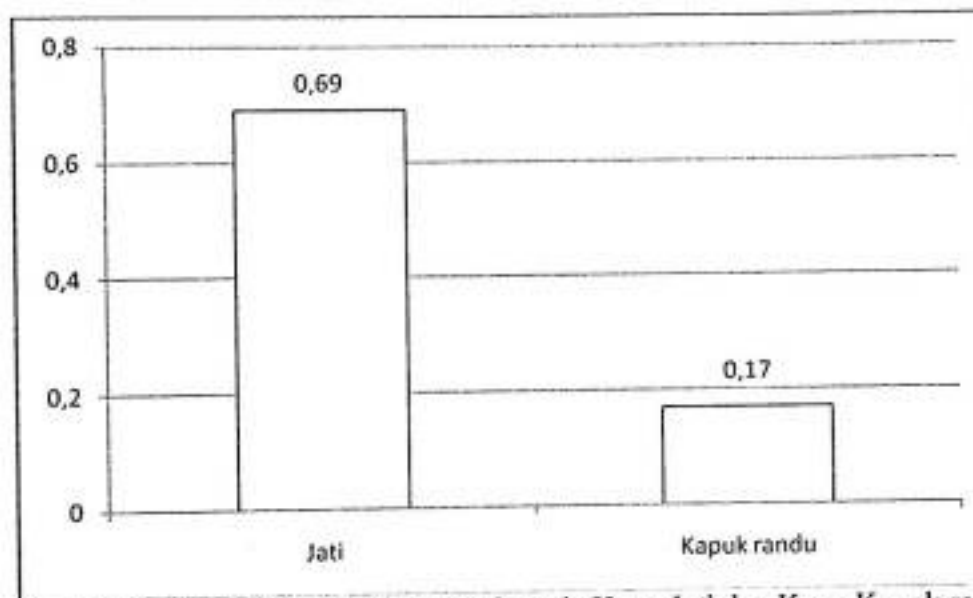
Besarnya nilai kadar air kering udara dan berat jenis pada kayu jati dan kayu kapuk randu yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1. Nilai kadar air dan berat jenis memiliki kisaran nilai masing-masing 14,17 – 14,75 % dan 0,15 – 0,72. Nilai rata-rata kadar air kering udara dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6



Gambar 5. Nilai Rata-rata Kadar Air Kering Udara pada Kayu Jati dan Kayu Kapukrandu

Kadar air kering udara rata-rata kayu jati dan kayu kapuk randu adalah 13,7 % dan 13,43 %. Kedua jenis kayu tersebut memenuhi persyaratan kadar air sebagai bahan baku kayu lamina. Menurut Tsoumis (1991), kayu lamina yang direkat tanpa perlakuan suhu tinggi saat pengempaan, kadar airnya sebaiknya tidak lebih dari 15 % atau antara 8 % - 15 %. Perbedaan kadar air antar lapisan yang berdekatan sebaiknya tidak lebih besar dari 3 % dan antar semua lapisan

dalam kayu lamina tidak lebih dari 5 %. Dalam penelitian ini kayu lamina dibuat dari kayu dalam kondisi kering udara dan dilakukan dengan proses pengempaan tanpa perlakuan panas, pengempaan dilakukan pada suhu ruang. Sampel pembuatan kayu lamina diasumsikan memiliki kondisi kadar air yang sama untuk masing-masing kayunya.

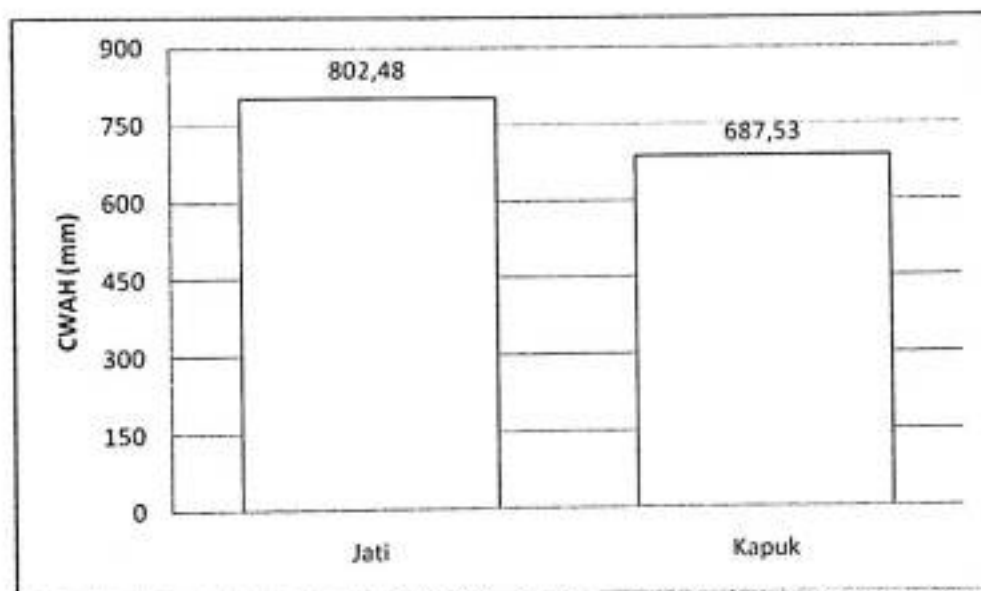


Gambar 6. Nilai Rata-rata Berat Jenis pada Kayu Jati dan Kayu Kapuk randu

Berat jenis rata-rata kayu jati dan kayu kapuk randu berturut-turut adalah 0,69 dan 0,17. Berdasarkan nilai berat jenis dan kekuatannya pada kedua jenis kayu tersebut, pembuatan kayu lamina diharapkan dapat menghasilkan bahan dengan kekuatan mekanis yang lebih baik. Abdurrachman dan Hadjib (2005), mengemukakan bahwa balok lamina lebih efisien dibandingkan dengan kayu utuh karena dapat dibuat dengan cara menggabungkan jenis kayu bermutu rendah dengan kayu bermutu tinggi.

B. Keterbasahan Bahan (CWAH)

Hasil pengujian keterbasahan bahan (CWAH) kayu jati dan kayu kapuk randu dapat dilihat pada Lampiran 2. Nilai keterbasahan bahan memiliki kisaran nilai masing-masing 674,61 – 847,53 mm. Adapun hasil perhitungan analisis uji t dapat dilihat pada Lampiran 3. Nilai rata-rata keterbasahan bahan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai Rata-rata CWAH (mm) Kayu Jati dan Kayu Kapuk randu

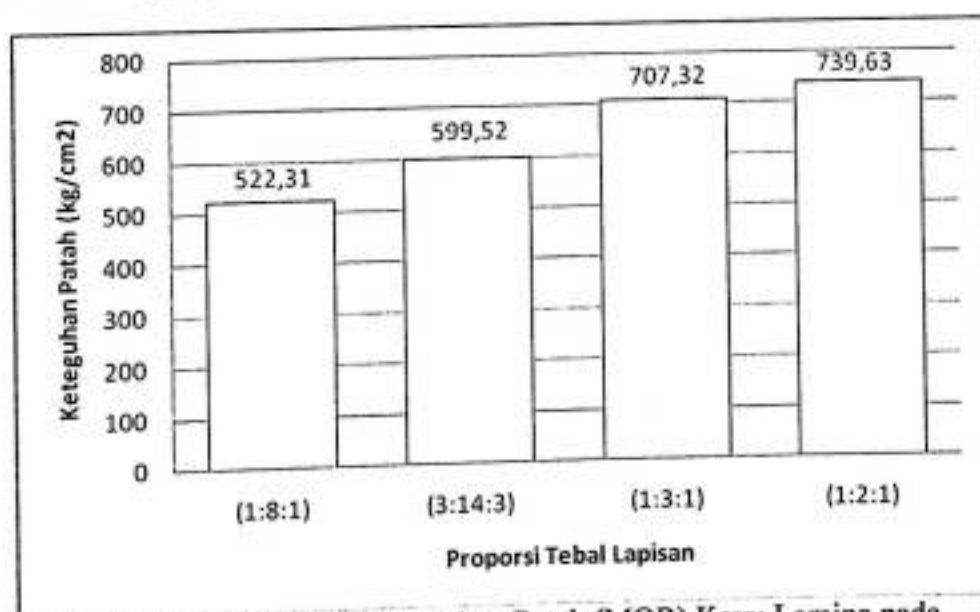
Berdasarkan nilai rata-rata dan hasil uji t, keterbasahan pada kayu jati lebih besar dibandingkan dengan kayu kapuk randu. Hasil ini berbanding terbalik dengan melihat jenis kayu, dimana kayu jati sangat susah menyerap air disebabkan karena memiliki pori yang kecil dan kerapatan yang tinggi, sedangkan kayu kapuk randu sebaliknya. Menurut Tsoumis (1991), keterbasahan kayu dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor penentu pada kayu yaitu kerapatan, porositas kayu, dan ekstraktif. Kayu dengan kerapatan rendah dan porositas tinggi, keterbasahannya lebih tinggi.



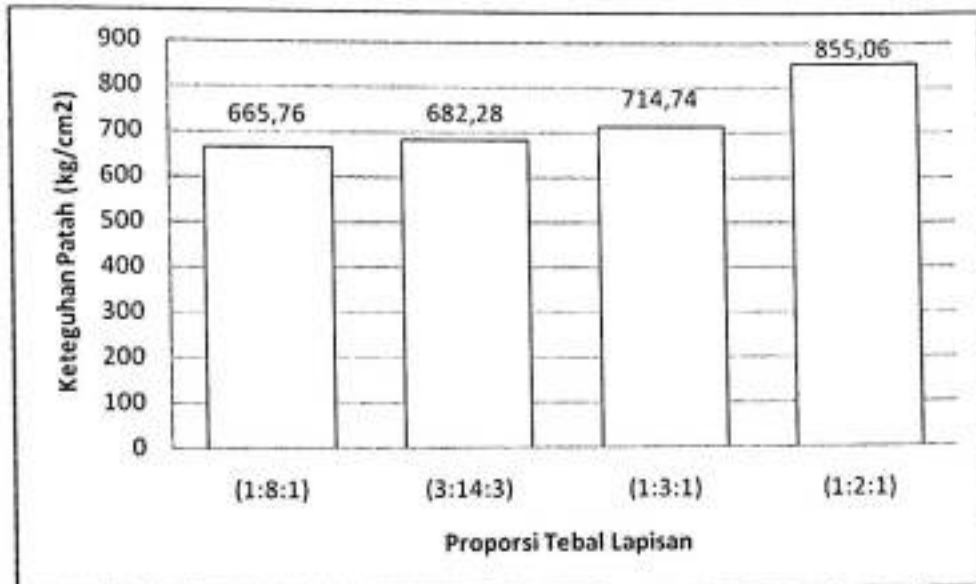
C. Keteguhan Patah/Modulus Of Rupture (MOR)

1. Keteguhan Patah (MOR) dengan Uji *Flatwise*

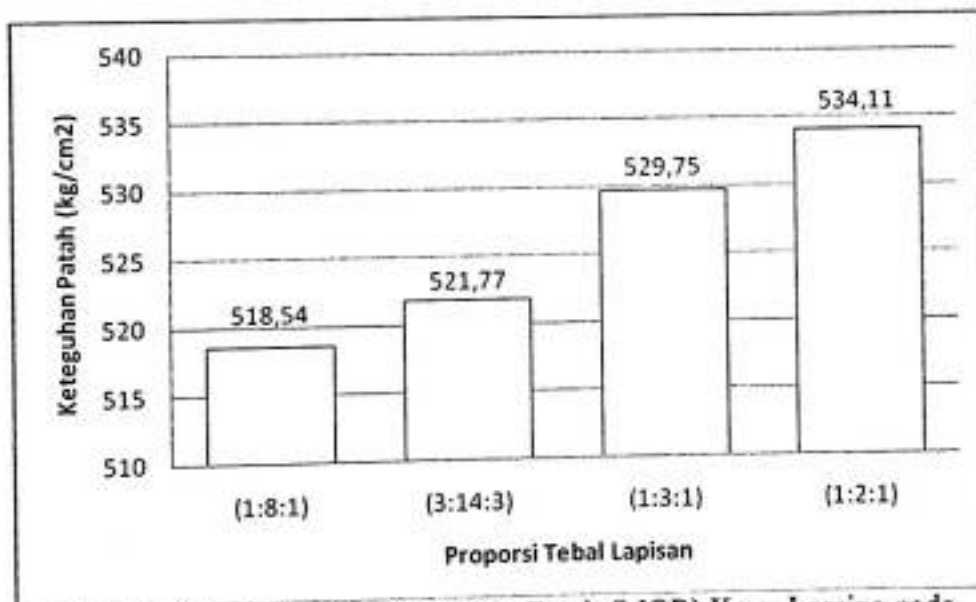
Hasil pengujian keteguhan patah (MOR) kayu utuh jati dan kapuk randu dapat dilihat pada Lampiran 4 dengan kisaran nilai 321,43 - 1668,31 kg/cm². Nilai MOR kayu lamina pada perekat PVAc, epoxy, dan polistyrena dengan uji *flatwise* berkisar antara 362,62 – 976,56 kg/cm² dan dapat dilihat pada Lampiran 5. Hasil analisis ragam pengaruh proporsi tebal lapisan terhadap MOR *flatwise* pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Lampiran 6, 7, dan 8. Besarnya nilai rata-rata MOR kayu lamina dengan uji *flatwise* pada perekat PVAc, epoxy, dan polistyrena dapat dilihat pada Gambar 8, 9, dan 10. Nilai rata-rata MOR *flatwise* seperti yang terlihat pada gambar menunjukkan adanya kecenderungan nilai MOR yang semakin meningkat dengan bertambahnya proporsi tebal lapisan kayu jati dan berkurangnya proporsi tebal lapisan kayu kapuk randu.



Gambar 8. Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina pada Perekat PVAc dengan Uji *Flatwise*



Gambar 9. Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina pada Perekat Epoxy dengan Uji *Flatwise*



Gambar 10. Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina pada Perekat Polistyrena dengan Uji *Flatwise*

Hasil analisis ragam pada perekat PVAc dan epoxy menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan berpengaruh sangat nyata pada α 0,01 dan pada perekat polistyrena menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan tidak berpengaruh nyata pada α 0,05 terhadap MOR *flatwise*. Untuk mengetahui perbedaan antara nilai

rata-rata perlakuan terhadap MOR *flatwise*, dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Tukey, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2

Tabel 1. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR *Flatwise* Perekat PVAc

Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOR <i>Flatwise</i> (kg/cm ²)	BNJ (0,01) 215,09
1:2:1	739,63	a
1:3:1	707,32	ab
3:14:3	599,52	ab
1:8:1	522,31	b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

Tabel 2. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR *Flatwise* Perekat Epoxy

Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOR <i>Flatwise</i> (kg/cm ²)	BNJ (0,01) 177,57
1:2:1	855,06	a
1:3:1	714,74	ab
3:14:3	682,28	ab
1:8:1	665,76	b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

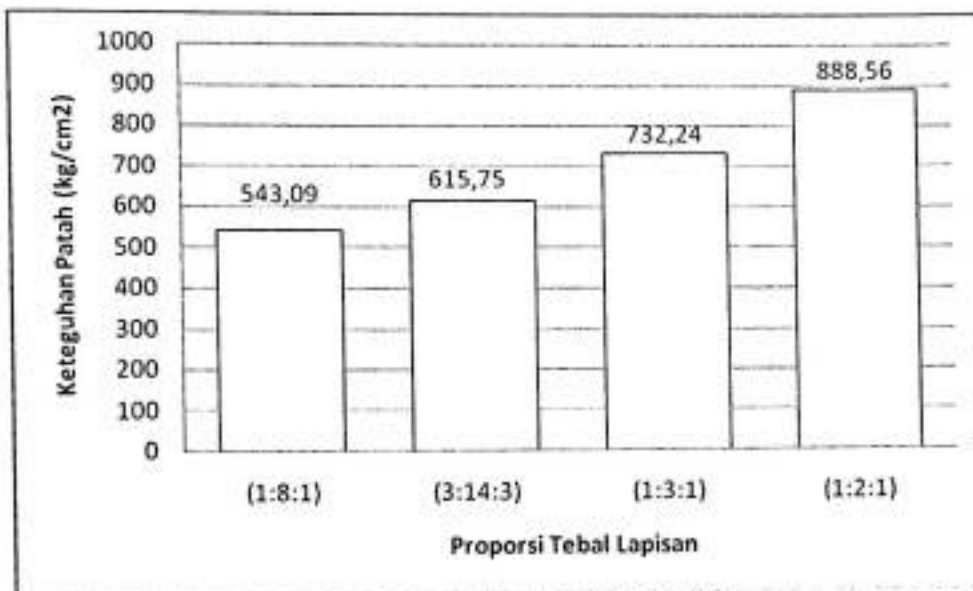
Hasil uji tukey menunjukkan bahwa MOR *flatwise* dengan menggunakan perekat PVAc pada proporsi tebal lapisan 1:2:1 berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 1:8:1. Hasil uji tukey MOR *flatwise* dengan menggunakan perekat epoxy pada proporsi tebal 1:2:1 berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 1:8:1. Hal ini berarti proporsi tebal lapisan 1:2:1 memiliki MOR *flatwise* relatif lebih tinggi dari proporsi tebal lapisan 1:8:1 sedangkan proporsi tebal lapisan 1:3:1 memiliki MOR *flatwise* yang relatif sama dengan proporsi tebal lapisan 3:14:3 pada kedua perekat.

Hasil perhitungan dan analisis ragam menunjukkan bahwa apabila proporsi tebal lapisan kayu jati yang menyusun kayu lamina semakin besar, maka keteguhan patah(MOR) *flatwise* kayu lamina yang dihasilkan akan semakin

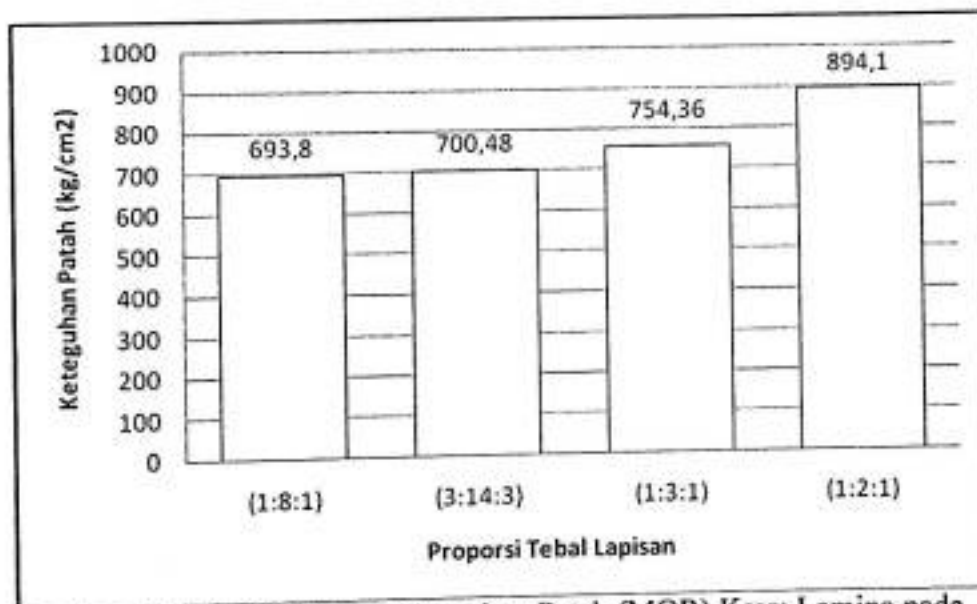
tinggi. Peningkatan MOR flatwise ini karena besarnya proporsi tebal lapisan kayu jati pada kedua permukaan kayu lamina. Kayu jati yang berada pada kelas kuat II dan kayu kapuk randu yang berada pada kelas kuat V, dengan menggunakan teknologi laminasi dapat meningkatkan kekuatan kayu kapuk randu sehingga memiliki kelas kuat yang lebih tinggi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kayu utuh MOR *flatwise* seperti yang terlihat pada Gambar 10, 11, dan 12, dimana MOR *flatwise* kayu lamina lebih tinggi daripada MOR kayu utuh kapuk randu pada dimensi yang sama. Kayu utuh jati lebih tinggi dibandingkan dengan kayu lamina. Ini disebabkan adanya bagian kayu tidak kuat dalam hal ini kayu kapuk randu yang menempati bagian tengah kayu lamina serta adanya garis rekat sehingga kekuatan kayu berkurang jika dibandingkan dengan kayu jati utuh.

2. Keteguhan Patah (MOR) dengan Uji Edgewise

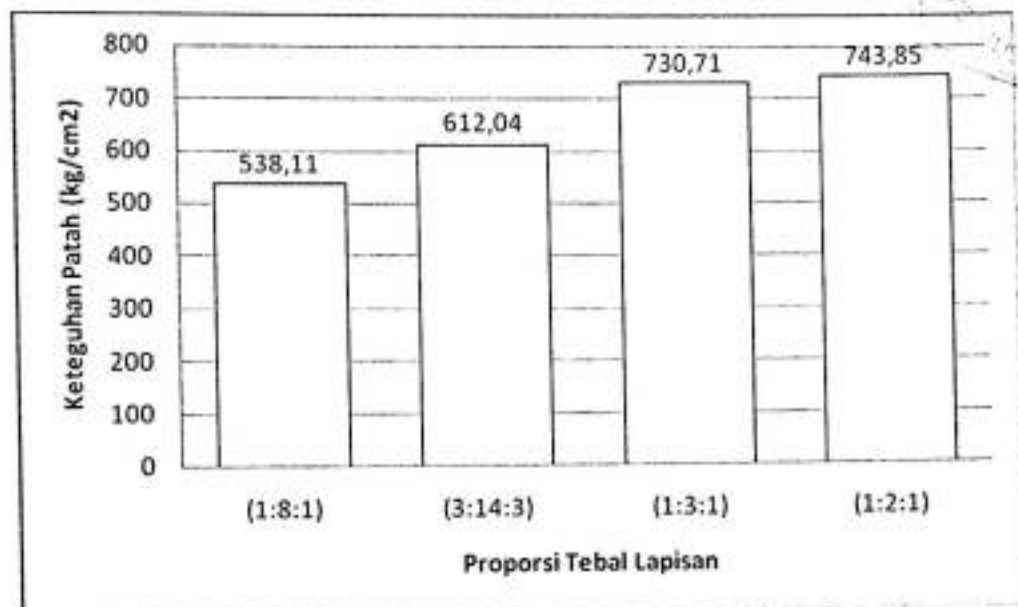
Hasil pengujian keteguhan patah (MOR) kayu lamina dengan uji *edgewise* pada ketiga jenis perekat memiliki kisaran nilai 471,33 – 976,44 kg/cm², ini dapat dilihat pada Lampiran 9, sedangkan analisis ragamnya untuk ketiga jenis perekat berturut-turut dapat dilihat pada Lampiran 10, 11, dan 12. Besarnya nilai rata-rata MOR *edgewise* pada perekat PVAc, epoxy, dan polistyrena dapat dilihat pada Gambar 11, 12, dan 13.



Gambar 11. Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina pada Perekat PVAc dengan Uji *Edgewise*



Gambar 12. Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina pada Perekat Epoxy dengan Uji *Edgewise*



Gambar 13. Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina pada Perakat Polistyrena dengan Uji *Edgewise*

Hasil analisis ragam pada perekat PVAc dan polistyrena menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tebal lapisan berpengaruh sangat nyata pada α 0,01 terhadap MOR *edgewise*. Untuk mengetahui perbedaan nilai rata-rata perlakuan proporsi tebal lapisan terhadap MOR *edgewise*, dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji tukey, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR *Edgewise* Perakat PVAc

Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOR <i>Edgewise</i> (kg/cm ²)	<u>BNJ (0,01)</u> 152,92
1 : 2 : 1	888,56	a
1 : 3 : 1	732,24	b
3 : 14 : 3	615,75	bc
1 : 8 : 1	543,09	c

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

Tabel 4. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR *Edgewise* Perekat Polistyrena

Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOR <i>Edgewise</i> (kg/cm ²)	BNJ (0,01) 125,41
1 : 2 : 1	743,85	a
1 : 3 : 1	730,71	ab
3 : 14 : 3	612,04	bc
1 : 8 : 1	538,11	c

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

Hasil uji tukey pada perekat PVAc menunjukkan bahwa perlakuan proporsi tebal lapisan 1:2:1 berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 1:3:1 ; 3:14:3 ; dan 1:8:1. Proporsi tebal lapisan 1:3:1 tidak berbeda nyata dengan 3:14:3 namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 1:2:1 dan 1:8:1. Dan proporsi tebal lapisan 3:14:3 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 1:8:1 namun berbeda nyata dengan proporsi 1:2:1 dan 1:3:1. Uji tukey pada perekat polistyrena menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan 1:2:1 tidak berbeda nyata dengan 1:3:1, namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 3:14:3 dan 1:8:1. Proporsi tebal lapisan 1:3:1 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 3:14:3 namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 1:2:1 dan 1:8:1. Proporsi tebal lapisan 3:14:3 tidak berbeda nyata dengan 1:8:1, namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 1:2:1 dan 1:3:1

Hasil perhitungan dan analisis ragam untuk keteguhan patah (MOR) *edgewise* menunjukkan bahwa peningkatan tebal lapisan kayu jati memberikan MOR *edgewise* kayu lamina yang semakin meningkat. Hal ini disebabkan besarnya proporsi kayu jati yang menyusun kayu lamina. Pada saat pengujian MOR secara *edgewise*, sampel uji mengalami patah pada bagian tengah dan kerusakan garis rekat yang relatif kecil terjadi.

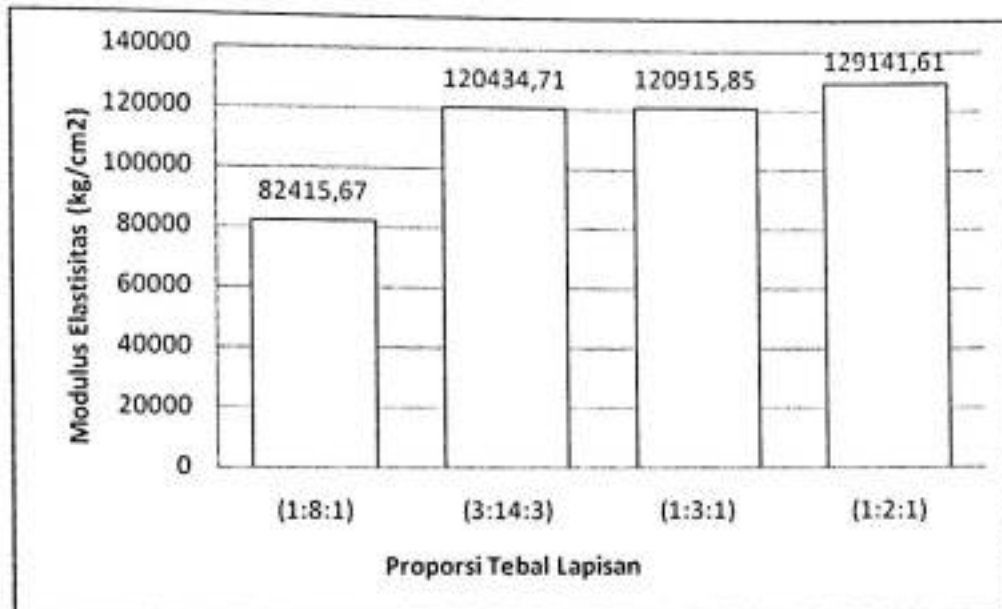
Hasil pengujian yang dilakukan pada kayu lamina *edgewise* menghasilkan nilai MOR yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan uji *flatwise*. Pada pengujian MOR *edgewise* kerusakan yang terjadi pada garis rekat relatif kecil, sehingga beban yang dapat dipikul lebih besar. Sebaliknya, pada uji *flatwise* sampel uji mengalami patah pada bagian tengah dan terjadi kerusakan garis rekat sebagai akibat dari perbedaan regangan yang ditimbulkan selama pembebanan. Untuk aplikasinya, terutama yang mengutamakan kekuatan, sebaiknya menggunakan kayu lamina yang disusun secara *edgewise*.

Hasil uji BNJ memberikan petunjuk bahwa pada proporsi tebal lapisan 1:2:1 menghasilkan keteguhan patah (MOR) yang relatif tinggi, maka untuk efisiensi pemanfaatan kayu kuat yang diperhitungkan untuk meningkatkan kekuatan kayu kapuk randu maka proporsi tebal lapisan yang optimum adalah 1:2:1.

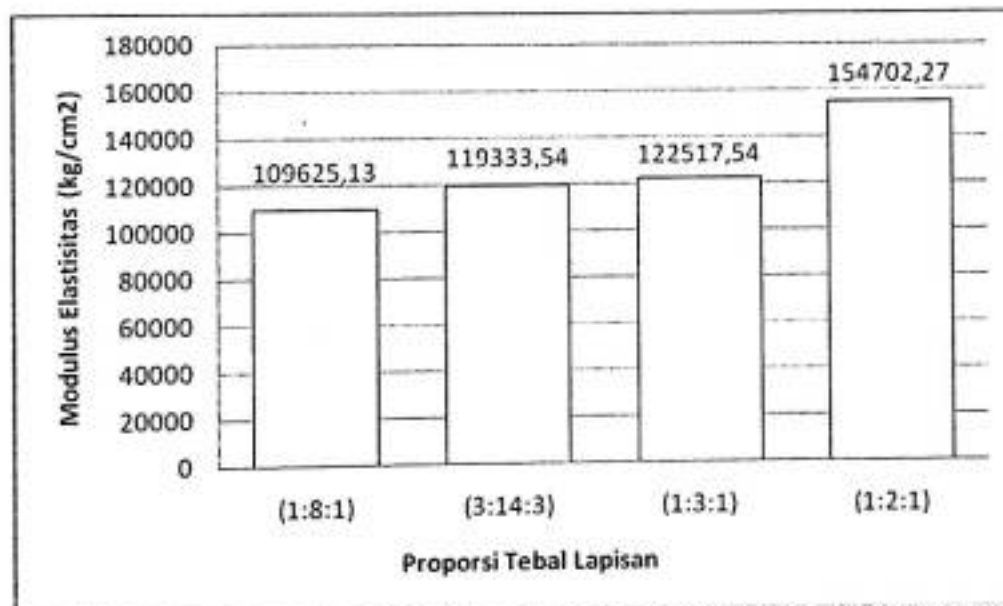
D. Modulus Elastisitas (MOE)

1. Modulus Elastisitas (MOE) dengan Uji *Flatwise*

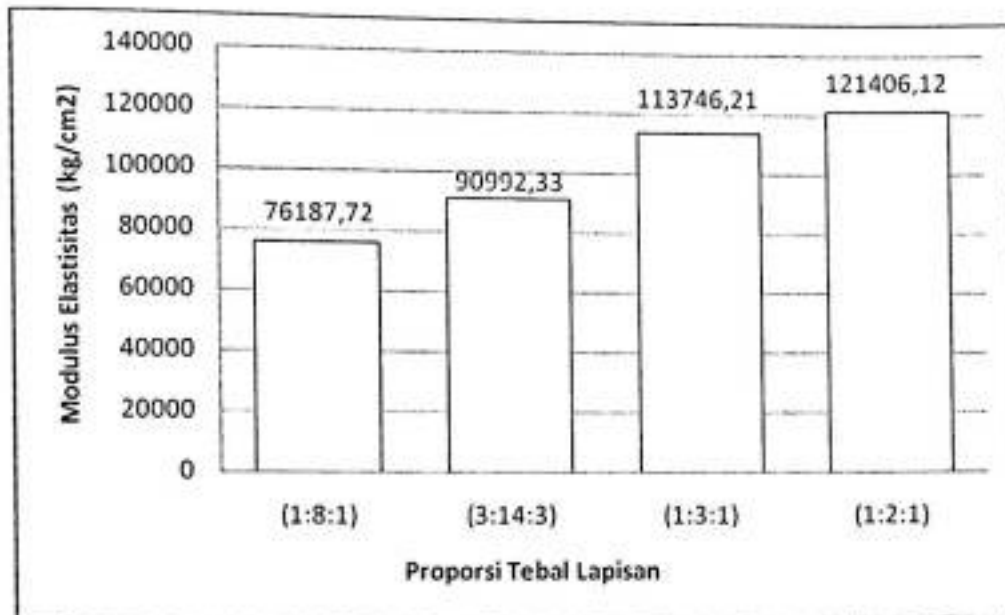
Hasil pengujian modulus elastisitas (MOE) kayu utuh jati dan kapuk randu berkisar antara 43804,35 – 216547,32 kg/cm². Nilai Modulus elastisitas (MOE) sampel utuh kayu kayu lamina dapat dilihat pada Lampiran 13. Sedangkan nilai MOE kayu lamina untuk uji *flatwise* pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Lampiran 14 dengan kisaran nilai 44797,23 – 241856,08 kg/cm². Adapun hasil analisis ragam MOE *flatwise* pada ketiga jenis perekat berturut-turut dapat dilihat pada Lampiran 15, 16, dan 17. Besarnya nilai MOE rata-rata kayu lamina pada perekat PVAc, epoxy, dan polistyrena untuk uji *flatwise* dapat dilihat pada Gambar 14, 15, dan 16.



Gambar 14. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina pada Perekat PVAc dengan Uji *Flatwise*



Gambar 15. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina pada Perekat Epoxy dengan Uji *Flatwise*



Gambar 16. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina pada Perekat Polistyrena dengan Uji *Flatwise*

Hasil analisis ragam pada perekat PVAc menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan berpengaruh nyata pada α 0,01 terhadap MOE *flatwise*, sedangkan analisis ragam pada perekat epoxy dan polistyrena menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan tidak berpengaruh nyata terhadap MOE *flatwise*. Untuk mengetahui perbedaan nilai rata-rata perlakuan proporsi tebal lapisan terhadap MOE *flatwise*, dilakukan uji tukey, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOE *Flatwise* Perekat PVAc

Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOE <i>Flatwise</i> (kg/cm ²)	<u>BNJ (0,01)</u> 46625,85
1 : 2 : 1	129141,61	a
1 : 3 : 1	120915,85	ab
3 : 14 : 3	120434,71	ab
1 : 8 : 1	82415,67	b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

Hasil uji tukey menunjukkan bahwa pengujian MOE *flatwise* pada perekat PVAc proporsi tebal lapisan 1:2:1 berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 1:8:1, sedangkan proporsi tebal lapisan 1:3:1 dan proporsi tebal lapisan 3:14:3 memiliki nilai yang relatif sama.

Nilai rata-rata modulus elastisitas (MOE) *flatwise* PVAc pada gambar 16 menunjukkan bahwa peningkatan tebal lapisan kayu jati memberikan MOE *flatwise* kayu lamina yang semakin meningkat. Hal ini disebabkan besarnya proporsi kayu kuat yang menyusun kayu lamina. Pada saat pengujian MOE secara *flatwise*, sampel uji mengalami kerusakan garis rekat yang relatif kecil. Hal ini menunjukkan hasil perekatan antara kayu jati dengan kayu kapuk randu cukup baik pada perekat PVAc

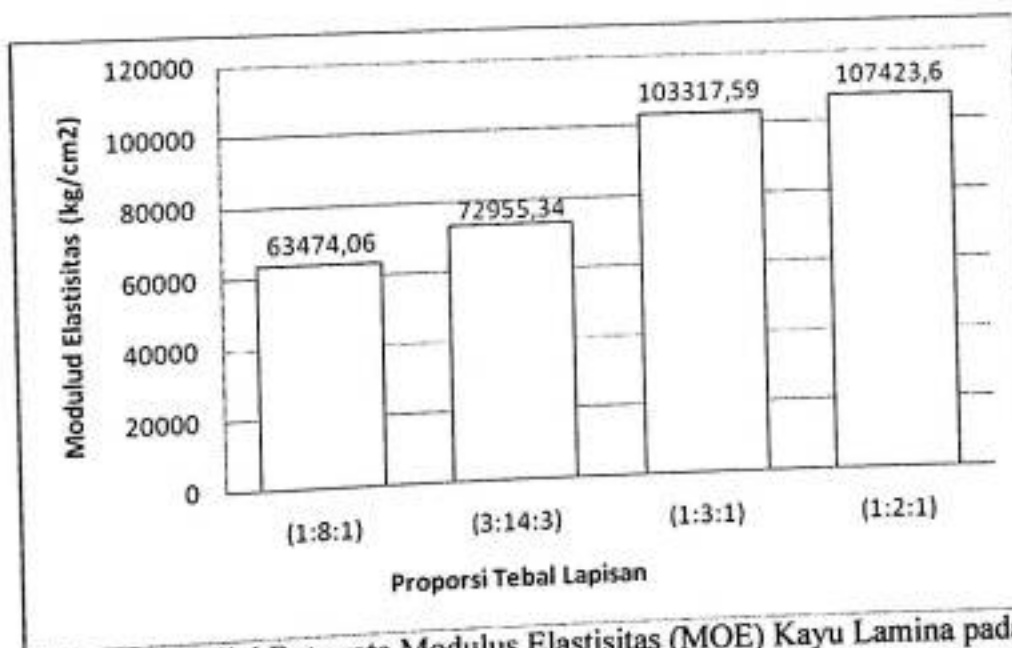
Hasil analisis ragam pada perekat epoxy dan polistyrena menunjukkan bahwa perlakuan proporsi tebal lapisan kayu lamina berpengaruh tidak nyata pada nilai MOE *flatwise*. Hal ini berarti kekakuan kayu lamina yang dibuat dengan perekat epoxy dan polistyrena relatif sama pada setiap proporsi tebal lapisan. Peningkatan proporsi tebal lapisan kayu jati yang diikuti dengan penurunan proporsi tebal lapisan kayu kapuk randu berpengaruh terhadap MOE *flatwise* kayu yang dihasilkan. Kayu lamina *flatwise* tidak tahan terhadap beban karena pada saat pemberian beban, terjadi defleksi yang cukup besar pada bagian tengah sampel uji.

Pengujian kayu lamina secara *flatwise* pada ketiga jenis perekat menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan 1:2:1 menghasilkan MOE yang relatif tinggi dibandingkan dengan proporsi tebal lapisan 1:8:1. Dengan demikian dapat

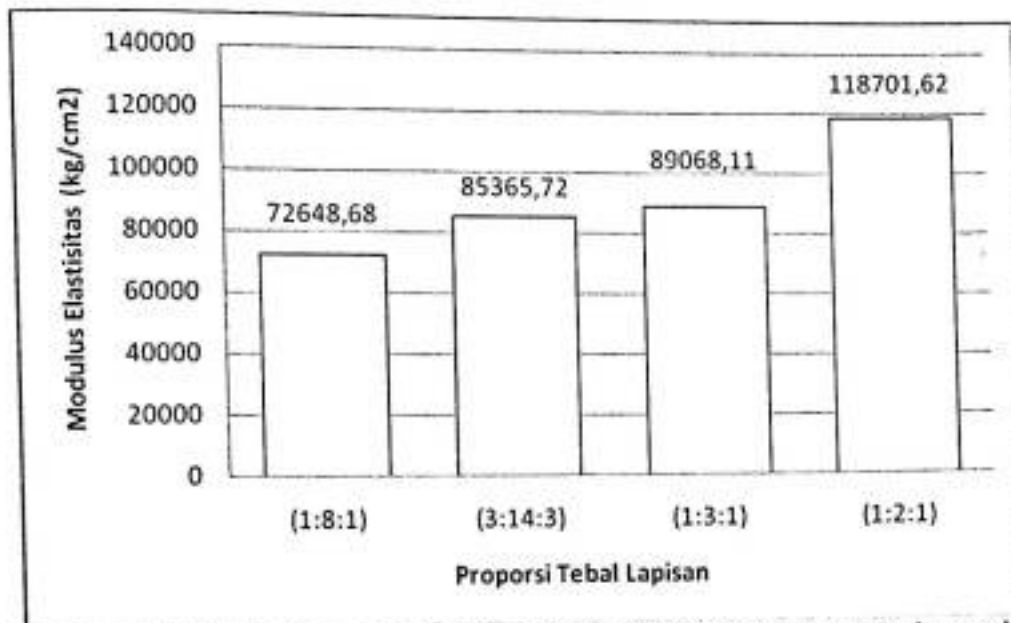
dikatakan proporsi tebal lapisan yang optimum untuk menghasilkan kayu lamina dengan MOE yang baik adalah 1:2:1. Peningkatan kekuatan kayu kapuk randu melalui teknologi laminasi ini memberikan alternatif pemanfaatannya yang lebih luas.

2. Modulus Elastisitas (MOE) pada Uji *Edgewise*

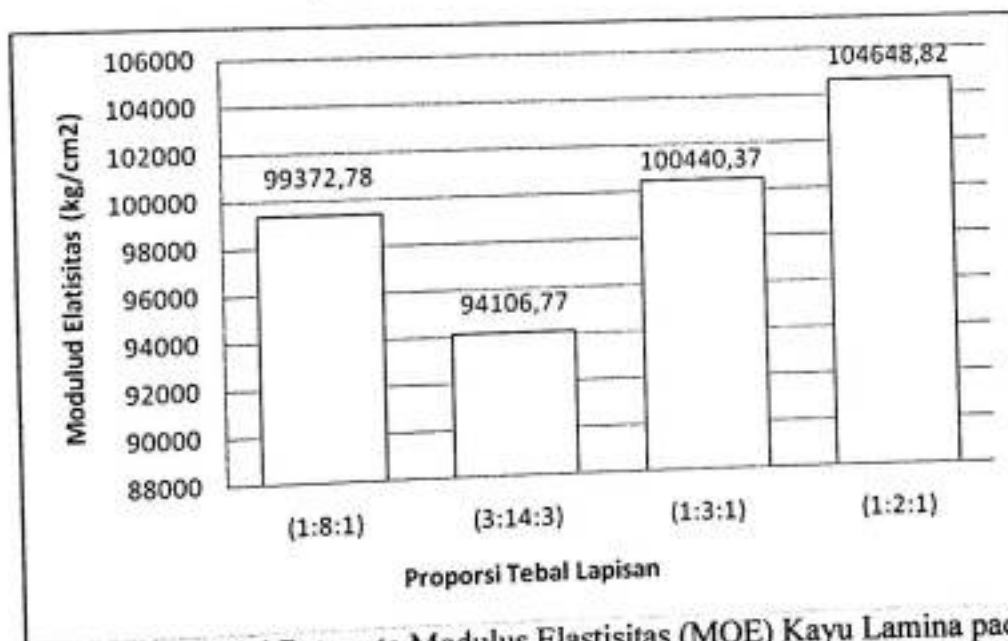
Hasil pengujian modulus elastisitas kayu lamina dengan uji *edgewise* pada ketiga jenis perekat memiliki kisaran nilai antara 51028,92 – 1041115,9 kg/cm² dan dapat dilihat pada Lampiran 18. Adapun analisis ragam MOE *edgewise* dapat dilihat pada Lampiran 19, 20, dan 21. Besarnya nilai MOE rata-rata kayu lamina pada perekat PVAc, epoxy, dan polistyrena untuk uji *edgewise* dapat dilihat pada Gambar 17, 18, 19.



Gambar 17. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina pada Perekat PVAc dengan Uji *Edgewise*



Gambar 18. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina pada Perekat Epoxy dengan Uji *Edgewise*



Gambar 19. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina pada Perekat Polistyrena dengan Uji *Edgewise*

Hasil analisis ragam pada perekat PVAc dan epoxy menunjukkan bahwa perlakuan proporsi tebal lapisan kayu lamina berpengaruh sangat nyata pada α 0,01 terhadap nilai MOE *edgewise*, sedangkan analisis ragam pada perekat polistyrena menunjukkan bahwa perlakuan proporsi tebal lapisan kayu lamina tidak berpengaruh nyata pada α 0,05 terhadap nilai MOE *edgewise*. Untuk

mengetahui perbedaan di antara nilai rata-rata MOE *edgewise* akibat perlakuan proporsi tebal lapisan pada perekat PVAc dan epoxy, dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji tukey yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOE *Edgewise* Perekat PVAc

Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOE <i>Edgewise</i> (kg/cm ²)	<u>BNJ (0,01)</u> 22397,34
1 : 2 : 1	107423,60	a
1 : 3 : 1	103317,59	a
3 : 14 : 3	72955,34	b
1 : 8 : 1	63474,06	b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

Tabel 7. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOE *Edgewise* Perekat Epoxy

Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOE <i>Edgewise</i> (kg/cm ²)	<u>BNJ (0,01)</u> 33403,72
1 : 2 : 1	118701,62	a
1 : 3 : 1	89068,11	ab
3 : 14 : 3	85365,72	ab
1 : 8 : 1	72648,68	b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

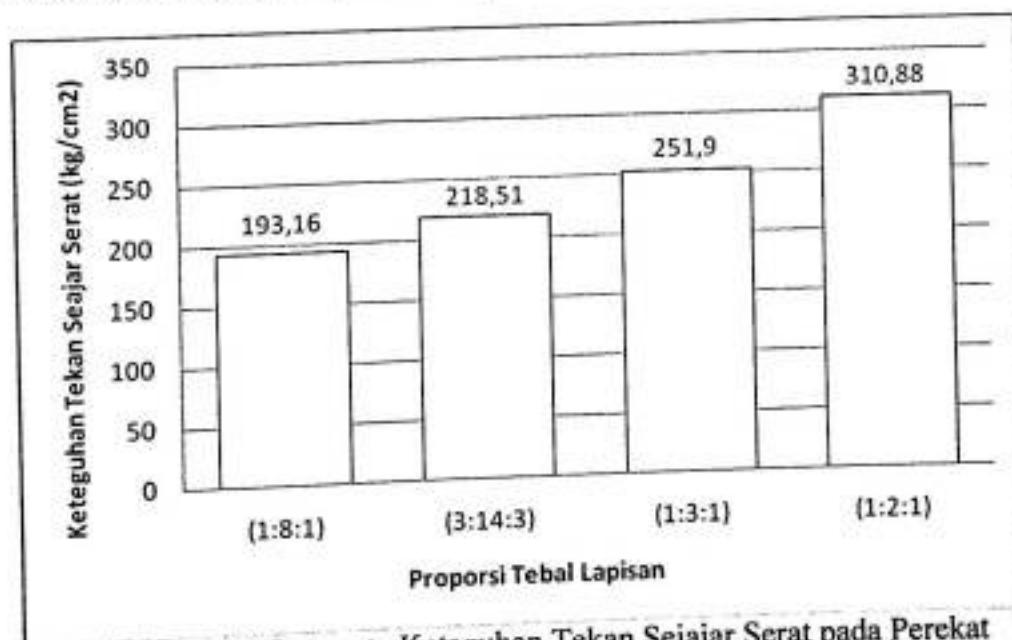
Hasil uji tukey pada perekat PVAc menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan 1:2:1 memiliki nilai yang relatif sama dengan proporsi tebal lapisan 1:3:1, sedangkan proporsi tebal lapisan 3:14:3 memiliki nilai yang relatif sama dengan proporsi tebal lapisan 1:8:1. Uji tukey pada perekat Epoxy menunjukkan bahwa perlakuan proporsi tebal lapisan 1:2:1 berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 1:8:1, sedangkan proporsi tebal lapisan 1:3:1 dan proporsi tebal lapisan 3:14:3 memiliki nilai yang relatif sama.

Hasil penelitian dan analisis ragam untuk MOE *edgewise* menunjukkan bahwa besarnya proporsi tebal lapisan kayu jati yang menyusun kayu lamina menghasilkan MOE yang lebih tinggi. Secara umum, nilai MOE *edgewise*

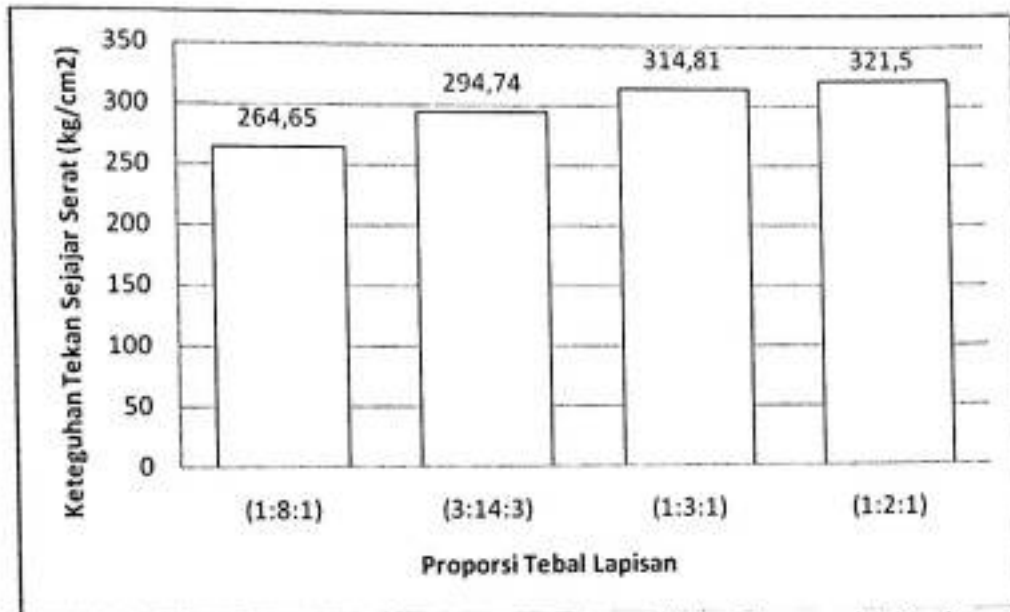
meningkat dengan bertambahnya proporsi ketebalan kayu jati. Kayu lamina *edgewise*, tahan terhadap pembebanan yang lebih besar dan menghasilkan defleksi yang lebih kecil. Defleksi yang lebih kecil ini menunjukkan ketahanan terhadap perubahan bentuk yang semakin besar pada kayu lamina *edgewise*.

E. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

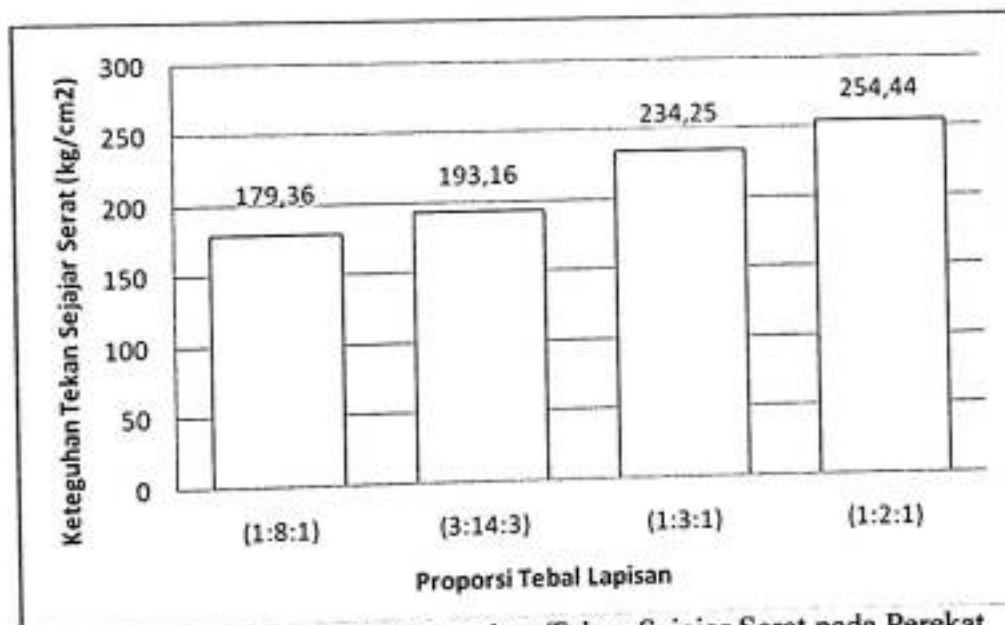
Hasil perhitungan keteguhan tekan sejajar serat kayu jati dan kayu kapuk randu utuh memiliki kisaran nilai 142,86 – 434,89 kg/cm² dan dapat dilihat pada Lampiran 22. Sedangkan nilai keteguhan tekan sejajar serat kayu lamina pada perekat PVAc, epoxy, dan polistyrena berkisar antara 79,08 – 382,65 kg/cm² dan dapat dilihat pada Lampiran 23. Hasil analisis ragam pengaruh proporsi tebal lapisan terhadap keteguhan tekan sejajar serat pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Lampiran 24, 25, dan 26. Nilai rata-rata keteguhan tekan sejajar serat pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 20, 21, dan 22.



Gambar 20. Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat pada Perekat PVAc



Gambar 21. Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat pada Perekat Epoxy



Gambar 22. Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat pada Perekat Polistyrena

Tabel 8. Hasil Uji Tukey Keteguhan Tekan Sejajar Serat pada Perekat PVAc

Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat (kg/cm ²)	<u>BNJ (0,01)</u> 116,36
1 : 2 : 1	310,88	a
1 : 3 : 1	251,90	a
3 : 14 : 3	218,51	a
1 : 8 : 1	193,16	b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

Hasil uji tukey menunjukkan bahwa pada perekat PVAc proporsi tebal lapisan 1:2:1 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 1:3:1 dan 3:14:3 tetapi berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 1:8:1. Hal ini berarti pada proporsi tebal lapisan 1:2:1; 1:3:1 dan 3:14:3 memiliki nilai keteguhan tekan sejajar serat yang relatif sama atau relatif lebih tinggi dari proporsi tebal lapisan 1:8:1.

Hasil yang diperoleh pada ketiga jenis perekat menunjukkan peningkatan keteguhan tekan sejajar serat kayu lamina seiring dengan peningkatan proporsi tebal lapisan dari 1:8:1 ke proporsi tebal lapisan 1:2:1. Hal ini disebabkan karena semakin besarnya tebal lapisan kayu kuat yang menyusun kayu lamina. Proporsi tebal lapisan kayu lamina yang optimal adalah proporsi 1:2:1. Hal ini didasari oleh usaha untuk meningkatkan kekuatan kayu kapuk randu dengan meminimalkan pemanfaatan kayu jati. Proporsi tebal lapisan 1:2:1 menghasilkan lamina dengan keteguhan tekan sejajar serat yang tinggi. Pada saat pengujian keteguhan tekan sejajar serat, sampel kayu lamina mengalami bengkok pada bagian tengah serta beberapa sampel ada yang mengalami kerusakan pada garis rekat bahkan sampai lepas.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengujian MOR *flatwise* dengan proporsi tebal lapisan 1:2:1 pada perekat PVAc dan Epoxy memiliki nilai yang relatif tinggi dibandingkan dengan proporsi tebal 1:8:1.
2. Hasil pengujian MOR *edgewise* pada perekat PVAc dan polistyrena memperlihatkan bahwa pada proporsi tebal lapisan 1:2:1 memiliki keteguhan patah yang relatif tinggi dibandingkan dengan proporsi tebal 1:8:1.
3. Hasil pengujian MOE *flatwise* pada perekat PVAc menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan 1:2:1 menghasilkan MOE yang relatif tinggi dibandingkan dengan proporsi tebal lapisan 1:8:1. Dengan demikian dapat dikatakan proporsi tebal lapisan yang optimum untuk menghasilkan kayu lamina dengan MOE yang baik adalah proporsi tebal lapisan 1:2:1.
4. Hasil pengujian MOE *edgewise* menunjukkan bahwa besarnya proporsi tebal lapisan 1:2:1 menghasilkan MOE Edgewise yang relatif tinggi dengan bertambahnya proporsi tebal kayu jati.
5. Nilai rata-rata keteguhan tekan sejajar serat pada perekat PVAc memperlihatkan bahwa proporsi tebal lapisan 1:2:1; 1:3:1; dan 3:14:3 relatif sama. Proporsi yang tidak optimal adalah proporsi 1:8:1 yang menghasilkan lamina dengan keteguhan tekan sejajar serat yang rendah.

B. Saran

Kayu kapuk randu yang termasuk dalam kelas kuat V dapat di optimalisasi penggunaannya dengan teknologi laminasi. Teknologi ini dapat diterapkan pada kayu kelas kuat rendah yang sama. Oleh karena itu, perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan kayu kelas rendah yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman dan Hadjib, N. 2005. *Kekuatan dan Kekakuan Balok Lamina dari Dua Jenis Kayu Kurang Dikenal*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Vol. 23. No. 11. Badan Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan, Bogor.
- Board, S. B. P. and Engineers. 1985. *Handbook of Adhesive*. Small Business Publication, Roop Nagar.
- Cameron, G.G. 1997. *Analysis of Syntetic Polymers and Plastic*. John Wiley and Sons Inc, New York.
- Departemen Kehutanan Republik Indonesia, 1992. *Manual Kehutanan*. Jakarta.
- Departemen Kehutanan dan Perkebunan Republik Indonesia, 1999. *Panduan Kehutanan Indonesia*. Penerbit Koperasi Karyawan departemen kehutanan dan Perkebunan, Jakarta.
- Dumanauw, J. F. 1990. *Mengenal Kayu*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Gaspersz., V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. CV. Armico, Bandung.
- Ginoga., 1982. *Suatu Studi Mengenai Pengelompokan Sifat Mekanis Beberapa Jenis Kayu Indonesia*. Tesis Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hartomo, A.J., Rusdiharsono, A., dan Hardjanto, D., 1992. *Memahami Polimer dan Perekat*. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta.
- Haygreen, J. G. and Bowyer, J. L. 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Suatu Pengantar*. Diterjemahkan oleh S. A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Junaidy, D. H. dan Nugroho M. B. T., 2002. *Tinjauan Sifat Mekanik pada Kayu Lamina Komposit*. Dept. of Civil Eng. ITB Central Library [di buat 29-06-2002]
- Kusumedi. P. dan Misdarti, 2004. *Sifat Fisis Mekanis Papan Sambung Kayu Waru Gunung Dengan Kombinasi Arah Potongan Papan dan Arah Aksial Kayu*. Proceeding Mapeki VII, 5 – 6 Agustus. Makassar. pp 119-124.

- Martawijaya, A., Kartasujana I., Kadir K., Dan Prawira S. A. 1981. *Atlas Kayu Indonesia : Jilid I*. Balai Penelitian Hasil Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Marx, C. M., Theodore, L., dan Gerhardt, T. D., 1987. *Wood Handbook : Wood as an Engineering Material. Chapter 10 Glued Structural Member*. U.S Government Printing Office, Washington DC.
- Meilia, A., 2007. *Sifat Mekanis Kayu Lamina dari Kayu Angsana (Pterocarpus indicus) dan Kayu Kemiri (Aleurites molluccana) pada Berbagai Proporsi Jenis*. Skripsi Penelitian Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar. (tidak dipublikasikan)
- Nugroho, N and Ando, N, 2001. *Development of Structural Composite Products Made from Bamboo III : Fundamental Properties of Laminated Bamboo Lumber*. Journal of Woods Science. The Japan Wood Research Society, Tokyo. 47 ; (3) : 237-242
- PIKA, 1991. *Mengenal Sifat-Sifat Kayu Indonesia dan Penggunaannya*. Penerbit Kanisius Yogyakarta.
- Pizzi, A., 1983. *Woods Adhesives*. Marcel Bekker Inc., New York.
- Popov, E. P., 1991. *Mekanika Teknik*. Edisi Kedua Versi SI. Erlangga, Jakarta.
- Santosa, A., 2005. *Keteguhan Rekat Papan Lantai Lamina Kombinasi Kayu dengan Batang Kelapa dengan Perekat Lignin Resorsinol Formaldehid*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan, Bogor. 23 ; (5) : 375-384
- Sastrapradja, S., S. Danimiharja, R. Soejono, S. Woelijarni dan M. Sripana, 1978. *Tanaman Industri*. Lembaga Biologi Nasional, LIPI Bogor.
- Suhasman, Ruhendi, S. Dan Rilatupa, J., 2005. *Optimasi Pembuatan Kayu Lamina dengan Menggunakan Perekat Non Folmaldehida*. Jurnal Sains dan Teknologi Emas, Vol.15. No.1
- Sutigno, P., 1991. *Perekat dan Perekatan*. Pusat Pembinaan dan Latihan Kehutanan departemen Kehutanan, Bogor.
- Tano, E., 1997. *Pedoman Pembuatan Perekat Sintetis*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Tini, N dan K. Amri, 2002. *Pengelolaan Jati Unggu :! Pilihan Investasi Prospektif*. Agro Media Pustaka, Jakarta



- Tjiptrosoepomo, G., 1984. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood : Structure, Properties and Utilization*. Van Nonstrand Reinhold, New York.
- Van Steenis, C.G.G.J., 1981. *Flora untuk Sekolah di Indonesia*. Cetakan ke-3, Paradya Paramitha, Jakarta
- Wardhani, I. Y., 1999. *Kualitas Perekatan Kayu Lamina Dari Empat Jenis Kayu Kurang Dikenal*. <http://www.Unmul.ac.id>. [diakses 21 - 02 - 2007]
- Wibisono, S., dan Prayitno, T.A., 2004. *Pengaruh Jumlah Perekat Terlatur, Jenis Perekat dan Macam Bidang Perekat Terhadap Sifat (Kualitas) Papan Laminasi Kayu Jati*. Proceeding MAPEKI VII, 5 - 6 Agustus Makassar. pp: B.105 - B.113

Lampiran 1. Kadar Air (%) dan Berat Jenis Kayu Jati dan Kayu Kapuk randu sebagai Bahan Pembuatan Kayu Lamina

Sampel	Ulangan	BA	BKT (g)	Volume (cm ³)	KA (%)	BJ
Jati	1	10,68	9,31	13,67	14,72	0,68
	2	10,87	9,48	13,23	14,66	0,72
	3	10,53	9,19	13,67	14,58	0,67
	4	10,40	9,08	13,67	14,54	0,66
	5	10,56	9,21	13,23	14,66	0,70
Jumlah					73,15	3,43
Rata-rata					14,63	0,69
Kapuk randu	1	2,69	2,35	12,0	14,47	0,20
	2	2,13	1,86	12,0	14,52	0,16
	3	2,74	2,40	12,0	14,17	0,20
	4	2,10	1,83	12,0	14,75	0,15
	5	2,05	1,79	12,0	14,53	0,15
Jumlah					72,43	0,86
Rata-rata					14,49	0,17

Lampiran 2. Nilai Wettabilitas Kayu Jati dan Kapuk randu (kg/cm^2)

Sampel	Ulangan	Nilai Wettabilitas (mm)
Jati	1	847,53
	2	775,13
	3	789,19
	4	760,33
	5	840,24
Jumlah		4012,42
Rata-rata		802,48
Kapuk randu	1	696,27
	2	674,61
	3	676,11
	4	677,60
	5	713,08
Jumlah		3437,67
Rata-rata		687,53

Lampiran 3. Analisis Uji T Wettabilitas Kayu Lamina terhadap Wettabilitas dari Kayu Jati dan Kayu Kapuk randu

Variabel	Rata-rata Hasil Wettabilitas		T_h	db	Sig	Ket
	Jati	Kapuk				
Wettabilitas (mm)	802,48	687,53	5,389	8	0,018	Tolak H_0

Keterangan :

Terima H_0 , Tolak H_0 : Jati = Kapuk randu

Terima H_1 , Tolak H_0 : Jati \neq Kapuk randu

Lampiran 4. Nilai Keteguhan Patah (MOR) Sampel Utuh Kayu Lamina (kg/cm^2)

Sampel	Ulangan	Nilai Keteguhan Patah (MOR) (kg/cm^2)
Jati	1	1206,30
	2	1318,89
	3	1668,31
	4	1338,62
	5	1060,79
Jumlah		6592,93
Rata-rata		1318,59
Kapuk randu	1	321,43
	2	370,22
	3	510,20
	4	466,47
	5	535,71
Jumlah		2204,04
Rata-rata		440,81

Lampiran 5. Nilai Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji *Flatwise* pada Berbagai jenis Perekat (kg/cm^2)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistyrena
1 : 8 : 1	1	462,77	709,43	444,81
	2	665,69	672,73	573,34
	3	466,85	634,33	588,16
	4	422,18	755,14	532,84
	5	594,04	557,14	453,51
Jumlah		2611,54	3328,78	2592,68
Rata-rata		522,31	665,76	518,54
3 : 14 : 3	1	664,48	672,73	493,65
	2	625,43	669,64	516,60
	3	544,22	657,11	364,43
	4	666,93	651,20	694,82
	5	496,51	760,71	539,36
Jumlah		2997,58	3411,40	2608,86
Rata-rata		599,52	682,28	521,77
1 : 3 : 1	1	739,80	723,21	388,73
	2	651,12	750,00	467,40
	3	646,81	546,07	556,12
	4	837,11	726,55	648,21
	5	661,76	827,86	588,27
Jumlah		3536,59	3573,69	2648,73
Rata-rata		707,32	714,74	529,75
1 : 2 : 1	1	710,75	976,56	362,62
	2	884,45	804,93	762,88
	3	589,29	800,03	456,75
	4	765,73	843,00	473,66
	5	747,92	851,79	614,66
Jumlah		3698,14	4275,31	2670,57
Rata-rata		739,63	855,06	534,11

Lampiran 6. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji *Flatwise* dengan Menggunakan Perakat PVAc

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	149647,47	49882,49	5,80**	3,24	5,29
Galat	16	137409,19	8588,07			
Total	19	287056,66				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 7. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji *Flatwise* dengan Menggunakan Perakat Epoxy

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	111385,97	37128,65	6,34**	3,24	5,29
Galat	16	93650,20	5853,13			
Total	19	205036,18				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 8. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji *Flatwise* dengan Menggunakan Perakat Polistyrena

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	767,54	255,85	0,01 ^m	3,24	5,29
Galat	16	213347,04	13334,19			
Total	19	214114,59				

^m berpengaruh tidak nyata pada α 0,05

Lampiran 9. Nilai Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji Edgewise pada Berbagai Jenis Perekat (kg/cm²)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistyrena
1 : 8 : 1	1	471,33	676,97	488,80
	2	578,13	606,68	519,92
	3	557,14	616,07	551,79
	4	535,51	690,72	562,50
	5	573,32	878,57	567,52
Jumlah		2715,44	3469,01	2690,53
Rata-rata		543,09	693,80	538,11
3 : 14 : 3	1	549,08	825,00	634,24
	2	553,42	675,00	636,54
	3	549,08	574,24	659,77
	4	766,31	782,14	600,00
	5	660,84	646,02	529,64
Jumlah		3078,73	3502,40	3060,19
Rata-rata		615,75	700,48	612,04
1 : 3 : 1	1	777,45	976,44	787,17
	2	808,74	544,57	772,59
	3	717,30	842,24	760,71
	4	673,47	704,57	750,00
	5	684,21	703,96	583,09
Jumlah		3661,18	3771,78	3653,57
Rata-rata		732,24	754,36	730,71
1 : 2 : 1	1	926,79	872,58	719,70
	2	902,26	940,90	762,88
	3	907,34	953,57	758,02
	4	908,19	803,47	701,87
	5	798,21	900,00	776,79
Jumlah		4442,79	4470,52	3719,24
Rata-rata		888,56	894,10	743,85

Lampiran 10. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji *Edgewise* dengan Menggunakan Perekat PVAc

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	341050,47	113683,49	26,19**	3,24	5,29
Galat	16	69452,80	4340,80			
Total	19	410503,27				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 11. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji *Edgewise* dengan Menggunakan Perekat Epoxy

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	129693,31	43231,10	3,28 ^m	3,24	5,29
Galat	16	210301,88	13143,86			
Total	19	339995,20				

^m berpengaruh tidak nyata pada α 0,05

Lampiran 12. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina untuk Uji *Edgewise* dengan Menggunakan Perekat Polistyrena

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	145656,92	48552,30	16,63**	3,24	5,29
Galat	16	46714,23	2919,63			
Total	19	192371,15				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 13. Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Sampel Utuh Kayu Lamina (kg/cm²)

Sampel	Ulangan	Nilai Modulus Elastisitas (MOE) (kg/cm²)
Jati	1	180198,62
	2	207378,66
	3	216547,32
	4	186196,63
	5	120835,20
Jumlah		911156,43
Rata-rata		182231,2853
Kapuk randu	1	52413,90
	2	43804,35
	3	86369,71
	4	56632,75
	5	80067,50
Jumlah		319288,21
Rata-rata		63857,6414

Lampiran 14. Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji Flatwise pada Berbagai Jenis Perekat (kg/cm²)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistirena
1 : 8 : 1	1	83044,45	151949,32	44797,23
	2	114794,01	112799,43	78461,05
	3	82110,59	68141,84	97336,70
	4	66224,49	94162,28	52456,11
	5	105651,80	121072,79	107887,54
Jumlah		412078,34	548125,66	380938,63
Rata-rata		82415,67	109625,13	76187,72
3 : 14 : 3	1	154391,33	87936,90	85143,65
	2	128747,47	103768,74	95401,75
	3	102549,26	77731,29	63820,67
	4	124393,24	241856,08	108638,59
	5	92092,25	85374,69	101957,00
Jumlah		602173,55	596667,70	454961,66
Rata-rata		120434,71	119333,54	90992,33
1 : 3 : 1	1	114491,55	97266,91	98708,45
	2	109984,61	159122,94	107101,98
	3	111573,50	114183,02	114491,92
	4	152805,39	108912,77	144482,96
	5	115724,22	133102,06	103945,74
Jumlah		604579,27	612587,70	568731,05
Rata-rata		120915,85	122517,54	113746,21
1 : 2 : 1	1	134652,19	164441,28	160072,94
	2	146650,36	193907,52	157173,56
	3	116944,56	132235,87	149679,22
	4	104697,31	159772,12	92963,80
	5	142763,63	123154,53	47141,08
Jumlah		645708,05	773511,32	607030,60
Rata-rata		129141,61	154702,27	121406,12

Lampiran 15. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji *Flatwise* dengan Menggunakan Perekat PVAc

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	4356073467	1452024489,0	3,59*	3,24	5,29
Galat	16	6456674089	403542130,53			
Total	19	10812747566				

* berpengaruh nyata pada α 0,01

Lampiran 16. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji *Flatwise* dengan Menggunakan Perekat Epoxy

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	5736695190	1912231729,8	1,07 ^{tn}	3,24	5,29
Galat	16	28517898776	1782368673,5			
Total	19	34254593966				

^{tn} berpengaruh tidak nyata pada α 0,05

Lampiran 17. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji *Flatwise* dengan Menggunakan Perekat Polistyrena

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	6469913651	2156637883,7	2,23 ^{tn}	3,24	5,29
Galat	16	15439137542	964946096,37			
Total	19	21909051193				

^{tn} berpengaruh tidak nyata pada α 0,05

Lampiran 18. Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji *Edgewise* pada Berbagai Jenis Perekat (kg/cm^2)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistirena
1 : 8 : 1	1	51028,92	77179,74	132928,5
	2	72189,85	72824,43	92190,58
	3	64759,04	81440,54	93258,75
	4	61038,18	63647,48	107393,4
	5	68354,33	68151,21	71092,64
Jumlah		317370,32	363243,40	496863,85
Rata-rata		63474,06	72648,68	99372,78
3 : 14 : 3	1	80878,17	87426,87	89702,66
	2	62913,08	88597,47	112823,9
	3	62606,16	69121,67	85013,78
	4	80529,67	91111,30	97422,72
	5	77849,62	90571,28	85570,77
Jumlah		364776,70	426828,59	470533,83
Rata-rata		72955,34	85365,72	94106,77
1 : 3 : 1	1	102491,60	110540,90	96986,95
	2	109657,80	79397,88	103351,5
	3	111801,70	91616,36	97218,07
	4	80600,66	81785,42	112857,1
	5	112036,3	82000,01	91788,18
Jumlah		516588,06	445340,57	502201,80
Rata-rata		103317,59	89068,11	100440,37
1 : 2 : 1	1	102970,4	159214,8	80851,53
	2	118104,0	114582,6	90078,07
	3	102388,9	109072,7	85073,78
	4	104516,8	106522,2	119599,0
	5	109137,8	104115,9	147641,8
Jumlah		537117,90	593508,20	523244,18
Rata-rata		107423,60	118701,62	104648,82



Lampiran 19. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji *Edgewise* dengan Menggunakan Perekat PVAc

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	7169686871	2389895623,7	25,66**	3,24	5,29
Galat	16	1489869160	93116822,50			
Total	19	8659556031				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 20. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji *Edgewise* dengan Menggunakan Perekat Epoxy

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	5694163032	1898054344	9,16**	3,24	5,29
Galat	16	3313942452	207121403,23			
Total	19	9008105484				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 21. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina untuk Uji *Edgewise* dengan Menggunakan Perekat Polistyrena

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	282084568,9	94028189,62	0,24 ^m	3,24	5,29
Galat	16	6108839162	381802447,63			
Total	19	6390923731				

^m berpengaruh tidak nyata pada α 0,05

Lampiran 22. Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat Sampel Utuh Kayu Lamina (kg/cm²)

Sampel	Ulangan	Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat (kg/cm ²)
Jati	1	404,56
	2	387,76
	3	425,17
	4	415,82
	5	434,89
Jumlah		2068,19
Rata-rata		413,64
Kapuk randu	1	142,86
	2	176,80
	3	196,79
	4	186,68
	5	164,28
Jumlah		867,41
Rata-rata		173,48

Lampiran 23. Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina pada Berbagai Jenis Perekat (kg/cm^2)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistyrena
1 : 8 : 1	1	200,53	260,20	211,37
	2	204,08	279,40	206,63
	3	248,88	290,82	79,08
	4	216,84	267,25	211,73
	5	184,65	225,56	187,97
Jumlah		965,78	1323,23	896,79
Rata-rata		193,16	264,65	179,36
3 : 14 : 3	1	231,23	339,29	188,78
	2	284,01	370,57	181,58
	3	228,25	188,78	225,56
	4	145,01	378,63	204,08
	5	204,08	196,43	165,82
Jumlah		1092,57	1473,68	965,81
Rata-rata		218,51	294,74	193,16
1 : 3 : 1	1	228,38	281,83	279,40
	2	208,94	293,97	179,43
	3	295,92	322,23	140,91
	4	285,71	341,84	286,92
	5	250,52	334,18	289,12
Jumlah		1259,48	1574,06	1171,27
Rata-rata		251,90	314,81	234,25
1 : 2 : 1	1	211,73	359,69	255,10
	2	322,23	293,97	247,81
	3	260,20	341,84	255,10
	4	382,65	343,45	242,95
	5	377,55	268,53	271,21
Jumlah		1554,38	1607,49	1272,19
Rata-rata		310,88	321,50	254,44

Lampiran 24. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina dengan Menggunakan Perekat PVAc

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	31033,17	10344,39	4,12*	3,24	5,29
Galat	16	40211,18	2513,19			
Total	19	71244,35				

* berpengaruh nyata pada α 0,01

Lampiran 25. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina dengan Menggunakan Perekat Epoxy

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	9771,73	3257,24	1,11 ⁱⁿ	3,24	5,29
Galat	16	46722,39	2920,15			
Total	19	56494,14				

ⁱⁿ berpengaruh tidak nyata pada α 0,05

Lampiran 26. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina dengan Menggunakan Perekat Polistyrena

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	18363,86	6121,28	2,76 ⁱⁿ	3,24	5,29
Galat	16	35528,75	2220,55			
Total	19	53892,61				

ⁱⁿ berpengaruh tidak nyata pada α 0,01