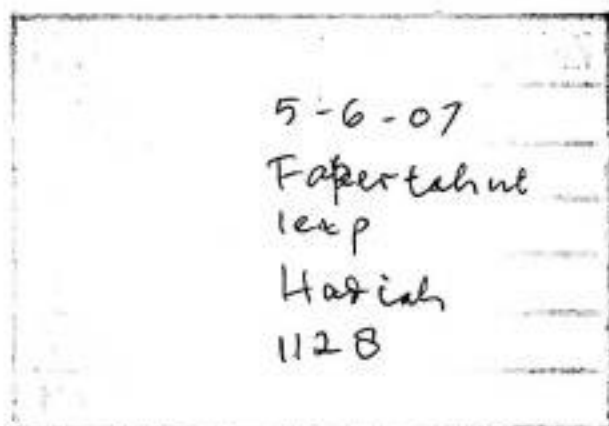




**SIFAT MEKANIS KAYU LAMINA DARI KAYU
CENRANA (*Pterocapus indicus*) DAN KAYU KEMIRI
(*Aleurites moluccana*)**

OLEH :

**NOPA PATABANG
G 521 01 047**



**JURUSAN KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul skripsi : Sifat Mekanis Kayu Lamina dari Kayu Cenrana (*Pterocarpus indicus*) dan Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana*)

Nama : Nopa Patabang

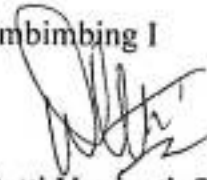
No. Pokok : G 521 01 047

Program Studi : Teknologi Hasil Hutan

**Skripsi Ini Dibuat sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Kehutanan pada Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin**


Menyetujui
Komisi Pembimbing

Pembimbing I


Andi Detti Yuniarti, S.Hut, MP
NIP. 132 133 947

4/6/07

Pembimbing II


Suhasman, S.Hut, M.Si
NIP.132 262 296

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian dan Kehutanan
Universitas Hasanuddin


 Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc
Tanggal :

ABSTRAK

Nopa Patabang (G 521 01 047). Sifat Mekanis Kayu Lamina Dari Kayu Cenrana (*Pterocarpus indicus*) dan Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana*), di bawah bimbingan Andi Detti Yuniarti dan Suhasman.

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui sifat mekanis kayu lamina yang terbuat dari kayu cenrana dan kayu kemiri sebagai komponen penyusun kayu lamina. Kegunaannya adalah sebagai bahan informasi dalam pembuatan kayu lamina dan data kekuatan kayu lamina yang dihasilkan dapat dipakai sebagai pedoman dalam konstruksi kayu yang terbuat dari kayu cenrana dan kayu kemiri.

Kegiatan penelitian ini berlangsung dari bulan Oktober sampai Desember 2006. Pembuatan kayu lamina dilakukan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan. Sedangkan pengujian sifat mekanis dilakukan di Laboratorium Metalurgi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan standar JAS (*Japanese Agricultural Standard*) 2003 No. 234 dan untuk menganalisis data digunakan rancangan acak lengkap dengan variasi waktu kempa yang terdiri atas empat taraf yaitu 12 jam, 18 jam, 24 jam dan 30 jam, dimana setiap perlakuan diulang sebanyak lima kali. Jenis perekat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu perekat epoxy, PVAc dan polistirena. Untuk menganalisis pengaruh perlakuan pada setiap taraf yang berbeda dilakukan uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

Hasil analisis data menunjukkan bahwa perbedaan waktu kempa tidak mempengaruhi modulus elastisitas dan keteguhan patah untuk uji *flatwise* maupun keteguhan tekan sejajar serat. Sedangkan untuk uji *edgewise* waktu kempa mempengaruhi modulus elastisitas dan keteguhan patah pada perekat PVAc. Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu kempa mempengaruhi nilai keteguhan rekat kemiri-kemiri pada perekat polistirena, demikian pula untuk keteguhan rekat cenrana-cenrana pada perekat polistirena. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan 50 % kayu cenrana dan 50 % kayu kemiri menghasilkan kekuatan yang relatif hampir sama dengan kayu utuh dari kayu cenrana.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah Bapa atas kasih, rahmat dan pertolongannya penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian serta penyusunan skripsi ini, khususnya kepada :

1. Ibu *Andi Detti Yuniarti, S.Hut,MP* dan Bapak *Suhasman, S.Hut,M.Si* selaku pembimbing dalam penyusunan skripsi ini, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.
2. Bapak *Ir. Beta Putranto, M.Sc*, Bapak *Ir. Bakri, M.Sc* dan Ibu *Astuti Arif, S.Hut* selaku penguji.
3. Bapak *Ir. H. Muh. Restu, MP* selaku ketua jurusan Kehutanan dan seluruh staf pengajar dan Karyawan Jurusan Kehutanan.
4. Bapak *Dr.Ir. Musrizal Muin, M.Sc* selaku Penasehat Akademik yang selalu mengikuti perkembangan dan memberikan arahan selama dibangku kuliah.
5. Kepada seluruh *Dosen* dan *Staf Jurusan Kehutanan*, yang banyak membantu dalam hal proses belajar mengajar maupun dalam segala urusan administrasi.

6. Sahabatku *Sitti Nersia Era* dan *Yunice Loto payung*, terima kasih atas bantuannya yang begitu besar terhadap penulis, serta dukungan dan semangat dalam penulisan ini.

Teristimewa kepada Papa dan Mama serta saudara-sauradaku tercinta terima kasih atas limpahan kasih sayang, perhatian serta doanya yang selalu menyertai langkahku, semoga Tuhan Yesus Kristus selalu memberkati dan selalu menyatukan kita semua dalam kasih.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca. Akhirnya penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru bagi kita semua.

Makassar, 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
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	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Gambaran Umum Kayu Cenrana dan Kayu Kemiri	3
1. Kayu Cenrana	3
2. Kayu Kemiri	4
B. Pengertian Kayu Lamina	4
C. Sifat Mekanis	6
D. Pembuatan Kayu Lamina	8
1. Pemilihan dan Persiapan Bahan Baku	9
2. Penyusunan Lapisan	12
3. Perekatan	12
4. pengempaan	13

E. Perekat	14
1. Polivinyl Acetatet	14
2. Polistirena	15
3. Epoxy	16
 III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat	18
B. Alat dan Bahan	
1. Alat	18
2. Bahan	19
C. Prosedur Kerja	
1. Pembuatan Kayu Lamina	19
2. Pembuatan Contoh Uji	22
3. Pelaksanaan Pengujian	25
4. Rancangan Percobaan	28
 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Modulus Elastisitas	30
B. Keteguhan Patah	35
C. Keteguhan Tekan Sejajar Serat	39
D. Keteguhan Rekat	41
 V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	50
B. Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas Kayu Lamina Pada Uji <i>Flatwise</i> dan Uji <i>Edgewise</i>	31
2.	Nilai Rata-rata Modulus Patah Kayu Lamina pada Uji <i>Flatwise</i> dan <i>Edgewise</i>	36
3.	Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina	40
4.	Nilai Rata-rata Keteguhan Rekat Kayu Lamina	43

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Proporsi Lapisan Kayu Lamina	21
2.	Keteguhan Rekat Kayu Lamina	22
3.	Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina	23
4.	MOE kayu Lamina Uji <i>Flatwise</i>	24
5.	MOE kayu Lamina Uji <i>Edgewise</i>	24
6.	Nilai MOE Pada Berbagai Jenis Perekat Uji <i>Flatwise</i>	32
7.	Nilai MOE Pada Berbagai Jenis Perekat Uji <i>Edgewise</i>	33
8.	Nilai MOR Pada Berbagai Jenis Perekat Uji <i>Flatwis</i>	37
9.	Nilai MOR Pada Berbagai Jenis Perekat Uji <i>Edgewise</i>	37
10.	Nilai Keteguhan Tekan Pada Berbagai Jenis Perekat.....	40
11.	Nilai Keteguhan Rekat Untuk Kemiri-Kemiri	45
12.	Nilai Keteguhan Rekat Untuk Cenrana-Cenrana	45
13.	Nilai Keteguhan Rekat Untuk Kemiri-Cenrana	46

DAFTAR LAMPIRAN

No.		Halaman
1.	Nilai MOE Uji <i>Flatwise</i> Perekat Epoxy	54
2.	Analisis Ragam MOE Uji <i>Flatwise</i> Perekat Epoxy	54
3.	Nilai MOE Uji <i>Flatwise</i> Perekat PVAc	54
4.	Analisis Ragam MOE Uji <i>Flatwise</i> Perekat PVAc	54
5.	Nilai MOE Uji <i>Flatwise</i> Perekat Polistirena	55
6.	Analisis Ragam MOE Uji <i>Flatwise</i> Perekat Polistirena	55
7.	Nilai MOR Uji <i>Flatwise</i> Perekat Epoxy	55
8.	Analisis Ragam MOR Uji <i>Flatwise</i> Perekat Epoxy	55
9.	Nilai MOR Uji <i>Flatwise</i> Perekat PVAc	56
10.	Analisis Ragam MOR Uji <i>Flatwise</i> Perekat PVAc	56
11.	Nilai MOR Uji <i>Flatwise</i> Perekat Polistirena	56
12.	Analisis Ragam MOR Uji <i>Flatwise</i> Perekat Polistirena	56
13.	Nilai MOE Uji <i>Edgewise</i> Perekat Epoxy	57
14.	Analisis Ragam MOE Uji <i>Edgewise</i> Perekat Epoxy	57
15.	Nilai MOE Uji <i>Edgewise</i> Perekat PVAc	57
16.	Analisis Ragam MOE Uji <i>Edgewise</i> Perekat P	58
17.	Hasil Uji BNJ Terhadap Nilai MOE Uji <i>Edgewise</i> Perekat PVAc	58
18.	Nilai MOE Uji <i>Edgewise</i> Perekat Polistirena	58
19.	Analisis Ragam MOE Uji <i>Edgewise</i> Perekat Polistirena	58
20.	Nilai MOR Uji <i>Edgewise</i> Perekat Epoxy	58
21.	Analisis Ragam MOR Uji <i>Edgewise</i> Perekat Epoxy	59

22.	Nilai MOR Uji <i>Edgewise</i> Perekat PVAc	59
23.	Analisis Ragam MOR Uji <i>Edgewise</i> Perekat PVAc	59
24.	Hasil Uji BNJ Terhadap Nilai MOR Uji <i>Edgewise</i> Perekat PVAc	59
25.	Nilai MOR Uji <i>Edgewise</i> Perekat Polistirena	60
26.	Analisis Ragam MOE Uji <i>Edgewise</i> Perekat Polistirena	60
27.	Nilai Keteguhan Tekan Perekat Epoxy	60
28.	Analisis Ragam Keteguhan Tekan Perekat Epoxy	60
29.	Nilai Keteguhan Tekan Perekat PVAc	61
30.	Analisis Ragam Keteguhan Tekan Perekat PVAc	61
31.	Nilai Keteguhan Tekan Perekat Polistirena	61
32.	Analisis Ragam Keteguhan Tekan Perekat Polistirena	61
33.	Nilai Keteguhan Rekat Kemiri-Kemiri Perekat Epoxy	62
34.	Analisis Ragam Keteguhan Rekat Kemiri-Kemiri Perekat Epoxy	62
35.	Nilai Keteguhan Rekat Kemiri-Kemiri Perekat PVAc	62
36.	Analisis Ragam Keteguhan Rekat Kemiri-Kemiri Perekat PVAc	62
37.	Nilai Keteguhan Rekat Kemiri-Kemiri Perekat Polistirena	63
38.	Analisis Ragam Keteguhan Rekat Kemiri-Kemiri Perekat Polistirena	63
39.	Hasil Uji BNJ Terhadap Keteguhan Rekat Kemiri-Kemiri Perekat Polistirena	63
40.	Nilai Keteguhan Rekat Cenrana-Cenrana Perekat Epoxy	64
41.	Analisis Ragam Keteguhan Rekat Cenrana-Cenrana Perekat Epoxy	64

42.	Hasil Uji BNJ Terhadap Keteguhan Rekat Cenrana-Cenrana Perekat Epoxy	64
43.	Nilai Keteguhan Rekat Cenrana-Cenrana Perekat PVAc	64
44.	Analisis Ragam Keteguhan Rekat Cenrana-Cenrana Perekat PVAc	65
45.	Nilai Keteguhan Rekat Cenrana-Cenrana Perekat Polistirena	65
46.	Analisis Ragam Keteguhan Rekat Cenrana-Cenrana Perekat Polistirena	65
47.	Hasil Uji BNJ Terhadap Keteguhan Rekat Cenrana-Cenrana Perekat Polistirena	65
48.	Nilai Keteguhan Rekat Kemiri-Cenrana Perekat Epoxy	66
49.	Analisis Ragam Keteguhan Rekat Kemiri-Cenrana Perekat Epoxy.....	66
50.	Hasil Uji BNJ Terhadap Keteguhan Rekat Kemiri-Cenrana Perekat Epoxy	66
51.	Nilai Keteguhan Rekat Kemiri-Cenrana Perekat PVAc	
52.	Analisis Ragam Keteguhan Rekat Kemiri-Cenrana Perekat PVAc	67
53.	Nilai Keteguhan Rekat Kemiri-Cenrana Perekat Polistirena	67
54.	Analisis Ragam Keteguhan Rekat Kemiri-Cenrana Perekat Polistirena	67
55.	Persen Kerusakan Keteguhan Rekat Kemiri-Kemiri Untuk Perekat Epoxy	68
56.	Persen Kerusakan Keteguhan Rekat Kemiri-Kemiri Untuk Perekat PVAc	68
57.	Persen Kerusakan Keteguhan Rekat Kemiri-Kemiri Untuk Perekat Polistirena	68
58.	Persen Kerusakan Keteguhan Rekat Cenrana-Cenrana Untuk Perekat Epoxy	68

59.	Persen Kerusakan Keteguhan Rekat Cenrana-Cenrana Untuk Perekat PVAc	69
60.	Persen Kerusakan Keteguhan Rekat Cenrana-Cenrana Untuk Perekat Polisirena	69
61.	Persen Kerusakan Keteguhan Rekat Kemiri-Cenrana Untuk Perekat Epoxy	69
62.	Persen Kerusakan Keteguhan Rekat Kemiri-Cenrana Untuk Perekat PVAc	70
63.	Persen Kerusakan Keteguhan Rekat Kemiri-Cenrana Untuk Perekat Polistirena	70
64.	Persen Kadar Air Untuk Kayu Cenrana dan Kayu Kemiri	70

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Keperluan masyarakat akan kayu sebagai bahan bangunan dan keperluan lain makin meningkat sesuai dengan pertambahan penduduk. Kemajuan teknologi yang telah berhasil membuat beberapa macam bahan sintesis ternyata belum dapat menggantikan kayu secara besar-besaran sehingga kenaikan pemakaian kayu terus melaju. Sementara sampai saat ini masyarakat hanya menggunakan jenis-jenis tertentu saja sebagai bahan bangunan. Kenyataan menunjukkan bahwa dengan hanya mengandalkan jenis-jenis kayu tertentu saja maka dimasa yang akan datang masyarakat akan kekurangan bahan baku. Untuk mengantisipasi kekurangan bahan baku kayu tersebut maka perlu dipikirkan upaya pemakaian jenis-jenis kayu yang kurang dimanfaatkan seperti kemiri (*Aleurites moluccana*) dan cenrana (*Pterocarpus indicus*)

Kebutuhan kayu di Indonesia sebagian besar diperoleh dari hutan alam, sementara ketersediaan kayunya terus mengalami penurunan. Untuk mengurangi pemakaian jenis kayu dari hutan alam tersebut dan untuk menjaga kelestariannya maka dilakukan upaya untuk memanfaatkan jenis kayu yang berasal dari hutan rakyat. Jenis kayu dari hutan rakyat pada umumnya berdiameter kecil, berumur muda, dan dalam penggunaannya diperlukan penanganan khusus. Salah satu cara dapat dilakukan dengan membuat kayu komposit atau dikenal dengan istilah balok lamina (Glulam).

Balok lamina adalah balok yang diperoleh dari hasil perekatan papan tipis yang disusun sejajar serat dengan menggunakan perekat. Balok lamina lebih efisien dibanding dengan kayu utuh karena dapat dibuat dengan cara menggabungkan jenis kayu kuat dengan kayu lemah. Selain itu balok lamina dapat dibuat dalam berbagai variasi, bentuk, ukuran dan jumlah lapisan, sehingga dapat menghasilkan ukuran yang relatif besar (Abdurachman dan Hadjip, 2005)

Mengingat pentingnya pengetahuan mengenai sifat kayu lamina maka perlu dilakukan penelitian mengenai sifat mekanis kayu lamina yang terdiri atas keteguhan lentur, keteguhan geser, dan keteguhan tekan sejajar serat.

B. Tujuan dan Kegunaan

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanis kayu lamina yang terbuat dari kayu cenrana dan kemiri sebagai komponen penyusun kayu lamina. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai bahan informasi dalam pembuatan kayu lamina dan data kekuatan kayu lamina yang dihasilkan dapat dipakai sebagai pedoman dalam konstruksi kayu yang terbuat dari kayu cenrana dan kayu kemiri

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gambaran Umum Kayu Cenrana dan Kayu Kemiri

1. Kayu Cenrana (*Pterocarpus indicus*)

Cenrana termasuk famili Papilionaceae. Di Indonesia tanaman ini banyak dijumpai di daerah Jawa, Sulawesi, Maluku, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur dan Irian Jaya. Cenrana tumbuh pada daerah berpasir dan tergenang seperti pada tanah bergambut, akarnya tahan terhadap kekurangan zat asam. Jenis ini tumbuh terpencah bercampur dengan jenis-jenis lain di dalam hutan tropis, dengan tipe curah hujan A – D pada ketinggian 0 – 800 m dpl (Martawijaya, dkk. 1981).

Cenrana memiliki batang tidak teratur dan bercabang melebar. Kulit pada waktu muda licin berwarna abu-abu yang kemudian menjadi gelap dan kulitnya menjadi kasar sesuai dengan penambahan umur. Tajuknya lebat berwarna hijau tua, mengkilat, daunnya majemuk, berselingan, berbentuk bundar telur. Pada musim kemarau daunnya merontok, bunganya kuning indah, buahnya bulat, pipih dan tipis (Sastrapradja, dkk. 1997).

Kekuatan dan keawetannya termasuk kelas II dengan berat jenis 0,39 – 0,94. memiliki tekstur yang halus dan arah serat lurus, berpadu atau bergelombang. Kayunya dapat digunakan antara lain untuk kayu perkakas, seni ukir dan pahat, kayu bangunan, lantai, papan, finis mewah, jembatan, kayu perkapalan dan alat gambar (PIKA, 1991).

2. Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana*)

Kayu kemiri merupakan famili Euphobiaceae. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada tanah-tanah kapur dan tanah berpasir di pantai, juga tumbuh pada podsolik yang kurang subur sampai yang subur pada tanah-tanah litosol. Di Indonesia kemiri tersebar hampir di seluruh pelosok nusantara dengan jumlah terbanyak ada di Sulawesi, Jawa, Maluku, dan Sumatra Utara. Kemiri di kebun-kebun ditanam hanya untuk memperoleh buah, sedangkan di bidang kehutanan menanamnya untuk menghasilkan kayu (terutama di Jawa Timur) (Paimin, 1994). Menurut Sunanto (1994), tanaman kemiri dapat tumbuh dan berproduksi baik dalam ketinggian 0 – 800 m dpl. Tanaman kemiri dapat juga tumbuh pada lahan berkonfigurasi datar, bergelombang dan bertebing yang curam.

Kayu kemiri memiliki berat jenis 0,23 – 0,44. Dewasa ini kayu kemiri dimanfaatkan secara optimal karena lebih diutamakan untuk diambil buahnya. Kayu kemiri selain dimanfaatkan buahnya dapat juga dijadikan sebagai peti, korek api, maupun pulp (PIKA, 1991). Kayu memiliki penyusutan sampai kering tanur 2,8 % untuk arah radial dan 5,5 % untuk arah tangensial (Martawijaya, dkk, 1981).

B. Pengertian Kayu Lamina

Hansen (1955) dalam Hamsah (1991) mengemukakan kayu lamina adalah suatu konstruksi dari kayu yang tersusun dari lembaran atau lapisan-lapisan yang digabungkan dengan menggunakan perekat atau alat sambung mekanis. Istilah ini sering digunakan terhadap lembaran dengan ketebalan tertentu yang digolongkan sebagai finis dan arah serat semua lapisan adalah sejajar, dapat berbentuk lurus,

melengkung, atau gabungan dari keduanya. Kayu lamina berbeda dengan kayu lapis, karena pada kayu lapis arah serat masing-masing saling tegak lurus satu sama lainnya. Menurut Freas dan Selbo (1954) dalam Hamzah (1991), kayu lamina merupakan konstruksi yang dibuat melalui perekatan lembaran-lembaran finis atau kayu gergajian dimana serat dan lapisan sejajar.

Curry (1956) dalam Masano (1973) menyatakan bahwa kayu lamina yang berukuran besar dapat dibuat dari kayu-kayu kecil sehingga akan lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan kayu utuh (*Solid wood*). Kelemahan yang terjadi dapat dibatasi atau dikurangi melalui laminasi yang menghasilkan kualitas dan bentuk yang lebih baik.

Freas dan Selbo (1954) dalam Hamsah (1991) mengemukakan bahwa kayu lamina dapat berbentuk balok yang lurus dan melengkung. Untuk balok lamina yang lurus dapat digunakan pada kedua sisi berdasarkan arah beban yang mengenai bidang lapisan kayu lamina, maka kayu lamina dapat dibedakan kedalam dua jenis yaitu : kayu lamina horisontal dan vertikal. Kayu lamina horisontal adalah kayu lamina yang dirancang sedemikian rupa dimana dimensi bidang lapisan yang lebih luas kira-kira tegak lurus terhadap arah beban, sedangkan kayu lamina vertikal adalah kayu lamina yang dirancang sedemikian rupa dimana bidang lapisan yang lebih luas kira-kira sejajar dengan arah beban.

Miles dan Kuenzel (1956) dalam Sutigno dan Masano (1986), mengemukakan beberapa kebaikan dari kayu lamina :

1. Persediaan bahan meningkat karena dari kayu berukuran kecil dapat menghasilkan balok berukuran besar.
2. Dapat menghasilkan bahan yang lebih panjang dan lebih tebal.
3. Kelemahan yang terdapat pada kayu utuh dapat dibatasi atau dikurangi.
4. Dapat dibuat bentuk yang melengkung serta penampang lintang yang bermacam-macam sesuai dengan pemuatan beban.
5. Dapat dibuat dari kayu berkualitas rendah dan menghasilkan bahan yang berkualitas lebih baik.

C. Sifat Mekanis

Ginoga (1982) dalam Munira (1995) mengemukakan bahwa 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. Sedangkan menurut Dumanauw (1990), sifat-sifat mekanik atau kekuatan kayu adalah kemampuan menahan beban dari luar, yang dimaksud beban dari luar adalah gaya-gaya diluar benda yang mempunyai kecenderungan untuk mengubah bentuk dan besarnya benda.

Menurut Haygreen dan Bowyer (1982), kekuatan dan ketahanan terhadap perubahan bentuk suatu bahan disebut sebagai sifat-sifat mekanisnya. Kekuatan adalah kemampuan suatu bahan untuk memikul beban atau gaya yang mengenainya. Ketahanan terhadap perubahan bentuk menentukan banyaknya bahan yang dimampatkan, terpuntir dan terlengkung oleh suatu benda yang mengenainya.

Kekuatan kayu memegang suatu peranan penting dalam penggunaan kayu untuk bangunan, perkakas dan penggunaan lainnya. Hakikatnya hampir pada semua penggunaan kayu membutuhkan syarat kekuatan, yang dapat dibedakan dalam beberapa macam kekuatan yaitu keteguhan lentur (lengkung), keteguhan tekan, keteguhan geser, keteguhan pukul dan keteguhan tarik (Dumanauw, 1990).

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 (Dumanauw, 1990). Ginoga (1974) dalam Munirah (1995) mengemukakan bahwa pengujian keteguhan lentur terbagi dalam dua bagian berdasarkan besarnya beban yang dapat diberikan yaitu keteguhan statis sampai batas proporsi dan keteguhan lentur sampai batas patah. Pada pembebanan sampai batas proporsi, dimana perubahan bentuk dan ukuran yang terjadi tidak tetap. Sedangkan pada pembebanan sampai batas patah, pembebanan yang terjadi mengakibatkan perubahan yang bersifat tetap.

Menurut Dumanauw (1990), keteguhan geser adalah suatu ukuran kekuatan kayu dalam hal menahan gaya-gaya, yang membuat suatu bagian kayu tersebut bergeser atau bergelincir dari bagian lain didekatnya. Dalam hubungan ini dibedakan tiga macam keteguhan yaitu keteguhan sejajar arah serat, keteguhan tegak lurus serat dan keteguhan geser miring. Pada keteguhan geser tegak lurus arah serat jauh lebih besar dari pada keteguhan geser sejajar arah serat.

Keteguhan tekan suatu jenis kayu adalah kekuatan kayu untuk menahan 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 (Dumanauw, 1990). Keteguhan tekan sejajar serat menentukan beban yang dapat dipikul suatu gelagar, sedangkan keteguhan tegak lurus serat penting dalam rancangan sambungan. Sambungan kayu dalam suatu bangunan dan pada penyangga gelagar (Haygreen dan Bowyer, 1982).

D. Proses Pembuatan Kayu Lamina

Menurut Freas dan Selbo (1954) dalam Hamsah (1991), dalam membuat kayu lamina dibutuhkan lebih banyak pertimbangan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan dibandingkan dengan kayu utuh. Hal ini disebabkan karena struktur kayu lamina membutuhkan kekuatan yang cukup konstan dalam pemakaiannya, di samping itu karena bentuknya perlu disesuaikan dengan tujuan pemakaian, maka diperlukan pertimbangan khusus pula tentang kekuatan. Proses pembuatan kayu lamina terdiri atas :

1. Pemilihan dan persiapan kayu

Tsoumis (1991) mengemukakan proses pembuatan kayu lamina dimulai dengan persiapan kayu, selanjutnya dilakukan pemesian, pelaburan perekat, penyusunan lapisan, pengempaan dan proses akhir berupa penyesuaian ukuran. Faktor-faktor yang penting dalam menghasilkan kayu lamina adalah jenis dan 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 bahan kayu lamina ditentukan dengan adanya pengaruh cacat kayu seperti mata kayu dan serat miring dan pertumbuhan batang seperti lebar, lingkaran pertumbuhan, terhadap kekuatan struktur laminasi. Cacat kayu seperti mata kayu dan kantong resin mempunyai pengaruh merugikan terhadap perekatan. Pembuatan kayu lamina juga membutuhkan kayu berserat lurus tanpa cacat. Kayu teras baik digunakan pada konstruksi yang tidak terlindung dari cuaca (Tsoumis, 1991).

b. Kadar Air Kayu

Menurut Freas dan Selbo (1954) dalam Hamsah (1991), kadar air kayu yang akan dibuat menjadi kayu lamina akan mempengaruhi kekuatan kayu yang akan dihasilkan. Kadar air standar kayu untuk menghasilkan kayu lamina yang lebih kuat berkisar antara 7 – 15 %, sedangkan kadar air yang berada di bawah atau di atas kadar air standar akan dapat menyebabkan penyusutan dan pengembangan kayu setelah perekatan. Dalam perekatan, kadar air kayu yang akan dianjurkan adalah 12-15 %. Pada kadar air 8 – 10 %, kayu akan masih mengalami peningkatan kadar air bila digunakan di luar ruangan. Cara penyeragaman kadar air yang paling baik adalah melalui *kilndrying*

c. Penyimpanan kayu

Menurut Freas dan Selbo (1954) dalam Hamsah. (1991), setelah kadar air kayu seragam sesuai dengan standar maka perlu dilakukan penyimpanan untuk menjaga kestabilan kadar air. Penyimpanan dapat dilakukan pada suhu kamar.

Misdarti dan Kusumedi (2004) mengemukakan papan yang telah dipotong dapat 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.



d. Pemotongan

Menurut Freas dan Selbo (1954) dalam Hamsah (1991), waktu pemotongan kayu harus memperhatikan kerusakan yang bisa timbul pada kayu. Pemotongan arah melintang dan penghalusan kayu yang sering menimbulkan kerusakan sehingga dapat menurunkan kualitas. Untuk kayu lunak dapat dipotong dengan ukuran yang panjang sedangkan kayu keras umumnya berukuran lebih pendek.

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

e. Pemilihan arah serat

Menurut Freas dan Selbo (1954) dalam Hamsah (1991), arah serat dari kayu harus diperhatikan untuk pembuatan kayu lamina diperlukan kayu yang berserat lurus atau kemiringan arah serat tidak lebih dari 45 %.

2. Penyusunan Lapisan

Penyusunan lapisan dilakukan setelah pelaburan perekat. Cara penyusunan tergantung pada produk lamina yang akan dihasilkan dan bentuk-bentuk bagiannya. Dihubungkan dengan metode penggunaan tekanan, penyusunan lapisan sebaiknya dilakukan dengan menggunakan kecepatan penyusunan tertentu, karena pada keadaan

tertentu lamanya waktu yang ada antara pelaburan dan pengempaan ditentukan. Waktu penyusunan lapisan berbeda-beda tergantung jenis perekat, jenis kayu dan suhu saat penyesuaian lapisan (Tsoumis, 1991).

Menurut Freas dan Selbo (1954) dalam Hamsah (1991), perencanaan penyambungan kayu dalam laminating sangat diperlukan agar proses perekatan berjalan dengan baik. Penentuan letak sambungan harus sesuai, sebab kekuatan kayu lamina dipengaruhi oleh letak sambungan. Penyambungan kayu lamina dapat dilakukan dengan dua cara yaitu penyambungan tepi dan penyambungan ujung. Penyambungan tepi dilakukan untuk mendapatkan kayu lamina dengan ukuran yang lebih lebar, sedangkan penyambungan ujung dilakukan untuk memperoleh kayu lamina dengan ukuran yang lebih panjang.

3. Perekatan

Menurut Freas dan Selbo (1954) dalam Hamsah (1991), kayu yang akan direkat harus disimpan pada suhu kamar khususnya untuk perekat yang tidak memerlukan suhu tinggi. Permukaan kayu yang akan direkat harus bersih dan bebas dari kotoran, minyak dan sebagainya. Interval antara waktu pelaburan perekat dengan pengempaan tidak boleh terlalu lama. Jika permukaan kayu yang telah dilaburi perekat harus secepatnya direkatkan. Pencampuran perekat pada suhu rendah akan memerlukan waktu yang lebih lama sebelum penyusunan lapisan dibanding pencampuran perekat pada suhu tinggi.

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).

4. Pengempaan

Menurut Freas dan Selbo (1954) dalam Hamsah (1991), pemberian tekanan yang merata akan menghasilkan perekat yang tipis dan menyatu dengan permukaan kayu sehingga kontak antara satu lapisan dengan lapisan lainnya terjadi dengan sempurna. Tekanan yang tidak merata akan menghasilkan lapisan perekat yang tidak merata. Menurut Hansen (1955) dalam Hamsah (1991) bahwa tekanan yang digunakan dalam pengempaan kayu lamina adalah 100 – 200 lb. Pengempaan yang dilakukan tidak boleh lebih dari 20 menit setelah pelaburan perekat jika kedua permukaan kayu dilaburi perekat, dan tidak lebih dari 15 menit jika pelaburan perekat hanya dilakukan pada satu permukaan saja.

E. Perekat

Perekat adalah suatu bahan yang dapat menahan dua benda atau lebih berdasarkan ikatan permukaan. Bahan yang dapat digunakan sebagai perekat adalah bahan cairan yang mampu membasahi permukaan dari suatu bahan padat

dan dapat mengeras. Ikatan permukaan dapat terjadi apabila cairan perekat masuk ke dalam benda yang direkat kemudian mengeras dan adanya gaya tarik menarik antara molekul perekat dengan molekul benda yang direkat (Sutigno, 1991).

Menurut Ruhendi dan Hadi (1997) dalam Suhasman (2005), bahwa terdapat empat faktor utama yang mempengaruhi kualitas perekatan yaitu kualitas adheren, kualitas perekat, proses perekatan dan kondisi penggunaan produk. Berbagai jenis perekat yang dikenal dan digunakan secara luas untuk berbagai produk salah satunya adalah perekat yang tidak berbasis pada senyawa formaldehida. Beberapa jenis perekat yang tidak mengandung senyawa formaldehida adalah :

a. Polivinyl Acetate (PVAc)

Subramanian (1983) dalam Suhasman (2005) mengemukakan bahwa perekat PVA merupakan perekat yang sangat baik untuk material selulosic dan digunakan secara luas untuk perekatan kertas dan pengerjaan kayu dengan berbagai variasi produk. Kekuatan rekat yang tinggi, warna garis rekat, serta aplikasi yang mudah merupakan kelebihan perekat PVA dalam penggunaannya sebagai perekat kayu.

Hal yang sama dikemukakan juga oleh Yap (1984) bahwa perekat PVA banyak digunakan dalam industri perkayuan karena dianggap sangat mudah penggunaannya, memberi keteguhan rekat tinggi pada kelembaban dan temperatur normal, namun akan menjadi lunak bila terkena panas dan sambungan akan

meregang pada tegangan tinggi. Jika dikenai temperatur tinggi, daya rekat akan hilang atau berkurang, sementara jika temperatur rendah akan mengeras dan berdaya rekat tinggi.

b. Polistirena

Marta (2001) dalam Suhasman (2005) mengatakan perekat polistirena adalah perekat yang bersifat termoplastik, relatif jernih, transparan, dan dapat menghasilkan sifat balistik dan mekanik yang cukup baik, dapat diberi warna, serta dapat digunakan sebagai bahan pengikat propelan padat. Dalam proses perekatan, perekat melalui lima tahapan untuk membentuk ikatan yaitu pengaliran, transfer, penetrasi, pembasahan, dan pengerasan. Pembentukan ikatan dimulai dengan proses pengaliran dimana perekat mengalir pada bidang rekat. Pada tahap transfer, sebagian perekat berpindah kebidang rekat pasangannya, kemudian pada tahap penetrasi perekat memasuki dan mengisi permukaan kayu yang bersifat porous. Pada tahapan selanjutnya terjadi proses pembasahan yang menunjukkan bahwa pembentukan ikatan telah terjadi antara permukaan kayu dengan perekat, sedangkan pada tahap pengerasan perekat mengeras membentuk ikatan yang kuat.

Menurut Board dan Engineers (1985), perekat polistirena menunjukkan adhesi yang jelek terhadap plastik kecuali polistirena logam. Hal ini menunjukkan adhesi yang lebih baik ke arah permukaan yang berbentuk pori seperti kayu. Polistirena dapat digunakan pada suhu yang rendah yaitu antara 120-130 °C, sifat penghantar listriknya sangat bagus, tahan air, biodeteriorasi, tetapi umumnya mempunyai ketahanan yang jelek terhadap bahan kimia.

Suhasman, dkk. (2005) menyatakan bahwa salah satu cara membuat perekat polistirena dengan mencampurkan stirofoam, bensin, dan terpentin dengan perbandingan 1 : 1 : 0,5 bagian berat. Pembuatan dilakukan dengan terlebih dahulu mencampur stirofoam 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.

c. Epoxy Resin

Menurut Board dan Engineers (1985), perekat epoxy merupakan perekat dari cairan dan padatan yang berisi kelompok epoxyde dan Hardener. Ikatan perekat epoxy menunjukkan perbedaan sifat. Perekat ini mempunyai kekuatan yang sangat baik dan tahan lama dibawah banyak lingkungan. Bahan ini menunjukkan ketahanan jelek terhadap keton dan ester dan ada beberapa bentuk yang tidak tahan terhadap minyak dan air panas.

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 dan mikroorganisme dan pelarut seperti minyak. Kualitas perekatannya berbeda-beda tergantung suhu pengempaan dan penambahan katalis atau bahan aditif. Resin epoxy mengeras pada suhu ruangan hingga pada temperatur tinggi (200°C) serta diperlukan pengempaan ringan (Tsoumis, 1991).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan dari bulan Oktober sampai Desember 2006, dengan lokasi pengambilan sampel di Kota Makassar. Penelitian dilakukan dengan dua tahap yaitu, pembuatan kayu lamina dan pengujian sifat mekanis. Pembuatan kayu lamina dilakukan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan, Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan. Adapun pengujian sifat mekanis kayu lamina dilaksanakan di Laboratorium Metalurgi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Gergaji
2. Mesin serut
3. Mesin amplas
4. Meteran dan kalipper
5. Timbangan
6. Kuas
7. Klem
8. *Universal Testing Machine* merk Torsee's type AW- 4 & 10.

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Dua jenis kayu yaitu kayu kemiri dan kayu cenrana
2. Perekat yang digunakan terdiri atas 3 jenis perekat yaitu :
 - PVAc : Dari jenis lem Fox diproduksi oleh P.T. Dyno Indria. Jakarta Indonesia
 - Epoxy : Dengan menggunakan 2 komponen yaitu hardener dan resin diproduksi oleh P.T Avia Avian.
 - Polistirena : Bahan Campuran terpentin yang digunakan diproduksi P.T.Avia Avian.

C. Prosedur Kerja

1. Pembuatan Kayu Lamina

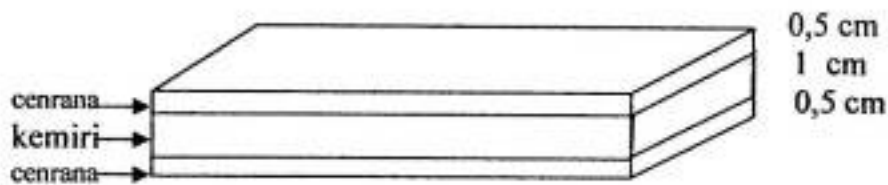
Kayu lamina yang akan dibuat terdiri atas tiga lapisan untuk uji modulus elastisitas dan keteguhan patah maupun keteguhan tekan sejajar serat dan dua lapisan untuk uji keteguhan rekat gabungan kayu kemiri dengan kayu cenrana. Perbandingan kayu kemiri dan kayu cenrana dalam kayu lamina yang akan dibuat adalah 1 : 1. Prosedur pembuatan kayu lamina tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Kayu kemiri dan kayu cenrana yang akan digunakan berupa kayu gergajian.
- b. Mengeringudarkan kayu kemiri dan kayu cenrana dengan cara diangin-anginkan di dalam ruangan hingga kadar airnya $\leq 15\%$ selama dua minggu.
- c. Mengukur kadar air kayu kemiri dan kayu cenrana dengan mengeringtanurkan sampel kayu menggunakan oven pada suhu $\pm 150^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam, selanjutnya dikeluarkan dari oven lalu dimasukkan kedalam desikator selama

15 menit lalu menimbang beratnya. Berat awal (BA) dan berat kering tanur (BKT) sampel ditimbang menggunakan timbangan digital ketelitian 0,01 g.

- d. Menghitung kadar air sampel kayu kemiri dan kayu cenrana dengan rumus $Ka = ((BA - BKT) : BKT) \times 100 \%$.
- e. Membuat bilah kayu kemiri dengan ukuran 35 cm x 2 cm x 1 cm dan kayu cenrana dengan ukuran 35 cm x 2 cm x 0,5 cm menggunakan mesin gergaji untuk contoh uji keteguhan lentur.
- f. Membuat bilah kayu kemiri dengan ukuran 10 cm x 2 cm x 1 cm dan bilah kayu cenrana dengan ukuran 10 cm x 2 cm x 0,5 cm menggunakan mesin gergaji untuk contoh uji keteguhan tekan sejajar serat.
- g. Membuat bilah kayu kemiri dan kayu cenrana dengan ukuran masing-masing 5 cm x 2 cm x 1 cm menggunakan mesin gergaji untuk contoh uji keteguhan geser rekat kemiri-kemiri, cenrana-cenrana dan kemiri-cenrana.
- h. Jumlah proporsi dari masing-masing kayu adalah 1 :1 atau 50 % kayu cenrana dan 50 % kayu kemiri, sehingga masing-masing lapisan proporsi kayunya adalah 0,5 cm kayu cenrana untuk lapisan I dan III, 1 cm kayu kemiri untuk lapisan II.
- i. Setelah menentukan proporsi dari masing-masing lapisan, selanjutnya membuat bilah kayu sesuai dengan ukuran panjang, tebal dan lebar yang telah ditentukan.

- j. Bilah kayu yang telah dibuat selanjutnya diampas sampai halus kemudian dilaburi dengan perekat dengan menggunakan kuas agar perekat merata dipermukaan pada kedua sisi bilah kayu dengan berat labur 200 g/m^2 .
- k. Setelah pelaburan perekat merata, potongan kayu direkatkan dengan kayu lainnya kemudian diklem sampai proses perekatnya terjadi secara sempurna selama 12 jam, 18 jam, 24 jam dan 30 jam.
- l. Kayu lamina yang sudah di klem kemudian diukur arah tebalnya dengan menggunakan kalipper untuk mendapatkan ketebalan aktual. Untuk lebih jelasnya proporsi lapisan kayu lamina dapat dilihat pada Gambar 1.

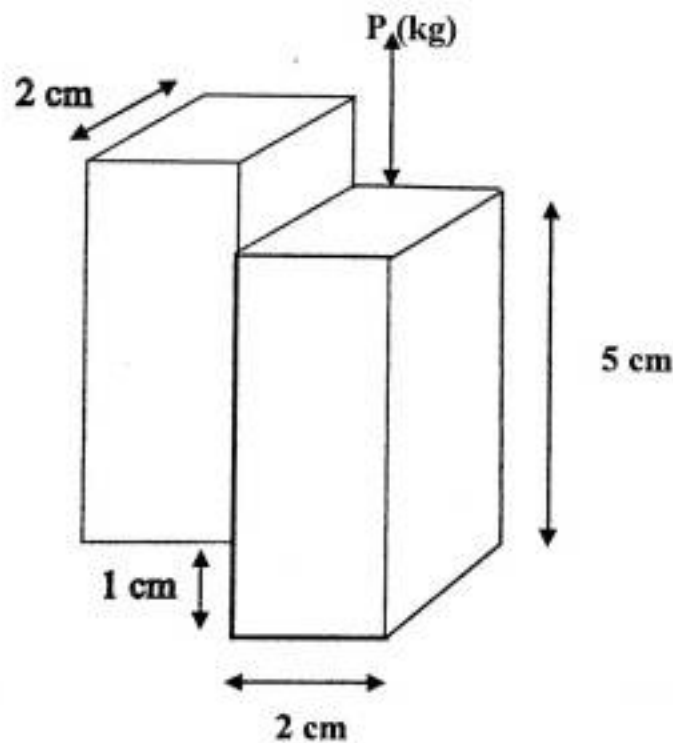


Gambar 1. Proporsi Lapisan Kayu Lamina

2. Pembuatan Contoh Uji

a. Keteguhan Rekat

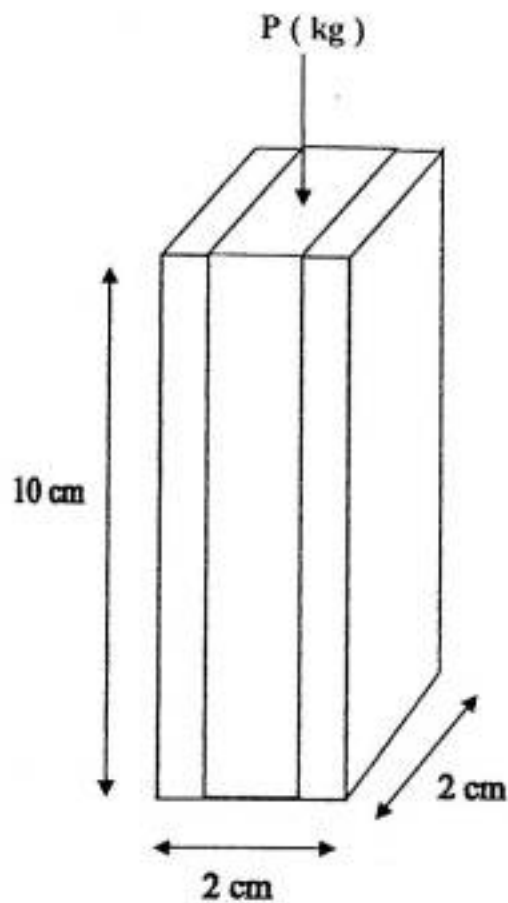
Keteguhan geser rekat kayu lamina kemiri-kemiri, cenrana-cenrana dan kemiri-cenrana dilakukan dengan cara uji geser tekan yang disesuaikan dengan standar *Japanese Agricultural Standard (JAS) 2003 No. 234 For Glue Laminated Timber*. Untuk setiap sambungan kayu lamina dipotong menjadi dua bagian dan pada kedua ujung potongan dibuat takik. Bentuk dan ukuran contoh uji dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh Uji Keteguhan Rekat Kayu Lamina

b. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

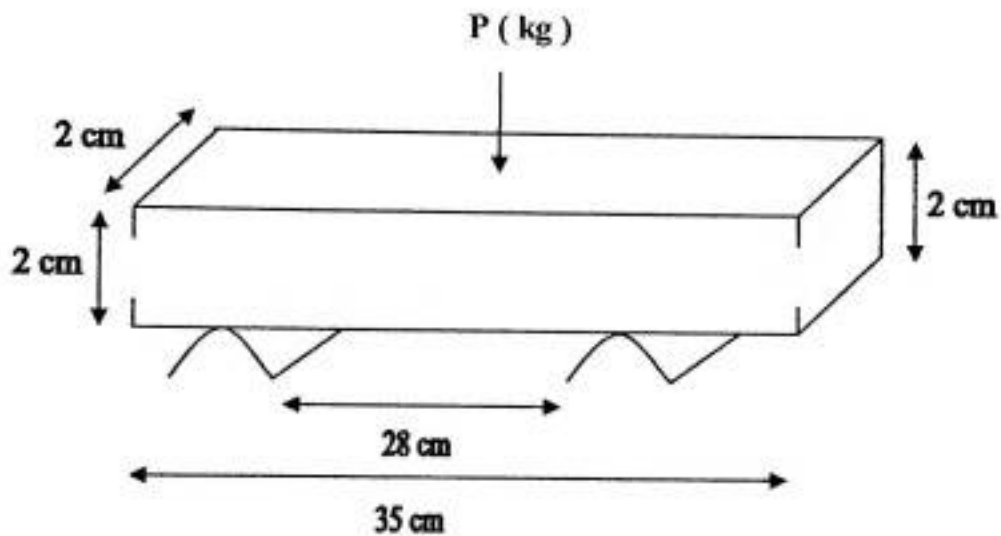
Contoh uji keteguhan tekan berukuran 10 cm x 2 cm x 2 cm. Ukuran contoh uji disesuaikan dengan mesin uji yang akan digunakan dan pengujian dilakukan berdasarkan standar JAS 2003 No. 234. Bentuk dan ukuran contoh uji dapat dilihat pada Gambar 3.



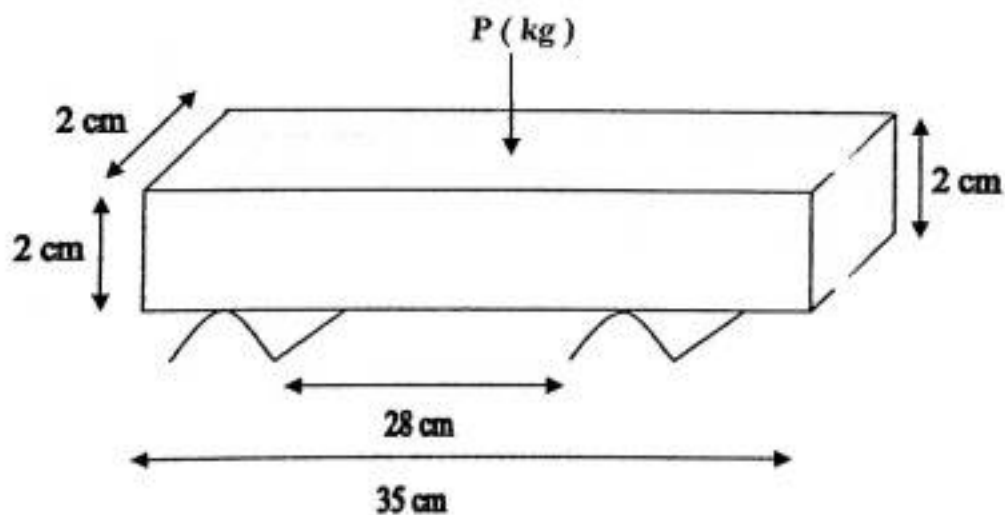
Gambar 3. Contoh Uji Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina

c. Keteguhan Lentur

Contoh uji yang akan digunakan pada pengujian keteguhan lentur berukuran 35 cm x 2 cm x 2 cm dan pengujian dilakukan berdasarkan standar JAS 2003 No. 234. Bentuk dan ukuran contoh uji dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Keteguhan Lentur Kayu Lamina untuk Contoh Uji *Flatwise*



Gambar 5. Keteguhan Lentur Kayu Lamina untuk Contoh Uji *Edgewise*

3. Pelaksanaan Pengujian

a. Keteguhan Rekat

Pengujian keteguhan geser rekat kayu lamina dilakukan dengan cara uji geser tekan yang disesuaikan dengan standar JAS. Pengujian keteguhan geser rekat dilakukan dengan arah sejajar serat, yaitu dengan cara meletakkan contoh uji secara vertikal pada alat penguji. Beban diberikan secara perlahan-lahan sampai bagian contoh uji bergelincir atau bergeser dari yang lain. Nilai keteguhan geser rekat dan persen kerusakan kayu dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$KR = \frac{B}{A} \text{ kg/cm}^2$$

$$KK = \frac{K}{A} \times 100 \%$$

Dimana :

KR = Keteguhan Rekat (kg/cm^2)

KK = Persen Kerusakan Kayu

A = Luas Bidang Geser (cm^2)

K = Luas Kerusakan pada Bidang Geser (cm^2)

B = Beban Maksimum (kg)

b. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Pengukuran keteguhan tekan sejajar serat dilakukan dengan cara meletakkan contoh uji secara vertikal. Beban tekan diberikan secara perlahan-lahan sampai mencapai beban maksimum atau contoh uji menjadi rusak.

$$C = \frac{p}{t.l} \text{ kg/cm}^2$$

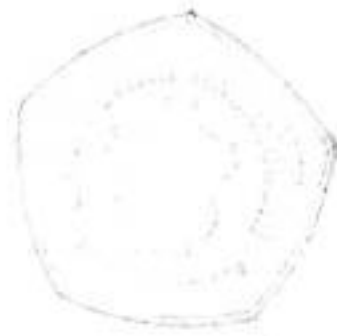
Dimana :

C = Keteguhan tekan (kg/cm^2)

p = Beban maksimum (kg)

t = Tebal contoh uji (cm)

l = Lebar contoh uji (cm)



c. Keteguhan Lentur

1. Contoh uji diletakkan sedemikian rupa secara horizontal dengan jarak sanggah 28 cm sehingga yang mengenainya tepat pada titik tengah contoh uji.
2. Selanjutnya dilakukan pembebanan secara perlahan-lahan oleh mesin uji. Hal ini dilakukan sampai mencapai beban maksimum yang ditandai dengan rusaknya contoh uji.
3. Dari mesin penguji diketahui beban maksimum dan beban proporsi yang dicapai. Nilai keteguhan lentur kayu lamina yang dihitung dalam pengujian ini adalah :

a. MOE (*Modulus of Elasticity*)

$$\text{MOE} = \frac{P_p \cdot L^3}{48 \cdot I \cdot Y}$$

Keterangan :

P_p = Beban pada batas proporsi (kg)

L = Jarak sanggah (cm)

I = Momen inersia = $bd^3/12$ (cm^4)

(b = lebar, d = tebal contoh uji)

Y = Defleksi pada batas proporsi

b. MOR (*Modulus of Rupture*)

$$\text{MOR} = \frac{PL}{4Z}$$

Keterangan :

P = Beban pada batas patah

L = Jarak sanggah (cm)

Z = *Zection modulus* = $bd^2/6$ (cm^3)

(b = lebar, d = tebal contoh uji)

4. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan variasi waktu kempa yang terdiri atas empat taraf yaitu 12 jam (A1), 18 jam (A2), 24 jam (A3) dan 30 jam (A4) sebagai dengan menggunakan tiga jenis perekat yaitu perekat epoxy, PVAc dan polistirena.

Menurut Gaspertz (1991), bahwa model matematis dari rancangan percobaan di atas adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \pi + c_{ij}$$

Dimana :

Y_{ij} = Nilai pengamatan pada satuan percobaan Ke- ij yang memperoleh kombinasi perlakuan ij

μ = Nilai tengah

π = Pengaruh aditif

c_{ij} = Pengaruh galat dari satuan percobaan ke- i yang memperoleh kombinasi perlakuan ij .

Untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing perlakuan maka dilakukan uji lanjut Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan rumus sebagai berikut :

$$W = Q\alpha (p,fe) Sy$$

Keterangan :

- W = Nilai uji tukey
Q α = Nilai tabel tukey
P = Jumlah perlakuan
Fe = Derajat bebas galat
Sy = Galat baku nilai tengah
KTG = Kuadrat nilai tengah
r = Jumlah ulangan

Simpangan baku rata-rata faktor A dan B

$$S_y = (KTG/r)^{1/2}$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Modulus Elastisitas (MOE)

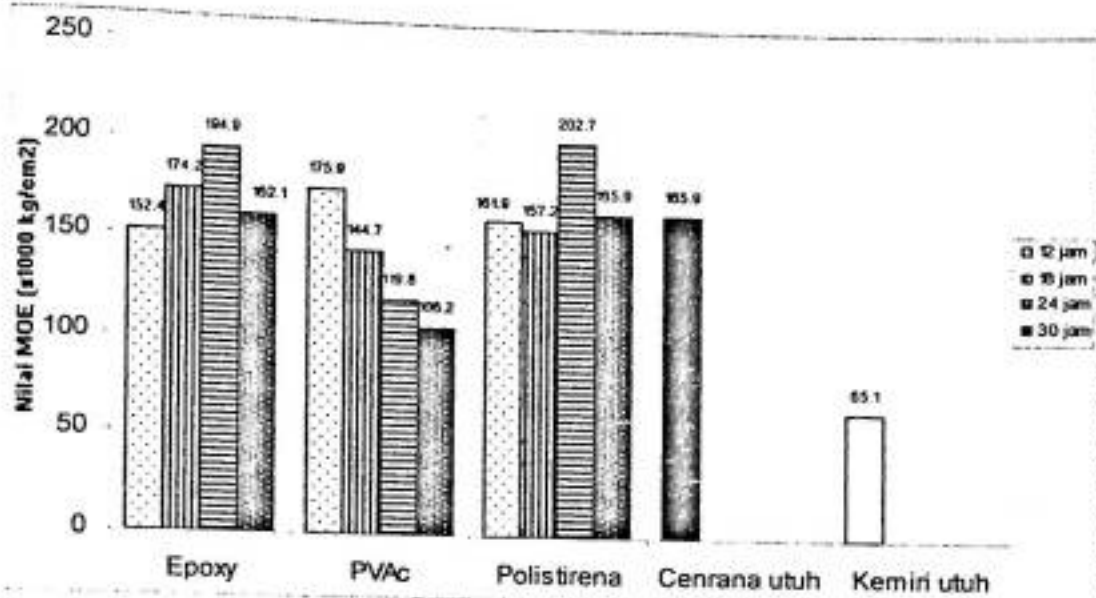
Hasil pengujian modulus elastisitas kayu lamina uji *flatwise* untuk perekat epoxy, PVAc dan polistirena dapat dilihat pada Lampiran 1, 3, dan 5, sedangkan analisis ragamnya dapat dilihat pada Lampiran 2, 4, dan 6. Hasil analisis ragam dari ketiga jenis perekat, menunjukkan bahwa faktor waktu kempa berpengaruh tidak nyata pada taraf α 0,05. Besarnya nilai rata-rata modulus elastisitas kayu lamina untuk uji *flatwise* pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan gambar nilai modulus elastisitas kayu lamina dapat dilihat pada Gambar 6.

Hasil pengujian modulus elastisitas kayu lamina uji *edgewise* untuk perekat epoxy, PVAc dan polistirena dapat dilihat pada Lampiran 13, 15 dan 18, sedangkan analisis ragamnya dapat dilihat pada Lampiran 14, 16 dan 19. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor waktu kempa untuk perekat PVAc berpengaruh sangat nyata pada taraf α 0,01. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan waktu kempa terhadap modulus elastisitas dilakukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada lampiran 17. Besarnya nilai rata-rata modulus elastisitas kayu lamina untuk uji *edgewise* pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan gambar nilai modulus elastisitas kayu lamina dapat dilihat pada Gambar 7.

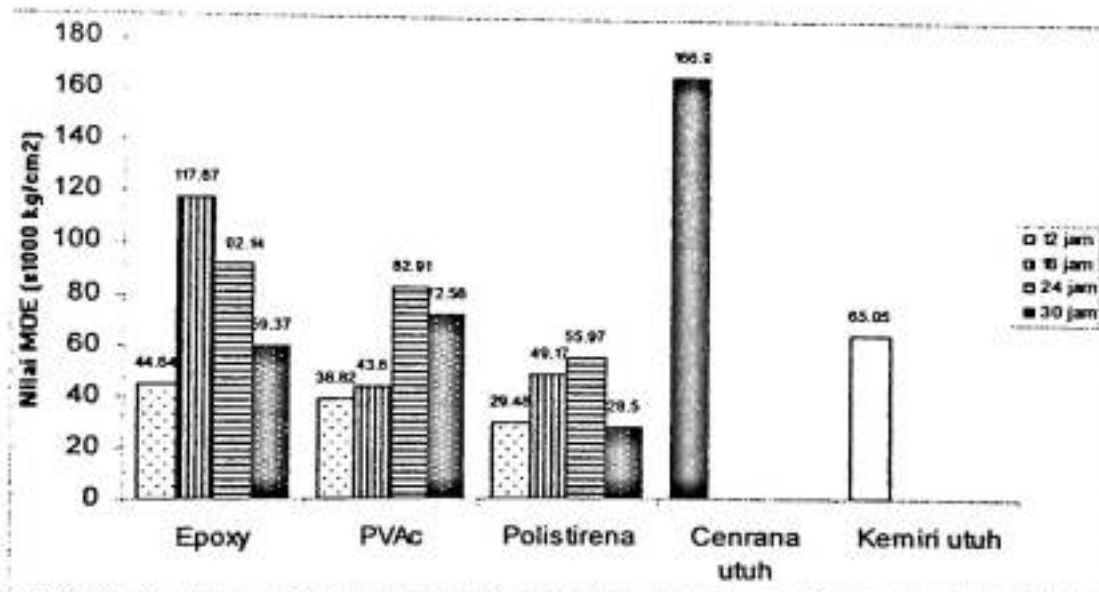
Tabel 1. Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Kayu Lamina pada Uji Flatwise dan Uji Edgewise.

Jenis Perekats	Waktu Kempa	Nilai Modulus Elastisitas (kg/cm ²)	
		<i>Flatwise</i>	<i>Edgewise</i>
Epoxy	12 jam	152.370,62	44.640,06
	18 jam	174.172,21	117.674,36
	24 jam	194.969,58	92.137,31
	30 jam	162.128,02	59.365,59
PVAc	12 jam	175.901,02	37.816,70
	18 jam	144.674,31	43.595,21
	24 jam	119.786,84	82.910,60
	30 jam	106.197,96	72.562,75
Polistirena	12 jam	161.874,64	29.483,01
	18 jam	157.219,47	49.167,40
	24 jam	202.699,32	55.973,54
	30 jam	165.892,23	28.496,98

Berdasarkan data Lampiran 17, nilai modulus elastisitas untuk perekat PVAc rata-rata dengan waktu kempa 24 jam menunjukkan pengaruh tidak nyata pada waktu kempa 30 jam pada taraf α 0,01, akan tetapi berbeda sangat nyata dengan waktu kempa 18 jam dan 12 jam. Nilai rata-rata modulus elastisitas dengan waktu kempa 30 jam berbeda tidak nyata dengan 18 jam dan 12 jam pada taraf α 0,01.



Gambar 6. Nilai modulus elastisitas pada berbagai jenis perekat kayu lamina uji *Flatwise*



Gambar 7. Nilai modulus elastisitas pada berbagai jenis perekat kayu lamina uji *Edgewise*.

Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa untuk perekat epoxy waktu kempa yang tertinggi 24 jam dengan rata-rata $194.969,58 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 12 jam dengan rata-rata $152.370,96 \text{ kg/cm}^2$. Untuk perekat PVAc waktu kempa tertinggi 12 jam dengan rata-rata $175.901,02 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 30 jam dengan rata-rata $106.197,96 \text{ kg/cm}^2$. Untuk perekat polistirena waktu kempa tertinggi 24 jam dengan rata-rata $202.699,32 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah waktu

kempa 18 jam dengan rata-rata $157.219,47 \text{ kg/cm}^2$. Dari Gambar 6, rata-rata waktu Kempa yang tertinggi adalah 24 jam kecuali pada perekat PVAc waktu Kempa yang tertinggi adalah 12 jam dan yang terendah 30 jam. Hal ini disebabkan karena pada saat pengujian rata-rata ikatan antara garis rekat lapisan 2 dan 3 lepas.

Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat bahwa untuk perekat epoxy waktu Kempa yang tertinggi 18 jam dengan rata-rata $117.674,36 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 12 jam dengan rata-rata $44.640,06 \text{ kg/cm}^2$. Untuk perekat PVAc waktu Kempa tertinggi 24 jam dengan rata-rata $82.910,60 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 12 jam dengan rata-rata $37.816,70 \text{ kg/cm}^2$. Untuk perekat polistirena waktu Kempa tertinggi 24 jam dengan rata-rata $55.973,54 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah waktu Kempa 30 jam dengan rata-rata $28.496,98 \text{ kg/cm}^2$.

Dari Gambar 6 dan 7 terlihat bahwa nilai MOE untuk uji *flatwise* dan uji *widthwise* rata-rata waktu Kempa yang terbaik adalah 24 jam yang yang terendah adalah 12 jam. Hal ini berarti bahwa waktu Kempa yang paling baik digunakan adalah 24 jam, sementara waktu Kempa di bawah 24 jam akan menghasilkan kekuatan yang rendah. Jika dilihat dari jenis perekat, yang memiliki nilai MOE tertinggi adalah perekat epoxy tetapi memiliki kelemahan yaitu pada saat pengujian terjadi kerusakan pada kayu tetapi garis rekatnya tetap bagus, hal ini mengindikasikan bahwa meskipun kekuatan rekatnya tinggi tapi yang terjadi banyak kayu yang rusak selain itu perekat epoxy memiliki harga yang mahal sehingga lebih efektif digunakan perekat PVAc atau polistirena selain harganya relatif murah tetapi kekuatan kayu yang dihasilkan hampir sama dengan perekat

epoxy. Dari pengujian MOE untuk uji *flatwise* dan uji *edgewise* yang tertinggi adalah uji *flatwise* pada perekat polistirena dengan waktu kempa 30 jam. Hal ini disebabkan karena pada uji *flatwise* bagian yang diberikan beban adalah kayu kuat sehingga dapat menahan beban yang lebih kuat dibandingkan dengan uji *edgewise* dimana bagian yang diberikan beban terdiri atas tiga lapisan menyebabkan distribusi beban yang ada terbagi tiga sehingga kekuatan yang dihasilkan rendah. Jika dibandingkan dengan kayu cenrana utuh yang memiliki nilai MOE dengan rata-rata 166.921,67 kg/cm² lebih rendah dari kayu lamina. Menurut Martawijaya, dkk (1981) nilai MOE kayu cenrana utuh adalah 104.000 kg/cm². Jika dibandingkan dengan kayu lamina gabungan kayu cenrana dan kayu kemiri kekuatan yang dihasilkan jauh lebih tinggi sehingga kayu lamina dapat menggantikan kayu utuh dari kayu cenrana.

B. Keteguhan Patah (MOR)

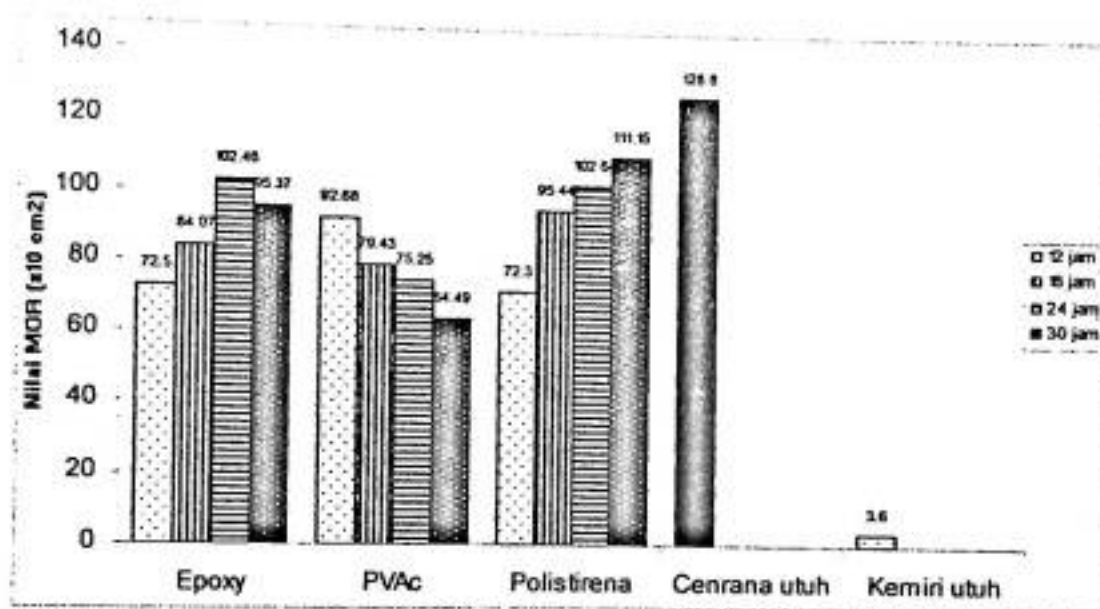
Hasil pengujian keteguhan patah kayu lamina uji *flatwise* untuk perekat epoxy, PVAc dan polistirena dapat dilihat pada Lampiran 7, 9 dan 11, sedangkan analisis ragamnya dapat dilihat pada Lampiran 8, 10 dan 12. Hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa faktor waktu kempa berpengaruh tidak nyata pada taraf α 0,05. Besarnya nilai rata-rata keteguhan patah kayu lamina untuk uji *flatwise* pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan gambar keteguhan patah kayu lamina dapat dilihat pada Gambar 8.

Hasil pengujian keteguhan patah kayu lamina uji *edgewise* untuk perekat epoxy, PVAc dan polistirena dapat dilihat pada Lampiran 20, 22 dan 25, sedangkan analisis ragamnya dapat dilihat pada Lampiran 21, 23 dan 26. Berdasarkan hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa faktor waktu kempa untuk perekat PVAc berpengaruh sangat nyata pada taraf α 0,01. Untuk mengetahui perbedaan perlakuan waktu kempa terhadap keteguhan patah dilakukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada lampiran 24. Besarnya nilai rata-rata keteguhan patah kayu lamina untuk uji *edgewise* pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan gambar keteguhan tekan kayu lamina dapat dilihat pada Gambar 9.

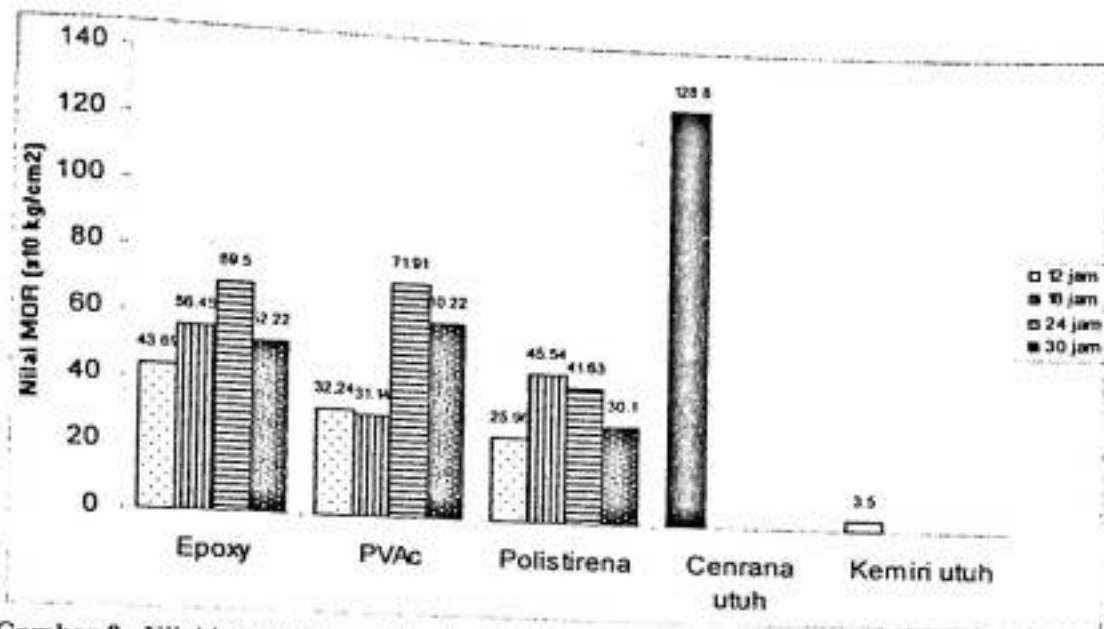
Tabel 2. Nilai Rata-Rata Modulus Patah Kayu Lamina pada Uji *Flatwise* dan Uji *Edgewise*.

Jenis Perekat	Waktu Kempa	Nilai Modulus Patah(kg/cm ²)	
		<i>Flatwise</i>	<i>Edgewise</i>
Epoxy	12 jam	724,98	436,85
	18 jam	840,68	564,52
	24 jam	1024,57	689,95
	30 jam	953,69	522,24
PVAc	12 jam	926,84	322,37
	18 jam	794,26	311,42
	24 jam	752,49	719,12
	30 jam	644,88	602,22
Polistirena	12 jam	720,30	259,59
	18 jam	954,37	455,36
	24 jam	1026,44	416,31
	30 jam	1111,45	301,04

Berdasarkan data pada lampiran 24, nilai keteguhan patah untuk perekat epoxy rata-rata dengan waktu kempa 24 jam menunjukkan pengaruh tidak nyata pada waktu kempa 30 jam pada taraf α 0,01, akan tetapi berbeda sangat nyata dengan waktu kempa 12 jam dan 18 jam. Nilai rata-rata MOR dengan waktu kempa 12 jam berbeda tidak nyata dengan waktu kempa 18 jam pada taraf α 0,01. Besarnya nilai MOR pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Nilai keteguhan patah pada berbagai jenis perekat kayu lamina uji *flatwise*.



Gambar 9. Nilai keteguhan patah pada berbagai jenis perekat kayu lamina uji *Edgewise*.

Berdasarkan Gambar 8, dapat dilihat bahwa untuk perekat epoxy waktu kempa yang tertinggi 24 jam dengan rata-rata $1024,57 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 12 jam dengan rata-rata $724,98 \text{ kg/cm}^2$. Untuk perekat PVAc waktu kempa tertinggi 12 jam dengan rata-rata $926,84 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 30 jam dengan rata-rata $644,88 \text{ kg/cm}^2$. Untuk perekat polistirena waktu kempa tertinggi 30 jam dengan rata-rata $1111,45 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah waktu kempa 12 jam dengan rata-rata $720,30 \text{ kg/cm}^2$. Seperti pada pengujian MOE untuk uji *flatwise* pada perekat PVAC waktu kempa tertinggi 12 jam dan menurun sampai waktu kempa 30 jam. Hal ini terjadi karena pada saat pengujian sebelum mencapai batas patah yang maksimum lapisan garis rekat mengalami kerusakan.

Berdasarkan Gambar 9, dapat dilihat bahwa untuk perekat epoxy waktu kempa yang tertinggi 24 jam dengan rata-rata $698,95 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 12 jam dengan rata-rata $436,85 \text{ kg/cm}^2$. Untuk perekat PVAc waktu kempa tertinggi 24 jam dengan rata-rata $719,12 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 18 jam dengan rata-rata $311,42 \text{ kg/cm}^2$. Untuk perekat polistirena waktu kempa tertinggi 18 jam

dengan rata-rata $455,36 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah waktu kempa 12 jam dengan rata-rata $259,59 \text{ kg/cm}^2$. Dari pengujian MOR untuk uji *flatwise* dan uji *edgewise* yang tertinggi adalah uji uji *flatwise* pada perekat polistirena dengan waktu kempa 30 jam.

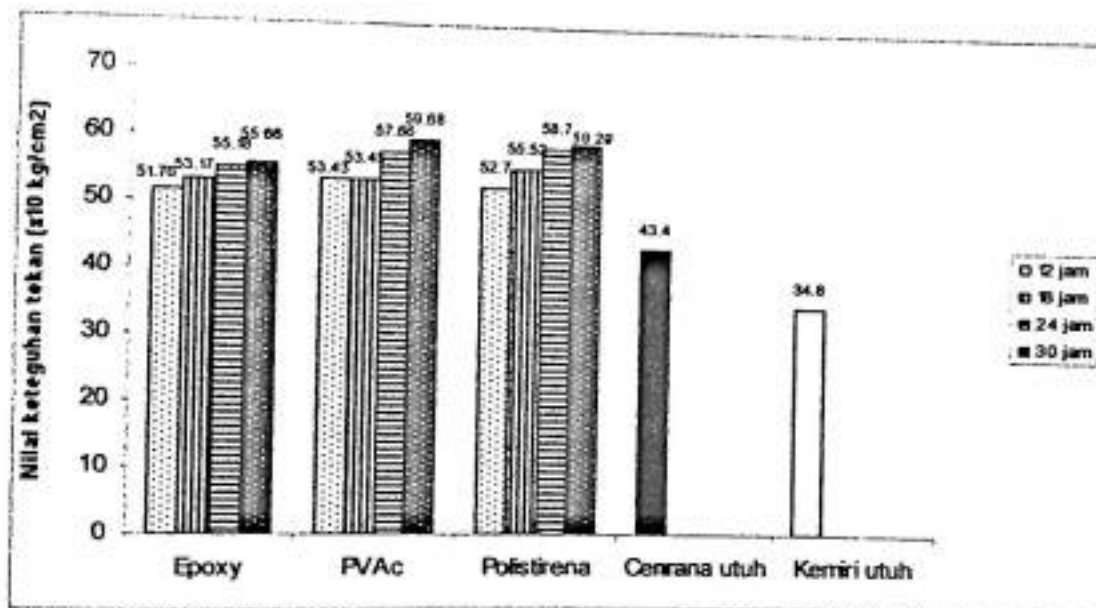
Dari hasil pengujian kayu lamina untuk MOE dan MOR dapat dilihat bahwa dengan hanya menggunakan 50 % kayu cenrana dan 50 % kayu kemiri dapat menghasilkan kekuatan yang relatif hampir sama dengan kayu utuhnya. Hal ini mengindikasikan bahwa pengembangan teknologi kayu lamina dengan menggabungkan kayu kuat dengan kayu lemah dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan kayu secara optimal.

C. Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina.

Hasil pengujian keteguhan tekan sejajar serat kayu lamina dapat dilihat pada Lampiran 27, 29 dan 31, sedangkan analisis ragamnya dapat dilihat pada Lampiran 28, 30 dan 32. Berdasarkan analisis ragam, menunjukkan bahwa faktor waktu kempa berpengaruh tidak nyata terhadap keteguhan tekan pada taraf $\alpha 0,01$. Besarnya nilai rata-rata keteguhan tekan kayu lamina pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan gambar keteguhan tekan dapat dilihat pada Gambar 10.

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina.

Jenis Perekat	Waktu Kempa	Nilai Keteguhan Tekan (kg/cm^2)
Epoxy	12 jam	517.64
	18 jam	531.74
	24 jam	551.76
	30 jam	556.61
PVAc	12 jam	534.32
	18 jam	534.54
	24 jam	576.59
	30 jam	596.84
Polistirena	12 jam	526.97
	18 jam	555.26
	24 jam	587.02
	30 jam	592.91



Gambar 10. Nilai Keteguhan Tekan Kayu Lamina pada Berbagai Jenis Perekat

Pada Gambar 10, menunjukkan bahwa untuk perekat epoxy, PVAc dan polistirena mulai dari waktu kempa 12 jam sampai waktu kempa 30 jam rata-rata semakin meningkat. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi waktu kempa maka akan menghasilkan keteguhan tekan yang tinggi. Dari Gambar 10 terlihat juga bahwa perekat PVAc memiliki nilai rata-rata yang tinggi kemudian polistirena dan epoxy. Rendahnya nilai keteguhan tekan pada perekat epoxy disebabkan karena pada saat kayu diberi beban terjadi kerusakan terutama pada kayu kemiri.

D. Keteguhan Rekat Kayu Lamina

Hasil pengujian keteguhan rekat kayu lamina kemiri-kemiri untuk perekat epoxy, PVAc dan polistirena dapat dilihat pada Lampiran 33, 35 dan 37, sedangkan analisis ragamnya dapat dilihat pada Lampiran 34, 36 dan 38. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor waktu kempa untuk perekat polistirena berpengaruh sangat nyata pada taraf α 0,01. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan waktu kempa terhadap keteguhan rekat lamina kemiri-kemiri untuk perekat polistirena, dilakukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 39. Besarnya nilai rata-rata keteguhan rekat kayu lamina kemiri-kemiri pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil pengujian keteguhan rekat kayu lamina cenrana-cenrana untuk perekat epoxy, PVAc dan polistirena dapat dilihat pada Lampiran 40, 43 dan 45, sedangkan analisis ragamnya dapat dilihat pada Lampiran 41, 44 dan 46. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor waktu kempa untuk perekat polistirena berpengaruh sangat nyata terhadap nilai keteguhan rekat

lamina cenrana-cenrana. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan waktu kempa terhadap keteguhan rekat lamina cenrana-cenrana, dilakukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 46. Besarnya nilai rata-rata keteguhan rekat kayu lamina cenrana-cenrana pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 4.

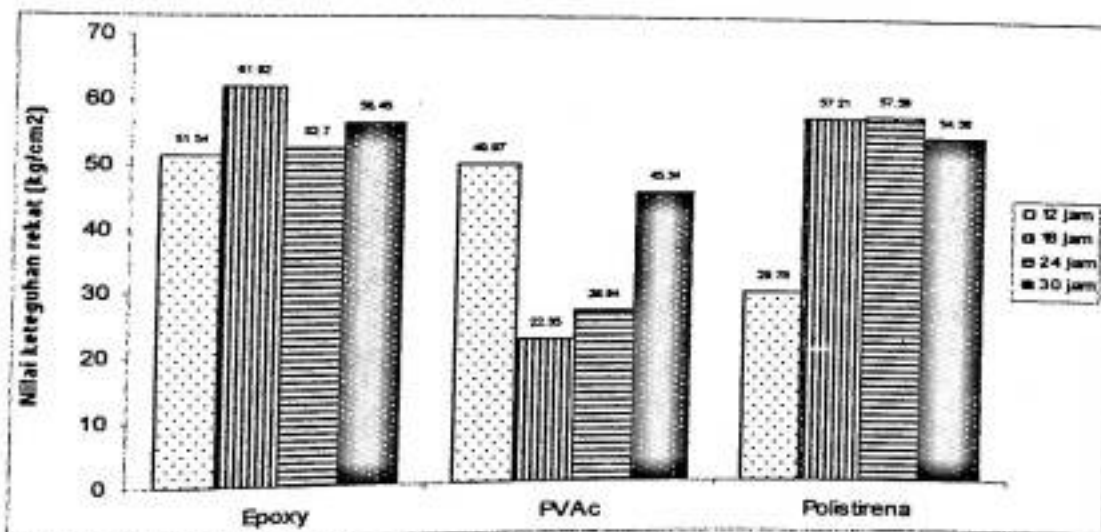
Hasil pengujian keteguhan rekat kayu lamina kemiri-cenrana untuk perekat epoxy, PVAc dan polistirena dapat dilihat pada Lampiran 48. 51 dan 53, sedangkan analisis ragamnya dapat dilihat pada Lampiran 49. 52 dan 54. Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa faktor waktu kempa untuk ketiga jenis perekat berpengaruh tidak nyata pada taraf α 0,01 terhadap nilai keteguhan rekat lamina kemiri-cenrana. Besarnya nilai rata-rata keteguhan rekat kayu lamina kemiri-cenrana pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 4. Besarnya nilai keteguhan rekat kayu lamina kemiri-cenrana pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 13.

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Keteguhan Rekat Lamina

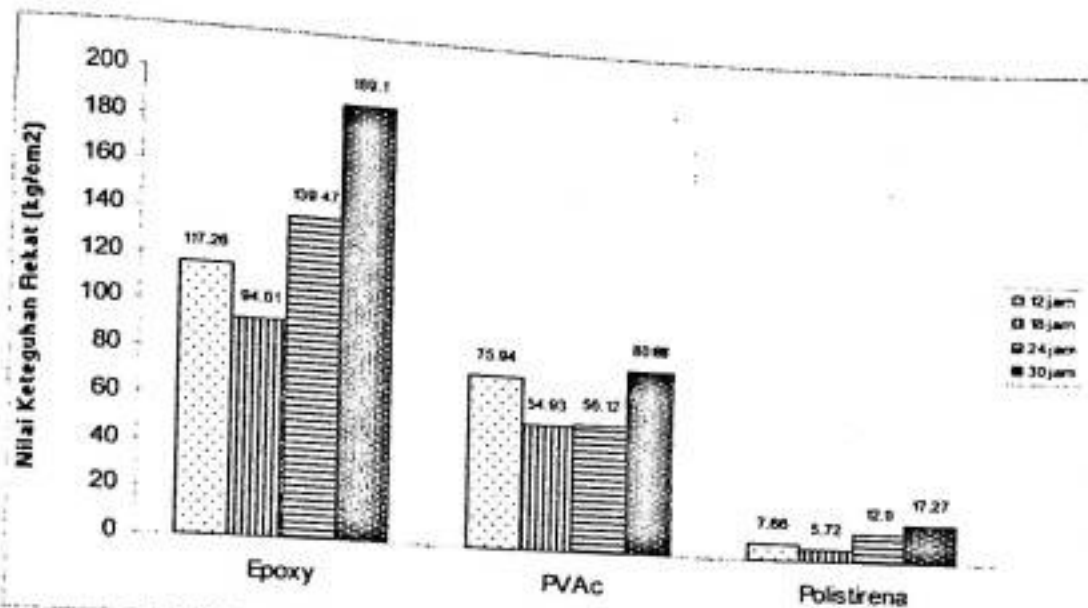
Jenis Perekat	Waktu Kempa	Nilai Keteguhan Rekat (kg/cm^2)		
		Kemiri-Kemiri	Cenrana-Cenrana	Kemiri-Cenrana
Epoxy	12 jam	51.54	117.26	64.28
	18 jam	61.92	94.01	42.78
	24 jam	52.70	139.47	77.79
	30 jam	56.48	189.10	57.47
PVAc	12 jam	49.97	75.94	28.54
	18 jam	22.35	54.93	43.25
	24 jam	26.94	56.12	34.81
	30 jam	45.04	80.68	52.72
Polistirena	12 jam	29.78	7.66	22.34
	18 jam	57.21	5.72	36.41
	24 jam	57.59	12.9	26.74
	30 jam	54.38	17.27	39.39

Berdasarkan data pada Lampiran 39, nilai keteguhan rekat rata-rata kemiri-kemiri untuk perekat polistirena rata-rata dengan waktu kempa 24 jam menunjukkan pengaruh yang tidak nyata pada waktu kempa 18 jam dan 30 jam, akan tetapi berbedanya sangat nyata dengan waktu kempa 12 jam pada taraf α 0,01. Besarnya nilai keteguhan rekat kayu lamina kemiri-kemiri pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 11.

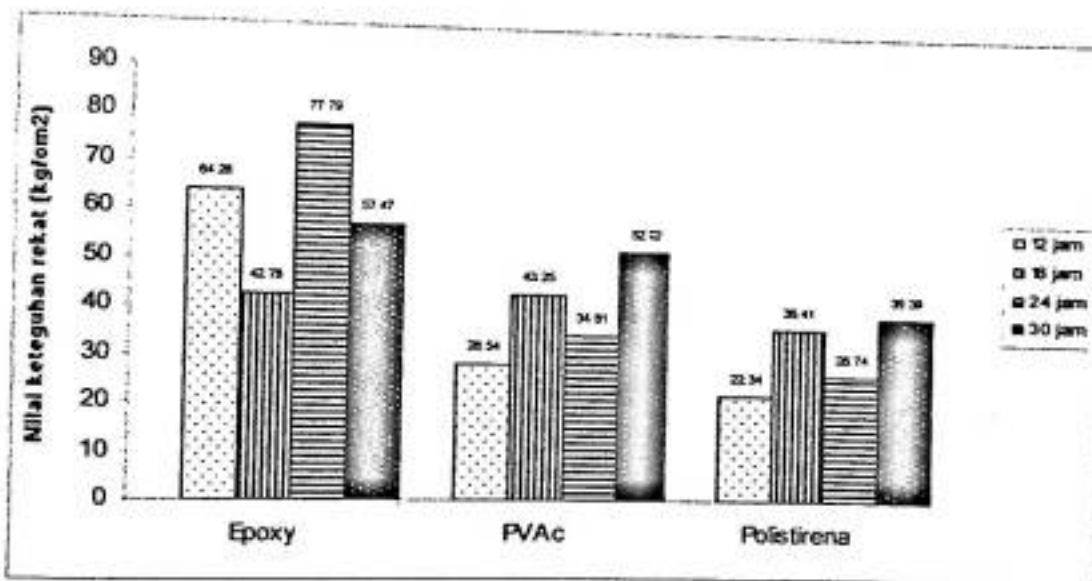
Berdasarkan data pada Lampiran 46, nilai keteguhan rekat rata-rata cenrana-cenrana untuk perekat polistirena rata-rata untuk perekat epoxy dengan waktu kempa 30 jam berbeda tidak nyata dengan waktu kempa 24 jam dan 12 jam, akan tetapi berbeda sangat nyata dengan waktu kempa 18 jam pada taraf α 0,01. Sedangkan untuk perekat polistirena rata-rata dengan waktu kempa 30 jam berbeda tidak nyata dengan waktu kempa 24 jam, akan tetapi berbeda sangat nyata dengan waktu kempa 12 jam dan 18 jam. Besarnya nilai keteguhan rekat kayu lamina cenrana-cenrana pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 11. Nilai Keteguhan Rekat Pada Berbagai Jenis Perekat Kayu Lamina Kemiri-Kemiri.



Gambar 12. Nilai Keteguhan Rekat Pada Berbagai Jenis Perekat Kayu Lamina Cernara-Cernara



Gambar 13. Nilai Keteguhan Rekat Pada Berbagai Jenis Perekat Kayu Lamina Kemiri-Kemiri-Cernara.

Dari Gambar 11, terlihat bahwa nilai keteguhan rekat kemiri-kemiri untuk perekat epoxy tertinggi 18 jam dengan rata-rata $61,92 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 12 jam dengan rata-rata $51,54 \text{ kg/cm}^2$. Untuk perekat PVAc tertinggi 12 jam dengan rata-rata $49,97 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 18 jam dengan rata-rata $22,35 \text{ kg/cm}^2$. Untuk polistirena tertinggi 24 jam dengan rata-rata $57,59 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 12 jam dengan rata-rata $29,78 \text{ kg/cm}^2$. Berdasarkan nilai rata-

rata keteguhan geser rekat kemiri-kemiri diketahui bahwa perekat epoxy memiliki nilai keteguhan rekat tertinggi kemudian perekat polistirena dan PVAc. Perekat epoxy memiliki nilai keteguhan rekat yang tinggi untuk kemiri-kemiri tapi salah satu kelemahan yang muncul bahwa pada saat pengujian banyak kayu yang rusak.

Dari Gambar 12, terlihat bahwa nilai keteguhan rekat cenrana-cenrana untuk perekat epoxy tertinggi 30 jam dengan rata-rata $189,10 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 18 jam dengan rata-rata $94,01 \text{ kg/cm}^2$. Untuk perekat PVAc tertinggi 30 jam dengan rata-rata $80,68 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 18 jam dengan rata-rata $54,93 \text{ kg/cm}^2$. Untuk polistirena tertinggi 30 jam dengan rata-rata $17,27 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 18 jam dengan rata-rata $5,72 \text{ kg/cm}^2$. Berdasarkan nilai rata-rata keteguhan geser rekat cenrana-cenrana diketahui bahwa perekat polistirena memiliki nilai keteguhan rekat rendah kemudian perekat PVAc dan yang tertinggi perekat epoxy.

Dari Gambar 13, terlihat bahwa nilai keteguhan rekat kemiri-cenrana untuk perekat epoxy tertinggi 24 jam dengan rata-rata $77,79 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 18 jam dengan rata-rata $42,78 \text{ kg/cm}^2$. Untuk perekat PVAc tertinggi 30 jam dengan rata-rata $52,72 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 12 jam dengan rata-rata $28,54 \text{ kg/cm}^2$. Untuk polistirena tertinggi 30 jam dengan rata-rata $39,39 \text{ kg/cm}^2$ dan yang terendah 12 jam dengan rata-rata $22,34 \text{ kg/cm}^2$. Berdasarkan nilai rata-rata keteguhan geser rekat kemiri-cenrana diketahui bahwa perekat epoxy memiliki nilai keteguhan rekat tertinggi kemudian perekat PVAc dan polistirena.

Perekat epoxy memiliki nilai keteguhan rekat yang tinggi untuk kemiri-cenrana tapi salah satu kelemahan yang muncul seperti uji keteguhan rekat kemiri-kemiri bahwa pada saat pengujian banyak kayu yang rusak.

Berdasarkan uji keteguhan rekat untuk kemiri-kemiri, cenrana-cenrana dan kemiri-cenrana dapat dilihat bahwa rata-rata perekat yang menghasilkan kekuatan tinggi adalah perekat epoxy. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Board dan Engineers (1985) bahwa perekat epoxy memiliki kekuatan yang tinggi karena memiliki ikatan kimia yang stabil dan perekat ini tidak dipengaruhi oleh kadar air, sangat tahan terhadap pelarut dan memiliki penahan yang efektif terhadap panas dan listrik.

Berdasarkan hasil penelitian Suhasman, dkk. (2005), bahwa nilai keteguhan rekat dengan menggunakan perekat polifinilasetat untuk waktu kempa 60 menit dari kayu akasia nilai rata-rata tertinggi adalah $44,331 \text{ kg/cm}^2$, dapat disimpulkan bahwa nilai keteguhan rekat dengan menggunakan perekat epoxy, PVAc dan polistirena dengan waktu kempa 12 jam, 18 jam, 24 jam dan 30 jam nilai yang dihasilkan lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian dengan menggunakan kayu akasia dengan waktu kempa 60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu kempa maka akan menghasilkan keteguhan rekat yang tinggi.

Berdasarkan Lampiran 53, 54 dan 55 untuk masing-masing jenis perekat, untuk persen kerusakan kayu keteguhan rekat terlihat bahwa kerusakan yang paling tinggi terdapat pada uji keteguhan rekat kemiri-kemiri pada perekat epoxy dengan waktu kempa 18 jam dengan rata-rata 58,76 % yang kedua tertinggi pada

perekat polistirena pada waktu kempa 30 jam dengan rata-rata 44,72 %, dan yang terendah terdapat pada perekat PVAc waktu kempa 24 jam dengan persen kerusakan rata-rata 2,54 %. Sedangkan pada Lampiran 56, 57 dan 58 pada uji keteguhan rekat cenrana-cenrana persen kerusakan tertinggi pada perekat epoxy dengan waktu kempa 24 jam dengan rata-rata 80 %. Untuk uji keteguhan rekat kemiri-cenrana persen kerusakan yang tertinggi terjadi perekat epoxy pada waktu kempa 24 jam dengan rata-rata 100 %, dan yang terendah pada perekat polistirena pada waktu kempa 24 jam dengan rata-rata 5,71 %.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap sifat mekanis kayu lamina dari kayu cenrana dan kayu kemiri, maka disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian MOE untuk *flatwise* memiliki kekuatan yang relatif hampir sama pada setiap waktu kempa untuk masing-masing perekat, sedangkan hasil pengujian MOE untuk uji *edgewise* pada perekat PVAc memiliki nilai tertinggi rata-rata $82.910,60 \text{ kg/cm}^2$ dengan waktu kempa 24 jam dan yang terendah rata-rata $37.816,70 \text{ kg/cm}^2$.
2. Hasil pengujian MOR untuk uji *flatwise* memiliki kekuatan yang relatif hampir sama pada setiap waktu kempa untuk ketiga jenis perekat, sedangkan untuk uji *edgewise* pada perekat PVAc memiliki nilai tertinggi rata-rata $719,12 \text{ kg/cm}^2$ dengan waktu kempa 24 jam dan yang terendah $311,42 \text{ kg/cm}^2$ pada waktu kempa 18 jam.
3. Hasil pengujian keteguhan tekan sejajar serat memiliki kekuatan yang relatif hampir sama pada setiap waktu kempa untuk ketiga jenis perekat.
4. Hasil pengujian keteguhan rekat untuk kemiri-kemiri pada perekat polistirena memiliki nilai rata-rata tertinggi $57,59 \text{ kg/cm}^2$ pada waktu kempa tertinggi 24 jam dan yang terendah $29,78 \text{ kg/cm}^2$ dengan waktu kempa 12 jam, sedangkan untuk perekat epoxy dan PVAc memiliki kekuatan yang relatif hampir sama pada setiap waktu kempa.
5. Hasil pengujian keteguhan rekat untuk cenrana-cenrana pada perekat polistirena memiliki nilai rata-rata tertinggi $17,27 \text{ kg/cm}^2$ pada waktu

kempa tertinggi 30 jam dan yang terendah 5,72 kg/cm² pada waktu kempa 18 jam, sedangkan untuk perekat epoxy dan PVAc memiliki kekuatan yang relatif hampir sama pada setiap waktu kempa.

6. Hasil pengujian keteguhan rekat kemiri-cenrana memiliki kekuatan yang relatif hampir sama pada setiap waktu kempa untuk ketiga jenis perekat
7. Berdasarkan hasil penelitian ini kekuatan MOE dan MOR yang dihasilkan sangat tinggi sehingga produk kayu lamina ini sangat cocok digunakan sebagai bahan konstruksi.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini kekuatan kayu lamina yang terdiri dari tiga lapisan cukup tinggi sehingga untuk menghasilkan kekuatan yang lebih maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang variasi jumlah lapisan dari kayu lamina.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman dan Hadjip. N., 2005. *Kekuatan dan Kekakuan Balok Lamina dari Dua Jenis Kayu Kurang Dikenal*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Vol. 23. No. II. Badan Penelitian dan Pengembangan Teknologi hasil Hutan, Bogor.
- Board, SBP., and Engineers. 1985. *Handbook of Adhesives*. Small Business Publications. SBP Bulding, New York.
- Dumanauw, J.F., 1990. *Mengenal Kayu*. Edisi Kedua, Versi S.I.E. Kanisius Yogyakarta.
- Gaspersz V., 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. CV Amico. Bandung.
- Hamsah H., 1991. *Sifat Mekanik Kayu Lamina Gabungan dari Kayu Meranti Putih (Shore Sp) dan Kayu Palapi (Heritiera Sp)*. Skripsi Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Hasanudin. Makassar. Tidak Dipublikasikan.
- Haygreen, J. G., and Bowyer, J.L., 1982. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu : Suatu Pengantar*. Alih Bahasa: S.A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Prees. Yogyakarta.
- [JAS] Japanese Agricultural Standard., 2003. *Glue Laminated Timber*. Japan Plywood Inspection Corporation. Japan.
- Kusumedi. P. dan Misdarti, 2004. *Sifat Fisis Mekanis Papan Sambung Kayu Waru Gunung dengan Kombinasi Arah Potongan Papan dan Arah Aksial Kayu*. Prosiding Mapeki VII. Agustus 2004. Makassar. pp 119-124.
- Malik. J. dan Santoso. A. (2005). *Keteguhan Lentur Statis Balok Lamina dari Tiga Jenis Kayu Limbah Pembalakan Hutan Tanaman*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Oktober 2005. Makassar. pp 385-393.
- Martawijaya, A.J., Kartasujana, K. Kadir dan S.A. Prawira, 1981. *Atlas Kayu Indonesia. Jilid I*. Balai Penelitian Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor
- Masano, 1973. *Pengaruh Jumlah Lapisan Kayu Laminasi terhadap Sifat Mekanisnya*. Skripsi Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. Tidak Dipublikasikan.
- Misdarti. dan Kusumedi.P., 2004. *Persen Kerusakan Papan Sambung Kayu waru Gunung (Hibiscus simillis B.L.)*. Prosiding Mapeki VII. Agustus 2004. Makassar. pp 114 – 118.

- Munirah., S.K. 1995. *Studi Sifat Mekanik Kayu Kelumpang (Sterentia foefida) serta Variasinya pada Berbagai Posisi Ketinggian dalam Batang.* Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Makassar. Tidak Dipublikasikan.
- Paimin, 1994. *Kemiri : Budidaya dan Prospek Bisnis.* Penerbit Swadaya, Jakarta.
- PIKA., 1991. *Mengenal Sifat-sifat Kayu Indonesia dan Penggunaannya.* Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sastrapradja, S., Kartawinata, K., Roemantyo, Soetisna, U., Wiriadinata, H., dan Riswan, S., 1997. *Jenis-Jenis Kayu Indonesia.* Lembaga Biologi Nasional – LIPI, bogor.
- Suhasman, Ruhendi, S., dan Rilatupa, J., 2005. *Optimasi Pembuatn Kayu Lamina dengan Menggunakan Perekat Non Formaldehida.* Jurnal Sains dan Teknologi EMAS, 15 (a) : a-6
- Suhasman. 2005. *Diktat Perekatan Kayu.* Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Hasanuddin.
- Sunanto. H., 1994. *Budidaya Komoditas Ekspor.* Penerbit kanisius, Yogyakarta. dan Kehutanan Universitas Hasanuddin. Makassar. Tidak Dipublikasikan.
- Sutigno.P. dan Masano., 1986. *Pengaruh Banyaknya Lapisan terhadap Sifat Kayu lamina Meranti (Shorea leprosula Miq).* Duta Rimba 73 – 74/XII/2005. Jakarta.
- Sutigno. 1991. *Kayu Majemuk Perkembangan dan Masa Depan nya di Indonesia.* Orasi Penyuluhan Ahli Peneliti Utama. Badan Litbang Kehutanan Dephut, Jakarta.
- Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood : Structure, Properties and Utilization.* Van Nonstrand Reinhold, New York
- Yap KHF., 1984. *Konstruksi Kayu.* Bina Cipata. Bandung.

Lampiran 1. Nilai Modulus Elastisitas Uji *Flatwise* untuk Perekat Epoxy (kg/cm^2).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Epoxy	1	67677.56	107932.35	260567.73	112502.34
	2	79260.82	193617.02	201926.22	156796.84
	3	137723.84	199133.06	161398.60	176107.12
	4	145607.05	229346.44	294058.80	207204.85
	5	331583.84	140832.19	56896.58	158028.96

Lampiran 2. Analisis Ragam Modulus Elastisitas Uji *Flatwise* untuk Perekat Epoxy

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	5051686899	1683895633	0.29 tn	3.65	4.78
Galat	16	93536843245	584605272.8			
Total	19	98588530144				

Lampiran 3. Nilai Modulus Elastisitas Uji *Flatwise* untuk Perekat PVAc (kg/cm^2).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
PVAc	1	332722.62	132220.64	124957.50	89701.66
	2	114455.33	178945.75	126632.37	118992.67
	3	113177.48	133897.07	89353.49	145043.39
	4	116190.56	111104.19	116905.96	70033.86
	5	202959.10	167203.89	141084.88	107218.22

Lampiran 4. Analisis Ragam Modulus Elastisitas Uji *Flatwise* untuk Perekat PVAc

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	14083622204	4694540734.6	1.69 tn	3.65	4.78
Galat	16	44395992357	2774749522.3			
Total	19	58479614561				

Lampiran 5. Nilai Modulus Elastisitas Uji Flatwise untuk Perekat Polistirena(kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Polistirena	1	252967.40	110053.21	106792.46	210085.25
	2	85454.74	119627.06	170749.60	151171.58
	3	213636.84	177215.19	192043.90	106437.15
	4	119860.80	166152.50	336090.66	221853.11
	5	137453.43	213049.41	207819.99	139914.08

Lampiran 6. Analisis Ragam Modulus Elastisitas Uji Flatwise untuk Perekat Polistirena

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	6503576499	2167858832.9	0.54 tn	3.65	4.78
Galat	16	64076261740	4004766358.7			
Total	19	70579838238				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 7. Nilai Keteguhan Patah Uji Flatwise untuk Perekat Epoxy (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Epoxy	1	687.75	501.12	1111.40	607.61
	2	479.91	957.45	1134.41	1116.68
	3	817.61	772.15	900.60	1052.75
	4	975.80	1032.06	1106.69	983.17
	5	663.83	940.63	869.78	1008.26

Lampiran 8. Analisis Ragam Keteguhan Patah Uji Flatwise untuk Perekat Epoxy

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	258834.73	86278.24	2.54 tn	3.65	4.78
Galat	16	542598.03	33912.38			
Total	19	801432.73				

Lampiran 9. Nilai Keteguhan Patah Uji Flatwise untuk Perekat PVAc (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
PVAc	1	1555.59	879.77	1111.40	607.61
	2	579.47	959.81	1134.41	1116.68
	3	707.57	712.31	900.60	1052.75
	4	730.09	643.13	1106.69	983.17
	5	1061.48	776.31	869.78	1008.26

Lampiran 10. Analisis Ragam Keteguhan Patah Uji Flatwise untuk Perekat PVAc

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	203887.61	67962.54	1.33 tn	3.65	4.78
Galat	16	816969.27	51060.58			
Total	19	1020856.87				

Lampiran 11. Nilai Keteguhan Patah Uji Flatwise untuk Perekat Polistirena (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Polistirena	1	502.02	811.25	751.38	1089.22
	2	598.17	995.38	1127.08	890.84
	3	1012.29	949.37	1164.02	941.10
	4	722.63	976.57	1202.13	664.58
	5	766.42	1039.32	887.58	1971.52

Lampiran 12. Analisis Ragam Keteguhan Patah Uji Flatwise untuk Perekat Polistirena

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	423242.45	141080.82	1.67 tn	3.65	4.78
Galat	16	1352311.05	84519.44			
Total	19	1775553.50				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 13. Nilai Modulus Elastisitas Uji Edgewise untuk Perekat Epoxy (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Epoxy	1	35799.03	27151.52	129715.23	59003.02
	2	54712.02	71198.09	102341.92	71433.11
	3	53275.68	55436.60	142314.64	42004.10
	4	55613.99	44801.82	40523.53	92203.70
	5	23799.61	389783.79	45791.24	32184.01

Lampiran 14. Analisis Ragam Modulus Elastisitas Uji Edgewise untuk Perekat Epoxy

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	16166097922	1683895633	0.82 tn	3.65	4.78
Galat	16	1.0550 x 10 ¹¹	6593821641.7			
Total	19	1.2167 x 10 ¹¹				

Lampiran 10. Analisis Ragam Keteguhan Patah Uji Flatwise untuk Perekat PVAc

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	203887.61	67962.54	1.33 tn	3.65	4.78
Galat	16	816969.27	51060.58			
Total	19	1020856.87				

Lampiran 11. Nilai Keteguhan Patah Uji Flatwise untuk Perekat Polistirena (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Polistirena	1	502.02	811.25	751.38	1089.22
	2	598.17	995.38	1127.08	890.84
	3	1012.29	949.37	1164.02	941.10
	4	722.63	976.57	1202.13	664.58
	5	766.42	1039.32	887.58	1971.52

Lampiran 12. Analisis Ragam Keteguhan Patah Uji Flatwise untuk Perekat Polistirena

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	423242.45	141080.82	1.67 tn	3.65	4.78
Galat	16	1352311.05	84519.44			
Total	19	1775553.50				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 13. Nilai Modulus Elastisitas Uji Edgewise untuk Perekat Epoxy (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Epoxy	1	35799.03	27151.52	129715.23	59003.02
	2	54712.02	71198.09	102341.92	71433.11
	3	53275.68	55436.60	142314.64	42004.10
	4	55613.99	44801.82	40523.53	92203.70
	5	23799.61	389783.79	45791.24	32184.01

Lampiran 14. Analisis Ragam Modulus Elastisitas Uji Edgewise untuk Perekat Epoxy

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	16166097922	1683895633	0.82 tn	3.65	4.78
Galat	16	1.0550 x 10 ¹¹	6593821641.7			
Total	19	1.2167 x 10 ¹¹				

Lampiran 15. Nilai Modulus Elastisitas Uji *Edgewise* untuk Perekat PVAc (kg/cm^2).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
PVAc	1	32416.21	12894.02	49603.18	64242.54
	2	34150.36	22929.77	101212.04	77160.50
	3	26868.39	79429.19	113193.14	74546.42
	4	54879.41	37630.43	86844.43	66370.37
	5	40769.13	65092.64	63700.22	80493.94

Lampiran 16. Analisis Ragam Modulus Elastisitas Uji *Edgewise* untuk Perekat PVAc

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	7207545070	2402515023.2	5.86**	3.65	4.78
Galat	16	6555163817	409697738.6			
Total	19	13762708887				

Lampiran 17. Hasil Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Waktu Kempa terhadap Uji *Edgewise* untuk Perekat PVAc

Waktu kempa	Nilai modulus elastisitas lamina rata-rata (kg/cm^2)	BNJ 0.01
		43268.78
24 jam	82910.60	a
30jam	72562.75	ab
18jam	43595.21	b
12jam	37816.70	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata

Lampiran 18. Nilai Modulus Elastisitas Uji *Edgewise* untuk Perekat Polistirena (kg/cm^2).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Polistirena	1	45129.26	87770.06	94870.59	27857.93
	2	27015.72	43706.02	24239.01	36474.40
	3	18353.12	45926.72	84394.29	24756.27
	4	27923.24	36669.02	46423.41	33280.97
	5	147415.04	31765.20	29940.41	20115.34

Lampiran 19. Analisis Ragam Modulus Elastisitas Uji Edgewise untuk Perakat Polistirena

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	2898433892	966144630.7			
Galat	16	6634887252	414680453.3	2.33tn	3.65	4.78
Total	19	9533321144				

Lampiran 20. Nilai Keteguhan Patah Uji Edgewise untuk Perakat Epoxy (kg/cm^2)

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Epoxy	1	493.50	207.79	755.16	469.62
	2	665.28	676.41	665.75	534.37
	3	357.16	412.38	694.62	378.28
	4	435.48	370.30	623.57	772.33
	5	232.82	1155.73	755.67	456.61

Lampiran 21. Analisis Ragam Keteguhan Patah Uji Edgewise untuk Perakat Epoxy

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	179223.79	59741.26	1.26tn	3.65	4.78
Galat	16	757215.66	47325.98			
Total	19	936439.45				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 22. Nilai Keteguhan Patah Uji Edgewise untuk Perakat PVAc (kg/cm^2)

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
PVAc	1	286.89	200.19	993.50	411.02
	2	459.88	280.77	691.32	566.89
	3	265.73	148.27	807.37	636.69
	4	258.72	394.72	489.61	580.00
	5	340.64	533.17	613.83	816.52

Lampiran 23. Analisis Ragam Keteguhan Patah Uji Edgewise untuk Perakat PVAc

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	625377.97	208459.32	9.35**	3.65	4.78
Galat	16	356820.61	22301.29			
Total	19	982198.57				

Keterangan : ** berpengaruh sangat nyata

Lampiran 24. Hasil Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Waktu Kempa terhadap Keteguhan Patah Uji *Edgewise* untuk Perekat PVAc

Waktu kempa	Nilai keteguhan patah lamina rata-rata (kg/cm ²)	BNJ 0.01
24 jam	719.13	319.23
30jam	602.22	a
12 jam	322.37	a
18 jam	311.42	b
		b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata

Lampiran 25. Nilai Keteguhan Patah Uji *Edgewise* untuk Perekat Polistirena (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Polistirena	1	217.07	909.39	564.71	213.20
	2	334.33	426.47	230.85	352.84
	3	209.24	383.60	442.89	331.12
	4	319.92	245.81	486.65	289.75
	5	217.42	311.55	356.45	318.31

Lampiran 26. Analisis Ragam Keteguhan Patah Uji *Widthwise* untuk Perekat Polistirena

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	129035.57	43011.86	1.86 tn	3.65	4.78
Galat	16	36.9452.08	23090.76			
Total	19	498487.65				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 27. Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat untuk Perekat Epoxy (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Epoxy	1	532.32	582.96	562.63	604.565
	2	487.45	543.965	549.2	529.135
	3	498.01	507.185	538.17	550.47
	4	525.525	533.82	538.775	489.935
	5	544.915	490.745	570.1	608.965

Lampiran 28. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat untuk Perekat Epoxy

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	4907.66	1635.89	1.42 tn	3.65	4.78
Galat	16	18472.40	1154.53			
Total	19	23380.06				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 29. Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat untuk Perekat PVAc (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
PVAc	1	454.785	519.395	541.725	588.735
	2	533.615	477.775	569.785	681.955
	3	531.995	572.19	593.47	583.43
	4	534.99	539.145	591.925	537.425
	5	616.195	564.17	586.06	592.65

Lampiran 30. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat untuk Perekat PVAc

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	14696.35	4898.78	2.47 tn	3.65	4.78
Galat	16	31713.42	1982.09			
Total	19	46409.77				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 31. Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat untuk Perekat Polistirena (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Polistirena	1	475.515	505.045	524.755	592.925
	2	553.825	609.74	586.65	587.025
	3	491.595	558.355	596.73	590.54
	4	600.24	611.87	578.925	587.685
	5	513.665	491.3	648.045	606.37

Lampiran 32. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat untuk Perekat Polistirena

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	14019.66	4673.22	2.41 tn	3.65	4.78
Galat	16	30970.14	1935.63			
Total	19	44989.80				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 33. Nilai Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Kemiri Untuk Perekat Epoxy (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Epoxy	1	35.12	59.84	39.08	62.06
	2	52.42	57.7	7.7	59
	3	51.48	65.48	22.12	56.38
	4	70.82	63.08	27.82	38.42
	5	47.86	63.52	37.96	66.54

Lampiran 34. Analisis Ragam Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Kemiri untuk Perekat Epoxy

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	328.35	109.45	0.68 tn	3.65	4.78
Galat	16	2572.79	160.79			
Total	19	2901.14				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 35. Nilai Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Kemiri untuk Perekat PVAc (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
PVAc	1	40.88	16.96	39.08	23.1
	2	35.82	13.64	7.7	67.74
	3	45.38	23.8	22.12	12.6
	4	63.48	39.8	27.82	56.54
	5	64.28	17.56	37.96	65.2

Lampiran 36. Analisis Ragam Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Kemiri untuk Perekat PVAc

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	2725.79	908.60	3.32 tn	3.65	4.78
Galat	16	4376.37	273.52			
Total	19	7102.15				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 37. Nilai Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Kemiri untuk Perekat Polistirena (kg/cm^2).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Polistirena	1	18.24	66.34	64.04	54.22
	2	47.62	57.24	58.52	60.02
	3	35.52	56.42	54.64	61.98
	4	34.22	54.04	50.02	35.66
	5	13.3	52	60.72	60.02

Lampiran 38. Analisis Ragam Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Kemiri untuk Perekat Polistirena

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	2686.47	895.49	9.64 **	3.65	4.78
Galat	16	1486.98	92.94			
Total	19	4173.45				

Keterangan : ** berpengaruh sangat nyata

Lampiran 39. Hasil Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Waktu Kempa terhadap Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Kemiri untuk Perekat Polistirena.

Waktu kempa	Nilai keteguhan rekat lamina rata-rata (kg/cm^2)	BNJ 0.01 20.61
24 jam	57.59	a
18 jam	57.21	a
30 jam	54.38	a
12 jam	29.78	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata

Lampiran 40. Nilai Keteguhan Rekat Lamina Cenrana-Cenrana untuk Perekat Epoxy (kg/cm^2).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Epoxy	1	183.98	74.22	39.28	161.34
	2	110.22	102.36	188.1	219.08
	3	137.62	164.02	186.94	216.94
	4	115.16	79.8	98.26	183.04
	5	39.3	49.66	184.78	165.12

Lampiran 41. Analisis Ragam Keteguhan Rekat Lamina Cnrana-Cnrana untuk Perekat Epoxy

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	24710.51				
Galat	16	39993.26	8236.84	3.30 tn	3.65	4.78
Total	19	64703.76	2499.58			

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 42. Nilai Keteguhan Rekat Lamina Cnrana-Cnrana untuk Perekat PVAc (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
PVAc	1	12.84	40.76	39.14	43.44
	2	115.52	42.18	90.16	120.7
	3	111.32	36.72	71.68	71.94
	4	97.52	69.96	39.98	101.18
	5	42.52	85.04	39.66	66.14

Lampiran 43. Analisis Ragam Keteguhan Rekat Lamina Cnrana-Cnrana untuk Perekat PVAc

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	2655.18	885.06	0.88 tn	3.65	4.78
Galat	16	16127.05	1007.94			
Total	19	18782.23				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 44. Nilai Keteguhan Rekat Lamina Cnrana-Cnrana untuk Perekat Polistirena (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Polistirena	1	4.5	9.56	9.3	13.72
	2	10.58	3.34	13.26	13.72
	3	5.96	3.04	22.32	11.94
	4	7.66	9.56	8.82	24.96
	5	9.58	3.12	10.8	22.02

Lampiran 45. Analisis Ragam Keteguhan Rekat Lamina Cenrana-Cenrana untuk Perekat Polistirena

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	409.58	136.53	6.57 **	3.65	4.78
Galat	16	332.38	20.77			
Total	19	741.96				

Keterangan : ** berpengaruh sangat nyata

Lampiran 46. Hasil Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Waktu Kempa terhadap Keteguhan Rekat Lamina Cenrana-Cenrana untuk Perekat Polistirena.

Waktu kempa	Nilai keteguhan rekat lamina rata-rata (kg/cm ²)	BNJ 0.01
30 jam	17.27	19.86
24jam	12.90	a
12 jam	7.66	ab
18 jam	5.72	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata

Lampiran 47. Nilai Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Cenrana untuk Perekat Epoxy (kg/cm²).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Epoxy	1	49.2	15.22	69.16	63.88
	2	74.74	23.72	65.84	62.98
	3	75.82	55.08	107.5	69.16
	4	41.36	42.96	80.96	33.96
	5	80.26	76.94	65.5	57.36

Lampiran 48. Analisis Ragam Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Cenrana untuk Perekat Epoxy

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	3181.48	1060.49	2.97 tn	3.65	4.78
Galat	16	5713.63	357.10			
Total	19	8895.11				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 49. Nilai Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Cenrana untuk Perekat PVAc (kg/cm^2).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
PVAc	1	65.28	55.54	37.08	72.22
	2	16.04	10.62	18.28	39.48
	3	4.74	50.52	43.96	38.18
	4	39.84	22.44	24.88	37.16
	5	16.82	77.14	49.86	76.54

Lampiran 50. Analisis Ragam Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Cenrana untuk Perekat PVAc

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	1651.57	550.52	1.18 tn	3.65	4.78
Galat	16	7451.46	465.72			
Total	19	9103.02				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 51. Nilai Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Cenrana untuk Perekat Polistirena (kg/cm^2).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Polistirena	1	37.06	47.76	22.08	36.34
	2	12.26	9	31.78	42.04
	3	13.86	37.44	54.26	56.34
	4	32.92	65.04	17.7	8.28
	5	15.6	22.82	7.86	53.94

Lampiran 52. Analisis Ragam Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Cenrana untuk Perekat Polistirena

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tab	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	963.17	321.07	0.99 tn	3.65	4.78
Galat	16	5158.92	322.43			
Total	19	6122.09				

Keterangan : tn berpengaruh tidak nyata

Lampiran 53. Persen Kerusakan Kayu Pada Uji Keteguhan Rekat Kayu Lamina Kemiri-Kemiri untuk Perakat Epoxy (%).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Epoxy	1	0	100	39,47	13,97
	2	0	12,70	41,77	17,79
	3	0	46,27	100	16,61
	4	0	34,84	17,72	100
	5	100	100	11,33	10,34
Jumlah		100	293,81	210,29	158,71
Rata-rata		20	58,76	42,06	31,74

Lampiran 54. Persen Kerusakan Kayu Pada Uji Keteguhan Rekat Kayu Lamina Kemiri-Kemiri untuk Perakat PVAc (%).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
PVAc	1	31,5	12,07	0	0
	2	13,2	0	12,70	0
	3	10,52	0	0	35,01
	4	21,30	15,51	0	0
	5	0	0	0	0
Jumlah		76,52	27,58	12,70	35,01
Rata-rata		15,30	5,52	02,54	7,00

Lampiran 55. Persen Kerusakan Kayu Pada Uji Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Kemiri untuk Perakat Polistirena (%).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Polistirena	1	0	0	0	100
	2	0	0	12,07	10,89
	3	0	100	0	12,70
	4	0	10,89	21,77	100
	5	0	0	0	0
Jumlah		0	110,89	33,84	223,59
Rata-rata		0	22,18	6,77	44,72

Lampiran 56. Persen Kerusakan Kayu Pada Uji Keteguhan Rekat Kayu Lamina Cenrana-Cenrana untuk Perekat Epoxy (%)

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Epoxy	1	0	0	100	100
	2	0	100	100	100
	3	0	0	100	0
	4	0	100	100	0
	5	0	0	0	0
Jumlah		0	200	400	200
Rata-rata		0	40	80	40

Lampiran 57. Persen Kerusakan Kayu Pada Uji Keteguhan Rekat Lamina Cenrana-Cenrana untuk Perekat PVAc (%)

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
PVAc	1	0	0	0	100
	2	100	0	0	0
	3	0	0	0	0
	4	0	0	100	0
	5	100	0	100	0
Jumlah		200	0	200	100
Rata-rata		40	0	40	20

Lampiran 58. Persen Kerusakan Kayu Pada Uji Keteguhan Rekat Lamina Cenrana-Cenrana untuk Perekat Polistirena (%)

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Polistirena	1	0	0	0	100
	2	0	0	0	0
	3	0	0	100	0
	4	0	0	0	0
	5	0	0	0	0
Jumlah		0	0	100	100
Rata-rata		0	0	20	20

Lampiran 59. Persen Kerusakan Kayu Pada Uji Keteguhan Rekat Kayu Lamina Kemiri-Cenrana untuk Perekat Epoxy (%).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Epoxy	1	0	12,01	100	15,78
	2	100	0	100	100
	3	100	0	100	100
	4	100	100	100	100
	5	100	0	100	100
Jumlah		400	112,01	500	415,78
Rata-rata		80	22,40	100	83,16

Lampiran 60. Persen Kerusakan Kayu Pada Uji Keteguhan Rekat Kayu Lamina Kemiri-Cenrana untuk Perekat PVAc (%).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
PVAc	1	0	0	0	15,36
	2	0	0	0	15,36
	3	0	0	2	13,21
	4	0	0	0	12,01
	5	0	0	2,2	100
Jumlah		0	0	2,2	155,94
Rata-rata		0	0	0,44	31,19

Lampiran 61. Persen Kerusakan Kayu Pada Uji Keteguhan Rekat Lamina Kemiri-Cenrana untuk Perekat Polistirena (%).

Jenis perekat	Ulangan	Waktu Kempa			
		12 jam	18 jam	24 jam	30 jam
Polistirena	1	0	0	0	0
	2	0	100	0	0
	3	0	0	15,36	31,66
	4	0	100	13,20	0
	5	0	0	0	0
Jumlah		0	200	28,56	31,66
Rata-rata		0	40	5,71	6,33

Lampiran 62. Persen Kadar Air dari Kayu Cenrana dan Kayu Kemiri

No	Jenis Kayu	% Kadar Air
1	Cenrana	13
2	Kemiri	14



CURICULUM VITAE

Penulis dilahirkan di Rantepao pada tanggal 11 November 1983, merupakan anak ketiga dari lima bersaudara yang terlahir dari pasangan Makus Patabang dan Bertha rampa.

Pada Tahun 1995 lulus Sekolah Dasar Negeri No. 57 Rantepao, tahun 1998 menamatkan Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Rantepao, tahun 2001 menamatkan Sekolah Menengah Atas Katolik Rantepao. Pada tahun yang sama penulis berhasil menembus jalur UMPTN dan di terima sebagai Mahasisiwa Program Studi Teknologi Hasil Hutan Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar.

Selama masa perkuliahan penulis aktif sebagai pengurus Kegiatan Rohani PDR-SS periode 2003-2005

Makassar , 15 Mei 2007

Penulis

Nopa Patabang