

EFEK PROPORSI JENIS TERHADAP SIFAT MEKANIS
KAYU LAMINA DARI KAYU CENRANA
(*Pterocarpus indicus*) DENGAN CORE KAYU KEMIRI
(*Aleurites moluccana* Wild), KAYU KELAPA
(*Cocos nucifera*) DAN KAYU KAPUK RANDU
(*Ceiba pentandra*)



WAODE NURFIATI
M 121 03 014



Tgl. Terbit	20-5-08
Aspek	Hutan
Tempat	Hutan Hutan
Harga	- Hutan
No. Inventaris	65
	SKR-KH 08

NUR
e.

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Efek Proporsi Jenis Terhadap Sifat Mekanis Lamina dari Kayu Cenrana (*Pterocarpus indicus*) dengan Core kayu Kemiri (*Aleurites moluccana* Wild), Kelapa (*Cocos nucifera*) dan Kayu Kapuk Randu (*Ceiba pentandra*)

Nama : Waode Nurfiati

Nim : M 121 03 014

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

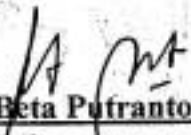

Ir. Beta Pufranto, M.Sc.

Pembimbing II


Ir. Bakri, M.Sc.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin


Ir. Beta Pufranto, M.Sc.

Nip/ 130 792 980

Tanggal Lulus : 15 Mei 2008

ABSTRAK

Waode Nurfiati (M 121 03 014). Efek Proporsi Jenis terhadap Sifat Mekanis Lamina dari Kayu Cenrana (*Pterocarpus indicus*) dengan Core Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana* Wild), Kelapa (*Cocos nutrifera*) dan Kayu Kapuk randu (*Ceiba petandra*), di bawah bimbingan Beta Putranto dan Bakri .

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek proporsi jenis sifat mekanis kayu lamina yang terbuat dari cenrana dengan berbagai jenis core yaitu kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu meliputi keteguhan patah, (MOR), Modulus elastisitas (MOE) dan keteguhan tekan sejajar serat sebagai komponen penyusun kayu lamina.

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Desember 2007 sampai Maret 2008, Pembuatan kayu lamina ini dilakukan dalam dua tahap yaitu pembuatan kayu lamina dan pengujian sifat mekanis pada tiap lapisan. Pembuatan kayu lamina dilakukan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan Fakultas Kehutanan dan pengujian sifat mekanis kayu lamina dilakukan di UPTD Pemanfaatan Sumberdaya Lokal, Dinas Pekerjaan Umum dan Pemukiman, Makassar.

Pengujian dilakukan berdasarkan standar JAS (*Japanese Agricultural Standar*) 2003 No. 234 dan pengaruh tebal lapisan dan jenis core terhadap kayu lamina dianalisis dengan menggunakan rancangan percobaan faktorial dengan rancangan acak lengkap pada tiga jenis core dengan lima kali ulangan, proporsi tebal lapisan yang terdiri atas empat taraf yaitu 1:2:1; 1:3:1;1:5:1 dan 1:8:1. Untuk menganalisis pengaruh perlakuan pada setiap taraf yang berbeda dilakukan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa Jenis core kemiri, kelapa dan kapuk randu dengan proporsi tebal lapisan 1:2:1, 1:3:1, 1:5:1 dan 1:8:1 berpengaruh terhadap keteguhan patah baik *flatwise* maupun *edgewise*, modulus elastisitas baik *flatwise* maupun *edgewise* dan keteguhan tekan sejajar serat.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat , taufiq , dan hidayah-Nya sehingga dengan keadaan sehat wal afiat penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul **Efek Proporsi Jenis terhadap sifat Mekanis Kayu Lamina dari Kayu Cenrana (*Pterocarpus indicus*) dengan Core Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana*), Kayu Kelapa (*Cocos nucifera*) dan Kapuk randu (*Ceiba pentandra*)** sebagai syarat dalam penyelesaian studi pada Program Studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

Dalam Proses Penelitian hingga penyusunan skripsi ini, banyak mendapatkan hambatan dan rintangan namun dengan adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak sehingga masalah atau kesulitan-kesulitan dapat penulis atasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ayahanda tercinta Laode Firu A.Ma.Pd dan Ibunda Nursiah, atas segala kesabaran dan pengorbanan yang diberikan baik itu materil maupun nonmateril serta doa restunya sehingga ananda dapat menyelesaikan studi dengan baik.
2. Bapak Ir.H Muh Restu, MP Selaku Dekan Fakultas Kehutanan universitas Hasanuddin.
3. Bapak Ir.Beta Putranto M.Sc dan Bapak Ir.Bakri M.Sc selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam upaya penyempurnaan penelitian ini dengan penuh Kesabaran.

4. Bapak prof.Dr.Ir Musrizal Muin, M.Sc, Ibu A. Detti Yuniarti, S.Hut, M.P dan ibu Astuti Arif S.Hut, M.sc selaku penguji yang selama ini mengarahkan dan membimbing penulis dengan penuh kesabaran memberikan saran-saran pada skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu dosen, seluruh staf Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
6. Adik tercinta Laode Abd. Rahman dan Laode Muhamad Amna senantiasa memberikan semangat, doa dan bantuan moral maupun material.
7. Teman-teman terbaik Ani,Daud, Fera, Ifha, Fika, Tiwi, Yayu, Evhy, Rhina, Lopez, Danil, Lut, Ulu, Ado terimah kasih atas segala bantuannya.
8. Rekan-rekan ANGKATAN 2003, Teman-teman PU gel 13 dan KKN gel 11, Team Lamina cs, Team papan komposit cs, Team lebah madu cs terimah kasih atas kebersamaanya
9. Nurlina Crew yang telah memberi support dan membantu dalam menyelesaikan penelitian ini

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, Amin. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu sangat diharapkan saran dan kritik yang sifatnya konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat. *Amin ya Rabbal Alamin.*

Makassar, Mei 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
 BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	2
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sistematika dan Gambaran Umum Kayu cenrana.....	3
B. Sistematika dan Gambaran Umum Kayu Kemiri.....	5
C. Sistematika dan Gambaran Umum Kayu Kelapa.....	8
D. Sistematika dan Gambaran Umum Kayu Kapuk randu.....	10
E. Pengertian Kayu Lamina.....	11
F. Sifat Mekanik.....	13
1. Keteguhan Lentur.....	15
2. Keteguhan Tekan Sejajar Serat.....	16
3. Keteguhan Rekat.....	17
G. Proses Pembuatan Kayu Lamina.....	18
1. Pemilihan dan Persiapan Kayu.....	18

2. Peleburan Perekat.....	21
3. Penyusunan Lapisan.....	21
4. Pengempaan.....	22
H. Perekat.....	23
1. Resin Epoxy.....	24
2. Polivinyl Acetat (PVAc).....	24
3. Polistyrena.....	25

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat.....	26
B. Alat dan Bahan.....	26
1. Alat.....	26
2. Bahan.....	27
C. Prosedur Kerja.....	28
1. Pesiapan bahan.....	28
2. Pembuatan Contoh Uji.....	34
3. Pelaksanaan Pengujian.....	36
4. Determinasi Keterbasahan (Wettabilitas).....	39
5. Rancangan Percobaan.....	41

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHAN

A. Kadar Air dan Berat Jenis.....	44
B. Ketebasaan (CWAH).....	45
C. Keteguhan Patah.....	48
1. Keteguhan patah (<i>Modulus of Rupture/MOR</i>) dengan uji <i>Flatwise</i>	48
2. Keteguhan patah (<i>Modulus of Rupture/MOR</i>) dengan uji <i>Edgewise</i>	56

D. Modulus Elastisitas.....	63
1. Modulus Elastisitas/MOE dengan Uji <i>Flatwise</i>	63
2. Modulus Elastisitas/MOE dengan Uji <i>Edgewise</i>	65
E. Keteguhan Tekan Sejajar Serat.....	68
F. Keteguhan Rekat dan Persentase Kerusakan.....	71
G. Gambaran Umum Kayu Lamina.....	73
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	74
B. Saran.....	75

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Uji BNJ kayu Cenrana, Kemiri, Kelapa dan Kapuk randu untu CWAH.....	47
2. Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dengan Menggunakan Core Kemiri untuk Uji <i>Flatwise</i>	52
3. Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dengan Menggunakan Core Kelapa untuk Uji <i>Flatwise</i>	52
4. Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dengan Menggunakan Core Kapukrandu untuk Uji <i>Flatwise</i>	52
5. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah <i>Flatwise</i> Proporsi Lapisan 1:2:1.....	52
6. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah <i>Flatwise</i> Proporsi Lapisan 1:3:1.....	53
7. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah <i>Flatwise</i> Proporsi Lapisan 1:5:1.....	53
8. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah <i>Flatwise</i> Proporsi Lapisan 1:8:1.....	53
9. Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dengan Menggunakan Core Kemiri untuk Uji <i>Edgewise</i>	59
10. Uji BNJ Penagruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dengan Menggunakan Core Kelapa untuk Uji <i>Edgewise</i>	59
11. Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dengan Menggunakan Core Kapuk randu untuk Uji <i>Edgewise</i>	60
12. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah <i>Edgewise</i> Proporsi Lapisan 1:2:1.....	60
13. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah <i>Edgewise</i> Proporsi Lapisan 1:3:1.....	60

14. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah <i>Edgewise</i> Proporsi Lapisan 1:5:1.....	60
15. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah <i>Edgewise</i> Proporsi Lapisan 1:8:1.....	60
16. Uji BNJ Perbedan Kombinasi Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Modulus Elastisitas Uji <i>Flatwise</i>	64
17. Uji BNJ Perbedan Kombinasi Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Modulus Elastisitas Uji <i>Edgewise</i>	66
18. Uji BNJ Perbedan Kombinasi Jenis Core Terhadap Modulus Elastisitas Uji <i>Edgewise</i>	66
19. Uji BNJ Perbedan Kombinasi Jenis Core Terhadap Keteguhan Tekan Sejajar Serat.....	69
20. Uji BNJ Perbedan Kombinasi Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Keteguhan Tekan Sejajar Serat.....	69
21. Gambaran Umum Sifat Mekanis Kayu Lamina.....	73



DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1. Proporsi Tebal Lapisan Kayu Lamina untuk Contoh Uji Keteguhan Lentur dan Keteguhan Tekan Sejajar Serat.....	31
2. Proporsi Tebal Lapisan Kayu Lamina untuk Contoh Uji Keteguhan rekat.....	33
3. Contoh Uji <i>Flatwise</i> Keteguhan Lentur Kayu Lamina.....	34
4. Contoh Uji <i>Edgewise</i> Keteguhan Lentur Kayu Lamina.....	34
5. Contoh Uji Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina.....	35
6. Contoh Uji Keteguhan Rekat Kayu Lamina.....	36
7. Nilai CWAH (mm) Rata-Rata Kayu Cenrana, Kemiri, kelapa dan kapuk randu..	47
8. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Flatwise</i> dengan Core Kayu Kemiri.....	48
9. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Flatwise</i> dengan Core Kayu Kelapa.....	49
10. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Flatwise</i> dengan Core Kayu Kapuk randu.....	49
11. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Flatwise</i> dengan Core Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kapuk randu pada proporsi 1:2:1.....	50
12. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Flatwise</i> dengan Core Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kapuk randu pada Proporsi 1:3:1.....	50
13. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Flatwise</i> dengan Core Kayu Kemiri, kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu pada proporsi 1:5:1....	51
14. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Flatwise</i> dengan Core Kayu Kemiri, kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu pada proporsi 1:8:1....	51
15. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Edgewise</i> dengan Core Kayu Kemiri.....	56
16. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Edgewise</i> dengan Core Kayu Kelapa.....	56

17. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Edgewise</i> dengan Core Kayu Kapuk randu.....	57
18. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Edgewise</i> dengan Core Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu pada proporsi 1:2:1.....	57
19. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Edgewise</i> dengan Core Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu pada proporsi 1:3:1.....	58
20. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Edgewise</i> dengan Core Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu pada proporsi 1:5:1.....	58
21. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji <i>Edgewise</i> dengan Core Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu pada proporsi 1:8:1.....	59
22. Histogram Modulus Elastisitas Kayu Lamina Uji <i>Flatwise</i> Pada Kombinasi Proporsi Tebal Lapisan.....	63
23. Histogram Modulus Elastisitas Kayu Lamina Kombinasi Proporsi Tebal Lapisan Uji <i>Edgewise</i>	65
24. Histogram Modulus Elastisitas Kayu Lamina Kombinasi Jenis Core Uji <i>Edgewise</i>	65
25. Histogram Jenis Core Keteguhan Tekan Sejajar Serat.....	68
26. Histogram Proporsi Tebal Lapisan terhadap Keteguhan Tekan Sejajar Serat.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

No	Halaman
1. Kadar Air dan Berat Jenis Kayu Cenrana, Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk Randu Sebelum Pembuatan Contoh Uji.....	79
2. Nilai Wettabilitas Kayu Cenrana, Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu.....	80
3. Analisis Tukey kayu Lamina Terhadap Wettabilitas Kayu Cenrana, Kayu Kemiri, Kayu kelapa dan Kayu Kapuk randu.....	80
4. Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dari berbagai Jenis Core dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk Uji <i>Flatwise</i> (kg/cm ²).....	81
5. Analisis Ragam Keteguhan Patah Kayu Lamina untuk Uji <i>Flatwise</i>	82
6. Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina Dengan Menggunakan Berbagai Macam Core untuk Uji <i>Edgewise</i> (kg/cm ²).....	82
7. Analisis Ragam Keteguhan Patah Kayu Lamina untuk Uji <i>Edgewise</i>	83
8. Nilai Modulus Elastisitas Kayu Lamina dengan Menggunakan Berbagai Jenis Core untuk <i>flatwise</i> (kg/cm ²).....	83
9. Analisis Ragam Modulus Elastisitas Kayu Lamina untuk Uji <i>Flatwise</i>	84
10. Nilai Modulus Elastisitas Kayu Lamina dengan menggunakan Berbagai Jenis Core untuk Uji <i>edgewise</i> (kg/cm ²).....	84
11. Analisis Ragam Modulus Elastisitas Kayu Lamina untuk Uji <i>Edgewise</i>	85
12. Nilai Keteguhan Tekan Kayu Lamina Dari Berbagai Jenis Core (kg/cm ²	85
13. Analisis Ragam Keteguhan Patah Kayu Lamina untuk Uji Keteguhan Tekan Sejajar Serat.....	86
14. Nilai Keteguhan Rekat Kayu Lamina dengan menggunakan berbagai Jenis Kayu (kg/cm ²).....	86
15. Persentase Nilai Keteguhan Rekat Kayu Lamina dengan Menggunakan Bergai Kayu.....	87

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebagian besar kayu yang digunakan oleh industri perkayuan Indonesia dipasok dari hutan alam yang menyebabkan potensi kayu dari tahun ke tahun semakin terbatas. Untuk mengatasi pasokan kayu dari hutan alam maka dilakukan pemanfaatan kayu lokal yang berasal dari hutan rakyat. Kayu lokal yang ditanam pada hutan rakyat umumnya adalah jenis-jenis yang memiliki kualitas rendah diantaranya adalah kemiri, kelapa dan kapuk randu. Sementara industri-industri kayu pada umumnya membutuhkan jenis-jenis kayu yang berkualitas tinggi. Oleh karena itu, menuntut perlunya suatu upaya agar jenis-jenis kayu yang berkualitas rendah dapat dimanfaatkan dengan baik, salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan pengembangan teknologi kayu lamina.

Kayu lamina adalah produk yang dibuat melalui penyusunan kayu-kayu yang berdimensi sempit yang direkat dengan perekat tertentu secara bersama-sama dengan arah serat paralel satu sama lainnya (Wardhani, 1999). Kayu lamina lebih efisien dibandingkan dengan kayu utuh karena dapat dibuat dengan cara menggabungkan kayu bermutu rendah dengan kayu bermutu tinggi, selain itu kayu lamina juga dapat memanfaatkan limbah kayu yang berukuran kecil dan dapat dibuat dengan berbagai variasi, bentuk, ukuran dan jumlah lapisan sehingga dapat menghasilkan ukuran yang relatif besar.

Kayu cenrana, kemiri, kelapa dan kapuk randu di Sulawesi memiliki potensi untuk dimanfaatkan menjadi kayu lamina. Asdar dan Lempang (2006) mengemukakan bahwa kayu kemiri terlihat pada luas areal tanaman kemiri

mencapai 31.331 ha yang rata-rata berumur tua dan tidak produktif lagi. Selain itu juga terlihat pada tanaman kelapa dimana untuk luas areal kelapa dalam (lokal) mencapai 97.569 ha dan kelapa Hibrida mencapai 18.524 ha (BAPPEDA 2005).

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka perlu pengembangan mengenai kayu lamina dengan mengadakan penelitian mengenai sifat mekanis yang meliputi keteguhan lentur, keteguhan tekan sejajar serat dan keteguhan rekat geser dengan menggabungkan antara jenis kayu kuat dan lemah dari berbagai proporsi jenis, agar penggunaannya dapat disesuaikan dengan kekuatan yang dimiliki kayu tersebut.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek proporsi jenis sifat mekanis kayu lamina yang terbuat dari cenrana dengan berbagai jenis core yaitu kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu meliputi keteguhan lentur, keteguhan patah, keteguhan tekan sejajar serat dan keteguhan rekat sebagai komponen penyusun kayu lamina.

Hasil penelitian ini dapat berguna sebagai bahan informasi dalam pembuatan kayu lamina pada berbagai proporsi jenis dan penggunaan kayu lamina pada konstruksi bangunan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Cenrana (*Pterocarpus indiucus*)

1. Sistematika dan Sifat Botanis

Menurut Tantra (1980), sistematika tanaman cenrana adalah sebagai berikut :

- Divisio : Spermatophyta
- Sub Divisio : Angiospermae
- Class : Dicotyledonae
- Famili : Leguminoceae
- Sub Famili : Papilionaceae
- Genus : *Pterocarpus*
- Spesies : *Pterocarpus indicus* Wild

Di Malaya, Indonesia dan Filipina, tumbuhnya tersebar secara alami disekitar pantai dan didalam hutan alam campuran. Umumnya cenrana tumbuh baik sampai ketinggian 500 m dpl, pada tanah liat berpasir, dalam dan gembur atau tanah berbatu-batu. Di jawa tengah dan Jawa Timur, jenis ini dapat hidup sampai ketinggian 800 dpl, sedangkan di Jawa Barat kurang dari 600 m dpl (PIKA, 1991).

Daun berbentuk telur memanjang, meruncing dan mengkilap sekali. Ukuran daun 4-10 cm, letak daun bersilangan dan anak daun berjumlah 5-13 helai. Tandan bunga diujung dan duduk diketiak daun, serabut atau tidak bercabang, berambut coklat, berbunga banyak dengan panjang 7-11 cm, bunga sangat harum, anak tungkai 0,5-1,5 cm. Buah termasuk buah polongan dan

bertangkai warna kuning muda. Buah berbentuk bulat lingkaran dengan paruh disamping pipih sekali, sekitarnya bersayap dan tidak membuka dengan garis tengah kurang lebih 5 cm. Kulit mempunyai 2 lapis yaitu bagian luar agak tipis dan licin, sedang lapisan bagian dalam agak tebal dan mempunyai serat (Tantra, 1980).

Musim bunga dan buah terjadi sepanjang tahun, buah masak antara bulan Mei-Desember. Jumlah biji 1300 butir per kg atau 1800 butir per kaleng minyak tanah. Biji segar mempunyai daya kecambah 70 % tetapi setelah disimpan satu bulan dalam keadaan kering udara turun menjadi 60 % (Martawijaya, dkk, 1981).

Sifat anatomi kayu cenrana diantaranya memiliki kayu teras dengan warna sangat bervariasi dari kuning jerami, coklat karat muda, sampai coklat karat tua, merah muda, salem dan merah muda serta berurat tidak teratur dengan warna lebih gelap. Kayu gubal berwarna putih, jerami muda, kuning dan coklat muda dan mempunyai batas yang jelas dengan kayu teras, tebal 3-8 cm. Tekstur kayu agak halus sampai agak kasar, arah serat lurus atau bergelombang tidak teratur, seringkali berpadu. Parenkim termasuk tipe paratrakeal, disamping itu terdapat parenkim apotrakeal berbentuk pita-pita memanjang yang berkumpul pada akhir lingkaran tumbuh (Martawijaya, dkk. 1981).

Sifat fisis kayu cenrana memiliki berat jenis 0,65 dan termasuk kelas kuat II. Penyusutannya sampai kering tanur 3,0 % dalam arah radial dan 5,9 % dalam arah tangensial (Martawijaya, 1981).

Sifat mekanis kayu cenrana memiliki keteguhan tekan sejajar serat arah serat sebesar (b) 346 kg/cm², (k) 519 kg/cm², keteguhan lentur statistik tegangan pada batas proporsi sebesar (b) 332 kg/cm², (k) 596 kg/cm² dan tegangan pada

batas patah sebesar (b) 699 kg/cm², (k) 915 kg/cm². Sedangkan sifat kimia kayu cenrana memiliki kadar selulosa 49,1 %, lignin 23,8 %, pentosan 11,0 %, abu 0,9 % dan silica 0,3 %. Kelarutan alkohol-benzana 2,2 %, air dingin 0,4 %, air panas 4,1 % dan NaOH 1 % sebesar 16,2 % (Martawijaya,dkk.1981).

B. Kemiri (*Aleurites moluccana*)

1. Sistematika dan Sifat Botanis

Menurut Paimin (1994), sistematika tanaman kemiri adalah sebagai berikut :

Divisio	: Spermatophyta
Sub Divisio	: Angiospermae
Class	: Dicotyledonae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: Aleuritas
Spesies	: <i>Aleurites moluccana</i> Wild

Tanaman kemiri dapat tumbuh dengan baik pada tanah-tanah berpasir di pantai. Namun tanaman kemiri dapat juga tumbuh pada tanah podsolik yang kurang subur dan dan pada tanah-tanah litisol. Di Indonesia kemiri tersebar hampir di seluruh pelosok Nusantara dengan jumlah terbanyak ada di Sulawesi Selatan, Jawa, Maluku dan Sumatera Utara. Kemiri dibudidayakan di kebun untuk memperoleh buah, sedangkan kehutanan menanamnya untuk menghasilkan kayu (Sunanto, 1994).

Daun kemiri pada pohon tua berbeda dengan daun tanaman muda. Daun pada tanaman muda berukuran lebih besar dengan bulat cordate, warnanya hijau tua. Daun tanaman tua berbentuk bulat lanset dengan ukuran lebih kecil dan berbentuk malai, berwarna putih, dan tumbuh di ujung cabang. Bunga malai ini bercabang lebar, terdiri atas bunga jantan dan bunga betina. Ukuran bunga betina lebih besar dari pada bunga jantan. Bijinya tergolong batu buah karena berkulit keras mempunyai tempurung dengan permukaan luar kasar berlekuk. Buah bentuk bulat hingga bulat telur, berbulu lembut. Bentuknya agak gepeng, memiliki 1-3 ruang yang didalamnya berisi biji kemiri. Warna kulit buah mudah hijau dan setelah masak akan berwarna coklat tua atas kehitaman. Batang kemiri dapat mencapai diameter lebih dari 1 m, terutama yang berumur tua tinggi pohon dapat mencapai 40 m. Pohon mulai bercabang bila telah mencapai ketinggian 0,25-0,5 m atau pada umur sekitar 1 tahun. Akarnya berupa akar tunggang, yaitu mempunyai akar pokok yang tumbuh lurus hingga jatuh kedalam tanah. Selain memiliki akar pokok, terdapat juga cabang akar yang tumbuh dari akar pokok tadi. Dari cabang akar nantinya juga akan tumbuh cabang-cabang lain yang ukurannya menjadi lebih kecil dan yang terakhir terdapat rambut akar yang lembut dan tipis (Paimin, 1994).

Sifat anatomi kayu kemiri diantaranya memiliki kayu teras berwarna putih kekuning-kuningan, mudah diserang jamur biru, gubal tidak dapat dibedakan dari kayu teras. Tekstur kayu agak kasar, arah serat lurus, permukaan kayu agak kesat sampai agak licin, permukaan kayu agak sedikit mengkilap. Pori berbentuk lonjong, hampir seluruhnya soliter, sebagian bergabung 2-3 dalam arah radial, kadang-kadang 6 bahkan sampai 11, tersebar merata dengan frekuensi 1-2 per

mm² atau kadang-kadang lebih, diameter 120-220 μ bidang perforasi sederhana. Terdapat 2 tipe parenkim, tipe paratrakeal yang berbentuk selubung tidak lengkap dan tipe apotrakeal yang berbentuk garis-garis tangensial pendek. Parenkim berisi kristal (Martawijaya, 1989).

Sifat fisis kayu kemiri memiliki berat jenis sebesar 0,31 dan kelas kuat IV-V. Penyusutannya sampai kering tanur sebesar 2,8 % dalam arah radial dan 5,5 % dalam arah tangensial (Martawijaya, 1989).

Sifat mekanis kayu kemiri memiliki keteguhan lentur statik tegangan pada batas proporsi sebesar (b) 29 kg/cm², (k) 169 kg/cm² dan tegangan pada batas patah sebesar (b) 208 kg/cm², (k) 204 kg/cm². Sedangkan sifat kimia meliputi kadar selulosa sebesar 44,4 %, lignin 24,9 %, air dingin 3,8 %, air panas 4,9 %, NaOH 1 % sebesar 17,0 % (Martawijaya, dkk. 1989).

C. Kelapa

1. Sistematika dan Sifat Botanis

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

Kingdom	: Plantarum
Divisio	: Spermatophyta
Sub Divisio	: Angiospermae
Klas	: Monocotyledonae
Ordo	: Arecales
Famili	: Palmae
Genus	: Cocos
Spesies	: <i>Cocos nucifera</i> Linn

Ciri-ciri morfologi pohon kelapa yaitu berakar serabut, tidak berbanir, bentuk batang lancip, tingginya dapat mencapai 30 meter, diameter batang rata-rata 25 cm, tajuk berbentuk payung, tidak bercabang, tidak punya mata kayu, dan kulit berwarna kelabu, pelepah bersusun, dan daun menyirip genap, bunga berupa tandan, bunga betina di bagian pangkal, dan bunga jantan di ujung tandan, bentuk buah bulat dan berserabut. Tanaman kelapa adalah tanaman yang serba guna, karena mulai dari akar, batang, daun, bunga dan buah sampai sabut dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk obat, makanan, minuman, minyak dan lain-lain (Heyne, 1950).

Batang kelapa berbentuk silindris, dengan diameter pangkal bervariasi dari 22 - 30,5 cm. Penampang lintang batang terbagi menjadi 4 lapisan, yaitu lapisan

paling luar setebal 0,5 cm adalah kulit, lapisan dalam adalah bagian perifer yang terbagi menjadi eksoperifer setebal 0,5 – 1 cm terdiri atas sejumlah besar jaringan serabut dan endoperifer setebal 4 – 8 cm yang sebagian besar terdiri atas sejumlah besar ikatan pembuluh sedangkan lapisan paling dalam adalah bagian sentral dimana sebagian besar terdiri atas jaringan parenkim. Panjang serat batang kelapa berkisar antara 1.191,6 mikron sampai 1.980,8 mikron. Diameter serat batang kelapa berkisar antara 28,3 mikron sampai 42,6 mikron, tebal dinding serat kelapa bervariasi dari 5,2 mikron sampai 13,8 mikron (Sudarna, 1990).

Menurut Wardhani, dkk (2004), kandungan kimia batang kelapa meliputi zat ekstraktif yang larut dalam air panas 6,06 %, larut dalam alkohol benzena 5, 11 %, larut dalam NaOH 1% yaitu 21,04 %, kadar abu 1.97 %. Kandungan Holoselulosa yaitu 73,49 %, selulosa 31,95 %, lignin 30,99 %. Menurut Arancon (1997) dalam Wardhani, dkk. (2006), kerapatan kayu kelapa bagian dalam, tengah, dan tepi masing-masing adalah $0,11 \text{ g/cm}^3$, $0,42 \text{ g/cm}^3$ dan $0,85 \text{ g/cm}^3$

Sifat mekanik kayu kelapa semakin kearah dalam menuju pusat atau hati (horisontal) dan atau semakin ke ujung (vertikal) kekerasan dan kekuatan serat semakin berkurang, keteguhan tekan dari ujung ke pangkal bagian luar berkisar antara 322 kg/cm^2 - 679 kg/cm^2 , bagian dalam 255 kg/cm^2 - 575 kg/cm^2 . Keteguhan lentur dari ujung ke pangkal bagian luar 1409 kg/cm^2 - 920 kg/cm^2 , bagian dalam 759 kg/cm^2 - 475 kg/cm^2 (Departemen Perindustrian, 1986).

D. Kapuk Randu

1. Sistematika dan sifat Botanis

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

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

Kapuk randu termasuk famili Bombacaceae adalah merupakan tumbuhan daerah tropis yang tumbuh baik pada ketinggian di bawah 350 m di atas permukaan laut, dengan curah hujan antara 3500-3000 mm dan musim kering yang cukup kuat. Secara alami pohon kapuk randu tumbuh lurus, dengan Tinggi batang pohon bisa mencapai 20 meter dan diameternya bisa mencapai 50 cm, dengan tajuk relative tipis dan cabang bertingkat. 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).



Kapuk randu banyak ditemukan di Sumatera, Jawa, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara dan Irian Jaya. Kayu kapuk randu ini muda dikerjakan dan biasanya dapat digunakan untuk plywood, peti, korek api, pulp dan moulding (PIKA, 1991).

Sifat fisis kayu kapuk randu memiliki berat jenis kering udara minimum adalah 0,25, maksimum 0,12 dengan 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 $\leq 215 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan untuk sifat anatomi kayu kapuk randu diantaranya memiliki kayu teras berwarna putih keabu-abuan (PIKA, 1991).

E. Pengertian Kayu Lamina

Kayu lamina adalah kayu yang direkat dengan perekat tertentu secara bersama-sama dengan arah serat paralel. Kayu lamina dibuat dari potongan-potongan kayu yang kecil sesuai panjang, lebar atau tebal yang diinginkan dengan cara menyambung ujung-ujung kayu dan merekatkan sisi-sisinya. Kayu lamina digunakan untuk konstruksi bangunan seperti hanggar, aula, gedung olah raga, perabot rumah tangga dan alat-alat olah raga (Wardhani, 1999).

Abdurachman dan Hadjib (2005) mengemukakan bahwa balok kayu lamina adalah balok yang diperoleh dari hasil perekatan papan tipis yang disusun sejajar serat dengan menggunakan perekat. Pemanfaatan kayu pada balok lamina lebih efisien dibandingkan kayu utuh karena dapat dibuat dengan cara menggabungkan jenis kayu bermutu rendah dan jenis kayu bermutu tinggi. Selain

itu balok lamina dapat dibuat dengan berbagai variasi, bentuk, ukuran dan jumlah lapisan, sehingga dapat menghasilkan ukuran yang relatif besar. Di Indonesia pemakaian balok lamina belum banyak berkembang karena memerlukan biaya investasi tinggi sehingga menyebabkan harga produk lamina lebih mahal dari kayu gergajian konvensional.

Kayu laminasi dapat dirancang dan dibuat dengan mengkombinasikan dua jenis kayu dengan kelas yang berbeda sehingga pemakaian kayu akan lebih efisien. Kayu dengan kelas kuat yang lebih tinggi ditempatkan di bagian luar yang menahan tegangan yang besar, sedangkan kayu dengan kelas kuat yang lebih rendah ditempatkan di tengah, pada bagian yang akan menerima tegangan lebih kecil (Anshari, 2006).

Tsoumis (1991) mengemukakan bahwa kayu lamina dibuat dengan merekatkan dua atau lebih lapisan kayu dengan arah sejajar serat. Produk ini berbeda dengan kayu lapis dimana kayu lapis memiliki susunan venir yang saling tegak lurus. Disamping itu kayu lamina juga tidak berbentuk panel sebagaimana halnya kayu lapis tetapi dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai tujuan penggunaannya. Kayu lamina dapat dibuat dari jenis, bentuk dan ukuran kayu yang berbeda, serta bervariasi dari kayu gergajian sampai venir tipis. Bentuk produk dapat bervariasi dari bentuk lurus sampai kurva.

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. Kelebihan 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. (4) Meningkatkan keawetan kayu, karena perlakuan pengawetan yang lebih baik pada setiap lapisan dan penempatan kayu yang lebih awet pada permukaan kayu lamina terluar.

Kayu lamina pertama kali dibuat pada tahun 1990-an, dan di Indonesia produk ini sudah dibuat berupa kosen untuk diekspor dari satu jenis kayu tanpa sambungan pada arah panjang. Pengempaannya menggunakan frekuensi tinggi dengan perekat polovinil asetat (PV Ac). Kayu lamina untuk kosen dapat juga dibuat dari campuran jenis kayu dengan sambungan dari arah serat memanjang (Sugitno, 1991).

F. Sifat Mekanik

Kekuatan dan ketahanan terhadap perubahan bentuk suatu bahan disebut sebagai sifat-sifat mekanik. 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 mekanik biasanya merupakan ciri-ciri terpenting produk-produk kayu yang akan digunakan untuk bahan bangunan gedung (Haygreen dan Bowyer, 1996).

Sifat mekanik atau kekuatan adalah kemampuan kayu untuk menahan muatan dari luar. Muatan dari luar yang mempunyai kecenderungan untuk mengubah bentuk dan besarnya benda. Kekuatan kayu memegang peranan

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

Dumanauw (1990) mengemukakan bahwa pada hakekatnya semua penggunaan kayu, membutuhkan syarat kekuatan atau sifat-sifat mekanik. Oleh karena itu pengetahuan tentang sifat mekanik kayu sangat penting. Beberapa macam kekuatan kayu yaitu keteguhan tarik, keteguhan geser, keteguhan belah, keteguhan tekan, kekerasan, keuletan dan kekakuan.

Menurut Haygreen dan bowyer (1982), sifat-sifat mekanik merupakan ciri terpenting kayu yang harus dipertimbangkan jika kayu tersebut akan dipergunakan sebagai bahan struktural bangunan. Sifat kekuatan tekan menentukan beban yang dapat dipikul suatu tiang atau pancang yang pendek dan penting dalam rancangan sambungan antara suku-suku kayu, pada penyangga gelagar dalam suatu bangunan. Kekuatan tarik penting untuk suku bawah (busur) pada penopang kayu dan dalam rancangan sambungan antara suku-suku bangunan dan keteguhan geser menentukan beban yang dapat dipikul oleh gelagar pendek.

Sifat mekanik 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 (Tsoumis, 1991).

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 pikulan 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).

Haygreen dan Bowyer (1996) mengemukakan konsep tegangan dan regangan yang cukup sederhana pada tarikan dan tegangan bersumbu satu, lebih kompleks pada gelagar. Apabila suatu gelagar seperti palang lantai kayu dibengkokkan, separuh bagian yang di atas tegang dalam tekan dan separuh bagian yang di bawah tegang dalam tarikan. Tegangan maksimum terjadi pada puncak permukaan dan 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. Karena tidak terdapat tegangan tarik ataupun tekan pada sumbu netral suatu gelagar, panjang sumbu netral tetap sama bila gelagar dibengkokkan. Permukaan atas gelagar tertekan dan permukaan bawah memanjang. Gelagar melengkung akibat tegangan tarik dan tekan. Besarnya pelengkungan pada titik tengah gelagar disebut defleksi. Defleksi terjadi apabila suatu gelagar dikenai beban tergantung pada tempat dan besar beban, panjang ukuran gelagar, dan modulus.

Sifat mekanik 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 sifat mekanik anisotropik (Tsoumis, 1991).

2. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Keteguhan tekan suatu jenis kayu adalah kekuatan kayu untuk menahan muatan jika kayu itu diberikan beban tertentu. Keteguhan tekan dibedakan menjadi dua macam berdasarkan arah gaya luar yang bekerja pada kayu, yaitu keteguhan tekan tegak lurus 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 dari pada 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 tegangan normal. Keteguhan tekan suatu jenis kayu didefinisikan sebagai kekuatan kayu menahan gaya normal yang berusaha mememanfaatkannya. Dalam hal ini dibedakan dua macam, keteguhan tekan yaitu keteguhan tekan tegak lurus serat dan keteguhan tekan sejajar serat (Popov, 1991).

Keteguhan tekan sejajar serat menentukan beban yang dapat dipikul suatu tiang atau pancang yang pendek. Keteguhan tekan tegak lurus serat penting dalam rancangan sambungan antar suku-suku kayu dalam suatu bangunan dan pada penyangga gelagar (Haygreen dan Bowyer,1996). 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).

3. Keteguhan Rekat

Haygreen dan Bowyer (1996) mengemukakan bahwa keteguhan geser berbeda dengan keteguhan tarik atau tekan dalam hal ini bahwa keteguhan geser cenderung membuat satu bagian bahan bergeser terhadap bagian di sebelahnya. Keteguhan geser sejajar serat jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan keteguhan geser melintang serat. Keteguhan geser penting dalam merancang sambungan-sambungan antar unsur-unsur struktural suatu bangunan.

Keteguhan geser umumnya ditentukan dengan menggunakan uji keteguhan geser untuk menghitung besarnya keteguhan rekat geser dan proporsi kerusakan kayu. Proporsi kerusakan kayu adalah persentase dari permukaan kayu yang rusak dengan bagian kayu yang saling berhimpit yang dilaburi perekat. Produk kayu lamina untuk struktur eksterior bangunan, rata-rata kerusakan kayu sebaiknya tidak kurang dari 75% (Tsoumis, 1991).

Menurut Filler, dkk (1993) dalam Wardhani (1999) menyatakan bahwa keteguhan rekat bukan hanya dipengaruhi kerapatan kayu tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti kandungan zat ekstraktif, struktur anatomi kayu, kondisi perekatan dan sebagainya. Selain itu kandungan kimia kayu merupakan satu faktor yang mempengaruhi kualitas perekatan.

G. Proses Pembuatan Kayu Lamina

1. Pemilihan dan Persiapan Kayu

Tsoumis (1991) mengemukakan 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 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 (Tsoumis, 1991).

b. Kualitas Kayu

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 dan tanpa cacat. Kayu teras baik digunakan pada konstruksi yang tidak terlindung dari cuaca (Tsoumis, 1991).

c. 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).

d. 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).

e. Keterbasahan (*wettability*)

Menurut Bodig (1962) dan Ruhendi (1983) dalam Suhasman, Ruhendi dan Rilatupa (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 / *Machining*

Pemesinan termasuk 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 dalam berbagai cara, biasanya dengan cara *finger jointing* (Tsoumis, 1991).

2. Pelaburan Perekat

Selbo dan Freas (1954) dalam Hamsah (1991) mengemukakan bahwa 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 telah dilaburi perekat, harus secepatnya direkatkan. Pencampuran perekat pada suhu rendah akan memerlukan waktu yang lebih lama sebelum penyusunan lapisan dibandingkan pencampuran perekat pada suhu tinggi.

3. Penyusunan Lapisan

Penyusunan lapisan dilakukan setelah peleburan perekat. Cara penyusunan tergantung 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 peleburan dan pengempaan ditentukan. Waktu penyusunan lapisan berbeda-beda tergantung jenis perekat, jenis kayu dan suhu saat penyusunan lapisan (Tsoumis, 1991).

Selbo dan Freas (1954) dalam Hamsah (1991) mengemukakan bahwa penentuan letak sambungan harus sesuai, sebab kekuatan kayu lamina dipengaruhi oleh letak sambungan. Penyambungan kayu lamina dilakukan melalui dua cara yaitu penyambungan tepi dan penyambungan ujung. Penyambungan tepi dilakukan untuk mendapatkan kayu lamina dengan ukuran lebih lebar dan penyambungan ujung dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang lebih panjang.

Abdurachman dan Hadjib (2005) mengemukakan bahwa jumlah lapisan berpengaruh nyata terhadap kekakuan dan kekuatan balok lamina. Artinya semakin banyak lapisan semakin tinggi nilai kekakuan dan kekuatannya. Hal ini disebabkan oleh sifat balok lamina yang semakin banyak elemen pelapisnya makin banyak perekat yang digunakan, semakin kaku dan kuat balok laminanya.

4. Pengempaan

Menurut Selbo dan Freas (1954) dalam Anshari (2006) mengemukakan bahwa proses pengempaan ditujukan untuk menghasilkan garis perekat setipis mungkin, bahkan mendekati ketebalan molekul bahan perekat, karena kekuatan meningkat seiring berkurangnya tebal garis rekatan. Pengempaan yang terlalu rendah menyebabkan cacat perekatan, seperti melepuh, perekat tebal, dan pecah muka. Pengempaan terlampau tinggi juga menyebabkan cacat perekatan seperti kurang perekat atau tembus akibat penetrasi berlebih. Periode atau lama pengempaan pada balok laminasi tergantung dari beberapa faktor diantaranya sifat perekat dan kayu, ketebalan kayu laminasi, jumlah balok kayu laminasi yang dikempa, serta tingkat daya serap kayu terhadap air. Pengempaan panas membutuhkan waktu sehari hari bahkan berminggu-minggu.

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 untuk kayu daun jarum dan 150 psi untuk kayu daun lebar (Tsoumis, 1991).

H. 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 benda yang direkat kemudian mengeras dan adanya daya tarik menarik antara 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 perekat *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, di mana perekat mengeras dan mengikat kayu. Kualitas rekatan juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kondisi permukaan kayu, keterbasahan dengan perekat, kadar air, dan faktor-faktor lainnya. Kondisi permukaan kayu yang dimaksud terutama berkaitan dengan kehalusan dan kebersihan permukaan kayu. Keterbasahan kayu dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti yang berhubungan dengan perekat

(temperatur, viskositas, tegangan permukaan), dan kayu (kerapatan, berat jenis, dan ekstraktif) (Tsoumis, 1991).

1. 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-beda tergantung suhu pengempaan dan penambahan katalis atau bahan aditif. Resin epoxy mengeras pada suhu ruangan hingga pada suhu tinggi ($< 200^{\circ}\text{C}$) serta diperlukan pengempaan ringan (Tsoumis, 1991).

2. Polivinyl Acetat (PVAc)

Polivinyl acetat 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).

3. Polystyrena

Board dan Engineers (1985) mengemukakan bahwa polystyrena menunjukkan sifat adhesi yang jelek terhadap plastik kecuali polystyrena logam. Hal ini menunjukkan adhesi yang lebih baik ke arah permukaan yang berbentuk pori seperti kayu. Polystyrena dapat digunakan pada suhu tinggi yaitu 120-130 C, seperti isolasi listrik sangat bagus, tahan air dan biodeteriorasi, tetapi umumnya mempunyai ketahanan yang jelek terhadap bahan kimia.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Desember 2007 sampai Maret 2008, Sampel Kayu Cenrana berasal dari Ud Bersahaja, Sampel Kemiri dan Kapuk Dari Ud Darma Jaya Sedangkan Lokasi Pengambilan Sampel kayu Kelapa di Kabupaten Muna Sulawesi Tenggara. Pembuatan kayu lamina ini dilakukan dalam dua tahap yaitu pembuatan kayu lamina dan pengujian sifat mekanis pada tiap lapisan. Pembuatan kayu lamina dilakukan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan Fakultas Kehutanan dan pengujian sifat mekanis kayu lamina dilakukan di UPTD Pemanfaatan Sumberdaya Lokal, Dinas Pekerjaan Umum dan Pemukiman, Makassar.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

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

1. Mesin Gergaji
2. Mesin Ketam
3. Amplas
4. Meteran
5. Kaliper
6. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01g
7. Pisau dempul
8. Klem

9. Mesin Penguji Kayu (*Universal Testing Machine*) tipe AW-4 & 10 merk torsee's
10. Alat tulis menulis
11. Kalkulator
12. Desikator
13. Oven
14. Cawanpetri
15. Pipa kaca
16. Saringan 80 dan 100 mesh.
17. *Hammer Mill*

2. Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Kayu Cenrana
2. Kayu Kemiri
3. Batang Kelapa
4. Kayu Kapuk randu
5. Perekat Epoxy

C. Prosedur Kerja

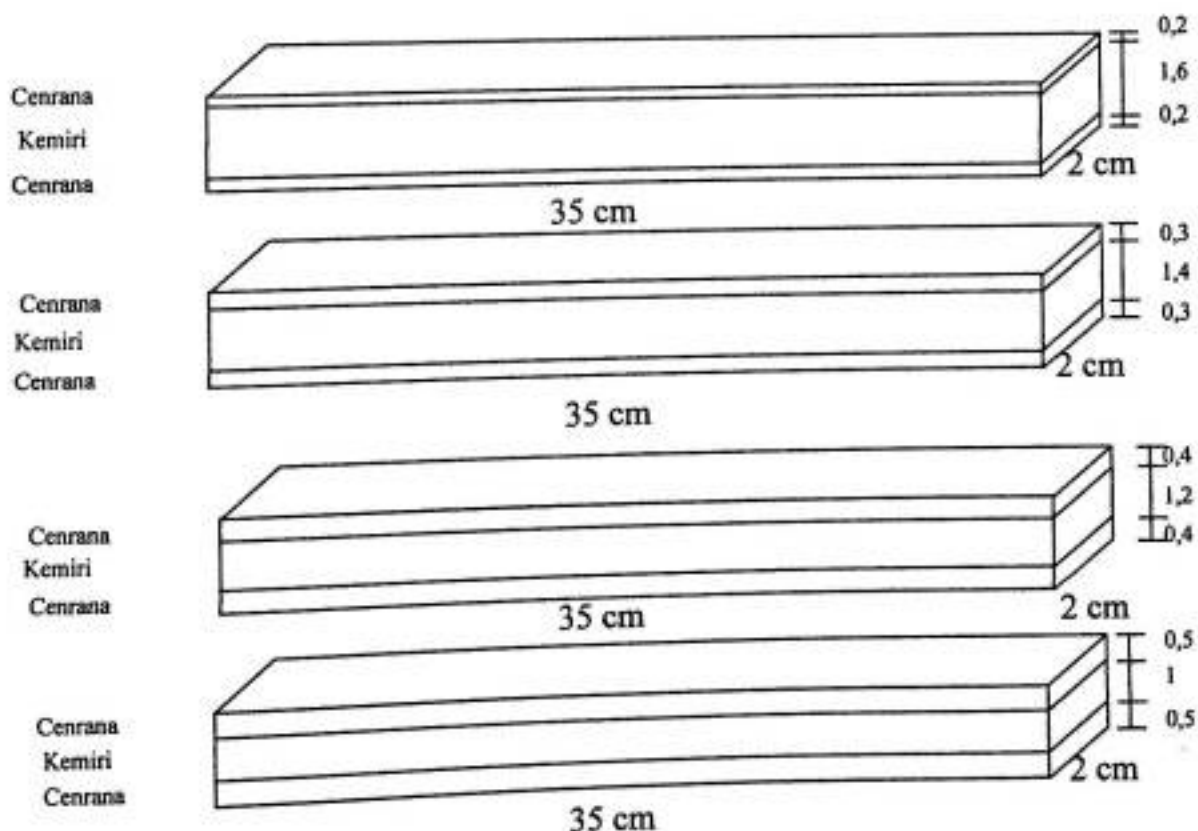
1. Pembuatan Kayu Lamina

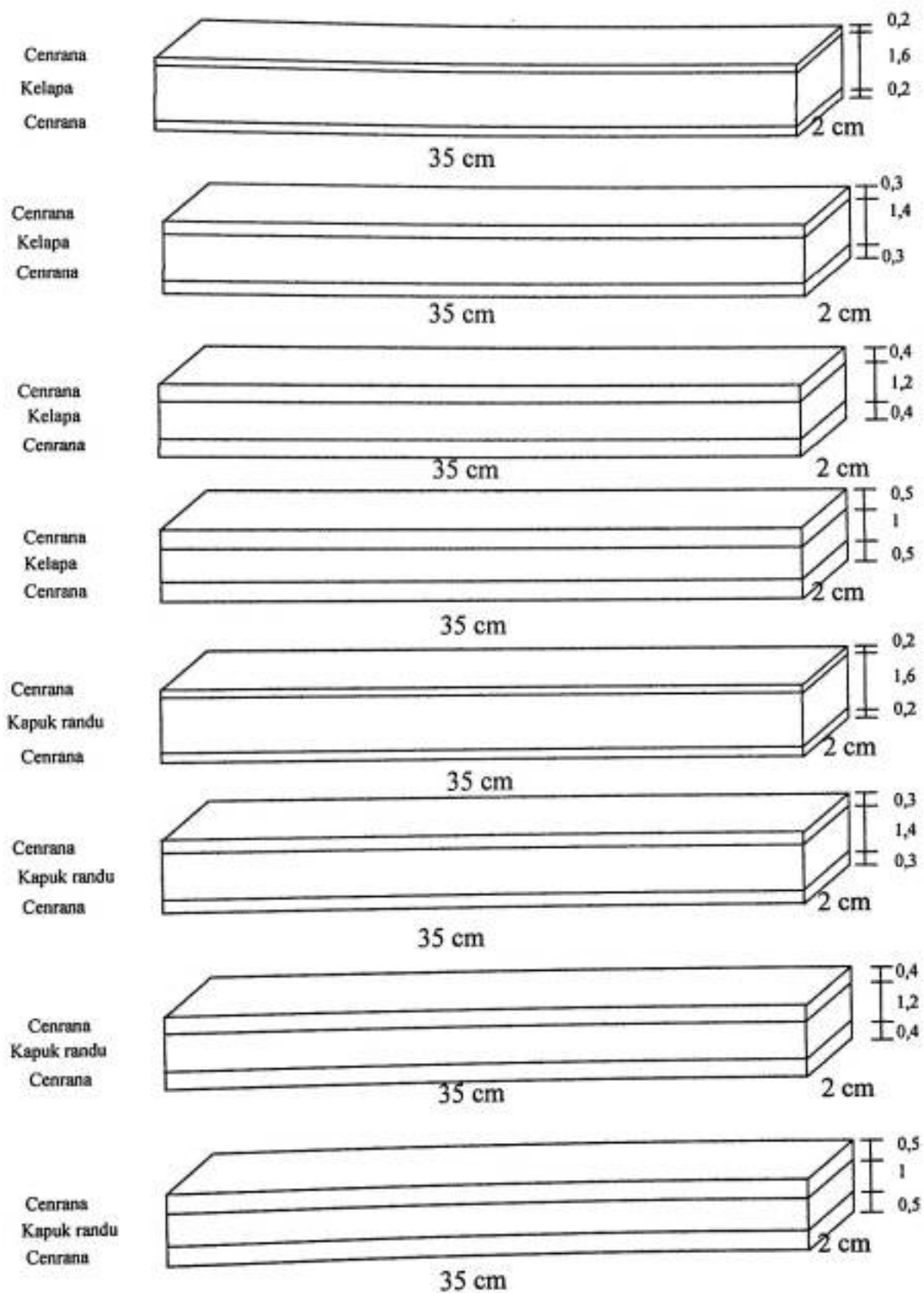
Kayu lamina yang akan dibuat terdiri atas tiga lapisan dari kayu cenrana dengan core kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu, dimana ketebalan keseluruhan adalah 2 cm, dengan perbandingan proporsi ketebalan lapisan yang digunakan adalah 1 : 8 : 1; 1 : 5 : 1; 1 : 3 : 1; 1 : 2 : 1 untuk uji keteguhan lentur dan keteguhan tekan sejajar serat, dan proporsi 1 : 1 untuk keteguhan rekat (proporsi kayu pada kayu lamina yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2).
2). Prosedur pembuatan kayu lamina tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kayu cenrana, kemiri dan kapuk randu yang akan digunakan dalam bentuk gergajian sedangkan Batang kelapa yang telah ditebang dipotong/dibelah menjadi papan dan dipisahkan antara bagian yang dalam (lunak) dan luar (keras).
2. Mengeringudarkan kayu cenrana, kemiri, kelapa dan kapuk randu dengan cara diangin-anginkan di dalam ruangan hingga kadar airnya $\leq 15\%$.
3. Mengukur kadar air kayu cenrana, kemiri, kelapa dan kapuk randu dengan cara mengeringtanurkan sampel menggunakan oven pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam, selanjutnya dikeluarkan dari oven lalu dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit lalu menimbang beratnya. Contoh uji selanjutnya dikeringkan lagi selama 3 jam hingga beratnya konstan. Berat awal (BA) dan berat kering tanur (BKT) sampel ditimbang menggunakan timbangan digital ketelitian 0,01 g.

4. Menghitung kadar air sampel kayu cenrana, kemiri, kelapa dan kapuk randu dengan rumus $KA = ((BA-BKT) : BKT) \times 100 \%$.
5. Menghitung berat jenis sampel kayu cenrana dan kayu kemiri dengan rumus $BJ = ((Bkt/Vkt) / \text{kerapatan air})$.
6. Membuat bilah kayu cenrana dengan ukuran panjang 35 cm, lebar 2 cm, dan tebal 0,5 cm; 0,4 cm; 0,3 cm; dan 0,2 cm untuk lapisan luar kayu lamina dan bilah kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu dengan ukuran panjang 35 cm, lebar 2 cm, tebal 1 cm; 1,2 cm, 1,4 cm, 1,6 cm untuk lapisan tengah kayu lamina dengan menggunakan mesin gergaji untuk contoh uji keteguhan lentur.
7. Membuat bilah kayu cenrana dengan panjang 35 cm, lebar 2 cm, dan tebal 0,5 cm; 0,4 cm; 0,3 cm; dan 0,2 cm untuk lapisan luar kayu lamina, dan bilah kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu dengan ukuran panjang 10 cm, lebar 2 cm, tebal 1 cm; 1,2 cm, 1,4 cm, 1,6 cm untuk lapisan tengah kayu lamina, dengan menggunakan mesin gergaji untuk contoh uji keteguhan tekan sejajar serat.
8. Membuat bilah kayu cenrana, kemiri, kelapa dan kapuk randu dengan ukuran 6 cm x 2 cm x 1 cm menggunakan mesin gergaji untuk contoh uji keteguhan rekat geser.
9. Mengamplas permukaan bilah kayu yang akan direkatkan hingga halus.
10. Mengukur panjang dan lebar bilah kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu menggunakan kaliper untuk menghitung luas permukaan yang akan dilaburi perekat.

11. Melaburi satu jenis perekat epoxy dengan menggunakan pisau dempul pada kedua sisi bilah kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu yang akan direkatkan dengan bilah cenrana dengan berat labur 200 g/m^2 .
12. Menyusun bilah kayu cenrana, kemiri, kelapa dan kapuk randu sesuai dengan perbandingan proporsi ketebalan lapisan yaitu $1 : 8 : 1$; $1 : 5 : 1$; $1 : 3 : 1$; $1 : 2 : 1$ kemudian diklem selama 24 jam.
13. Meratakan dan membersihkan permukaan kayu lamina dari sisa perekat, dengan menggunakan ketam.
14. Memotong kayu lamina sesuai dengan panjang yang ditentukan (berdasarkan standar JAS 2003 No. 234).
15. Mengukur panjang, lebar dan tebal kayu lamina untuk mendapatkan ukuran aktual contoh uji.

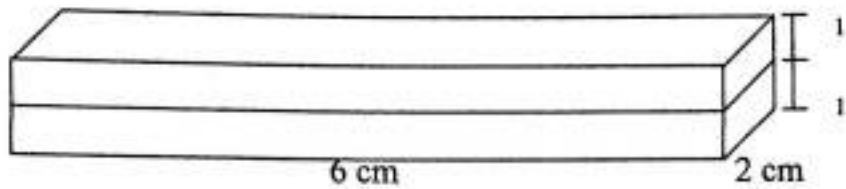




Gambar 1. Proporsi Tebal Lapisan Kayu Lamina untuk Contoh Uji Keteguhan Lentur dan Keteguhan Tekan Sejajar Serat.

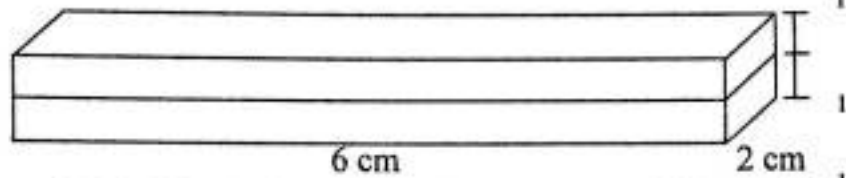
Cenrana

Cenrana



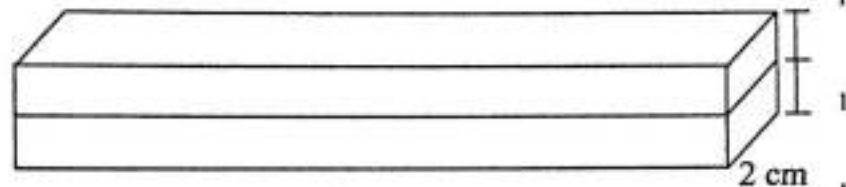
Cenrana

Kemiri



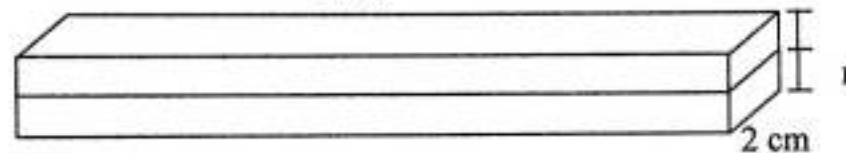
Cenrana

Kelapa



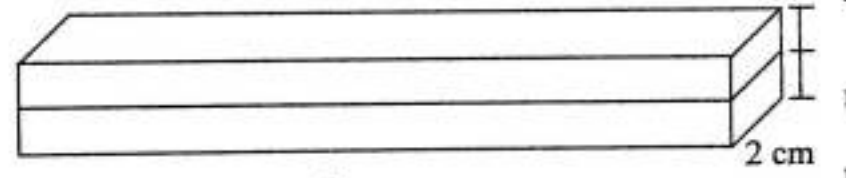
Cenrana

Kapuk randu



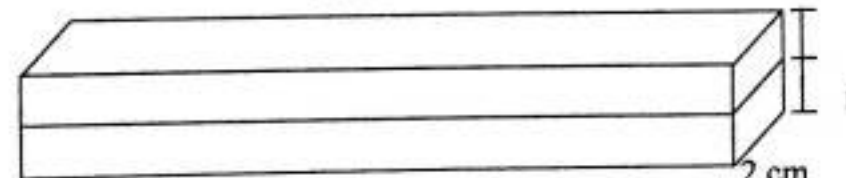
Kemiri

Kemiri



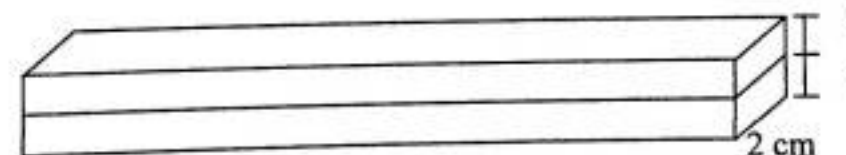
Kemiri

Kelapa



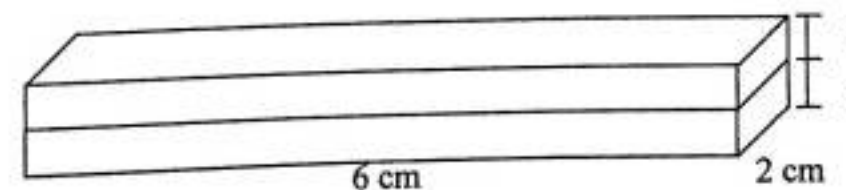
Kemiri

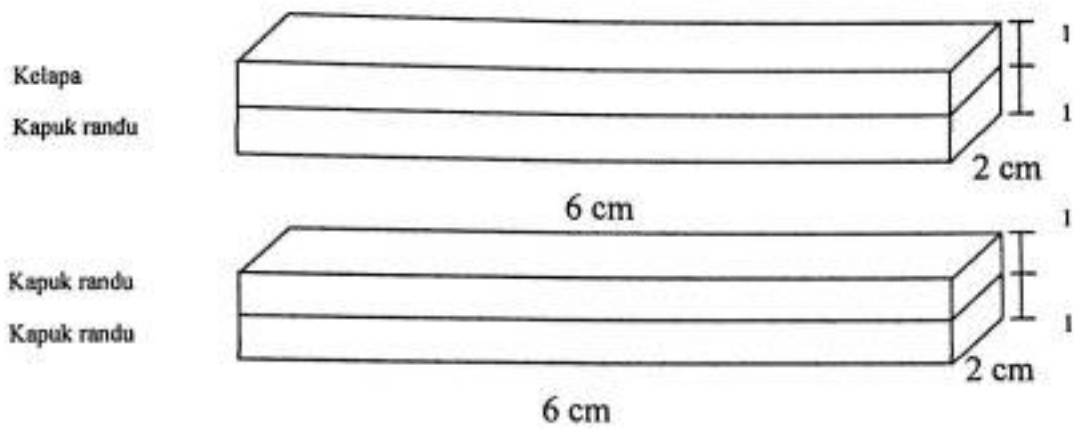
Kapuk randu



Kelapa

Kelapa



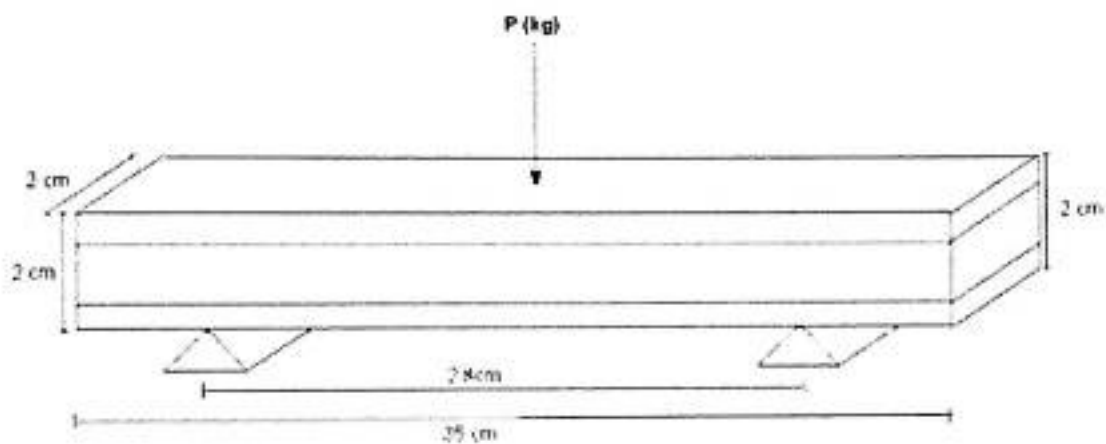


Gambar 2. Proporsi Tebal Lapisan Kayu Lamina untuk Contoh Uji Keteguhan rekat

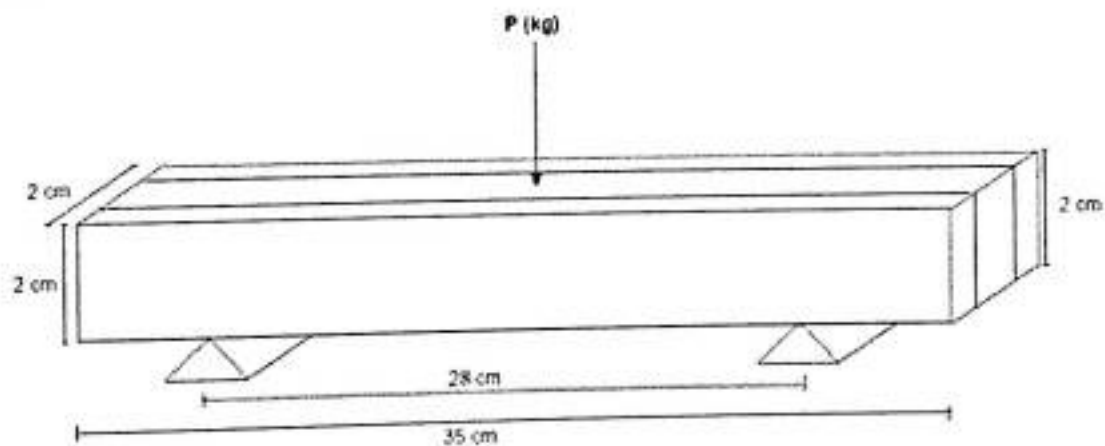
2. Pembuatan Contoh Uji

1. Keteguhan Patah dan Lentur

Contoh uji yang akan digunakan berukuran 35 cm x 2 cm x 2 cm dan dilakukan berdasarkan standar JAS 2003 No. 234. Bentuk dan ukuran contoh uji keteguhan lentur dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4



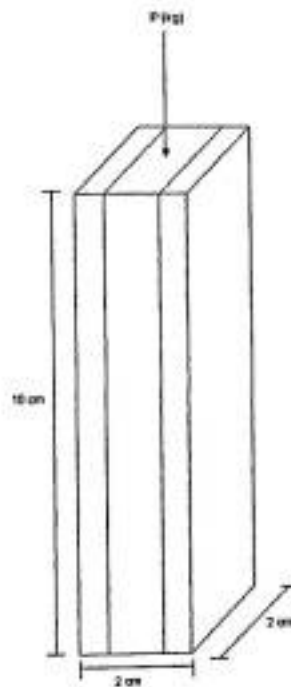
Gambar 3. Contoh Uji *Flatwise* Keteguhan Patah dan Lentur Kayu Lamina



Gambar 4. Contoh Uji *Edgewise* Keteguhan Patah dan Lentur Kayu Lamina

2. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

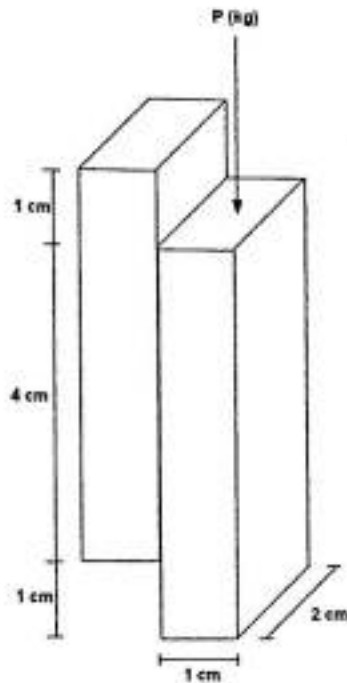
Contoh uji keteguhan tekan berukuran 10 cm x 2 cm x 2 cm. Ukuran contoh uji disesuaikan dengan mesin uji yang akan digunakan dan dilakukan berdasarkan standar JAS 2003 No. 234. Bentuk dan ukuran contoh uji dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Contoh Uji Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina

3. Keteguhan Rekat

Keteguhan rekat kayu lamina dilakukan dengan cara uji geser tekan sesuai dengan standar JAS 2003 No. 234. Untuk setiap sambungan kayu lamina dipotong menjadi dua bagian selanjutnya kedua ujung potongan dibuat takik. Bentuk dan ukuran contoh uji dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Contoh Uji Keteguhan Rekat Kayu Lamina

3. Pelaksanaan Pengujian

Alat yang akan digunakan dalam pengujian sifat mekanik kayu lamina adalah *Universal Wood Testing Machine* Tipe AW-4 & 10. Pengujian dilakukan berdasarkan JAS 2003 No. 234 for *Glue Laminated Timber*.

1. MOE (*Modulus of Elasticity*)

Contoh uji diletakkan sedemikian rupa secara horizontal dengan jarak sanggah 28 cm dengan titik pembebanan tepat pada bagian tengah contoh uji. Selanjutnya pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan hingga beban maksimum yang ditandai dengan rusaknya contoh uji. Besarnya beban maksimum, beban pada batas proporsi dan defleksi yang terjadi dapat dilihat pada pembacaan mesin penguji. Nilai MOE kayu lamina dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

ΔP = Perubahan beban (kg)

L = Jarak sanggah

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

(b = lebar; d = tebal contoh uji)

ΔY = Defleksi pada perubahan beban tertentu (cm)

2. MOR (*Modulus of Rupture*)

Contoh uji diletakkan sedemikian rupa secara horizontal dengan jarak sanggah 28 cm dengan titik pembebanan tepat pada bagian tengah contoh uji. Selanjutnya pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan hingga beban maksimum yang ditandai dengan rusaknya contoh uji. Besarnya beban maksimum, beban pada batas proporsi dan defleksi yang terjadi dapat dilihat pada pembacaan mesin penguji. Nilai MOR kayu lamina dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{MOR} = \frac{P \cdot L}{4Z}$$

Dimana :

P = Beban pada batas patah (kg)

L = Jarak sanggah (cm)

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

3. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Pengujian keteguhan tekan sejajar serat kayu lamina dilakukan sesuai dengan standar JAS 2003 No. 234. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan contoh uji secara vertikal. Beban tekan diberikan secara perlahan-lahan sampai mencapai beban

maksimum atau contoh uji menjadi rusak. Nilai keteguhan tekan sejajar serat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

C = Keteguhan tekan sejajar serat

P = Beban maksimum (kg)

t = Tebal contoh uji (cm)

l = Lebar contoh uji (cm)

4. Keteguhan Rekat

Pengujian keteguhan rekat kayu lamina dilakukan dengan cara uji geser tekan yang disesuaikan dengan standar JAS 2003 No. 234. Pengujian keteguhan rekat geser dilakukan sejajar arah serat, yaitu dengan cara meletakkan contoh uji secara vertikal pada alat pengujian. Beban diberikan secara perlahan-lahan sampai bagian contoh uji bergeser dari bagian lainnya. Nilai keteguhan rekat geser dan persen kerusakan kayu dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

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

Dimana :

KR = Keteguhan rekat

KK = Persen kerusakan kayu

A = Luas bidang geser (cm^2)

K = Luas kerusakan bidang geser (cm^2)

B = Beban maksimum (kg)

4. Determinasi Keterbasahan (Wettabilitas)

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

1. Pembuatan Serbuk

Membuat potongan berbentuk korek api dari kayu cenrana, kemiri, kelapa dan kapuk randu. Potongan tersebut di-oven 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.

2. Kadar Air

- a. Menyiapkan masing-masing 3 buah cawanpetri untuk serbuk kayu cenrana, kemiri, kelapa dan kapuk randu lalu dioven pada suhu 100°C selama 1 jam kemudian dimasukkan kedesikator sampai mencapai suhu kamar dan ditimbang beratnya. Serbuk yang disiapkan diletakkan dalam cawanpetri

kemudian ditimbang dan dicatat beratnya. Cawanpetri dan serbuk dioven pada suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam kemudian dimasukkan kedalam desikator cawanpetri dan serbuk yang telah dioven ditimbang kembali beratnya dan dicatat.

- b. Menghitung kadar air serbuk dengan rumus

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

Dimana :

Kas = Kadar air serbuk (%)

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

C = Berat cawan tanpa serbuk (gr)

3. Uji Keterbasahan

- a. Menyiapkan masing-masing 5 buah pipa kaca untuk serbuk cenrana, kemiri, kapuk dan kelapa bagian 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 samapai mencapai berat konstan.

- b. 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 gram/cm³

5. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan dua rancangan percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) tunggal untuk CWAH dan menggunakan rancangan percobaan faktorial 3 x 4 dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak lima kali.

Faktor (A) adalah jenis kayu yang digunakan terdiri atas 3 taraf yaitu :

A1 = C : K : C

A2 = C : L : C

$$A3 = C : R : C$$

Faktor (B) adalah proporsi tebal lapisan yang terdiri atas empat taraf dengan ketebalan 2 cm yaitu :

$$B1 = 1 : 8 : 1$$

$$B2 = 1 : 5 : 1$$

$$B3 = 1 : 3 : 1$$

$$B4 = 1 : 2 : 1$$

Gaspersz (1991) mengemukakan model matematis dari rancangan percobaan di atas adalah sebagai berikut :

1. Percobaan faktorial dengan rancangan acak Lengkap (RAL)

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dimana :

Y_{ij} = Nilai tengah pengamatan pada satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij (taraf ke-i dari faktor jenis perekat dan faktor ke-j dari faktor proporsi tebal lapisan)

μ = Nilai tengah

α_i = Pengaruh taraf ke-i dari faktor jenis perekat

β_j = Pengaruh taraf ke-j dari faktor proporsi tebal lapisan

$\alpha\beta_{ij}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-i faktor jenis perekat dan taraf ke-j faktor proporsi tebal lapisan

ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij

2. Rancangan Acak Lengkap (RAL) Tunggal

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ijk}$$

Dimana :

Y_{ij} = Nilai tengah pengamatan pada satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij (taraf ke-i dari faktor jenis perekat dan faktor ke-j dari faktor proporsi tebal lapisan)

μ = Nilai tengah

α_i = Pengaruh taraf ke-i dari faktor jenis perekat

ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij
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)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Air dan Berat Jenis

Nilai kadar air dan berat jenis kayu cenrana, kemiri, kelapa dan kapuk randu dapat dilihat pada Lampiran 1. Nilai rata-rata kadar air kayu cenrana 9,00 %, kayu kemiri 8,56 %, kayu kelapa 8,74 % dan kayu kapuk randu 9,85 %. Berdasarkan hasil tersebut bahwa ke empat jenis kayu memenuhi persyaratan kadar air kayu lamina, di mana kadar air yang akan dibuat menjadi kayu lamina akan mempengaruhi kekuatan kayu yang akan dihasilkan. Kadar air yang terlalu tinggi berpengaruh buruk pada proses perekatan lapisan-lapisan pada kayu lamina. Menurut Kollman *et al* (1975) kadar air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas perekatan. Kadar air yang tinggi akan menghalangi masuknya perekat kedalam rongga dan sel papan sehingga keteguhan rekatnya akan menurun. Sebaliknya jika kadar air terlalu rendah, maka konsumsi perekat akan tinggi dan garis rekat akan menjadi tebal. Garis rekat yang tebal juga akan menurunkan keteguhan rekat.

Perbedaan kadar air antar lapisan harus kecil untuk menghindari tegangan yang berlebihan dengan adanya pengembangan dan penyusutan antara kedua bahan tersebut, yang dapat mengakibatkan kerusakan pada garis rekat dan sambungan 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 % antar semua lapisan dalam kayu lamina tidak lebih dari 5 %.

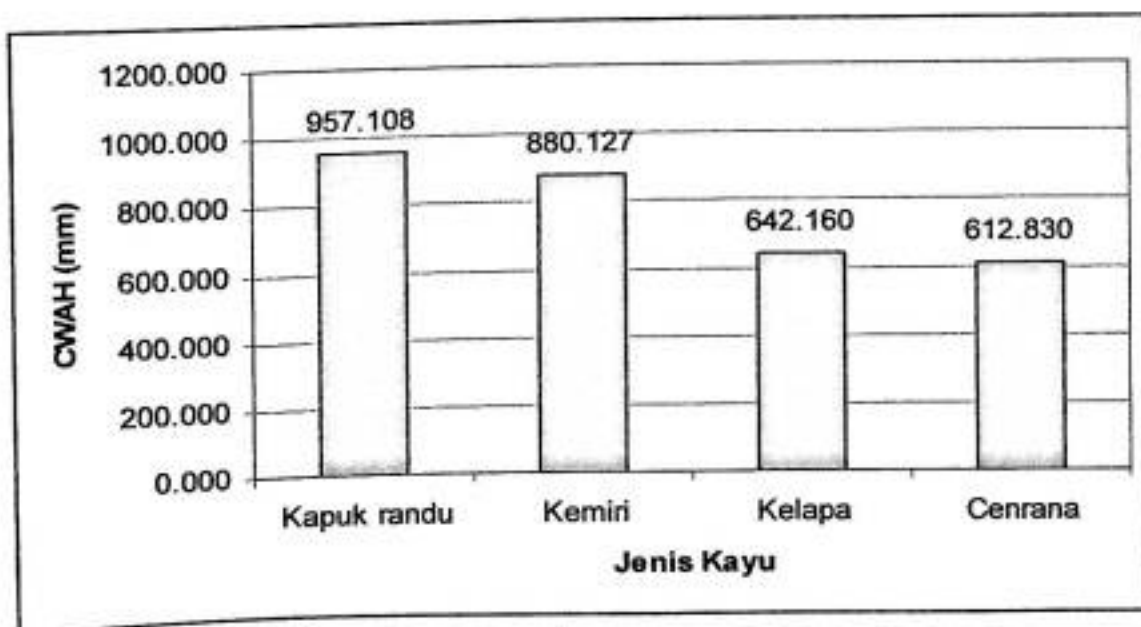
Berat jenis kayu cenrana berkisar antara 0,55 – 0,56, kayu kemiri berkisar antara 0,35 – 0,37, kayu kelapa 0,49 – 0,42 dan kayu kapuk randu 0,21 – 0,20. Nilai ini sedikit berbeda dengan berat jenis yang terdapat dalam Martawijaya dkk (1981) dan Departemen Kehutanan 2004 yaitu berat jenis kayu cenrana 0,65, kayu kemiri 0,31, kayu kelapa 0,11 dan kayu kapuk randu 0,21. Berat jenis merupakan salah satu petunjuk sederhana atau penduga kekuatan kayu . Semakin tinggi berat jenis kayu kekuatan kayu juga cenderung semakin tinggi. Haygreen and Bowyer (1996), menyatakan bahwa ada kemungkinan untuk membuat pendugaan kekuatan kayu kayu berdasar atas berat jenis, tanpa memperhatikan berat jenis kayu. Jika dilihat besarnya berat jenis dari ke empat macam kayu tersebut, kayu cenrana, kayu kemiri, kayu kelapa dan kayu kapuk randu dapat dibuat kayu lamina dengan harapan laminasi ke empat jenis kayu tersebut dapat menghasilkan kayu lamina yang lebih baik dibandingkan dari kayu utuh yang memiliki kelas kuat rendah.

B. Ketebasaan Kayu

Hasil perhitungan ketebasaan (CWAH) kayu cenrana, kayu kemiri, kayu kelapa dan kayu kapuk randu dapat dilihat pada Lampiran 2. Nilai rata-rata keterbasahan kayu cenrana 612.829, kayu kelapa 642.160, kayu kemiri 880.127, dan kayu kapuk randu 957.107. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa nilai CWAH ke empat jenis kayu tersebut berpengaruh sangat nyata pada taraf 0,01 % seperti yang terlihat pada Lampiran 3. Nilai terbesar terdapat pada kayu kapuk randu yaitu dan yang terendah pada kayu cenrana, dimana kayu kapuk randu merupakan kayu yang mudah menyerap air sedangkan kayu cenrana sebaliknya. Semakin tinggi keterbasahan kayu maka semakin cepat bahan tersebut menyerap

air dan keteguhan rekatnya semakin kuat. Menurut Tsoumis (1991), keterbasahan kayu dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor penentu pada kayu yaitu kerapatan, porositas dan ekstraktif. Kayu kerapatan rendah dan porositas tinggi, keterbasahan tinggi. Selanjutnya Suhasman dkk (2005), menyatakan bahwa selain pengaruh kerapatan, komponen ekstraktif juga dapat mempengaruhi nilai keterbasahan kayu. Jika dalam keterbasahan digunakan aquades, maka jika komponen ekstraktif dalam kayu bersifat non polar maka ekstraktif tersebut dapat menghambat proses penyerapan air dan keterbasahan yang lebih rendah dapat ditunjukkan tingginya kerusakan garis rekat dalam pengujian.

Nilai CWAH rata-rata kayu cenrana, kayu kemiri, kayu kelapa dan kapuk randu dapat dilihat pada Gambar 7. Untuk mengetahui perbedaan dari keempat jenis kayu tersebut maka dilakukan uji BNJ. Berdasarkan uji BNJ kayu kapuk randu relatif sama dengan kayu kemiri tetapi berbeda nyata dengan kayu kelapa, cenrana.



Gambar. 7. Histogram Nilai CWAH (mm) Rata-Rata Kayu Cenrana, Kemiri, kelapa dan kapuk randu.

Tabel 1. Uji BNJ dari Kayu Cenrana, Kemiri, kelapa dan kapuk randu untuk CWAH

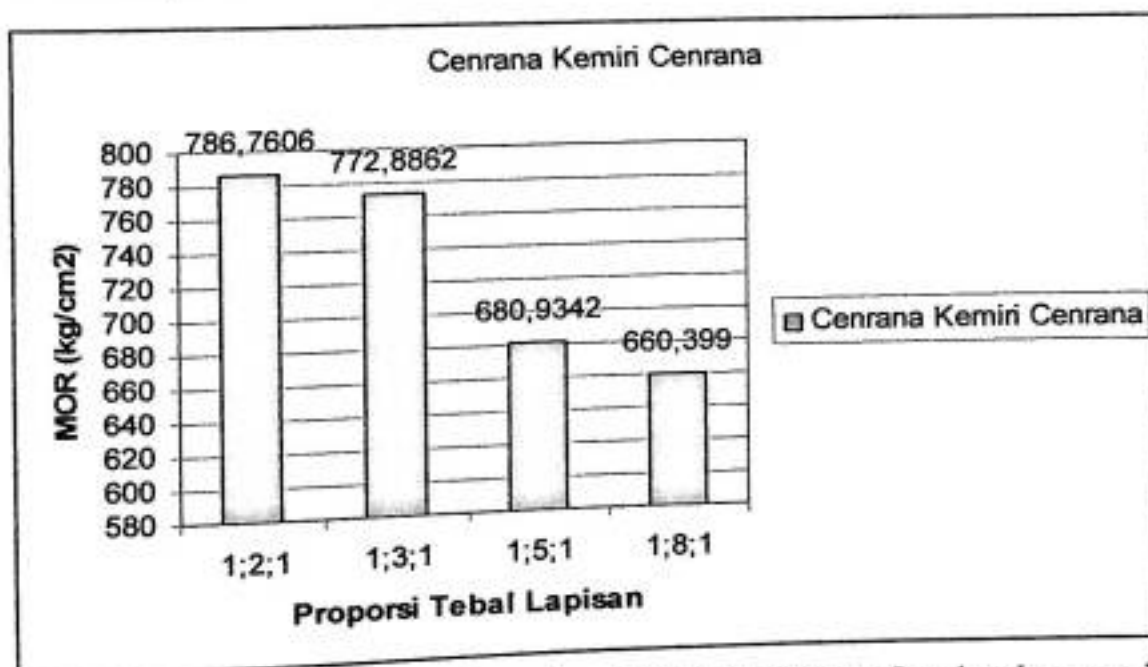
Jenis Core	Nilai CWAH	BNJ 0,01 263.770
Kapuk randu	957,107	a
Kemiri	880,127	ab
Kelapa	642,160	b
Cenrana	612,829	b

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

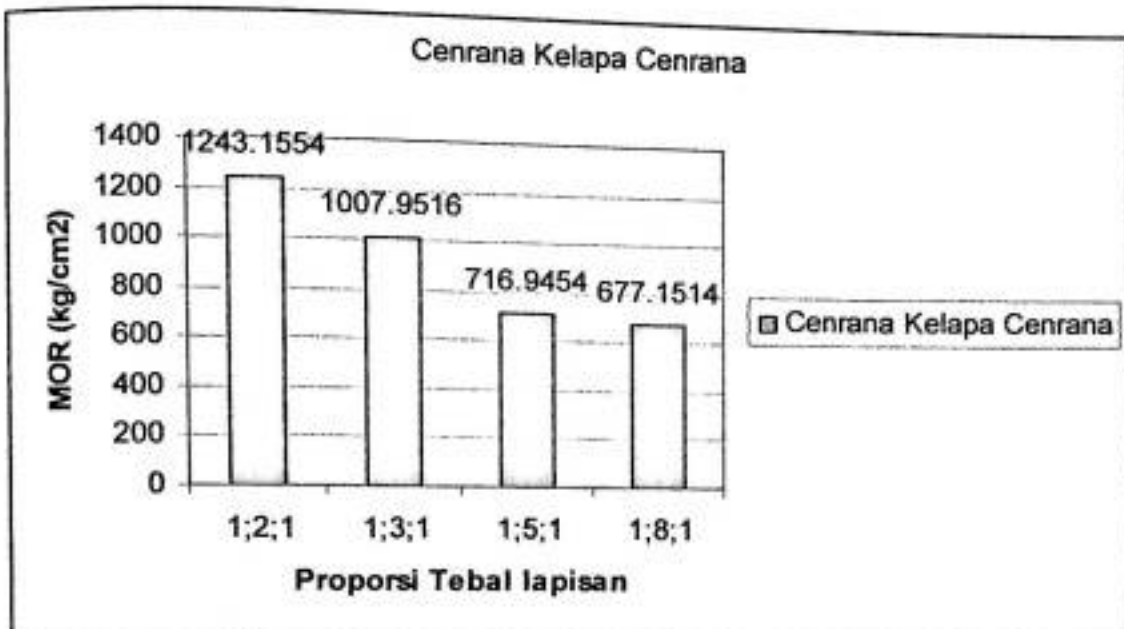
C. Keteguhan Patah

1. Keteguhan Patah (*Modulus Of Repture/MOR*) dengan Uji *Flatwise*

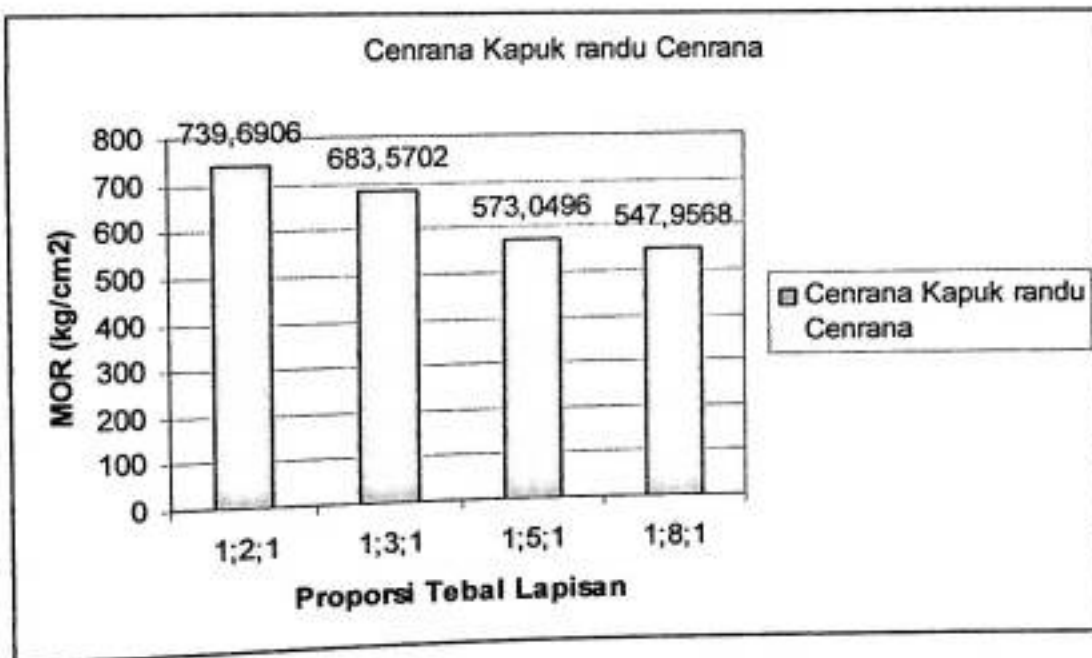
Hasil pengujian keteguhan patah dengan uji *flatwise* pada berbagai jenis core dapat dilihat pada Lampiran 4. Nilai rata-rata keteguhan patah *flatwise* pada core kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu pada proporsi 1:2:1, 1:3:1, 1:5:1 dan 1:8:1 dilihat pada Gambar 8, 9, 10, 11, 12,13 dan 14.



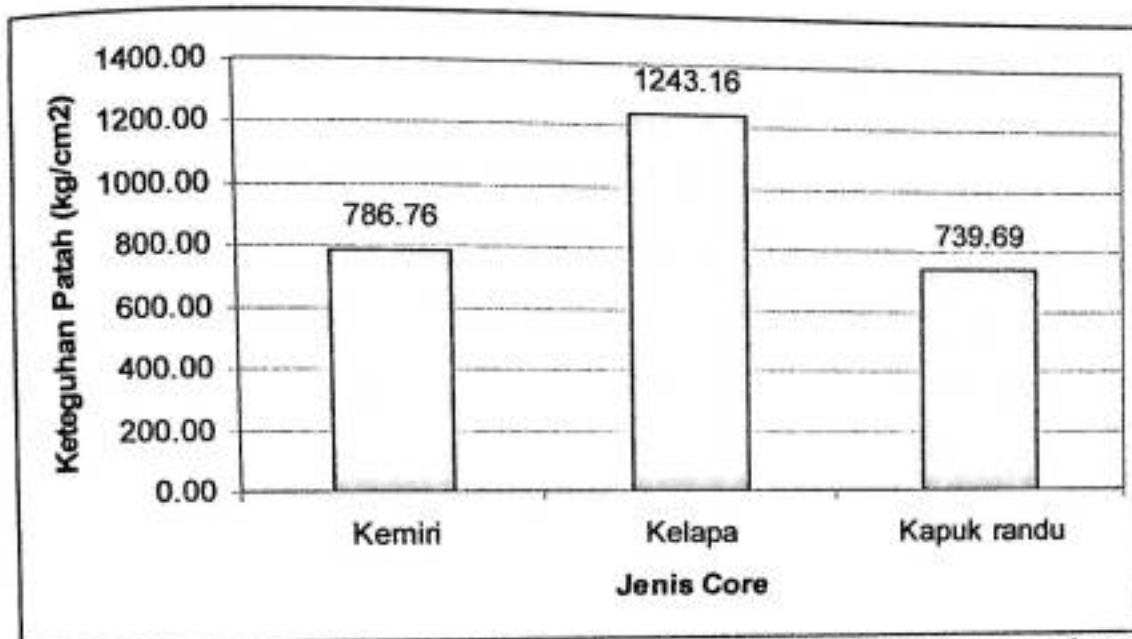
Gambar 8. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Flatwise* dengan Core Kayu Kemiri.



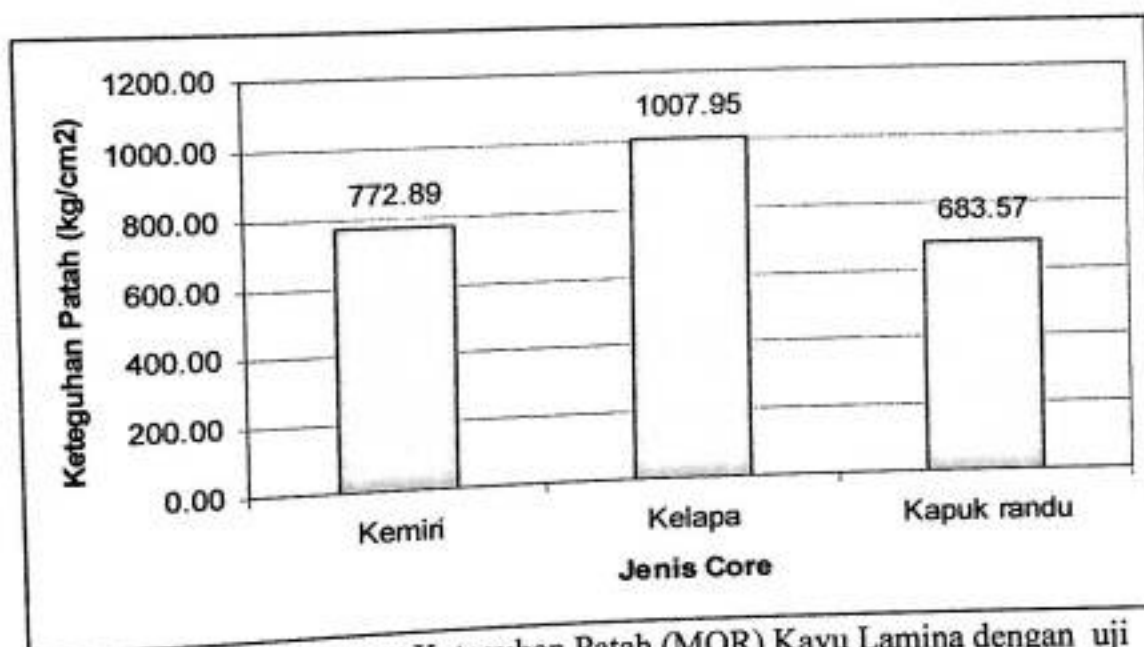
Gambar 9. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Flatwise* dengan Core Kayu Kelapa.



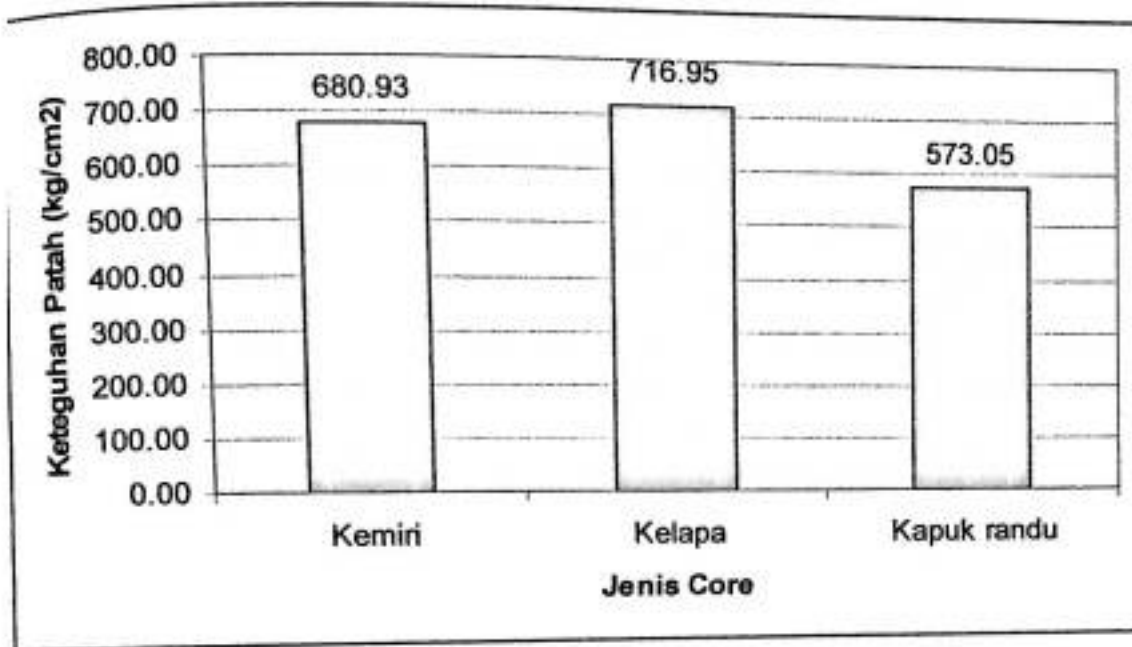
Gambar 10. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Flatwise* dengan Core Kayu Kapuk randu



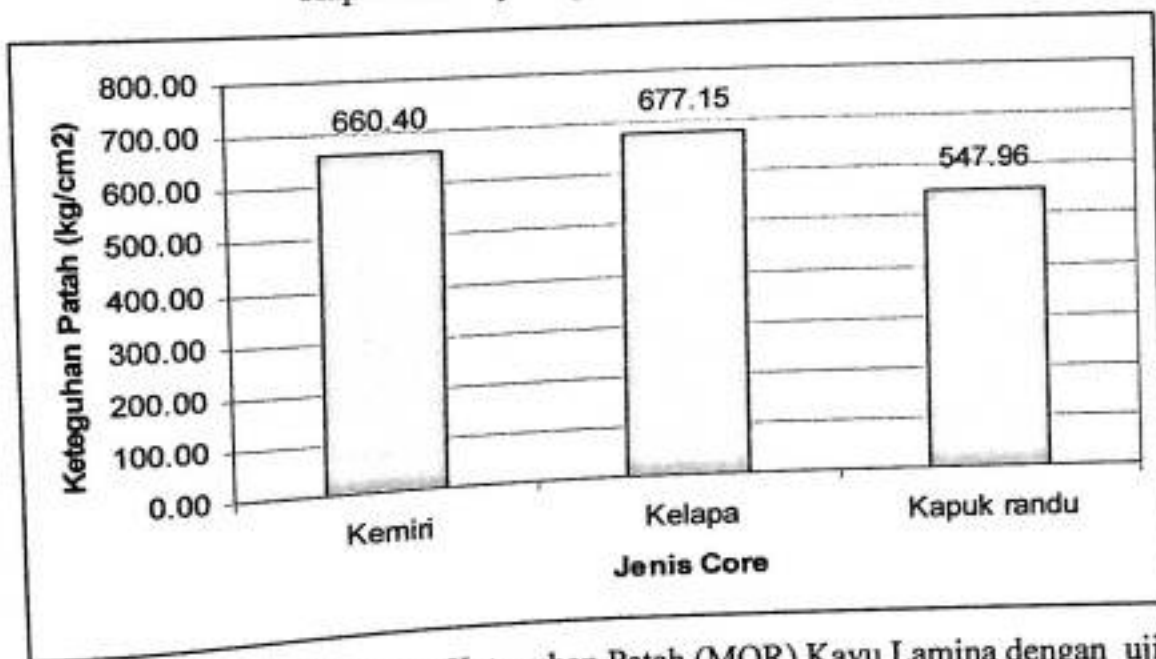
Gambar 11. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Flatwise* dengan Core Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kapuk randu pada proporsi 1:2:1.



Gambar 12. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Flatwise* dengan Core Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kapuk randu pada Proporsi 1:3:1



Gambar 13. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Flatwise* dengan Core Kayu Kemiri, kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu pada proporsi 1:5:1



Gambar 14. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Flatwise* dengan core Kayu Kemiri, kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu pada proporsi 1:8:1

Tabel 2. Uji BNJ Perbedaan Perlakuan Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dengan Menggunakan Core Kayu Kemiri

Proporsi Tebal Lapisan	Keteguhan Patah Rata-Rata (Kg/cm ²)	BNJ 0,01
		218,870
1;2;1	786,7606	a
1;3;1	772,8862	a
1;5;1	680,9342	a
1;8;1	660,399	a

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

Tabel 3. Uji BNJ Perbedaan Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dengan Menggunakan Core Kayu Kelapa

Proporsi Tebal Lapisan	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	BNJ 0,01
		218,870
1;2;1	1243,1554	a
1;3;1	1007,9516	b
1;5;1	716,9454	c
1;8;1	677,1514	c

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

Tabel 4. Uji BNJ Perbedaan Perlakuan tebal Proporsi Lapisan terhadap Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dengan Core Kapuk randu

Proporsi Tebal Lapisan	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	BNJ 0,01
		218,870
1;2;1	739,6906	a
1;3;1	683,5702	a
1;5;1	573,0496	a
1;8;1	547,9568	a

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

Tabel 5. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah *Flatwise* Proporsi Lapisan 1:2:1

Jenis Core	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	BNJ 0,01
		213,704
Kelapa	1243,16	a
Kemiri	786,76	b
Kapuk randu	739,69	b

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

Tabel 6. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Lentur *Flatwise* Proporsi Lapisan 1:3:1

Jenis Core	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,01</u> 213,704
Kelapa	1.007,95	a
Kemiri	772,89	b
Kapuk randu	683,57	b

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

Tabel 7. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah *Flatwise* Proporsi Lapisan 1:5:1

Jenis Core	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,01</u> 213,704
Kelapa	716,95	a
Kemiri	680,93	a
Kapuk randu	537,05	a

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

Tabel 8. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah *Flatwise* Proporsi Lapisan 1:8:1

Jenis Core	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,01</u> 213,704
Kelapa	677,15	a
Kemiri	660,40	a
Kapuk randu	547,96	a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama berbeda

Gambar diatas menunjukkan, nilai keteguhan patah tertinggi baik untuk proporsi 1:2:1, 1:3:1, 1:5:1 dan 1:8:1 terdapat pada kayu kelapa sedangkan terendah baik untuk proporsi 1:2:1, 1:3:1, 1:5:1 dan 1:8:1 terdapat pada kayu kapuk randu. Hasil analisis ragam untuk rancangan faktorial dengan dasar RAL menunjukkan bahwa perlakuan jenis core, proporsi lapisan dan kombinasinya berpengaruh sangat nyata seperti terlihat pada Lampiran 5.

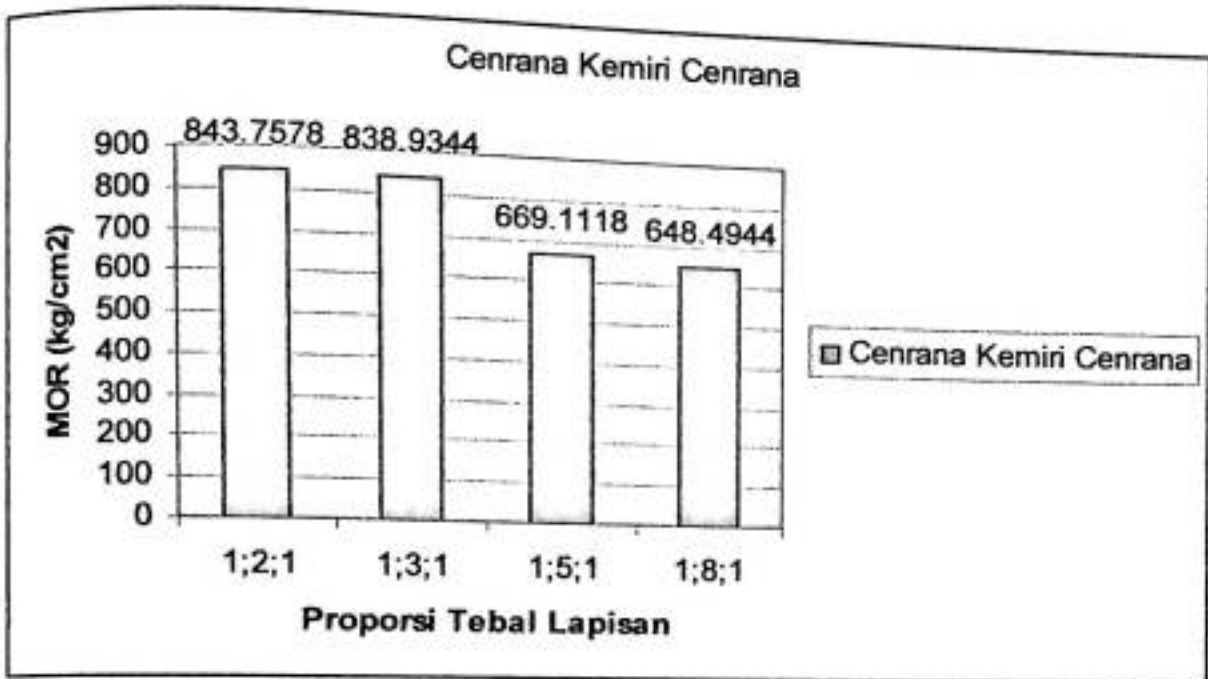
Untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan terhadap keteguhan patah *flatwise* dilakukan uji lanjut yaitu uji Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Tukey test* interaksi antara jenis core dan proporsi tebal lapisan seperti yang terlihat pada Tabel 2, 3, 4,

Berdasarkan uji BNJ menunjukkan bahwa rata-rata keteguhan patah untuk perlakuan core kayu kemiri proporsi 1:2:1 relatif sama dengan proporsi 1:3:1, 1:5:1, 1:8:1, untuk kayu kelapa proporsi 1:2:1 berbeda nyata dengan 1:3:1, 1:5:1 dan 1:8:1 dan untuk core kayu kapuk randu proporsi 1:2:1 relatif sama dengan 1:3:1, 1:5:1 dengan proporsi 1:8:1. Nilai tengah keteguhan patah tertinggi pada proporsi tebal lapisan 1:2:1 dan yang terendah adalah 1:8:1. Hal ini disebabkan karena pada proporsi tebal lapisan 1:2:1 memiliki lapisan luar yang lebih tebal dan lapisan dalam yang lebih tipis sedangkan proporsi 1:8:1 memiliki lapisan luar yang lebih tipis dan lapisan dalam yang lebih tebal. Hal ini sesuai dengan hasil yang didapatkan oleh Amelia (2007) bahwa proporsi yang baik terdapat pada proporsi yang memiliki lapisan luar atau kayu kuat yang tebal dan lapisan dalam atau kayu lemah yang tipis dan proporsi yang rendah memiliki lapisan luar atau kayu kuat yang tipis dan lapisan dalam atau kayu lemah yang tebal. Selain itu untuk perlakuan jenis core hasil keteguhan patah rata-rata tertinggi terdapat pada core kayu kelapa dan untuk kayu kemiri dan kapuk menghasilkan keteguhan patah yang relatif sama. Rata-rata keteguhan patah untuk perlakuan core kayu kelapa proporsi 1:2:1 berbeda nyata dengan core kemiri proporsi 1:2:1 dan kapuk randu proporsi 1:2:1, perlakuan core kelapa proporsi 1:3:1 berbeda nyata dengan core kemiri proporsi 1:3:1 dan core kapuk randu proporsi 1:3:1, perlakuan core kelapa proporsi 1:5:1 relatif sama dengan core kemiri proporsi 1:5:1 tetapi berbeda nyata dengan core kapuk randu proporsi 1:5:1, perlakuan core kelapa proporsi 1:8:1 relatif sama dengan core kemiri dan kapuk randu.

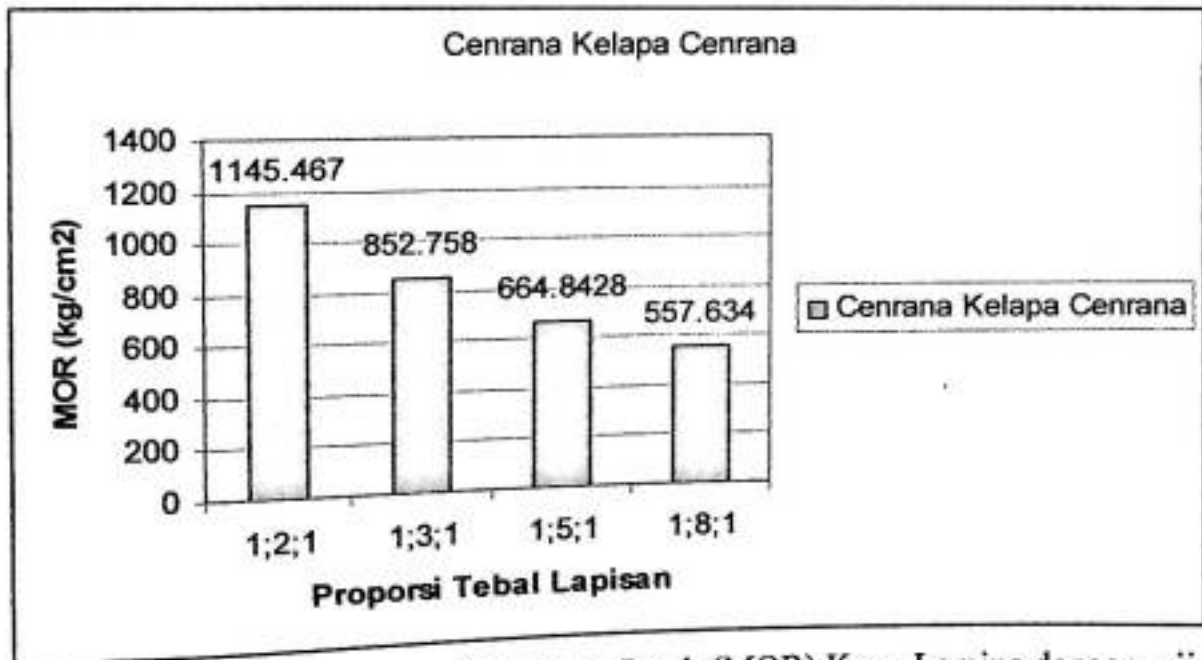
Berdasarkan uji BNJ Tabel 5, 6, 7 dan 8 menunjukkan bahwa rata-rata keteguhan patah untuk perlakuan core kayu kelapa proporsi 1:2:1 berbeda nyata dengan core kemiri proporsi 1:2:1 dan kapuk randu proporsi 1:2:1, perlakuan core kelapa proporsi 1:3:1 berbeda nyata dengan core kemiri proporsi 1:3:1 dan core kapuk randu proporsi 1:3:1, perlakuan core kelapa proporsi 1:5:1 relatif sama dengan core kemiri proporsi 1:5:1 tetapi berbeda nyata dengan core kapuk randu proporsi 1:5:1, perlakuan core kelapa proporsi 1:8:1 relatif sama dengan core kemiri dan kapuk randu. Nilai keteguhan patah tertinggi baik untuk proporsi 1:2:1, 1:3:1, 1:5:1 dan 1:8:1 terdapat pada kayu kelapa sedangkan terendah baik untuk proporsi 1:2:1, 1:3:1, 1:5:1 dan 1:8:1 terdapat pada kayu kapuk randu. Hal ini disebabkan karena pada contoh uji kayu kelapa memiliki berat jenis yang tinggi dibandingkan dengan yang lainnya, dimana berat jenis digunakan sebagai penduga kekuatan papan, semakin tinggi berat jenis maka kekuatan papan cenderung tinggi pula. Haygreen dan Bowyer (1996) menyatakan bahwa ada kemungkinan untuk menduga kekuatan kayu berdasarkan atas berat jenis, tanpa memperhatikan jenis kayu.

2. Keteguhan Patah Uji *Edgewise*

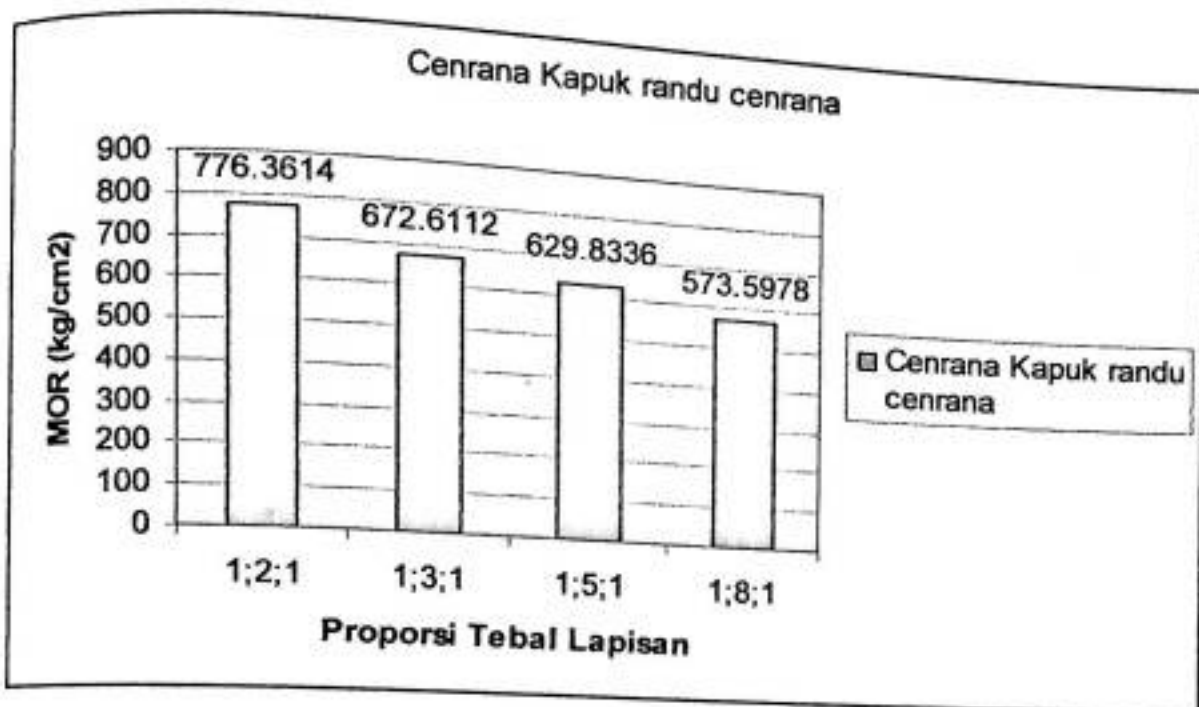
Hasil pengujian keteguhan patah dengan uji *edgewise* pada berbagai jenis core dapat dilihat pada Lampiran 6, nilai rata-rata keteguhan patah *edgewise* pada core kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu pada proporsi 1:2:1, 1:3:1, 1:5:1 dan 1:8:1 dilihat pada Gambar 15, 16, 17, 18, 19,20 dan 21.



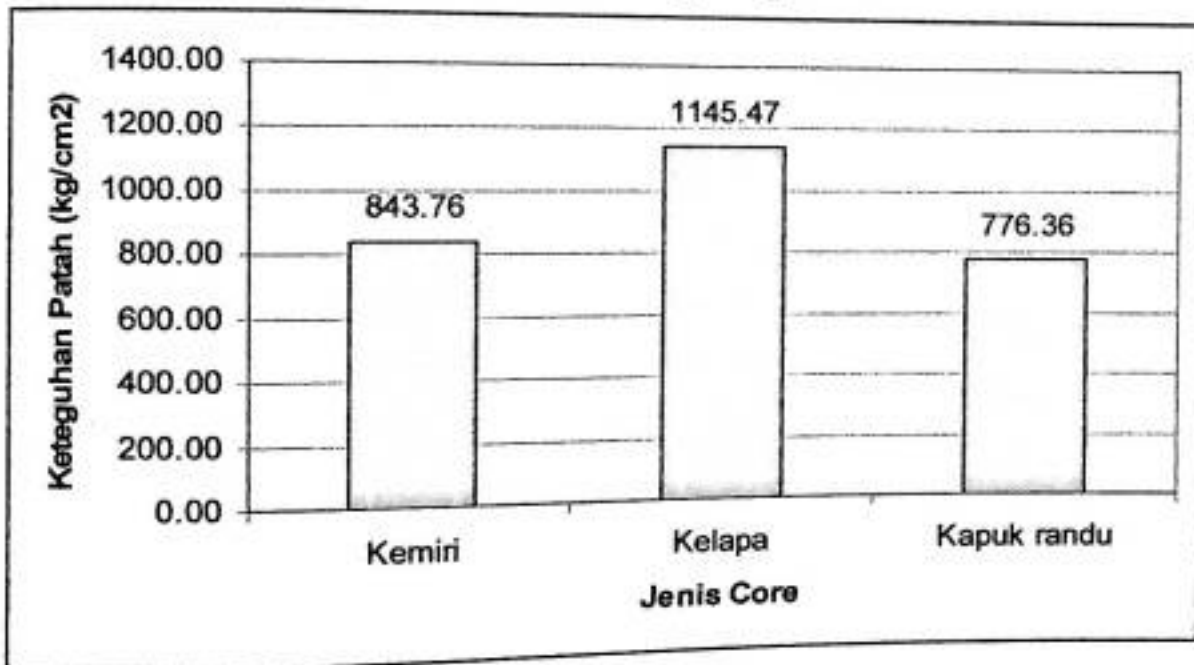
Gambar 15. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Edgewise* dengan Core Kayu Kemiri



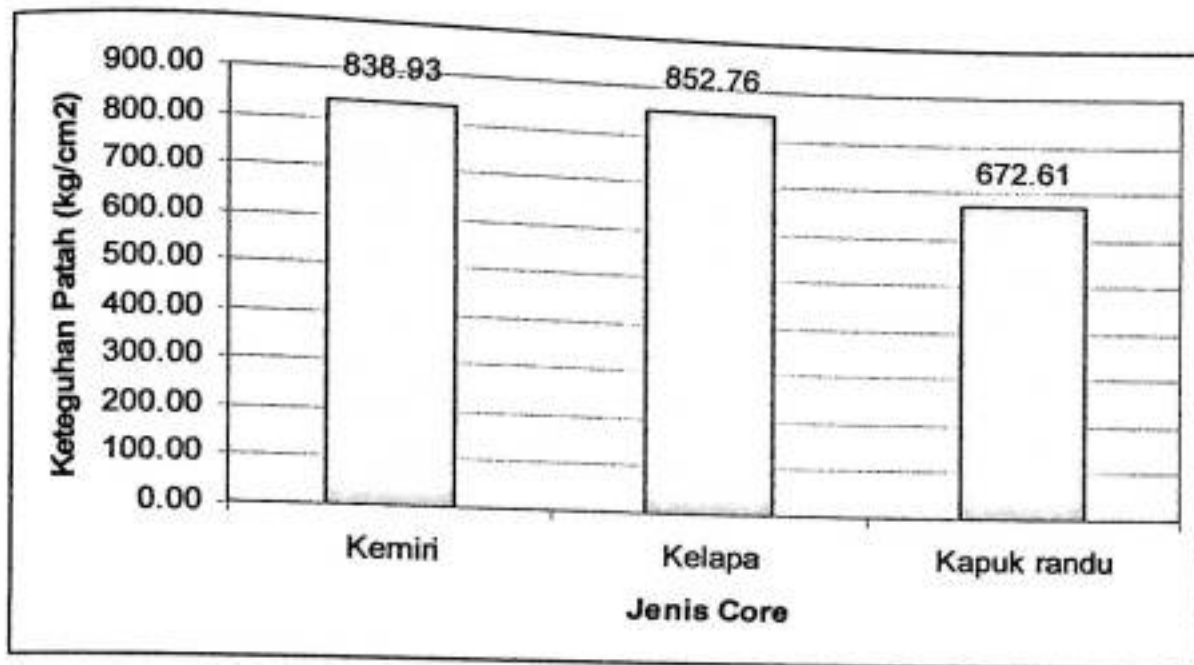
Gambar 16. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Edgewise* dengan Core Kayu Kelapa



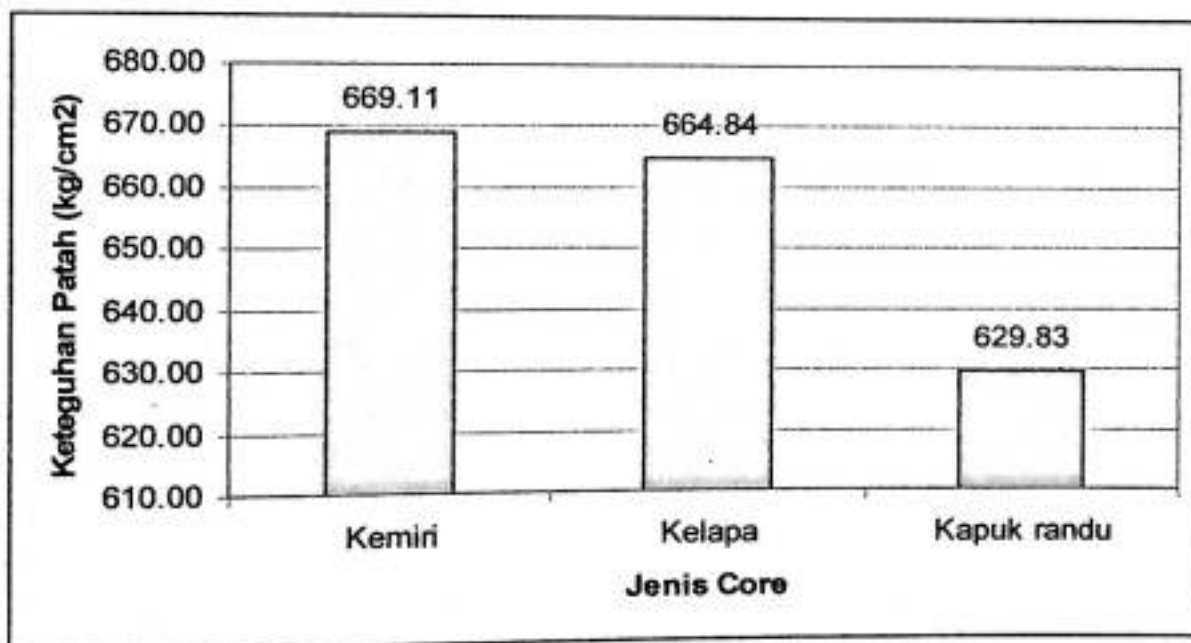
Gambar 17. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Edgewise* dengan Core Kayu Kapuk randu



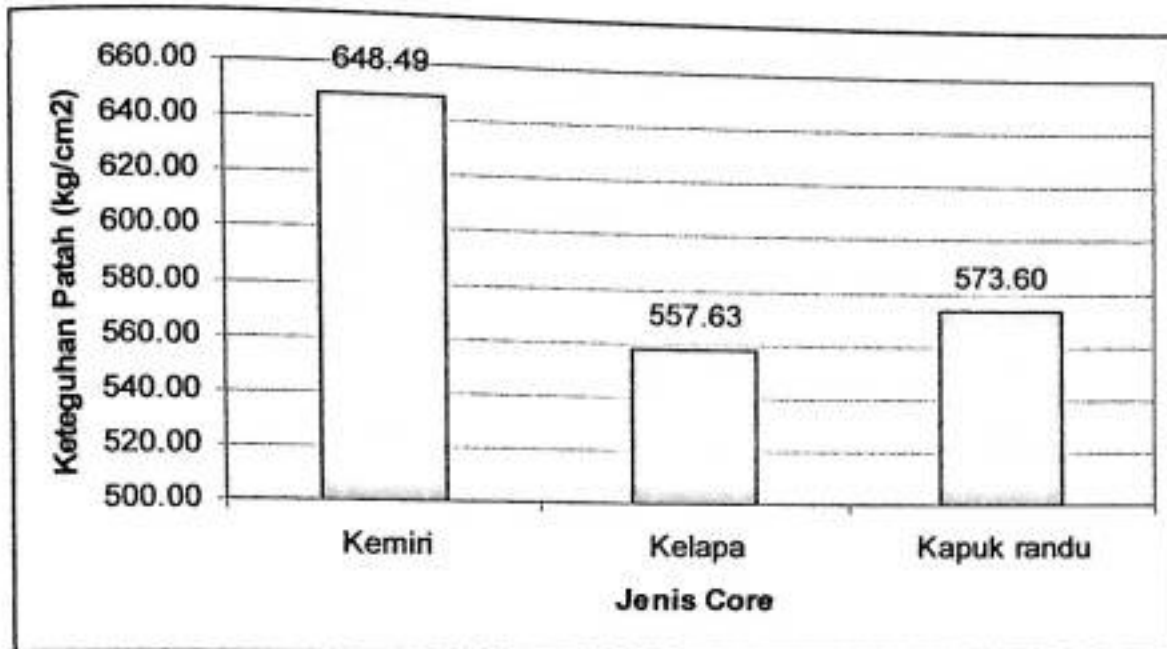
Gambar 18. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Edgewise* dengan Core Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu pada proporsi 1:2:1



Gambar 19. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Edgewise* dengan Core Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu pada proporsi 1:3:1



Gambar 20. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Edgewise* dengan Core Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu pada proporsi 1:5:1



Gambar 21. Histogram Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dengan uji *Edgewise* dengan Core Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu pada proporsi 1:8:1

Tabel 9. Uji BNJ Perbedaan Perlakuan tebal Proporsi Lapisan terhadap Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dengan core Kemiri

Proporsi Tebal Lapisan	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,01</u> 183,489
1;2;1	843,7578	a
1;3;1	838,9344	a
1;5;1	669,1118	a
1;8;1	648,4944	b

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

Tabel 10. Uji BNJ Perbedaan Perlakuan tebal Proporsi Lapisan terhadap Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dengan core Kelapa

Proporsi Tebal Lapisan	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,01</u> 183,489
1;2;1	1.145,467	a
1;3;1	852,758	b
1;5;1	664,8428	c
1;8;1	557,634	c

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

Tabel 11. Uji BNJ Perbedaan Perlakuan tebal Proporsi Lapisan terhadap Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dengan core Kapuk randu

Proporsi Tebal Lapisan	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,01</u> 183,489
1;2;1	776,3614	a
1;3;1	672,6112	a
1;5;1	62,8336	a
1;8;1	573,597	b

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

Tabel 12. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah *Edgewise* 1:2:1

Jenis Core	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,01</u> 179,158
Kelapa	1.145,47	a
Kemiri	843,76	b
Kapuk randu	776,36	b

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

Tabel 13. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah *Edgewise* 1:3:1

Jenis Core	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,01</u> 179,158
Kelapa	852,76	a
Kemiri	838,93	a
Kapuk randu	672,61	b

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

Tabel 14. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah *Edgewise* 1:5:1

Jenis Core	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,01</u> 179,158
Kemiri	669,11	a
Kelapa	664,84	a
Kapuk randu	629,83	a

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

Tabel 15. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Patah *Edgewise* 1:8:1

Jenis Core	Keteguhan Patah Rata-Rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,01</u> 179,158
Kemiri	648,49	a
Kelapa	557,63	a
Kapuk randu	573,60	a

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

Gambar diatas menunjukkan, nilai keteguhan patah tertinggi untuk proporsi 1:2:1, 1:3:1 terdapat pada kayu kelapa dan untuk proporsi 1:5:1 dan 1:8:1 terdapat pada kayu kapuk randu sedangkan terendah baik untuk proporsi 1:2:1, 1:3:1, 1:5:1 dan 1:8:1 terdapat pada kayu kapuk randu. Hasil analisis ragam untuk rancangan faktorial dengan dasar RAL menunjukkan bahwa perlakuan jenis core, proporsi lapisan dan kombinasinya berpengaruh sangat nyata seperti terlihat pada Lampiran 7.

Untuk mengetahui perbedaan proporsi pada jenis kayu yang sama maka dilakukan uji uji Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Tukey test* seperti terlihat pada Tabel 9, 10, 11, 12, 13, 14, dan 15. Berdasarkan uji BNJ menunjukkan bahwa untuk core kayu kemiri proporsi 1:2:1 relatif sama dengan 1:3:1, 1:5:1 tetapi berbeda nyata 1:8:1, untuk core kelapa proporsi 1:5:1 relatif sama dengan 1:8:1 tetapi berbeda nyata dengan 1:3:1 1:5:1 dan untuk core kayu kapuk randu proporsi 1:2:1 relatif sama dengan 1:3:1,1:5:1 tetapi berbeda nyata dengan 1:8:1. Nilai tengah keteguhan patah tertinggi pada proporsi tebal lapisan 1:2:1 dan yang terendah adalah 1:8:1. Hal ini disebabkan karena pada proporsi tebal lapisan 1:2:1 memiliki lapisan luar yang lebih tebal dan lapisan dalam yang lebih tipis sedangkan proporsi 1:8:1 memiliki lapisan luar yang lebih tipis dan lapisan dalam yang lebih tebal. Hasil ini sama dengan hasil yang diperoleh Amelia (2007), terhadap kayu kemiri dan angšana bahwa semakin tebal lapisan lapisan angšana dan semakin tipis lapisan kemiri maka keteguhan patahnya semakin tinggi dan sebaliknya semakin tipis kayu angšana dan semakin tebal kayu kemiri yang digunakan maka akan menghasilkan keteguhan patah yang kecil, dimana kayu

kemiri termasuk kelas kuat rendah yang memiliki berat jenis dan kerapatan yang rendah dibandingkan dengan kayu angkana.

Berdasarkan uji BNJ pada Tabel 12, 13, 14 dan 15 menunjukkan bahwa rata-rata keteguhan patah untuk perlakuan core kayu kelapa proporsi 1:2:1 berbeda nyata dengan core kemiri proporsi 1:2:1 dan kapuk randu proporsi 1:2:1, perlakuan core kelapa proporsi 1:3:1 relatif sama dengan core kemiri proporsi 1:3:1 tetapi berbeda nyata dengan core kapuk randu proporsi 1:3:1, perlakuan core kemiri proporsi 1:5:1 relatif sama dengan core kelapa proporsi 1:5:1 dan core kapuk randu proporsi 1:5:1, perlakuan core kemiri proporsi 1:8:1 relatif sama dengan core kelapa dan kapuk randu. Nilai tengah keteguhan patah tertinggi pada proporsi tebal lapisan 1:2:1 dan yang terendah adalah 1:8:1. Hal ini disebabkan karena pada proporsi tebal lapisan 1:2:1 memiliki lapisan luar yang lebih tebal dan lapisan dalam yang lebih tipis sedangkan proporsi 1:8:1 memiliki lapisan luar yang lebih tipis dan lapisan dalam yang lebih tebal. Pada core kemiri proporsi 1:5:1 dan 1:8:1 lebih tinggi dibandingkan dengan yang lainnya karena kemungkinan pada proporsi ini garis rekatnya baik dimana jika dilihat pada rata-rata kadar air kayu kemiri memiliki kadar air yang terendah dibandingkan dengan yang lainnya. Kadar air bahan yang terlalu tinggi dapat berpengaruh buruk pada proses perekatan lapisan-lapisan pada kayu lamina. Menurut Tsoumis (1996), kayu lamina yang direkat tanpa perlakuan suhu tinggi saat pengempaan, kadar airnya tidak boleh lebih dari 15 % atau antara 8 – 15%.

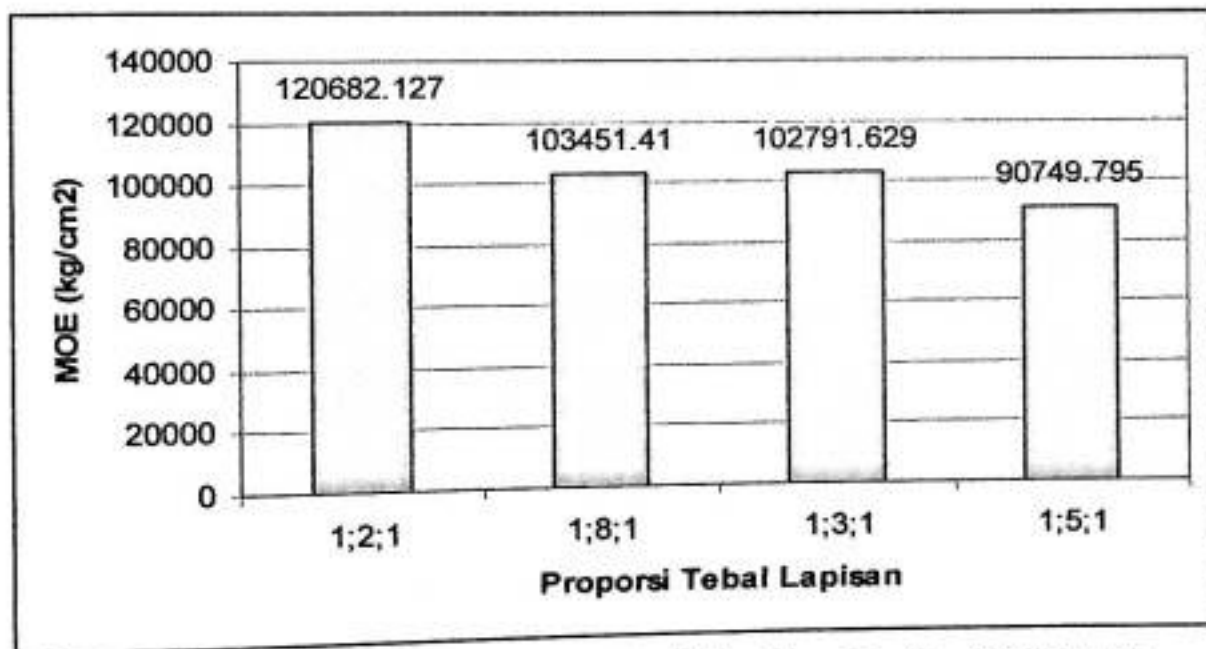
Nilai keteguhan patah rata-rata uji *flatwise* kayu lamina lebih tinggi jika dibandingkan dengan keteguhan patah uji *edgewise*. Hal ini terjadi karena pada saat pengujian garis rekat uji *edgewise* cepat rusak.

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini sama dengan hasil yang diperoleh Amelia (2007), terhadap kayu cenrana-kemiri menunjukkan bahwa keteguhan patah dengan uji *flatwise* lebih tinggi dibandingkan dengan keteguhan patah uji *edgewise*.

D. Modulus Elastisitas (MOE)

1. Modulus elastisitas/MOE Uji *flatwise*

Hasil pengujian modulus elastisitas dengan uji *flatwise* pada berbagai jenis core dapat dilihat pada Lampiran 8. Nilai rata-rata modulus elastisitas *flatwise* dari berbagai proporsi tebal lapisan dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Histogram Modulus Elastisitas Kayu Lamina Uji *Flatwise* Pada Kombinasi Proporsi Tebal Lapisan.

Tabel 16. Uji BNJ Perbedan Kombinasi Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Modulus Elastisitas Uji *Flatwise*

Proporsi Tebal Lapisan	Modulus Elastisitas Rata-Rata (kg/cm ²)	BNJ 0,05 44964,689
1:2:1	120.682,127	a
1:8:1	103.451,410	ab
1:3:1	102.791,629	ab
1:5:1	90.749,795	b

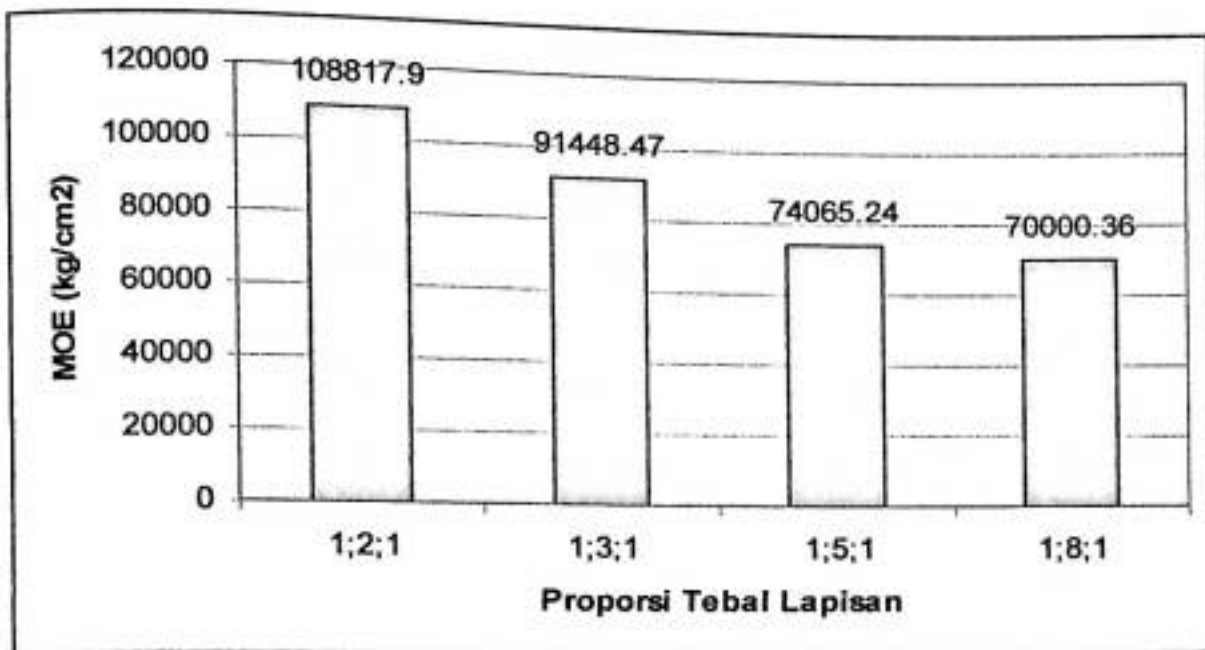
Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama berbeda tidak nyata

Gambar diatas menunjukkan, nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada proporsi 1:2:1 sedangkan terendah terdapat proporsi 1:8:1. Hasil analisis ragam untuk rancangan faktorial dengan dasar RAL menunjukkan bahwa perlakuan proporsi lapisan berpengaruh nyata, perlakuan jenis core dan kombinasinya berpengaruh tidak nyata seperti terlihat pada Lampiran 9.

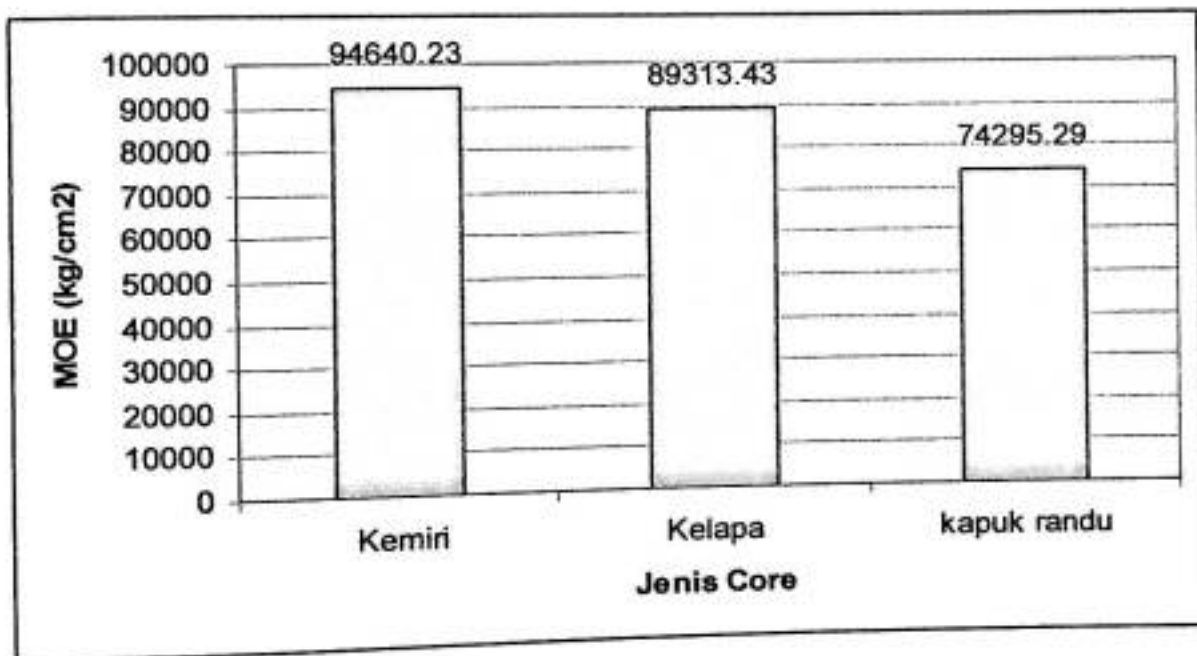
Untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan terhadap modulus elastisitas *flatwise* dilakukan uji lanjut yaitu uji Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Tukey test* proporsi tebal lapisan seperti pada Tabel 16. Hasil uji BNJ untuk perlakuan proporsi tebal lapisan menunjukkan bahwa proporsi 1:2:1 relatif sama dengan proporsi 1:2:1, 1:5:1 tetapi berbeda nyata dengan 1:8:1, proporsi 1:3:1 relatif sama dengan 1:2:1, 1:5:1, 1:8:1, proporsi 1:5:1 relatif sama dengan 1:2:1, 1:3:1, 1:8:1, proporsi 1:8:1 relatif sama dengan 1:3:1, 1:5:1 tetapi berbeda nyata dengan 1:2:1. Nilai keteguhan lentur tertinggi untuk semua jenis kayu terdapat pada proporsi proporsi 1:2:1.

2. Modulus Elastisitas / MOE Uji *Edgewise*

Hasil pengujian modulus elastisitas dengan uji *edgewise* pada berbagai jenis core dapat dilihat pada Lampiran 10. Nilai rata-rata modulus elastisitas *edgewise* pada berbagai proporsi tebal lapisan dan jenis core dapat dilihat pada Gambar 23 dan 24.



Gambar 23. Histogram Modulus Elastisitas Kayu Lamina Kombinasi Proporsi Tebal Lapisan Uji *Edgewise*



Gambar 24. Histogram Modulus Elastisitas Kayu Lamina Kombinasi Jenis Core Uji *Edgewise*

Tabel 17. Uji BNJ Perbedaan Kombinasi Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Modulus Elastisitas *Edgewise*

Proporsi Tebal Lapisan	Modulus Elastisitas Rata-Rata (kg/cm ²)	BNJ 0,01 40825,459
1:2:1	108.817,9	a
1:3:1	914.48,47	ab
1:5:1	74.065,24	bc
1:8:1	70.000,36	c

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

Tabel 18. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Modulus Elastisitas *Edgewise* Proporsi 1:2:1

Jenis core	Modulus Elastisitas Rata-Rata (kg/cm ²)	BNJ 0,01 12862,65
kelapa	94.640,23	a
Kapuk randu	89.313,43	ab
kemiri	74.295,29	b

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

Gambar diatas menunjukkan, nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada Proporsi 1:2:1 sedangkan terendah terdapat pada proporsi 1:8:1 dan untuk jenis core yang tertinggi terdapat pada jenis core kayu kelapa dan yang terendah pada core kayu kemiri.. Hasil analisis ragam untuk rancangan faktorial dengan dasar RAL menunjukkan bahwa perlakuan kombinasinya tidak berbeda nyata tetapi Jenis core dan proporsi tebal lapisan berbeda sangat nyata terhadap keteguhan lentur seperti terlihat pada Lampiran 11 .

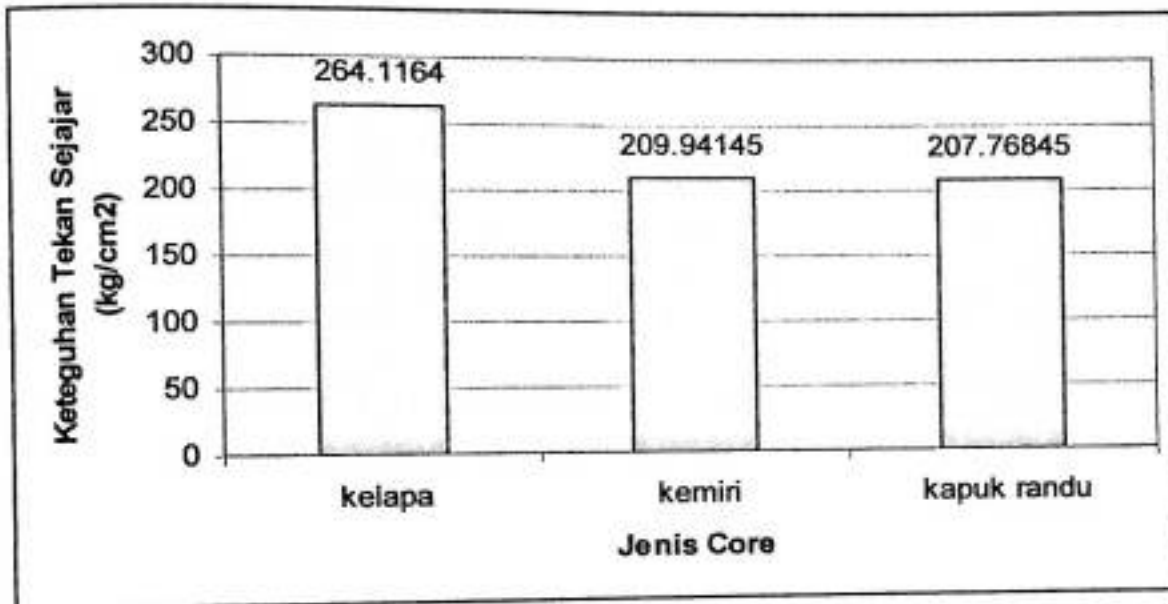
Untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan terhadap keteguhan tekan sejajar serat dilakukan uji lanjut yaitu uji Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Tukey test* jenis core dan proporsi tebal lapisan seperti yang terlihat pada Tabel 17 dan 18. Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa nilai keteguhan lentur *edgewise* yang mendapat perlakuan jenis core kelapa berbeda tidak nyata dengan jenis core kelapa tetapi berbeda nyata dengan jenis core kemiri. Hasil uji BNJ untuk

perlakuan proporsi tebal lapisan menunjukkan bahwa proporsi 1:2:1 relatif sama dengan proporsi 1:3:1 tetapi berbeda nyata dengan 1:5:1, 1:8:1, proporsi 1:3:1 relatif sama dengan 1:2:1, 1:5:1 tetapi berbeda nyata dengan 1:8:1, proporsi 1:5:1 relatif sama dengan 1:3:1, 1:8:1 tetapi berbeda nyata dengan berbeda nyata dengan proporsi 1:2:1, proporsi 1:8:1 relatif sama dengan 1:5:1 tetapi berbeda nyata dengan 1:2:1, 1:3:1. Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas *edgewise* yang mendapat perlakuan jenis core kelapa relatif sama dengan core kapuk randu tetapi berbeda nyata dengan jenis core kemiri.

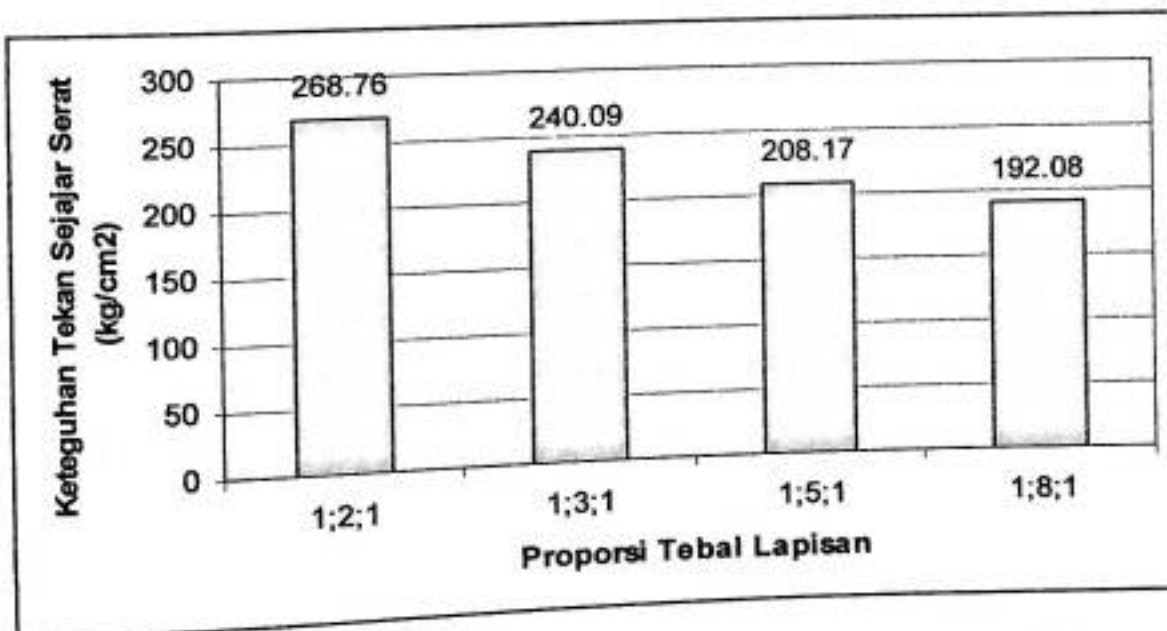
Berdasarkan hasil pengujian terhadap kayu lamina menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas uji *flatwise* lebih tinggi bila dibandingkan dengan pengujian *edgewise*. Hasil penelitian ini sama dengan penelitian yang diperoleh Melia (2007), terhadap kayu cenrana – kemiri yang menunjukkan bahwa kayu lamina untuk uji *flatwise* menghasilkan nilai MOE yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan MOE uji *edgewise*. Tingginya nilai MOE pada uji *flatwise* karena pada saat pengujian terjadi defleksi yang lebih kecil pada saat pembebanan. Sebaliknya pada uji *edgewise* terjadi defleksi yang cukup besar terutama pada bagian sample uji yang diberi beban. Defleksi menunjukkan ketahanan terhadap perubahan bentuk semakin kecil defleksi maka semakin besar ketahanan kayu lamina terhadap perubahan bentuk demikian juga sebaliknya.

E. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Hasil pengujian keteguhan tekan sejajar serat ada berbagai jenis core dapat dilihat pada Lampiran 12, Nilai rata-rata keteguhan tekan sejajar serat pada pada core kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu dapat dilihat pada Gambar 25 dan 26.



Gambar 25. Histogram Jenis Core Keteguhan Tekan Sejajar Serat



Gambar 26. Histogram Proporsi Tebal Lapisan terhadap Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Tabel 19. Uji BNJ Perbedaan Jenis Core Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Jenis core	Keteguhan Sejajar Serat Rata-Rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,05</u> 53,74
kelapa	264,116	a
kapuk	209,941	b
kemiri	207,768	b

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

Tabel 20. Uji BNJ Perbedaan Kombinasi Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Proporsi Tebal Lapisan	Keteguhan Sejajar Serat Rata-Rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,05</u> 59,24
1:2:1	268,76	a
1:3:1	240,09	ab
1:5:1	208,17	bc
1:8:1	192,08	c

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

Gambar di atas menunjukkan, nilai keteguhan tekan sejajar serat tertinggi terdapat pada Proporsi 1:2:1 sedangkan terendah terdapat pada proporsi 1:8:1, hal ini disebabkan karena pada proporsi tebal lapisan 1:2:1 memiliki lapisan luar yang lebih tebal dan lapisan dalam yang lebih tipis sedangkan proporsi 1:8:1 memiliki lapisan luar yang lebih tipis dan lapisan dalam yang lebih tebal. Hal ini sesuai dengan hasil yang didapatkan oleh Amelia (2007) bahwa proporsi yang baik terdapat pada proporsi yang memiliki lapisan luar atau kayu kuat yang tebal dan lapisan dalam atau kayu lemah yang tipis dan proporsi yang rendah memiliki lapisan luar atau kayu kuat yang tipis dan lapisan dalam atau kayu lemah yang tebal. dan untuk jenis core yang tertinggi terdapat pada core kayu kelapa dan terendah pada kapuk randu, hal ini disebabkan karena pada contoh uji kayu kelapa memiliki berat jenis yang tinggi dibandingkan dengan yang lainnya, dimana berat jenis digunakan sebagai penduga kekuatan papan, semakin tinggi berat jenis maka kekuatan papan cenderung tinggi pula. Haygreen dan Bowyer (1996)

menyatakan bahwa ada kemungkinan untuk menduga kekuatan kayu berdasarkan atas berat jenis, tanpa memperhatikan jenis kayu. Selain itu kayu kelapa termasuk kedalam kelas kuat IV sedangkan kayu kemiri dan kapuk randu termasuk kedalam kelas kuat V. Menurut Dumanauw (1990), kekuatan tekan $300 - 215 \text{ kg/cm}^2$ termasuk kedalam kelas kuat IV sedangkan rata-rata keteguhan tekan sejajar lebih kecil dari 215 kg/cm^2 maka termasuk kedalam kelas kuat V.

Hasil analisis ragam untuk rancangan faktorial dengan dasar RAL menunjukkan bahwa perlakuan kombinasinya tidak berbeda nyata tetapi Jenis core dan proporsi tebal lapisan berbeda sangat nyata terhadap keteguhan tekan sejajar serat seperti terlihat pada Tabel 19 dan 20.

Untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan terhadap keteguhan tekan sejajar serat dilakukan uji lanjut yaitu uji Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Tukey test* jenis core dan proporsi tebal lapisan. Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa nilai keteguhan tekan sejajar yang mendapat perlakuan jenis core kelapa berbeda tidak nyata dengan jenis core kelapa tetapi berbeda nyata dengan jenis core kemiri. Hasil uji BNJ untuk perlakuan proporsi tebal lapisan menunjukkan bahwa proporsi 1:2:1 relatif sama dengan proporsi 1:3:1 tetapi berbeda nyata dengan 1:5:1, 1:8:1, proporsi 1:3:1 relatif sama dengan 1:2:1, 1:5:1 tetapi berbeda nyata dengan 1:8:1, proporsi 1:5:1 relatif sama dengan 1:3:1, 1:8:1 tetapi berbeda nyata dengan berbeda nyata dengan proporsi 1:2:1, proporsi 1:8:1 relatif sama dengan 1:5:1 tetapi berbeda nyata dengan 1:2:1, 1:3:1.

F. Keteguhan Rekat

Hasil perhitungan keteguhan rekat kayu lamina kayu cenrana, kemiri, kelapa dan kapuk randu dapat dilihat pada lampiran 14. Nilai rata-rata keteguhan rekat kayu lamina yang tertinggi pada cenrana utuh yaitu 35,51 dan yang terendah terdapat pada kayu kapuk randu utuh yaitu 14.04. Nilai keteguhan rata-rata pada gabungan cenrana utuh lebih tinggi hal ini disebabkan karena kerusakan pada sisi kapuk randu yang mudah terlepas pada ikatan perekat, dimana bilah kapuk randu memiliki kerapatan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan cenrana utuh, sehingga penetrasi perekat terjadi dengan baik pada bilah kapuk randu utuh, sehingga pada uji keteguhan rekat lebih banyak terjadi kerusakan. Sementara pada kayu cenrana utuh adhesi spesifik lebih banyak berperan karena penetrasi perekat lebih kecil. Hal ini sesuai dengan pendapat Filler *et al* (1993) dalam Wardani (1999) bahwa keteguhan rekat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti zat ekstraktif, struktur anatomi dan kondisi perekatan. Selain itu, kandungan kimia kayu juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas perekatan.

Pengukuran persentase kerusakan kayu lamina dilakukan untuk mengetahui hubungan keteguhan rekat dengan kerusakan kayu lamina. Hasil perhitungan persentase kerusakan kayu lamina dapat dilihat pada lampiran 15.

Berdasarkan hasil perhitungan kerusakan kayu lamina terlihat bahwa gabungan antara kayu lemah karena sisi dari kayu tersebut mudah lepas. Kayu lamina gabungan antara kayu kuat dan lemah tersebut cocok digunakan karena kerusakan lebih dari 75 %. Menurut Tsoumis (1996), produk kayu lamina untuk

aplikasi struktur bangunan eksterior kerusakan kayu lamina sebaiknya tidak kurang dari 75 %.

Persentase kerusakan kayu yang terkecil adalah pada kayu gabungan antara kayu kuat dan kayu kuat dan kayu lemah dan kayu lemah dimana kerusakan banyak terjadi pada garis rekatnya. Hal ini karena perekat sulit perpenetrasi dan membentuk ikatan dengan kayu tersebut.

G. Gambaran Umum Kayu Lamina

Gambaran umum sifat mekanis kayu Lamina dapat dilihat pada Tabel

berikut

Tabel 21. Gambaran Umum Kayu Lamina dari Kayu Cenrana , Kayu Kemiri Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu (kg/cm^2)

No	Sifat Mekanis	Nilai rata-rata(kg/cm^2)	Standar JAS 2003 No. 234
1.	a. MOR uji <i>flatwise</i>	a. 1.243,16 - 547,96	Memenuhi setiap jenis core dan proporsi. Memenuhi setiap jenis core dan proporsi.
	b. MOR uji <i>edgewise</i>	b. 1.145,47 - 573,60	
2.	a. MOE uji <i>flatwise</i>	a. 133.617,82 - 83.270,25	Memenuhi setiap jenis core dan proporsi. Memenuhi Kemiri 1:2:1, 1:3:1, 1:5:1, Kelapa 1:2:1, 1:3:1 dan Kapuk randu 1:2:1
	b. MOE uji <i>edgewise</i>	b. 124.897,8 - 45.295,01	
3.	Keteguhan Tekan Sejajar Serat	- 308,90 - 166,90	Tidak dipersyaratkan
4.	Keteguhan Rekat dan Persentase kerusakan kayu	- 35,511 - 14,044	Memenuhi Cenrana - Cenrana dan Cenrana - Kelapa

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada uji *flatwise* core kelapa memiliki keteguhan patah tertinggi dan pada proporsi 1:2:1
2. Pada uji *edgewise* core kelapa memiliki keteguhan patah tertinggi pada proporsi 1:2:1 dan 1:3:1 dan pada proporsi 1:5:1, 1:8:1 tertinggi pada core kemiri
3. Pada uji *flatwise* modulus elastisitas proporsi 1:2;1 dan terendah pada proporsi 1:5:1
4. Pada uji *edgewise* modulus elastisitas proporsi 1:2;1 dan terendah pada proporsi 1:8:1 dan untuk jenis core tertinggi pada core kelapa
5. Pada uji keteguhan tekan sejajar serat proporsi 1:2;1 dan terendah pada proporsi 1:8:1 dan untuk jenis core tertinggi pada core kelapa
6. Secara umum tebal lapisan kayu cenrana kemiri, cenrana kelapa dan cenrana kapuk randu berpengaruh terhadap keteguhan patah baik uji *flatwise* maupun uji *edgewise*, hal ini disebabkan tebal lapisan yang digunakan dimana semakin tebal lapisan luar semakin tinggi keteguhan patah

7. Tebal lapisan kayu cenrana kemiri, cenrana kelapa dan cenrana kapuk randu berpengaruh terhadap keteguhan modulus elastisitas baik uji *flatwise* maupun uji *edgewise*.
8. Sifat mekanis kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu meningkat dengan adanya rekayasa dengan cenrana dimana kayu cenrana tersebut merupakan kayu kuat dan termasuk kedalam kelas kuat II- III sedangkan kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu termasuk dalam kelas IV-V

B. Saran

Sebaiknya pemanfaatan kayu lemah seperti kayu kemiri, kelapa dan kapuk randu lebih ditingkatkan lagi dengan rekayasa kayu laminasi, dengan memanfaatkan kayu kuat seperti kayu cenrana pada lapisan luarnya.

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.
- Asdar, M. dan Lempeng, M., 2006. *Karakteristik Anatomi, Fisik Mekanik, Pengeringan dan Keterawetan kayu Kemiri (Aleurites moluccana Wild)*. Jurnal Perennial Hasil Hutan dan Kehutanan. Jurusan Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar.2;(2) : 19-15
- Anshari, B., 2006. *Pengaruh Variasi Tekanan Kempa Terhadap Kuat Lentur Kayu Laminasi dari Kayu Meranti dan Keruing Laminasi dari Kayu Meranti dan Keruing*. <http://www.puslit.petra.ac.id/journals/civil.pdf> [diakses 23-02 2007].
- BAPPEDA, 2005. *Sulawesi Selatan dalam angka 2005*. Kerjasama BAPPEDA dengan Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan. Makassar.
- Board, S. B. P. and Engineers. 1985. *Handbook of Adhesive*. Small Business Publication, Roop Nagar.
- Bodig and Jayne B. A. 1982. *Mechanisme of Wood and Wood Composites*. NVR Company, New York.
- Departemen Kehutanan, 2004. Batang Kelapa Sebagai Alternatif Mengatasi Kekurangan bahan Baku Kayu. Siraan Perst. [http : www.Dephut.go.id](http://www.Dephut.go.id) (diakses 273-02-2007).
- Departemen Kehutanan dan Perkebunan, 1999. *Panduan Kehutanan Indonesia*. Koperasi Karyawan Departemen Kehutanan dan Perkebunan.
- Departemen Perindustrian, 1986. *Penentuan Proposional Batang Kelapa untuk Maksimasi Penggunaannya sebagai Substitusi Bahan Kayu*. Badan Penelitin dan Pengembangan Industri. Banjarbaru.
- Dumanauw, J. F. 1990. *Mengenal Kayu*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Hamsah, H., 1991. *Sifat Mekanik Kayu Lamina Gabungan dari Kayu Meranti Putih (Shorea Sp.) dengan Kayu Palapi (Heritiera Sp.)*. Skripsi Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar [Tidak Dipublikasikan].

- Haygreen, J. G. and Bowyer, J. L. 1982. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Suatu Pengantar*. Diterjemahkan oleh S. A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. .
- Haygreen, J. G. dan Bowyer, J. L., 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Diterjemahkan oleh S. A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Heyne, K., 1950. *Tumbuhan Berguna Indonesia : Volume I*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Gaspersz, V., 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. CV Armico, Bandung.
- [JAS] Japanese Agricultural Standard, 2003. *Glue Laminated Timber*. Japan Plywood Inspection Corporation, Japan.
- Koolmann, F.F.P., Kuenzi, W.K., Stamm, A.J., 1975. *Principles of Wood Science and Technology, Vol II. Wood Based Materials*. Springer-Verlag berlin Hiedelberg. New York.
- Martawijaya, A., Kartasujana, I., Mandang, Y. I., Prawira, S. A., Kadir, K. 1981. *Atlas Kayu Indonesia: Jilid I*. Badan Penelitia dan Pengembangan Kehutanan dan Departemen Kehutanan, Bogor. Tantra, I.G.M. 1980. *Flora Pohon Indonesia*. Lembaga Penelitian Hutan Bogor, Bogor.
- Meilia, A., 2007. *Sifat Mekanis Kayu Lamina dari Kayu Angsana (Pterocarpus indicus) dan Kayu Kamiri (Alaurites moluccana Wild) pada Berbagai Proporsi Jenis*. Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Hutan 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.
- Popov, E. P. 1991. *Mekanika Teknik*. Edisi Kedua Versi SI. Erlangga, Jakarta.
- Sudarna, N. S., 1990. *Anatomi Batang Kelapa (Cocos nucifera Linn)*. Jurnal Penelitian Hasi Hutan, Vol (3) : 111 - 117.
- Suhasman, Ruhendi, S. dan Rilatupa, J. 2005. *Optimasi Pembuatan Kayu Lamina dengan Menggunakan Perekat Non Formaldehida*. Jurnal Sains dan Teknologi Emas, 15 No 1 Bogor.

- Sunanto, H. 1994. *Budidaya Kemiri Komoditas Ekspor*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Sutigno. 1991. *Kayu Majemuk Perkembangan dan Masa Depan di Indonesia*. Orasi Penyuluhan Ahli Peneliti Utama. Badan Litbang Kehutanan Dephut, Jakarta.
- Tantra, I. G. M, 1980. *Flora Pohon Indonesia Lembaga Penelitian Hutan Bogor*, Bogor
- Tjiptrosoepomo, G., 1984. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood : Structure, Properties and Utilization*. Van Nonstrand Reinhold, New York.
- Wardhani, I. Y., 1999. *Kualitas Perekatan Kayu Lamina dari Empat Jenis Kayu Kurang Dikenal*. <http://www.unmul.ac.id>. [diakses 21-02-2007]
- Wardhani, I. Y., Surjokusumo, S., Hadi, Y.S., Nugroho, N., 2004. *Distribusi Kandungan Kimia Kayu Kelapa (Cocos nucifera L)*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis, 2 (1) : 1-7

Lampiran 1. Kadar Air dan Berat Jenis Kayu Cenrana, Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk Randu Sebelum Pembuatan Contoh Uji.

Sampel	Ulangan	BKU (gr)	BKT (gr)	Volume KU	KA (%)	BJ
Cenrana	1	7,97	7,23	13,12	10,24	0,55
	2	7,81	7,18	12,86	8,77	0,56
	3	7,96	7,31	13,21	8,89	0,55
	4	7,91	7,27	13,08	8,80	0,56
	5	7,96	7,35	13,19	8,30	0,56
Jumlah					45,0	2,78
Rata-Rata					9,0	0,55
Kemiri	1	5,54	5,12	13,85	8,20	0,37
	2	4,85	4,48	13,53	8,26	0,33
	3	5,56	5,10	13,88	9,02	0,37
	4	5,03	4,63	13,95	8,64	0,33
	5	5,24	4,82	13,82	8,71	0,35
Jumlah					42,83	1,75
Rata-Rata					8,56	0,35
Kelapa	1	5,28	4,85	11,52	8,87	0,42
	2	5,70	5,27	10,84	8,16	0,49
	3	5,36	4,69	10,78	8,04	0,46
	4	5,25	4,79	9,93	9,60	0,48
	5	6,01	5,51	10,09	9,07	0,49
Jumlah					43,74	2,34
Rata-Rata					8,74	0,468
Kapuk Randu	1	2,76	2,50	11,96	10,40	0,21
	2	2,78	2,52	12,00	10,32	0,21
	3	2,64	2,42	12,12	9,09	0,20
	4	2,83	2,59	12,32	9,27	0,21
	5	2,83	2,57	12,77	10,17	0,20
Jumlah					49,25	1,03
Rata-Rata					9,85	0,206

Lampiran 2. Nilai Wettabilitas Kayu Cenrana, Kayu Kemiri, Kayu Kelapa dan Kayu Kapuk randu

Sampel	Ulangan	Wettabilitas (mm)
Kapuk randu	1	916,64
	2	1107,18
	3	844,91
	4	849,51
	5	1067,29
Jumlah Rata-Rata		4785,54 957,107
Kemiri	1	1304,35
	2	879,90
	3	616,97
	4	654,04
	5	945,37
Jumlah Rata-Rata		4400,64 880,127
Kelapa	1	737,93
	2	532,17
	3	632,58
	4	525,51
	5	782,61
Jumlah Rata-Rata		3210,80 642,160
Cenrana	1	616,95
	2	621,69
	3	626,69
	4	617,33
	5	581,50
Jumlah Rata-Rata		3064,15 612,829

Lampiran 3. Analisis Tukey kayu Lamina Terhadap Wettabilitas Kayu Cenrana, Kayu Kemiri, Kayu kelapa dan Kayu Kapuk randu

Sumber Keragaman	DB	JK	KTG	F.Hit	F. tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	440.719,402	146.906,4673	5,58*	3,24	5,29
Galat	16	421.038,1375	26.314,8836			
Total	19	1.281.406.912				

** Berpengaruh sangat nyata pada taraf 1%.

Lampiran 4. Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina dari berbagai Jenis Core dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk Uji *Flatwise* (kg/cm²)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Core		
		Kemiri	Kelapa	Kapuk randu
1;2;1	1	786,105	1194,913	707,136
1;2;1	2	782,638	1398,491	703,679
1;2;1	3	770,489	1132,303	799,058
1;2;1	4	708,955	1164,695	741,446
1;2;1	5	885,616	1325,375	747,134
Jumlah Rata-Rata		3933,803 786,76	6215,777 1.243,16	3698,453 739,69
1;3;1	1	807,161	900,998	731,148
1;3;1	2	714,286	1.060,467	770,094
1;3;1	3	831,557	1.034,822	562,20
1;3;1	4	770,489	1.163,659	715,853
1;3;1	5	740,938	879,812	638,556
Jumlah Rata-Rata		3864,431 772,89	5.039,758 1.007,95	3.417,851 683,57
1;5;1	1	726.304	754,563	548,842
1;5;1	2	625.869	553,872	606,124
1;5;1	3	653.856	898,522	655,141
1;5;1	4	698.505	750,945	498,245
1;5;1	5	700.137	626,825	556,896
Jumlah Rata-Rata		3404.671 680,93	3.584,727 716,95	2.865,248 537,05
1;8;1	1	703,625	839,276	733,134
1;8;1	2	681,139	658,143	634,838
1;8;1	3	525,033	606,235	637,475
1;8;1	4	768,531	810,645	493,251
1;8;1	5	623,667	471,458	241,086
Jumlah Rata-Rata		3.301,995 660,40	3.385,757 677,15	2.739,784 547,96

Lampiran 5. Analisis Ragam Keteguhan Patah Kayu Lamina untuk Uji Flatwise

Sumber Keragaman	DB	JK	KTG	F.Hit	F Tabel	
					5%	1%
a	3	874.419,96	291.473,32	26,426**	2,8	4,22
b	2	788.822,701	394.411,351	35,758**	3,19	5,08
a*b	6	370.680,66	61.780,11	5,601**	2,3	3,20
Galat	48	529.435,888	11.029,914			
Total	59	2.563.359,209				

** Berpengaruh Sangat Nyata pada taraf 1 %

Lampiran 6. Nilai Keteguhan Patah Kayu Lamina Dengan Menggunakan Berbagai Macam Core untuk Uji Edgewise (kg/cm²)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Core		
		Kemiri	Kelapa	Kapuk randu
1;2;1	1	941,68	1.13,303	717,535
1;2;1	2	781,044	1.161,173	731,148
1;2;1	3	948,302	1.132,221	829,791
1;2;1	4	756,164	1.136,943	897,93
1;2;1	5	791,599	1.164,695	705,403
Jumlah Rata-Rata		4.218,789	5.727,335	3.881,807
		843,76	1.145,47	776,36
1;3;1	1	854,926	800,449	591,06
1;3;1	2	828,693	768,105	700,178
1;3;1	3	905,608	928,533	649,111
1;3;1	4	869,15	851,585	658,376
1;3;1	5	736,295	915,118	764,331
Jumlah Rata-Rata		4.194,672	4.263,79	3.363,056
		838,93	852,76	672,61
1;5;1	1	742,847	664,943	583,415
1;5;1	2	637,475	779,929	768,105
1;5;1	3	715,853	535,748	585,783
1;5;1	4	585,783	741,979	567,123
1;5;1	5	663,601	601,615	644,742
Jumlah Rata-Rata		3.345,559	3.324,214	3.149,168
		669,11	664,84	629,83
1;8;1	1	564,322	353,594	543,564
1;8;1	2	617,447	612,169	653,151
1;8;1	3	696,737	700,178	653,151
1;8;1	4	636,488	747,204	509,162
1;8;1	5	727,478	375,025	508,961
Jumlah Rata-Rata		3.242,472	2.788,17	2.867,989
		648,49	557,63	573,60

Lampiran 7. Analisis Ragam Keteguhan Patah Kayu Lamina untuk Uji *Edgewise*

Sumber Keragaman	DB	JK	KTG	F.Hit	F. tabel	
					5%	1%
a	3	963.270,766	321090.255	41.42**	2.8	4.22
b	2	205.237,734	102618.867	13.238**	3.19	5.08
a*b	6	309.801,649	51633.608	6.661**	2.3	3.2
Galat	48	372.101,765	7752.12			
Total	59	1.850.411,914				

** Berpengaruh Sangat Nyata Pada Taraf 1 %

Lampiran 8. Nilai Modulus Elastisitas Kayu Lamina dengan Menggunakan Berbagai Jenis Core untuk *Flatwise* (kg/cm²)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Core		
		Kemiri	Kelapa	Kapuk randu
1;2;1	1	110.119,048	142.645,349	114.701,087
1;2;1	2	107.356,964	122.741,099	149.723,44
1;2;1	3	119.438,160	118.325,491	154.612,59
1;2;1	4	89.583,158	97.594,767	110.774,46
1;2;1	5	119.774,405	114.564,344	138.277,53
Jumlah Rata-Rata		546.271,735	595.871,050	668.089,13
		109.254,347	119.174,210	133.617,82
1;3;1	1	136.835,106	127.065,217	128.534,48
1;3;1	2	135.333,333	125.723,684	134.852,941
1;3;1	3	104.458,200	90.522,982	68.544,921
1;3;1	4	116.247,953	102.863,109	99.367,312
1;3;1	5	103.213,752	57.936,508	10.374,933
Jumlah Rata-Rata		596.088,345	504.111,500	441.674,59
		119.217,669	100.822,300	88.334,918
1;5;1	1	97.203,326	127.161,976	98.113,319
1;5;1	2	84.122,538	85.059,209	74.524,936
1;5;1	3	89.177,489	83.914,729	69.270,833
1;5;1	4	100.579,491	143.274,557	78.192,196
1;5;1	5	75.986,842	58.415,493	96.250,00
Jumlah Rata-Rata		447.069,686	497.825,963	416.351,28
		89.413,937	99.565,193	83.270,257
1;8;1	1	107.916,667	132.416,66	97.708,333
1;8;1	2	134.208,011	63.454,620	103.565,404
1;8;1	3	90.847,784	106.732,92	106.422,527
1;8;1	4	156.454,338	124.551,09	59.132,267
1;8;1	5	65.143,213	85.937,669	117.279,642
Jumlah Rata-Rata		554.570,012	513.092,97	484.108,175
		110.914,002	102.618,59	96.821,63

Lampiran 9. Analisis Ragam Modulus Elastisitas Kayu Lamina untuk Uji *Flatwise*

Sumber Keragaman	DB	JK	KTG	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
a	3	6823815595	2274605198	3,19*	2,80	4,22
b	2	485463228,8	242731614,4	0,341	3,19	5,08
a*b	6	4607870997	767978499,5	1,080	2,30	3,20
Galat	48	34140647015	711263479,5			
Total	59	46057796836				

* Berpengaruh Nyata Pada Taraf 5 %

Lampiran 10. Nilai Modulus Elastisitas Kayu Lamina dengan menggunakan Berbagai Jenis Core untuk Uji *Edgewise* (kg/cm²)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Core		
		Kemiri	Kelapa	Kapuk randu
1;2;1	1	103.180,00	122.665,094	118.840,91
1;2;1	2	89.163,452	107.544,096	99.229,01
1;2;1	3	112.697,96	147.887,324	95.275,20
1;2;1	4	112.662,31	142.488,676	92.648,23
1;2;1	5	110.944,57	103.903,846	73.137,24
Jumlah Rata-Rata		528.648,30	624.489,037	479.130,58
		105.729,66	124.897,807	95.826,12
1;3;1	1	108.114,41	106.250,000	76.581,20
1;3;1	2	133.608,70	44.859,155	63.084,68
1;3;1	3	111.476,85	109.308,681	51.930,24
1;3;1	4	125.063,80	109.308,681	82.658,41
1;3;1	5	101.034,48	74.659,835	73.787,88
Jumlah Rata-Rata		579.298,24	468.411,004	348.042,40
		115.859,65	93.682,201	69.608,48
1;5;1	1	101.672,92	74.550,368	56.107,91
1;5;1	2	81.196,28	71.082,807	66.370,54
1;5;1	3	89.848,48	72.023,810	45.726,50
1;5;1	4	76.832,57	89.777,408	52.397,61
1;5;1	5	88.859,22	54.925,743	89.606,48
Jumlah Rata-Rata		438.409,48	362.360,134	310.209,03
		87.681,90	45.295,016	62.041,81
1;8;1	1	68.125,00	45.154,321	57.235,29
1;8;1	2	68.156,31	73.719,824	72.991,00
1;8;1	3	69.008,36	53.990,010	73.375,98
1;8;1	4	70.146,87	150.420,694	86.506,28
1;8;1	5	71.012,10	31.748,276	58.415,15
Jumlah Rata-Rata		346.448,64	355.033,124	348.523,70
		69.289,73	71.006,625	69.704,74

Lampiran 11. Analisis Ragam Modulus Elastisitas Kayu Lamina untuk Uji *Edgewise*

Sumber Keragaman	DB	JK	KTG	F.Hit	F. tabel	
					5%	1%
a	3	14231096991,8	4743698997,2	11,87**	2,8	4,22
b	2	4452241855,9	222612927,9	5,57**	3,19	5,08
a*b	6	480029951,8	800049919,308	2,00	2,3	3,2
Galat	48	19180035864,3	39958408,50			
Total	59	42663674228,0				

** Berpengaruh Sangat Nyata Pada Taraf 1 %

Lampiran 12. Nilai Keteguhan Tekan Kayu Lamina Dari Berbagai Jenis Core (kg/cm²)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Core		
		Kemiri	Kelapa	Kapuk randu
1;2;1	1	286,504	327,599	233,526
1;2;1	2	334,325	194,479	266,399
1;2;1	3	252,57	291,531	263,886
1;2;1	4	287,905	251,295	203,569
1;2;1	5	383,219	202,056	252,57
Jumlah Rata-Rata		1.544,523 308,90	1.266,96 253,39	1.219,95 243,99
1;3;1	1	299,07	139,608	231,214
1;3;1	2	256,346	211,109	209,184
1;3;1	3	278,965	217,21	238,754
1;3;1	4	300,091	280,058	251,319
1;3;1	5	244,999	221,161	222,262
Jumlah Rata-Rata		1.379,471 275,89	1.069,146 213,83	1.152,733 230,55
1;5;1	1	281,478	191,003	187,836
1;5;1	2	221,939	149,02	243,78
1;5;1	3	203,066	241,267	187,836
1;5;1	4	246,293	157,376	182,759
1;5;1	5	252,576	186,904	189,428
Jumlah Rata-Rata		1.205,352 241,07	925,57 185,11	991,639 198,33
1;8;1	1	273,952	133,865	170,068
1;8;1	2	252,57	213,622	180,95
1;8;1	3	204,082	169,226	167,529
1;8;1	4	218,296	201,056	156,593
1;8;1	5	204,082	175,924	159,367
Jumlah Rata-Rata		948,9 230,60	893,693 178,74	834,507 166,90

Lampiran 13. Analisis Ragam Keteguhan Patah Kayu Lamina untuk Uji Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Sumber Keragaman	DB	JK	KTG	F.Hit	F. tabel	
					5%	1%
a	3	52.337,362	17.445,787	14,163**	2,8	4,22
b	2	40.764,924	20.382,462	16,548**	3,19	5,08
a*b	6	1.886,658	314,443	0,255	2,3	3,2
Galat	48	59.123,852	1.234,747			
Total	59	154.112,796				

** Berpengaruh Sangat Nyata Pada Taraf 1 %

Lampiran 14. Nilai Keteguhan Rekat Kayu Lamina dengan menggunakan berbagai Jenis Kayu (kg/cm^2)

Ulangan	Jenis Kayu				
	C-C	C-K	C-P	C-R	K-K
1	47,75	16,071	23,597	16,199	12,755
2	33,054	22,577	37,117	17,729	11,352
3	29,856	23,214	42,092	16,964	20,536
4	31,964	20,281	22,959	18,367	12,755
5	34,933	14,541	19,133	21,939	16,582
Jumlah Rata-rata	177,557 35,511	96,684 19,336	144,898 28,979	91,198 18,239	73,98 14,796
	K-P	K-R	P-P	P-R	R-R
1	25,383	18,112	19,005	12,755	15,051
2	10,714	16,582	14,158	17,729	16,327
3	13,265	15,816	12,755	16,071	10,208
4	19,643	12,883	16,709	15,179	14,923
5	15,306	15,306	12,755	17,219	14,413
Jumlah Rata-rata	84,311 16,862	78,699 15,739	75,382 15,076	78,953 15,791	70,922 14,044

Lampiran 15. Persentase Nilai Keteguhan Rekat Kayu Lamina dengan menggunakan berbagai Jenis Kayu (%)

Ulangan	Jenis Kayu				
	C-C	C-K	C-P	C-R	K-K
1	25	50	100	60	100
2	50	36	87	79	80
3	42	59	87	80	94
4	59	48	65	82	86
5	73	89	49	68	88
Jumlah	249	282	388	369	448
Rata-rata	49,8	56,4	77,6	73,8	89,6
Ulangan	K-P	K-R	P-P	P-R	R-R
1	100	100	100	85	100
2	96	90	89	95	95
3	85	100	97	79	100
4	90	85	100	86	92
5	50	90	58	100	68
Jumlah	421	465	444	445	455
Rata-rata	84,2	93	88,8	89	91