

**SIFAT MEKANIS KAYU LAMINA
DARI KAYU ASAL HUTAN RAKYAT
PADA BERBAGAI PROPORSI TEBAL LAPISAN**

BENEDIKTUS. K. RANI
M 121 01 021



PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terima	30-5-08
Asal Dari	Kebudayaan
Sarukanya	1 Bks
Marga	Hadis
No. Inventaris	93
	SKP-KH08

RAT
S

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Sifat Mekanis Kayu Lamina dari Kayu Asal Hutan Rakyat pada Berbagai Proporsi Tebal Lapisan
Nama : Benediktus K. Rani
Nomor Pokok : M 121 01 021
Program Studi : Teknologi Hasil Hutan

Skripsi ini Dibuat sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Kehutanan

pada

Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin

Menyetujui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Subasman, S.Hut, M.Si


Pembimbing II



Astuti Arif, S.Hut, M.Si



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin


Ir. Beja Putranto, M.Sc
Nip. 130 792 980

Tanggal Lulus : 13 Mei 2008

ABSTRAK

Benediktus K. Rani (M 121 01 021). Sifat Mekanis Kayu Lamina dari Kayu Asal Hutan Rakyat pada Berbagai Proporsi Tebal Lapisan, di bawah Bimbingan Suhasman dan Astuti Arif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proporsi lapisan yang optimal pada kayu lamina yang terbuat dari campuran kayu bitti dengan kayu kemiri dan kayu jati dengan kayu kemiri serta mengetahui sifat mekanis kayu lamina. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pembuatan kayu lamina pada berbagai jenis kayu lainnya dengan proporsi tebal lapisan yang optimal.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2007 sampai Januari 2008, yang dilakukan dalam dua tahap yaitu, pembuatan kayu lamina dan pengujian sifat mekanis. Pembuatan kayu lamina dilakukan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan, Program Studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan. Pengujian sifat mekanis kayu lamina dilaksanakan di UPTD. Pengembangan Sumber Daya Lokal, Dinas Tata Ruang dan Pemukiman, Kota Makassar, Propinsi Sulawesi Selatan.

Pengujian dilakukan berdasarkan standar *Japanese Agricultural Standard (JAS)* tahun 2003 No. 234. Analisis data menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan proporsi tebal lapisan yang terdiri atas empat taraf, yaitu 0,2:1,6:0,2 ; 0,3:1,4:0,3 ; 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5, di mana setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Jenis perekat yang digunakan adalah polivinil acetat (PVAc), epoxy dan polistirena. Untuk mengetahui perbedaan di antara nilai rata-rata pengaruh perlakuan proporsi tebal lapisan dilakukan uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

Sifat mekanis kayu kemiri meningkat melalui rekayasa laminasi dengan kayu bitti dan kayu jati pada setiap proporsi tebal lapisan. Proporsi tebal lapisan optimum adalah 0,4:1,2:0,4 untuk menghasilkan kayu lamina dengan keteguhan tekan sejajar serat, keteguhan patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) yang tinggi.

KATA PENGANTAR

Syukur dan pujian kepada Allah Tri Tunggal Maha Kudus, karena kasih dan berkat – Nya memberikan anugerah kehidupan, kedamaian dan cinta yang menjadikan hidup penuh harapan. Salam dan hormat kepada Bunda Maria yang selalu setia mendoakan setiap orang dan memberi teladan hidup setia kepada panggilan Tuhan. Iman, pengharapan dan kasihlah yang memampukan penulis menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul *“Sifat Mekanis Kayu Lamina dari Kayu Asal Hutan Rakyat pada Berbagai Proporsi Tebal Lapisan”* sebagai akhir dari perjalanan panjang penyelesaian studi pada Program Studi Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Skripsi ini sebagai persembahan tulus dan penuh kasih penulis kepada kedua orang tua, Bapak Yoseph Rani dan Mama Sofia Sa serta saudari – saudari tercinta, Mensi, Eta dan Dete atas doa dan cinta mereka. Atas segala pengorbanan dan harapan mereka.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Muh. Restu, MP selaku Dekan Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Ir. Beta Putranto, M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan.
3. Bapak Ir. Baharuddin, MP selaku penasihat akademik.
4. Bapak Suhasman, S.Hut, M.Si dan Ibu Astuti Arif, S.Hut, M.Si selaku pembimbing atas bimbingan dan kerja sama dalam pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi ini.

5. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Djamal Sanusi, Bapak Ir. Bakri, M.Sc dan Ibu Andi Detti Yuniarti, S.Hut, MP selaku penguji atas perbaikan dan arahan dalam penyempurnaan penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh staf Dosen dan Pegawai Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.
7. Sahabat-sahabat dan semua orang terdekat penulis untuk cinta dan perhatian yang menjadikan penulis mampu melewati masa-masa sulit dan menyadari arti kebersamaan.
8. Rekan-rekan serta semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Akhirnya, semoga bantuan serta jasa baik dari semua pihak mendapat balasan berkat dari Tuhan, dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Makassar, Mei 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Gambaran Umum	3
1. Kayu Bitti	3
2. Kayu Jati	3
3. Kemiri Kemiri	4
B. Pengertian Kayu Lamina	5
C. Sifat Mekanik	6
D. Proses Pembuatan Kayu Lamina	7
1. Pemilihan dan Persiapan Kayu	7
2. Pelaburan Perekat	9
3. Penyusunan Lapisan	10
4. Pengempaan	10
E. Perekat	11
1. Polivinyl Acetat (PVAc)	11
2. Epoxy	12
3. Polistirena	12

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat	14
B. Alat dan Bahan	14
C. Prosedur Kerja	14
1. Penentuan Kadar Air dan Berat Jenis	14
2. Pembuatan Kayu Lamina	15
3. Persiapan Pengujian Sampel	18
4. Pelaksanaan Pengujian Sampel	20
5. Rancangan Percobaan	21

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil	24
1. Kadar Air dan Berat Jenis	24
2. Kayu Lamina Campuran Bitti – Kemiri	26
3. Kayu Lamina campuran Jati – Kemiri	35
B. Pembahasan	47
1. Kayu Lamina Campuran Bitti – Kemiri	47
2. Kayu Lamina campuran Jati – Kemiri	52
3. Karakteristik Kayu Lamina	56

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	59
B. Saran	59

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Proporsi Tebal Lapisan Kayu Lamina	17
2.	Contoh Uji Keteguhan Tekan Sejajar Serat	18
3.	Contoh Uji <i>Flatwise</i> untuk Keteguhan Patah (MOR) dan Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina	19
4.	Contoh Uji <i>Edgewise</i> untuk Keteguhan Patah (MOR) dan Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina	19
5.	Nilai Rata-rata Kadar Air Kering Udara pada Kayu Kemiri, Kayu Bitti dan Kayu Jati	24
6.	Nilai Rata-rata Berat Jenis pada Kayu Kemiri, Kayu Bitti dan Kayu Jati	25
7.	Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Bitti – Kemiri pada Perekat PVAc, Epoxy dan Polistirena	26
8.	Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji <i>Flatwise</i>	29
9.	Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji <i>Edgewise</i>	31
10.	Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji <i>Flatwise</i>	33
11.	Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji <i>Edgewise</i>	34
12.	Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Jati – Kemiri pada Ketiga Jenis Perekat	36

13.	Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji <i>Flatwise</i>	38
14.	Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji <i>Edgewise</i>	41
15.	Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji <i>Flatwise</i>	43
16.	Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji <i>Edgewise</i>	45

DAFTAR TABEL

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap Keteguhan Tekan Sejajar Serat pada Perekat PVAc, Epoxy dan Polistirena	27
2.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR <i>Flatwise</i> pada Perekat PVAc, Epoxy dan Polistirena	30
3.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR <i>Edgewise</i> Perekat Epoxy dan Polistirena	32
4.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOE <i>Edgewise</i> Perekat Polistirena	35
5.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap Keteguhan Tekan Sejajar Serat pada Perekat PVAc, Epoxy dan Polistirena	37
6.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan Terhadap MOR <i>Flatwise</i> pada Perekat PVAc, Epoxy dan Polistirena	40
7.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan Terhadap MOR <i>Edgewise</i> pada Perekat PVAc, Epoxy dan Polistirena	42
8.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan Terhadap MOE <i>Flatwise</i> pada Perekat PVAc.	44
9.	Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan Terhadap MOE <i>Edgewise</i> pada Perekat PVAc, Epoxy dan Polistirena	46
10.	Perbandingan Nilai Kekuatan Mekanis Kayu Lamina, Kayu Kemiri Utuh dan Standar tahun 2003 No. 234	56

DAFTAR LAMPIRAN

No	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Kadar Air (%) dan Berat Jenis Kayu Kemiri, Kayu Bitti dan Kayu Jati sebagai Bahan Pembuatan Kayu Lamina	62
2.	Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat Sampel Utuh Kayu Bitti, Kayu Jati dan Kayu Kemiri (kg/cm^2)	63
3.	Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Bitti – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat (kg/cm^2)	64
4.	Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat PVAc	65
5.	Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Epoxy	65
6.	Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Polistiren	65
7.	Nilai Keteguhan Patah (MOR) Sampel Utuh Kayu Bitti, Kayu Jati dan Kayu Kemiri (kg/cm^2)	66
8.	Nilai Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dari Kayu Bitti – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji <i>Flatwise</i> (kg/cm^2)	67
9.	Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat PVAc untuk Uji <i>Flatwise</i>	68
10.	Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk Uji <i>Flatwise</i>	68
11.	Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Polistirena untuk Uji <i>Flatwise</i>	68
12.	Nilai Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji <i>Edgewise</i> (kg/cm^2)	69

13. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat PVAc untuk Uji <i>Edgewise</i>	70
14. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Epoxy untuk Uji <i>Edgewise</i>	70
15. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Polistirena untuk Uji <i>Edgewise</i>	70
16. Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Sampel Utuh Kayu Bitti, Kayu Jati dan Kayu Kemiri (kg/cm^2)	71
17. Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri pada Berbagai Jenis Perakat untuk Uji <i>Flatwise</i> (kg/cm^2)	72
18. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat PVAc untuk Uji <i>Flatwise</i>	73
19. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Epoxy untuk Uji <i>Flatwise</i>	73
20. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Polistirena untuk Uji <i>Flatwise</i>	73
21. Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri pada Berbagai Jenis Perakat untuk Uji <i>Edgewise</i> (kg/cm^2)	74
22. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat PVAc untuk Uji <i>Edgewise</i>	75
23. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Epoxy untuk Uji <i>Edgewise</i>	75
24. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Polistirena untuk Uji <i>Edgewise</i>	75

25. Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Jati – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat (kg/cm^2).....	76
26. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat PVAc	77
27. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan menggunakan perekat Epoxy	77
28. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan menggunakan perekat Polistirena	77
29. Nilai Keteguhan Patah Kayu (MOR) Lamina Jati – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji <i>Flatwise</i> (kg/cm^2)	78
30. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat PVAc Uji <i>Flatwise</i>	79
31. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Epoxy Uji <i>Flatwise</i>	79
32. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Polistirena Uji <i>Flatwise</i>	79
33. Nilai Keteguhan Patah Kayu (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji <i>Edgewise</i> (kg/cm^2)	80
34. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat PVAc untuk Uji <i>Edgewise</i>	81
35. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk Uji <i>Edgewise</i>	81
36. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Polistirena untuk Uji <i>Edgewise</i>	81
37. Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji <i>Flatwise</i> (kg/cm^2)	82
38. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat PVAc untuk Uji <i>Flatwise</i>	83

39. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk Uji <i>Flatwise</i>	83
40. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Polistirena untuk Uji <i>Flatwise</i>	83
41. Nilai Modulus Elastis (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji <i>Edgewise</i> (kg/cm^2)	84
42. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat PVAc untuk Uji <i>Edgewise</i>	85
43. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk Uji <i>Edgewise</i>	85
44. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Polistirena untuk Uji <i>Edgewise</i>	85

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kayu asal hutan rakyat seperti kayu kemiri (*Alleurites moluccana* Wild), belum dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi. Kualitas kayu yang rendah menjadi alasan utama sehingga kemiri belum dimanfaatkan secara maksimal untuk tujuan tersebut. Menurut Martawijaya, dkk. (1981) kayu kemiri hanya tergolong dalam kelas kuat IV – V. Hal ini yang menyebabkan tidak efisiennya pemanfaatan sumberdaya alam, mengingat begitu besar potensi kayu kemiri. Salah satu sentra kemiri nasional adalah Sulawesi Selatan dengan luas lahan mencapai 31.331 ha, yang mampu memenuhi 44 % kebutuhan kemiri nasional. Penghasil kemiri terluas di Sulawesi Selatan adalah kabupaten Maros yang mencapai 9.200 ha (Asdar dan Lempang, 2006).

Perkembangan teknologi pengolahan kayu telah berhasil meningkatkan pemanfaatan kayu asal hutan rakyat sebagai alternatif melalui berbagai aplikasi. Salah satu cara adalah pembuatan kayu lamina. Menurut Abdurahman dan Hadjib (2005), kayu lamina adalah balok yang diperoleh dari hasil perekatan papan tipis yang disusun sejajar serat menggunakan perekat. Pembuatan kayu lamina adalah langkah efisiensi sumberdaya hutan, karena dapat memanfaatkan kayu berdiameter kecil dan juga limbah. Wardhani (1999) menyatakan bahwa keunggulan lain dari kayu lamina antara lain dapat dibuat dari kayu berkerapatan rendah hingga sedang dan menghasilkan kayu berkekuatan cukup tinggi dibandingkan kayu utuhnya (*solid wood*).



Langkah efisiensi sumberdaya alam juga dapat dilakukan dengan meminimalkan penggunaan kayu utuh jenis kayu komersil. Kayu bitti (*Vitex coffasus*) dan kayu jati (*Tectona grandis*) merupakan kayu komersil dengan tingkat permintaan yang tinggi. Sumarna (2005) menyatakan bahwa kebutuhan kayu jati dalam negeri sampai saat ini belum dapat terpenuhi semua. Dengan demikian, pembuatan kayu lamina dari bahan kayu bitti dan jati diharapkan dapat mengefisienkan pemanfaatan kedua jenis kayu ini. Pembuatan kayu lamina pada penelitian ini terdiri atas gabungan antara kayu bitti dengan kayu kemiri dan kayu jati dengan kayu kemiri pada berbagai proporsi tebal lapisan.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka diperlukan data mengenai sifat mekanis yang meliputi keteguhan tekan sejajar serat, keteguhan patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) kedua kayu lamina tersebut, guna pengembangan lebih lanjut.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proporsi lapisan yang optimal pada kayu lamina yang terbuat dari campuran kayu bitti dengan kayu kemiri dan kayu jati dengan kayu kemiri serta mengetahui sifat mekanis kayu lamina. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pembuatan kayu lamina pada berbagai jenis kayu lainnya dengan proporsi tebal lapisan yang optimal.

II TINJAUAN PUSTAKA

A. Gambaran Umum

1. Kayu Bitti (*Vitex cofassus*)

Kayu bitti pohonnya sedang, tinggi sekitar 25 m, batang bebas cabang 15 m, diameter 75 cm atau lebih. Kulit luarnya berwarna coklat muda, beralur dan mengelupas kecil, kayu teras berwarna kemerah-merahan. Daun tunggal berpasangan berselang-seling, bentuk daun lanset, licin, jenis toleran dan gugur daun, tetapi tidak sampai gundul. Waktu muda akarnya tumbuh dengan cepat dan permukaan akarnya luas. Akar-akar yang dalam tumbuh kuat dan besar dengan berkas-berkas akar pengisap yang lebat (Tantra, 1980).

Tekstur kayu bitti halus dan merata, warna kayu kuning muda sampai kemerah-merahan, dengan arah serat lurus dan berpadu. Berat jenis kayu antara 0,57 – 0,93 termasuk dalam kelas kuat II – III dan kelas awet II – III. Kayu bitti memiliki kekuatan lengkung mutlak antara 500 – 725 kg/cm² dan keteguhan tekan mutlak 300 – 425 kg/cm² (PIKA, 1981).

2. Kayu Jati (*Tectona grandis* Linn. F.)

Tanaman ini tumbuh di daerah yang memiliki musim kering yang nyata (3 – 5 bulan kering), curah hujan rata-rata 1.250 – 2.500 mm/tahun dan ketinggian kurang dari 700 m dpl. Tinggi pohon dapat mencapai 45 m dengan panjang batang bebas cabang 15 – 20 m dan diameternya mencapai 220 cm. Bentuk batang umumnya bulat dan lurus, kulit kayu agak tipis dan beralur (Khaeruddin, 1994).

Ditinjau dari sifat fisiknya, kayu jati mempunyai berat jenis antara 0,62 – 0,75 dan memiliki kelas kuat II dengan penyusutan dari kondisi kering

udara hingga kering tanur 2,8 – 5,2 %. Ditinjau dari sifat mekanisnya, kayu jati memiliki keteguhan lentur statik 718 kg/cm^2 dan tegangan batas patah 1031 kg/cm^2 , serta modulus elastisitas kayu sekitar 127.000 kg/cm^2 . Sedangkan keteguhan tekan sejajar arah serat maksimum 550 kg/cm^2 (Sumarna, 2005).

3. Kayu Kemiri (*Alleurites moluccana* Wild.)

Tanaman kemiri dapat tumbuh dengan baik pada tanah-tanah kapur dan tanah berpasir di pantai, juga tumbuh pada podsolik yang kurang subur sampai yang subur pada tanah-tanah litosol. Di Indonesia kemiri tersebar hampir di seluruh pelosok nusantara dengan jumlah terbanyak ada di Sulawesi, Jawa, Maluku dan Sumatra Utara. Dalam bidang pertanian, kemiri umumnya dibudidayakan untuk memperoleh buah sedangkan di bidang Kehutanan menanamnya untuk menghasilkan kayu terutama di Jawa Timur (Paimin, 1994).

Kayu kemiri memiliki berat jenis antara 0,23 - 0,44 (PIKA, 1981). Asdar dan Lempang (2006) mengemukakan bahwa pengujian sifat mekanis kayu kemiri yang dilakukan dalam kondisi kering udara diperoleh nilai rata-rata keteguhan lentur pada batas proporsi $414,21 \text{ kg/cm}^2$, keteguhan lentur pada batas patah $534,63 \text{ kg/cm}^2$ dan MOE rata-rata 17.888 kg/cm^2 , keteguhan tekan sejajar serat rata-rata $215,66 \text{ kg/cm}^2$, dan tegak lurus serat rata-rata $48,08 \text{ kg/cm}^2$. Dalam penggolongan kelas kuat, kayu kemiri masuk dalam kelas kuat IV - V, penyusutan sampai kering tanur 2,8 % (R) dan 5,5 % (T). Warna kayu kemiri putih, putih keabu-abuan, atau putih kotor, bertekstur kasar dan berserat lurus. Kayu kemiri banyak digunakan untuk finis bagian dalam, tusuk gigi, sumpit makan, peti, korek api, barang kerajinan, dan mainan anak-anak (Martawijaya, dkk, 1981).

B. Pengertian Kayu Lamina

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

Tsoumis (1991) mengemukakan bahwa faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan kayu lamina adalah jenis kayu, kualitas kayu, ukuran kayu, dan kadar air kayu. Kebaikan dari kayu lamina adalah : (1) Menghasilkan ukuran dan bentuk yang beragam, (2) Meningkatkan pemanfaatan kayu dengan pengurangan limbah karena limbah kayu yang berukuran kecil dapat dimanfaatkan, (3) Meningkatkan kekuatan kayu dengan cara pemilihan jenis kayu dan penempatan yang tepat dalam lapisan, (4) Cacat pada kayu dapat dihilangkan, dan (5) Meningkatkan keawetan kayu, karena perlakuan pengawetan yang lebih baik pada setiap lapisan dan penempatan kayu yang lebih awet pada permukaan kayu lamina.

C. Sifat Mekanis

Menurut Haygreen dan Bowyer (1989), kekuatan dan ketahanan terhadap perubahan bentuk suatu bahan disebut sebagai sifat-sifat mekaniknya. Kekuatan 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 beban yang mengenainya. Sifat kekuatan tekan sejajar menentukan beban yang dapat dipikul suatu tiang atau pancang yang pendek. Sifat elastis meliputi modulus elastisitas, yaitu ukuran ketahanan terhadap pembengkokan.

Kekuatan kayu memegang peranan dalam penggunaan kayu untuk bangunan, perkakas dan penggunaan lainnya. Hakikatnya hampir pada semua penggunaan kayu membutuhkan syarat kekuatan, yang dapat dibedakan dalam beberapa macam kekuatan yaitu keteguhan lentur (lengkung), keteguhan tekan, keteguhan geser, keteguhan pikul dan keteguhan tarik. Keteguhan tekan suatu jenis kayu ialah kekuatan kayu untuk menahan muatan jika kayu itu diberikan beban tertentu. Keteguhan tekan dibedakan dua macam berdasarkan arah gaya luar yang bekerja pada kayu, yaitu keteguhan tekan tegak lurus serat dan keteguhan tekan sejajar serat. Keteguhan lentur ialah kekuatan kayu untuk menahan gaya-gaya yang berusaha melengkungkan kayu atau untuk menahan beban-beban mati maupun hidup selain beban pukulan yang harus dipikul kayu (Dumanauw, 1990).

D. Proses Pembuatan Kayu Lamina

1. Pemilihan dan Persiapan Kayu

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

a. Jenis dan Kualitas Kayu

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

b. Tebal Lapisan

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

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

c. Kadar Air

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

d. Penyimpanan Kayu

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

e. Pemesinan

Pemesinan meliputi pengetaman, penghilangan cacat kayu dan pembuatan sambungan bagian ujung lapisan. Pengetaman dilakukan 2 – 3 hari sebelum

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

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

2. Pelaburan Perekat

Hartomo, dkk. (1992) menyatakan bahwa setelah permukaan yang akan direkatkan siap, perekatan perlu dipertimbangkan secara baik. Perekat harus disebarakan secara merata dengan tebal yang tepat. Faktor yang mempengaruhi pelaburan perekat ialah sifat fisik perekat, bentuk dan dimensi permukaan, serta peralatan yang ada. Cara pelaburan perekat menggunakan kuas mudah, tetapi lambat. Menurut Tsoumis (1991), pelaburan perekat dapat juga dilakukan pada kedua permukaan lapisan. Perekat dilaburkan pada permukaan lapisan dengan menggunakan *roller spreaders*.

3. Penyusunan Lapisan

Penyusunan lapisan dilakukan setelah pelaburan 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 penyusun tertentu, karena pada keadaan tertentu lamanya waktu yang ada antara pelaburan dan pengempaan ditentukan. Waktu penyusunan lapisan berbeda-beda tergantung jenis perekat, jenis kayu dan suhu saat penyusunan lapisan (Tsoumis, 1991).

Hartomo, dkk (1992) menyatakan bahwa setelah perekat dioleskan faktor fibrikasi dan curing rekatan juga menentukan mutu. Agar komponen-komponen yang disambungkan oleh perekat menghasilkan adhesi yang baik, bentuk sambungannya sendiri perlu diperhatikan.

4. Pengempaan

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses perekatan adalah suhu, tekanan dan waktu pengempaan. Pada pengempaan panas suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan perekat kurang matang dan suhu terlalu tinggi menyebabkan

perekat menjadi gosong. Tekanan yang terlalu rendah kurang baik karena penembusan perekat kurang dalam dan kontak antara permukaan yang direkat kurang rapat. Selain itu, tekanan yang terlalu tinggi menyebabkan banyak perekat yang keluar dari bidang perekatan (Sutigno, 1991).

E. Perekat

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

1. Polivinyl Acetat (PVAc)

Hartomo, dkk. (1992) menyatakan bahwa perekat polivinyl acetat merupakan resin termoplastik berupa larutan kental atau emulsi yang dapat diplastikan. Penggunaannya hanya untuk di dalam rumah (*interior*) karena tak tahan cuaca dan air.

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).

2. 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 temperatur tinggi (200 °C) serta diperlukan pengempaan ringan (Tsoumis, 1991).

Hartomo, dkk. (1992) menyatakan bahwa resin epoxy memiliki berbagai keunggulan sebagai bahan perekat dibandingkan dengan polimer-polimer lain. Keunggulan resin epoxy diantaranya adalah keaktifan permukaan tinggi, daya pembasahan baik, kekuatan kohesif tinggi dan tidak mengkerut.

3. Polistirena

Hartomo, dkk. (1992) menyatakan bahwa polistirena merupakan modifikasi perekat lain seperti poliester tak jenuh, bahan lelehan panas serta semen optik. Perekat ini tidak tahan bahan kimia, namun tahan air, tahan radiasi nuklir dan kerusakan oleh mikroba. Cenderung mudah terbakar dan mudah retak. Resin termoplastik ini bening dan dapat tersedia dalam bentuk larutan atau emulsi berair.

Board dan Engineers (1985) mengemukakan bahwa polistirena menunjukkan sifat adhesi yang jelek terhadap plastik kecuali polistirena logam. Hal ini menunjukkan adhesi yang lebih baik ke arah permukaan yang berbentuk pori seperti kayu. Polistirena dapat digunakan pada suhu tinggi yaitu 120°C - 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 dilaksanakan pada bulan Juli 2007 sampai Januari 2008, yang dilakukan dalam dua tahap yaitu, pembuatan kayu lamina dan pengujian sifat mekanis. Pembuatan kayu lamina dilakukan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan, Program Studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Pengujian sifat mekanis kayu lamina dilaksanakan di UPTD. Pengembangan Sumber Daya Lokal, Dinas Tata Ruang dan Pemukiman, Kota Makassar, Propinsi Sulawesi Selatan.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin gergaji, amplas, meteran, kalipper ketelitian 0,05 cm, timbangan digital ketelitian 0,01 g, spatula, alat klem, dan *Hydraulic Universal Wood Testing Machine Tipe MWE 40 A*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 (tiga) jenis kayu dari hutan rakyat, yaitu kayu bitti, kayu jati dan kayu kemiri serta perekat yang digunakan, yaitu Polivinyl Acetat (PVAc), Epoxy dan Polistirena.

C. Prosedur Kerja

1. Penentuan Kadar Air dan Berat Jenis

- a) Membuat contoh uji kadar air dan berat jenis kayu kemiri, kayu bitti dan kayu jati dengan ukuran (2 x 2 x 3) cm.

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

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

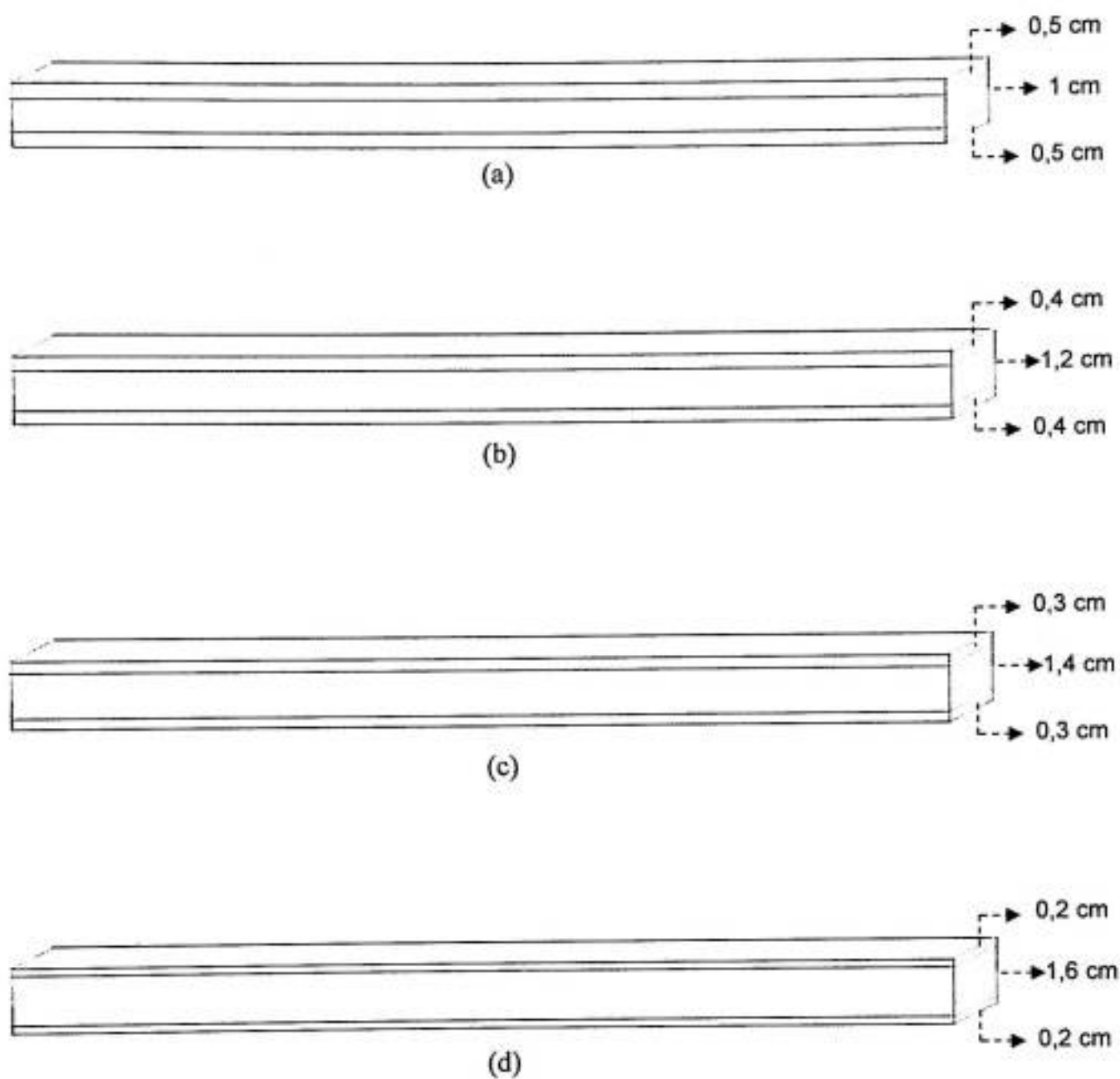
Menghitung berat jenis sampel dengan menggunakan rumus :

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

2. Pembuatan Kayu Lamina

- a) Kayu lamina yang dibuat terdiri atas 3 lapisan yang merupakan gabungan dari dua jenis kayu, yaitu antara kayu bitti dengan kayu kemiri dan kayu jati dengan kayu kemiri. Proporsi tebal lapisan yang digunakan adalah (0,2:1,6:0,2), (0,3:1,4:0,3), (0,4:1,2:0,4) dan (0,5:1:0,5) sehingga tebal lapisan kayu jati dan kayu bitti, adalah 0,5 cm, 0,4 cm, 0,3 cm dan 0,2 cm pada lapisan I dan III, sedangkan tebal kayu kemiri adalah 1 cm, 1,2 cm, 1,4 cm dan 1,6 cm pada lapisan II. Untuk lebih jelasnya proporsi kayu lamina dapat dilihat pada Gambar 1.

- b) Setelah menentukan proporsi dari masing-masing lapisan, selanjutnya membuat bilah kayu sesuai dengan ukuran panjang, tebal dan lebar yang telah ditentukan.
- c) Bilah kayu yang telah dibuat selanjutnya diampelas sampai halus kemudian dilaburi dengan perekat dengan menggunakan spatula agar perekat tersebut rata di permukaan pada kedua sisi bilah kayu dengan berat labur 200 g/m^2 .
- d) Setelah pelaburan perekat merata, setiap bilah atau lapisan-lapisan kayu direkatkan dengan lapisan kayu lainnya kemudian diklem selama 24 jam.
- e) Kayu lamina yang sudah diklem kemudian diukur arah tebal dan lebarnya dengan menggunakan kalipper untuk mendapatkan tebal dan lebar aktual.

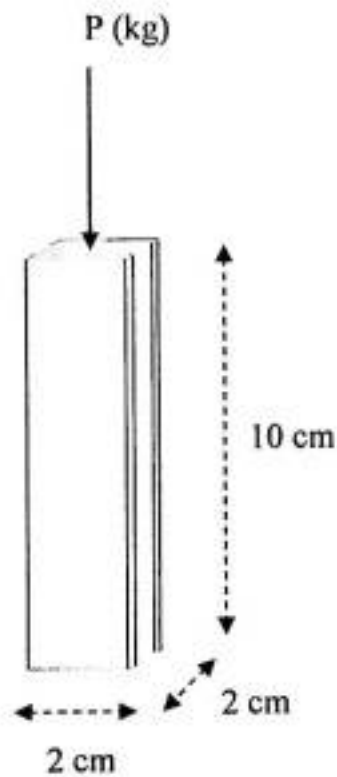


Gambar 1. Proporsi Tebal Lapisan Kayu Lamina: (a) Proporsi Lapisan 0,5:1,0:0,5, (b) Proporsi Lapisan 0,4:1,2:0,4 (c) Proporsi Lapisan 0,3:1,4:0,3 (d) Proporsi Lapisan 0,2:1,6:0,2.

3. Persiapan Pengujian Sampel

a. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

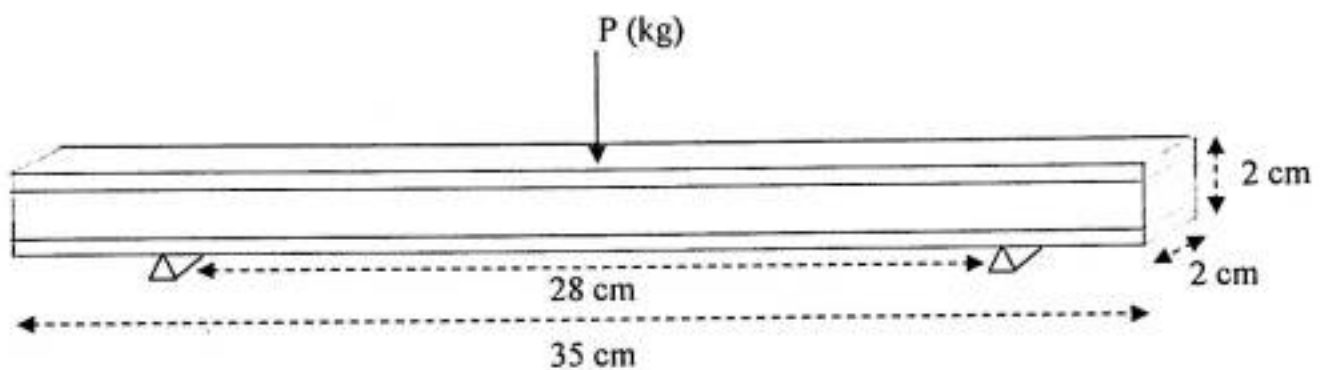
Contoh uji keteguhan tekan sejajar serat berukuran (10 x 2 x 2) cm. Ukuran contoh uji disesuaikan dengan mesin uji yang digunakan. Bentuk dan ukuran contoh uji dapat dilihat pada Gambar 2.



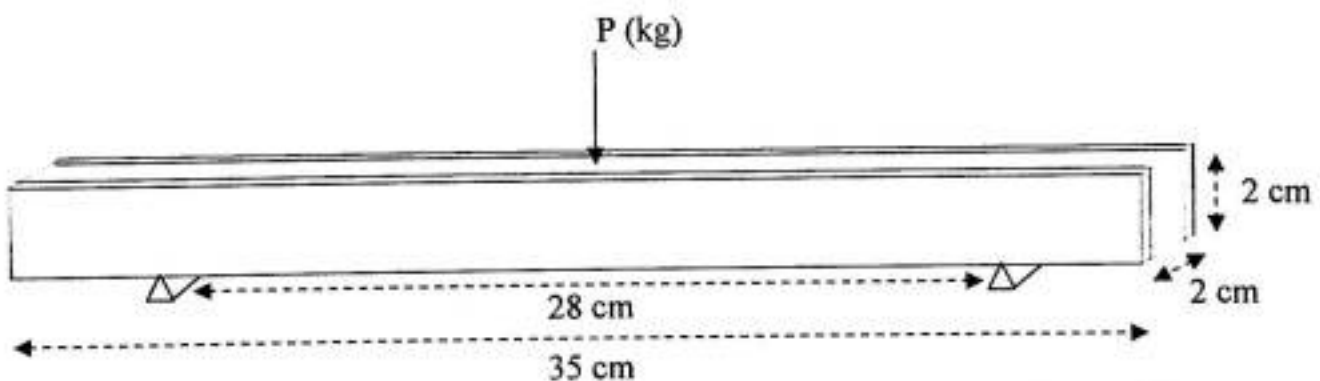
Gambar 2. Contoh Uji Keteguhan Tekan Sejajar Serat

b. Keteguhan Patah (MOR) dan Modulus Elastisitas (MOE)

Contoh uji yang digunakan pada pengujian keteguhan patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) berukuran (35 x 2 x 2) cm. Contoh uji ini disesuaikan dengan mesin uji yang digunakan. Bentuk dan ukuran contoh uji dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Contoh Uji *Flatwise* untuk Keteguhan Patah (MOR) dan Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina



Gambar 4. Contoh Uji *Edgewise* untuk Keteguhan Patah (MOR) dan Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina

4. Pelaksanaan Pengujian

Alat yang digunakan dalam pengujian sifat mekanis kayu lamina adalah *Hydraulic Universal Wood Testing Machine Tipe MWE 40 A*. Pengujian dilakukan berdasarkan standar *JAS 2003 No. 234*.

a. Keteguhan Tekan sejajar Serat

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

$$C = \frac{P}{tl} \text{ kg / cm}^2$$

Dimana :

C = Keteguhan tekan

P = Beban maksimum (kg)

t = Tebal contoh uji (cm)

l = Lebar contoh uji (cm)

b. Keteguhan Patah (MOR) dan Modulus Elastisitas (MOE)

Contoh uji diletakkan sedemikian rupa secara horizontal dengan jarak sanggah 28 cm sehingga beban yang mengenainya tepat pada titik tengah contoh uji. Kemudian dilakukan pembebanan dengan cara memutar bagian pemutar alat uji sampai mencapai beban maksimum atau contoh uji menjadi rusak. Dari mesin penguji juga dapat diketahui defleksi yang dibaca pada grafik. Nilai keteguhan

patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) kayu lamina yang dihitung dalam pengujian ini adalah :

1) MOR (*Modulus of Rufture*)

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

Keterangan :

P = Beban pada batas patah

L = Jarak sanggah (cm)

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

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

2) MOE (*Modulus of Elasticity*)

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

Keterangan :

ΔP = Beban pada batas proporsi (kg)

L = Jarak sanggah (cm)

I = Momen inersia $bd^3 / 12$ (cm⁴)

(b = lebar, d = tebal contoh uji)

ΔY = Defleksi pada batas proporsi

5. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan variasi proporsi tebal lapisan sebagai perlakuan. Dalam penelitian ini dilakukan ulangan sebanyak 5 kali, masing-

masing untuk campuran kayu bitti dengan kemiri dan kayu jati dengan kayu kemiri.

Proporsi lapisan yang digunakan terdiri atas 4 taraf yaitu :

$$B1 = 0,2:1,6:0,2$$

$$B2 = 0,3:1,4:0,3$$

$$B3 = 0,4:1,2:0,4$$

$$B4 = 0,5:1:0,5$$

Menurut Gaspersz (1991), bahwa model matematis dari rancangan percobaan di atas adalah :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} ; \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, 4 \\ j = 1, 2, 3, 4, 5 \end{array}$$

Dimana :

Y_{ij} = Nilai pengamatan kekuatan mekanis pada satuan percobaan ke $-j$ yang memperoleh perlakuan ke $-i$

μ = Nilai tengah

τ_i = Pengaruh dari perlakuan ke $-i$

ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan pada satuan percobaan ke $-j$ yang memperoleh perlakuan ke $-i$

Untuk mengetahui perbedaan di antara nilai rata-rata perlakuan tersebut maka dilakukan uji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan rumus sebagai berikut :

$$w = q_{\alpha}(p, f_e) s\bar{Y}$$

Keterangan :

W = Nilai uji Tukey

q_{α} = Nilai tabel Tukey

p = Jumlah perlakuan

f_e = Derajat bebas galat

$s\bar{Y}$ = Galat baku nilai tengah ($s\bar{Y} = (KTG/r)^{1/2}$)

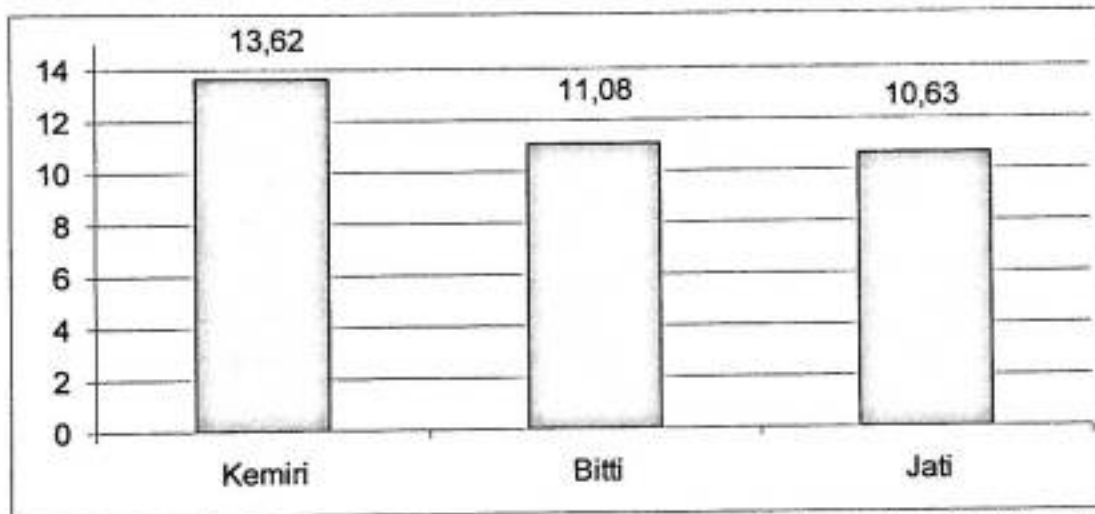
(KTG = kuadrat nilai tengah galat ; r = jumlah ulangan)

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Kadar Air dan Berat Jenis

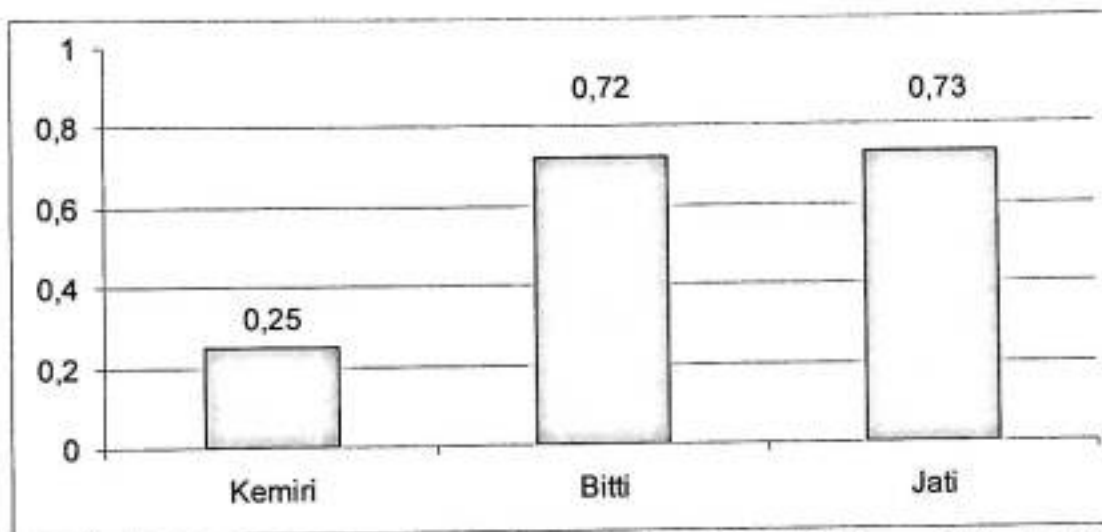
Besarnya nilai kadar air kering udara dan berat jenis pada kayu kemiri, kayu bitti dan kayu jati yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1. Nilai kadar air dan berat jenis memiliki kisaran masing-masing 4,88 – 14,68 % dan 0,22 – 0,75. Nilai rata-rata kadar air kering udara dan berat jenis disajikan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Nilai Rata-rata Kadar Air Kering Udara pada Kayu Kemiri, Kayu Bitti dan Kayu Jati

Kadar air kering udara rata-rata kayu kemiri, kayu bitti dan kayu jati berturut-turut adalah 13,62 %, 11,08 % dan 10,63 %. Ketiga jenis kayu tersebut memenuhi persyaratan kadar air sebagai bahan kayu lamina. Menurut Tsoumis (1991), kayu lamina yang dikempa tanpa perlakuan suhu tinggi kadar airnya sebaiknya tidak lebih dari 15 % atau antara 8 % - 15 %. Dalam penelitian ini kayu lamina dibuat dari kayu dalam kondisi kering udara dan dilakukan dengan proses pengempaan tanpa perlakuan panas, pengempaan dilakukan pada suhu ruang.

Tsoumis (1991) menambahkan bahwa perbedaan kadar air antara lapisan sirekat tidak lebih besar dari 3 %. Perbedaan kadar air pada tiga lapisan sirekat yang akan dibuat adalah sebesar 2,54 % untuk lamina bitti – kemiri dan sebesar 2,98 % untuk lamina jati – kemiri. Dengan demikian ketiga jenis sirekat di atas memenuhi syarat untuk pembuatan kayu lamina. Sampel pembuatan kayu lamina diasumsikan memiliki kondisi kadar air yang sama untuk masing-masing kayunya.



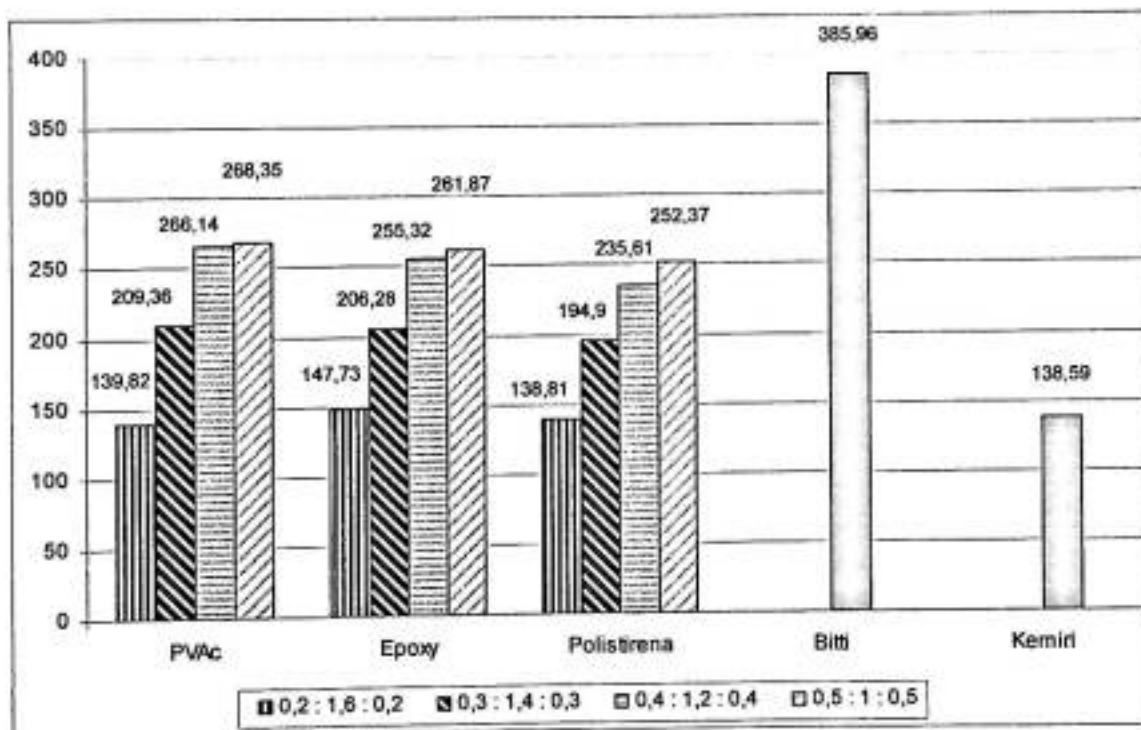
Gambar 6. Nilai Rata-rata Berat Jenis pada Kayu Kemiri, Kayu Bitti dan Kayu Jati

Berat jenis rata-rata kayu kemiri, kayu bitti dan kayu jati berturut-turut adalah 0,25, 0,72 dan 0,73. Berdasarkan nilai berat jenis dan kekuatannya pada ketiga jenis kayu tersebut, pembuatan kayu lamina diharapkan dapat menghasilkan bahan dengan kekuatan mekanis yang lebih baik. Abdurachman dan Hadjib (2005), mengemukakan bahwa balok lamina lebih efisien dibandingkan kayu utuh karena dapat dibuat dengan cara menggabungkan jenis kayu bermutu rendah dengan kayu bermutu tinggi.

2. Kayu Lamina Campuran Bitti – Kemiri

a. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Hasil perhitungan keteguhan tekan sejajar serat kayu bitti dan kemiri utuh memiliki kisaran nilai 73,62 – 393,46 kg/cm² dan dapat dilihat pada Lampiran 2. Sedangkan nilai keteguhan tekan sejajar kayu lamina bitti – kemiri pada perekat PVAc, epoxy dan polistirena berkisar 101,55 – 303,08 kg/cm² dan dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil analisis ragam pengaruh proporsi tebal lapisan terhadap keteguhan tekan sejajar serat pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Lampiran 4, 5, dan 6. Nilai rata-rata keteguhan tekan sejajar serat pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Bitti – Kemiri pada Perekat PVAc, Epoxy dan Polistirena

Pada Gambar 7 dapat diketahui bahwa pada setiap proporsi tebal lapisan menunjukkan kekuatan yang berbeda, di mana keteguhan tekan sejajar serat meningkat dari proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 ke 0,5:1:0,5. Hasil analisis ragam

keteguhan tekan sejajar serat pada ketiga jenis perekat masing-masing dapat dilihat pada Lampiran 4, 5, dan 6 yang menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan berpengaruh sangat nyata pada $\alpha = 0,01$. Untuk mengetahui perbedaan di antara nilai rata-rata perlakuan proporsi tebal lapisan terhadap keteguhan tekan sejajar serat dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji tukey. Hasil uji tukey untuk keteguhan tekan sejajar serat kayu lamina pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap Keteguhan Tekan Sejajar Serat pada Perekat PVAc, Epoxy dan Polistirena

Perekat	Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat (kg/cm ²)	<u>BNJ (0,01)</u> 50,70
PVAc	0,2 : 1,6 : 0,2	139,82	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	209,36	b
	0,4 : 1,2 : 0,4	266,14	c
	0,5 : 1 : 0,5	268,35	c
Epoxy			<u>BNJ (0,01)</u> 43,39
	0,2 : 1,6 : 0,2	147,73	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	206,28	b
	0,4 : 1,2 : 0,4	255,32	c
	0,5 : 1 : 0,5	261,87	c
Polistirena			<u>BNJ (0,01)</u> 67,25
	0,2 : 1,6 : 0,2	138,81	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	194,90	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	235,61	ab
	0,5 : 1 : 0,5	252,37	b

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

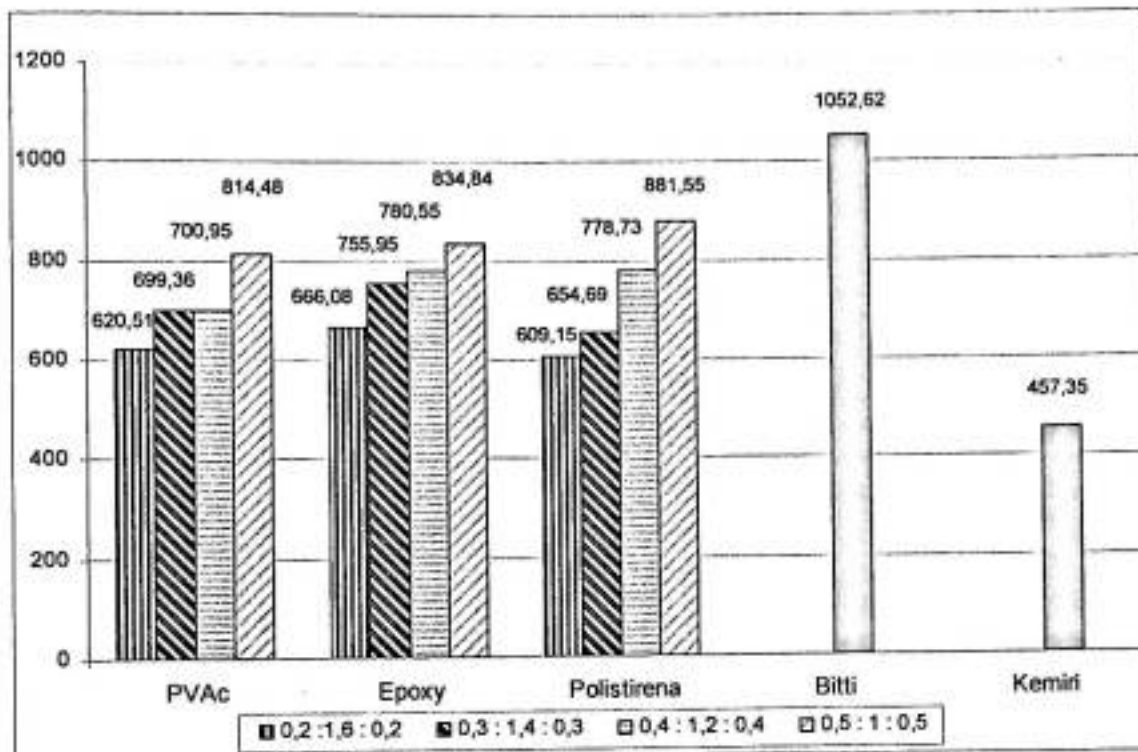
Hasil uji tukey menunjukkan bahwa pada perekat PVAc dan epoxy proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 berbeda nyata dengan proporsi tebal lainnya, di mana proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 memiliki nilai keteguhan tekan sejajar serat yang lebih rendah. Proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5 memiliki nilai keteguhan tekan sejajar serat yang tidak berbeda nyata, serta berbeda nyata

dengan proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 dan 0,3:1,4:0,3. Ini berarti bahwa pada proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5 memiliki keteguhan tekan sejajar serat yang relatif sama dan lebih tinggi dari proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 dan 0,3:1,4:0,3. Meskipun demikian ada kecenderungan bahwa semakin besar proporsi tebal lapisan kayu bitti atau semakin kecil proporsi tebal lapisan kayu kemiri menghasilkan nilai keteguhan tekan sejajar serat yang semakin tinggi. Hasil uji tukey untuk keteguhan tekan sejajar serat pada kayu lamina yang menggunakan perekat polistirena menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 memiliki keteguhan tekan sejajar serat yang lebih kecil serta tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4 serta berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. Proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5 memiliki nilai keteguhan tekan sejajar serat tinggi dan berbeda nyata dengan proporsi 0,2:1,6:0,2 dan 0,3:1,4:0,3 serta tidak berbeda nyata dengan proporsi 0,4:1,2:0,4.

b. Keteguhan Patah/*Modulus of Rupture (MOR)*

Hasil pengujian keteguhan patah (MOR) kayu bitti dan kemiri utuh dapat dilihat pada Lampiran 7 dengan kisaran nilai 383,58 – 1188,26 kg/cm², sedangkan nilai MOR kayu lamina bitti - kemiri pada perekat PVAc, epoxy dan polistirena dengan uji *flatwise* berkisar antara 524,76 – 963,18 kg/cm² dan dapat dilihat pada Lampiran 8. Besarnya nilai rata-rata MOR kayu lamina dengan uji *flatwise* pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 8. Nilai rata-rata MOR *flatwise* seperti terlihat pada Gambar 8 menunjukkan adanya kecenderungan nilai MOR yang semakin meningkat dengan bertambahnya proporsi tebal lapisan kayu bitti

dan berkurangnya proporsi tebal lapisan kayu kemiri. Adapun hasil analisis ragam pengaruh proporsi tebal lapisan terhadap MOR *flatwise* pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Lampiran 9, 10, dan 11.



Gambar 8. Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji *Flatwise*

Hasil analisis ragam pada perekat PVAc dan epoxy menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan berpengaruh nyata pada α 0,05. Untuk mengetahui perbedaan di antara nilai rata-rata MOR *flatwise* pada ketiga jenis perekat, dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji tukey, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR *Flatwise* pada Perakat PVAc, Epoxy dan Polistirena

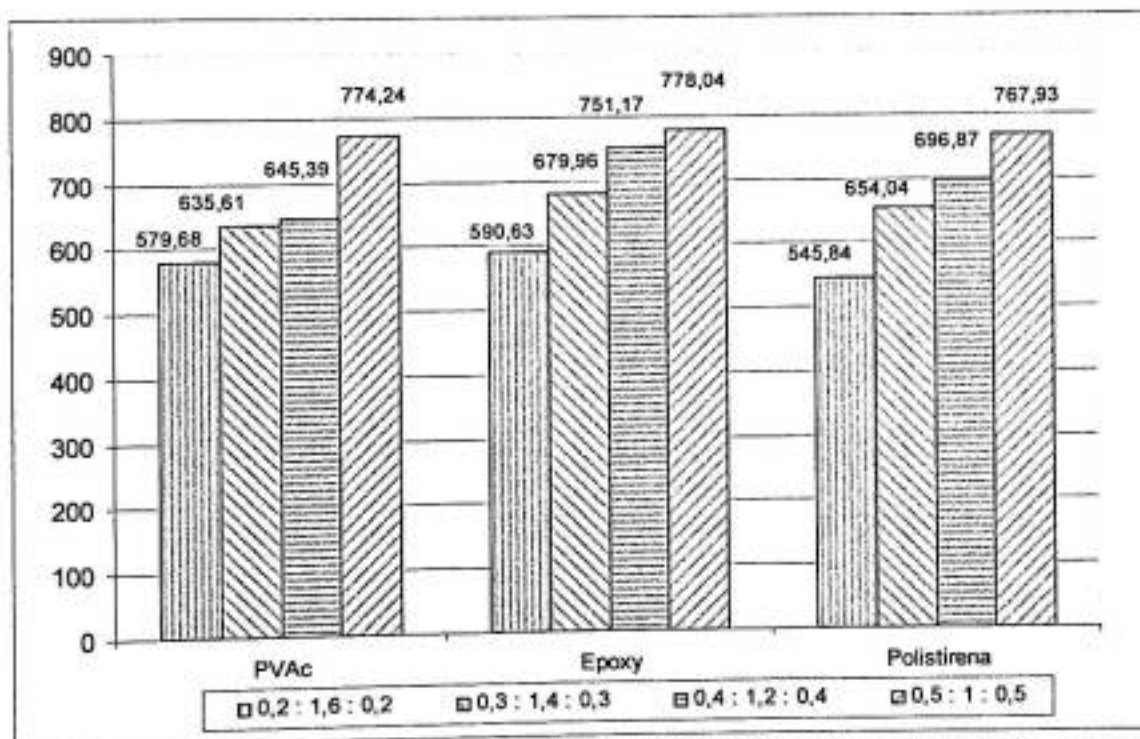
Perekat	Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOR <i>Flatwise</i> (kg/cm ²)	<u>BNJ (0,05)</u> 187,29
PVAc	0,2 : 1,6 : 0,2	620,51	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	699,36	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	700,95	ab
	0,5 : 1 : 0,5	814,48	b
Epoxy			<u>BNJ (0,05)</u> 147,47
	0,2 : 1,6 : 0,2	666,08	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	755,95	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	780,55	ab
	0,5 : 1 : 0,5	834,84	b
Polistirena			<u>BNJ (0,01)</u> 189,16
	0,2 : 1,6 : 0,2	609,15	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	654,69	a
	0,4 : 1,2 : 0,4	778,73	ab
	0,5 : 1 : 0,5	881,55	b

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

Hasil uji tukey menunjukkan bahwa MOR *flatwise* pada perekat PVAc dan epoxy dengan proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 tidak berbeda nyata dengan proporsi lapisan 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4; namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. MOR *flatwise* proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4 namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2. Hal ini menunjukkan bahwa pada proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3; 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5 memiliki MOR *flatwise* relatif sama dan lebih tinggi dari proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2. Sedangkan hasil analisis ragam pada perekat polistirena menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan berpengaruh sangat nyata pada α 0,01 seperti pada Lampiran 11. Hasil uji tukey pada Tabel 2 menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3

dan 0,4:1,2:0,4 serta berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. MOR *flatwise* dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 dan 0,3:1,4:0,3.

Hasil pengujian keteguhan patah (MOR) kayu lamina bitti - kemiri dengan uji *edgewise* pada ketiga jenis perekat memiliki kisaran nilai 380,47 – 922,76 kg/cm², ini dilihat pada Lampiran 12, sedangkan hasil analisis ragamnya untuk ketiga jenis perekat berturut-turut dapat dilihat pada Lampiran 13, 14 dan 15. Besarnya nilai rata-rata MOR *edgewise* pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji *Edgewise*

Hasil analisis ragam untuk perekat PVAc menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tebal lapisan tidak berpengaruh nyata pada α 0,05 terhadap MOR *edgewise*. Hasil analisis ragam untuk perekat epoxy dan polistirena menunjukkan

bahwa perlakuan proporsi tebal lapisan berpengaruh nyata pada α 0,05. Untuk mengetahui perbedaan nilai rata-rata perlakuan proporsi tebal lapisan terhadap MOR *edgewise*, dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji tukey, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOR *Edgewise* Perekat Epoxy dan Polistirena

Perekat	Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOR <i>Edgewise</i> (kg/cm ²)	<u>BNJ (0,05)</u> 152,91
Epoxy	0,2 : 1,6 : 0,2	590,63	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	679,96	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	751,17	b
	0,5 : 1 : 0,5	778,04	b
Polistirena			<u>BNJ (0,05)</u> 185,36
	0,2 : 1,6 : 0,2	545,84	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	654,04	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	696,87	ab
	0,5 : 1 : 0,5	767,93	b

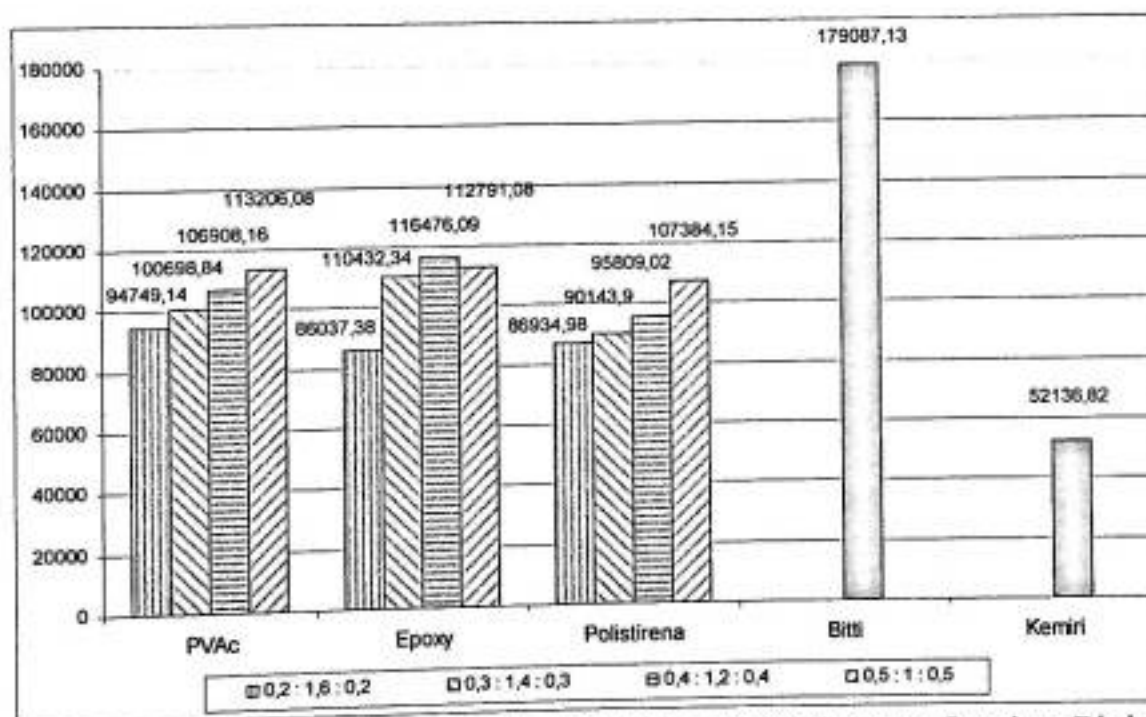
Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

Hasil uji tukey menunjukkan bahwa pada perekat epoxy MOR *edgewise* proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 relatif sama dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5 yang memiliki MOR *edgewise* yang lebih tinggi. Berdasarkan hasil uji tukey dapat diketahui pula bahwa MOR *edgewise* dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5 tidak berbeda nyata dengan MOR *edgewise* proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4 namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2. Hasil uji tukey pada perekat polistirena menunjukan bahwa MOR *edgewise* dengan proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4 serta berbeda nyata dengan MOR *edgewise* pada proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. Uji tukey juga menunjukan bahwa

pada proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3, 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5 memiliki MOR yang relatif sama serta lebih tinggi jika dibandingkan dengan MOR pada proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2.

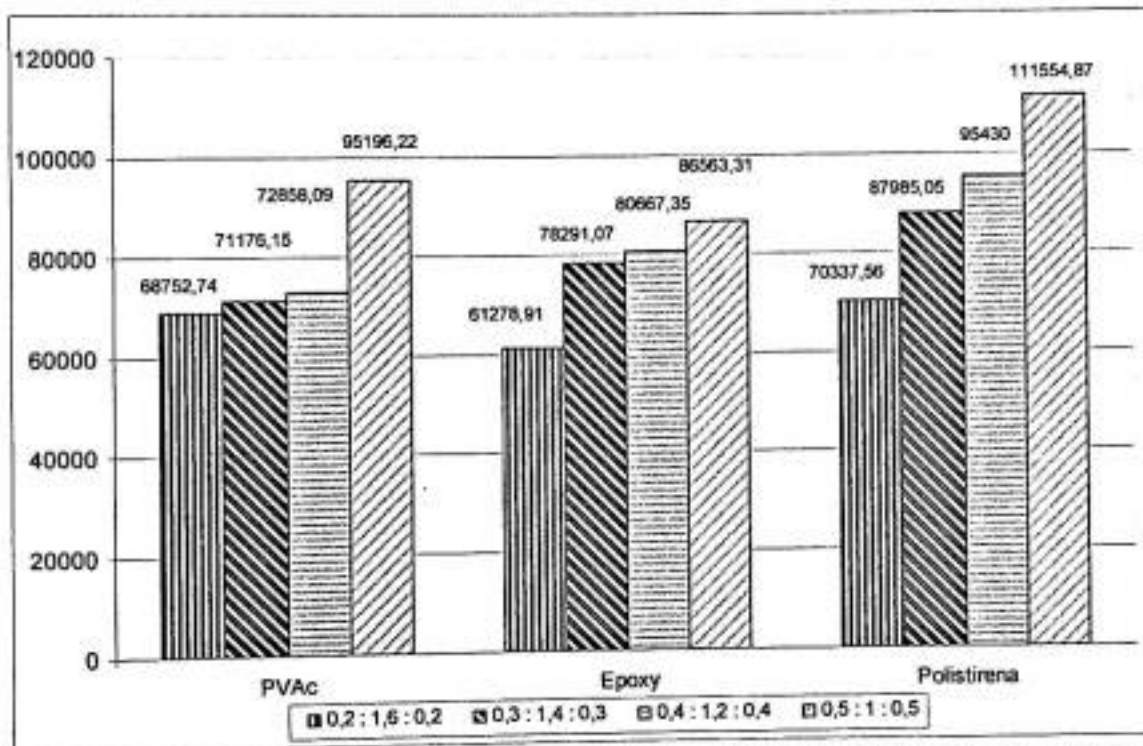
c. Modulus Elastisitas (MOE)

Hasil pengujian modulus elastisitas (MOE) untuk kayu bitti dan kemiri utuh berkisar antara 41985,47 – 214119,60 kg/cm² ini dapat dilihat pada Lampiran 16. Sedangkan nilai MOE kayu lamina bitti – kemiri untuk uji *flatwise* pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Lampiran 17 dengan kisaran nilai 50818,89 – 145161,22 kg/cm². Adapun hasil analisis ragam MOE *flatwise* pada ketiga jenis perekat berturut-turut dapat dilihat pada Lampiran 18, 19 dan 20. Besarnya nilai MOE rata-rata kayu lamina bitti – kemiri pada ketiga jenis perekat untuk uji *flatwise* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji *Flatwise*

Hasil analisis ragam pada ketiga jenis perekat menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan berpengaruh tidak nyata terhadap MOE *flatwise* pada $\alpha = 0.05$. Hasil pengujian MOE secara *edgewise* memiliki nilai dengan kisaran 38706, 97 – 118170,04 kg/cm² dan dapat dilihat pada Lampiran 21. Hasil analisis ragam MOE *edgewise* pada ketiga jenis perekat yang mendapat perlakuan proporsi tebal lapisan berturut-turut dapat dilihat pada Lampiran 22, 23 dan 24. Besarnya nilai rata-rata MOE kayu lamina bitti-kemiri pada ketiga jenis perekat dengan uji *edgewise* dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji *Edgewise*

Hasil analisis ragam pada perekat PVAc dan epoxy menunjukkan bahwa perlakuan proporsi tebal lapisan kayu lamina berpengaruh tidak nyata terhadap nilai MOE *edgewise* pada $\alpha = 0.05$. Sedangkan hasil analisis ragam pada perekat polistirena menunjukkan bahwa perlakuan proporsi tebal lapisan kayu lamina

berpengaruh sangat nyata pada taraf pada $\alpha = 0.01$. Untuk mengetahui perbedaan di antara nilai rata-rata MOE *edgewise* akibat perlakuan proporsi tebal lapisan pada perekat polistirena dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji tukey. Hasil uji tukey tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan terhadap MOE *Edgewise* Perekat Polistirena

Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOE <i>Edgewise</i> (kg/cm²)	<u>BNJ (0,01)</u> 22020,30
0,2 : 1,6 : 0,2	70337,56	a
0,3 : 1,4 : 0,3	87985,05	ab
0,4 : 1,2 : 0,4	95430,00	b
0,5 : 1 : 0,5	111554,87	b

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

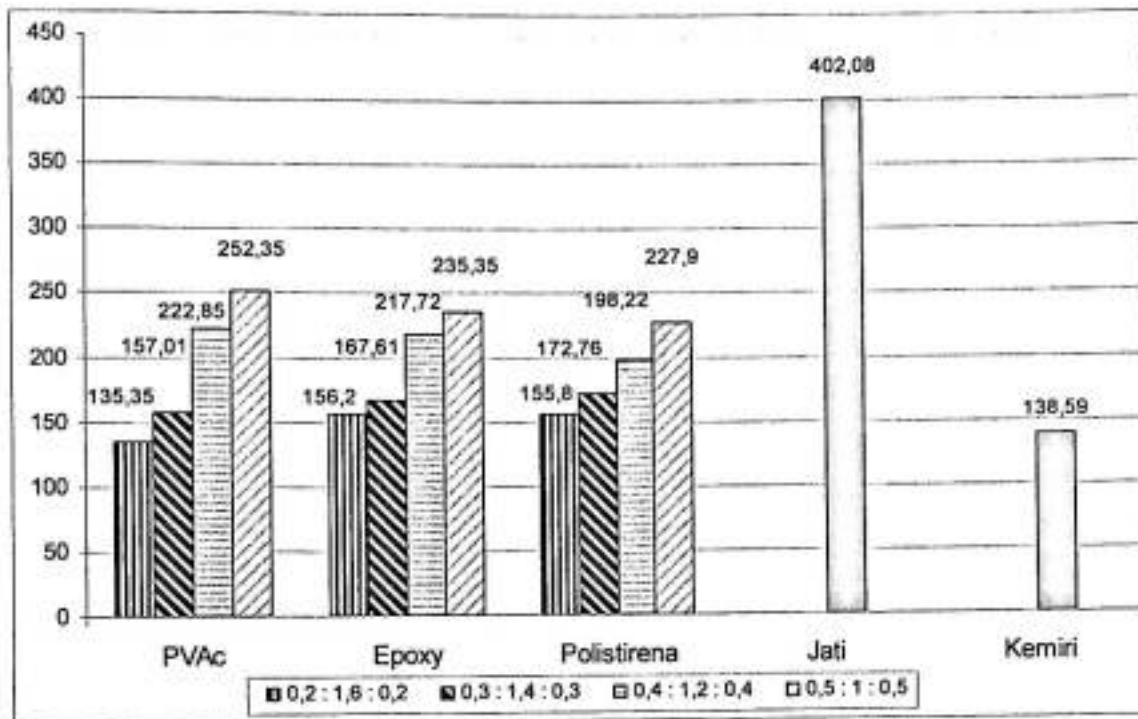
Hasil uji tukey pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata MOE *edgewise* dengan proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 tidak berbeda nyata dengan 0,3:1,4:0,3 namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5. Proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5. Hal ini berarti pada proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3; 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5 memiliki MOE relatif sama serta lebih tinggi dari proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2.

3. Kayu Lamina Campuran Jati – Kemiri

a. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Hasil perhitungan keteguhan tekan sejajar serat kayu jati dan kemiri utuh dapat dilihat pada Lampiran 2 dengan kisaran nilai 73,62 – 467,27 kg/cm² sedangkan nilai keteguhan tekan sejajar serat kayu lamina jati – kemiri pada perekat PVAc, epoxy dan polistirena dapat dilihat pada Lampiran 25 dengan

kisaran nilai 104,59 – 266,40 kg/cm². Nilai rata-rata keteguhan tekan sejajar serat pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Jati – Kemiri pada Ketiga Jenis Perekat

Hasil analisis ragam keteguhan tekan sejajar serat pada ketiga jenis perekat yang mendapat perlakuan proporsi tebal lapisan masing-masing dapat dilihat pada Lampiran 26, 27, dan 28. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh proporsi tebal lapisan berpengaruh sangat nyata pada $\alpha = 0,01$ terhadap keteguhan tekan sejajar serat kayu lamina untuk ketiga jenis perekat. Untuk mengetahui perbedaan di antara nilai rata-rata keteguhan tekan sejajar serat dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji tukey. Hasil uji tukey untuk keteguhan tekan sejajar serat pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Keteguhan Tekan Sejajar Serat pada Perekat PVAc, Epoxy dan Polistirena

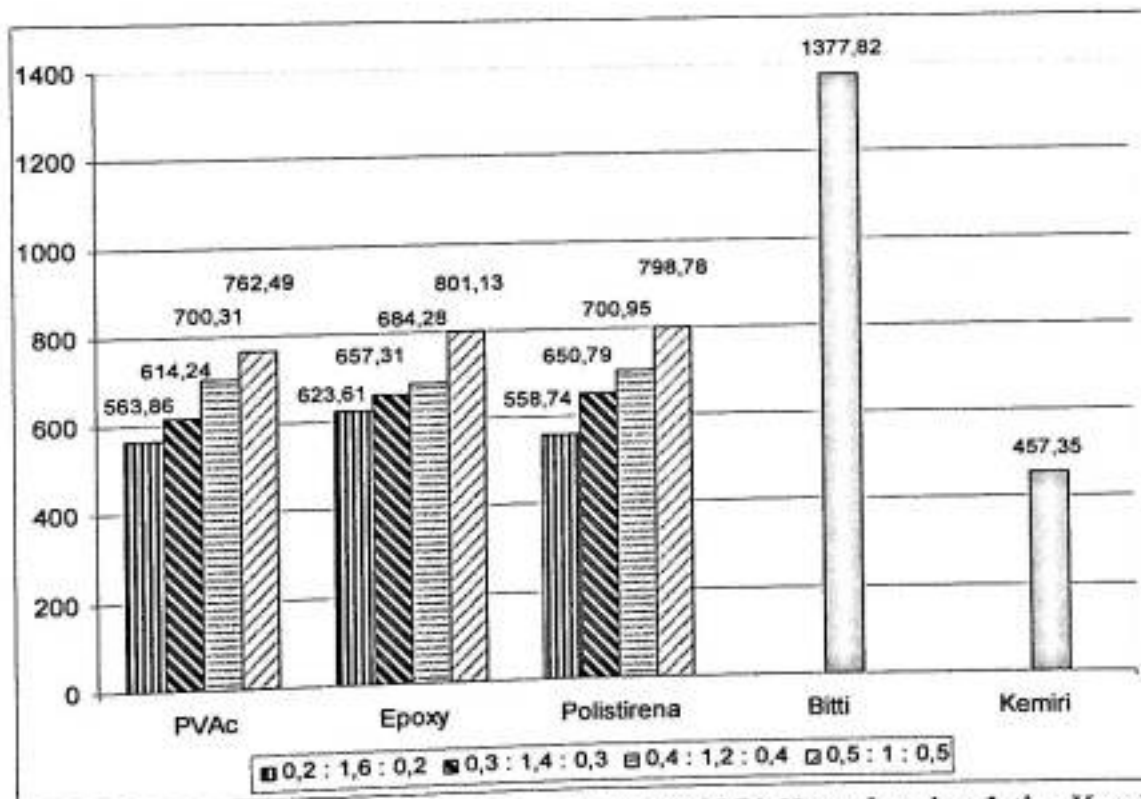
Perekat	Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Sejajar Serat (kg/cm ²)	<u>BNJ (0,01)</u> 49,05
PVAc	0,2 : 1,6 : 0,2	135,35	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	157,01	a
	0,4 : 1,2 : 0,4	222,85	b
	0,5 : 1 : 0,5	252,35	b
Epoxy			<u>BNJ (0,01)</u> 54,34
	0,2 : 1,6 : 0,2	156,20	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	167,61	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	217,72	bc
	0,5 : 1 : 0,5	235,35	c
Polistirena			<u>BNJ (0,01)</u> 42,05
	0,2 : 1,6 : 0,2	155,80	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	172,76	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	198,22	bc
	0,5 : 1 : 0,5	227,90	c

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

Hasil uji tukey pada perekat PVAc menunjukkan bahwa perlakuan proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 memiliki nilai keteguhan tekan sejajar serat tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 namun berbeda nyata dengan proporsi lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5. Proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5 memiliki keteguhan tekan sejajar serat yang relatif sama namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 dan 0,3:1,4:0,3. Uji tukey untuk keteguhan tekan sejajar serat pada perekat epoxy dan polistirena menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5. Proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 tidak berbeda nyata dengan 0,5:1:0,5 namun berbeda nyata dengan 0,2:1,6:0,2.

b. Keteguhan Patah/*Modulus of Rapture* (MOR)

Hasil pengujian keteguhan patah (MOR) kayu jati dan kemiri utuh dapat dilihat pada Lampiran 7 dengan kisaran nilai 383,58 – 1658,16 kg/cm². Nilai keteguhan patah (MOR) kayu lamina jati – kemiri pada ketiga jenis perekat dengan uji *flatwise* berkisar 494,86 – 898,11 kg/cm² dan dapat dilihat pada Lampiran 29. Adapun hasil analisis ragam pengaruh proporsi tebal lapisan terhadap MOR *flatwise* pada ketiga jenis perekat berturut-turut dapat dilihat pada Lampiran 30, 31 dan 32. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan kayu lamina menggunakan perekat PVAc dan polistirena berpengaruh sangat nyata terhadap MOR *flatwise* pada $\alpha = 0,01$ dan pada perekat epoxy berpengaruh nyata pada $\alpha = 0,05$. Nilai rata-rata MOR *flatwise* kayu lamina jati – kemiri pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji *Flatwise*

Untuk mengetahui perbedaan nilai rata-rata MOR *flatwise* akibat perlakuan proporsi tebal lapisan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji tukey, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6.

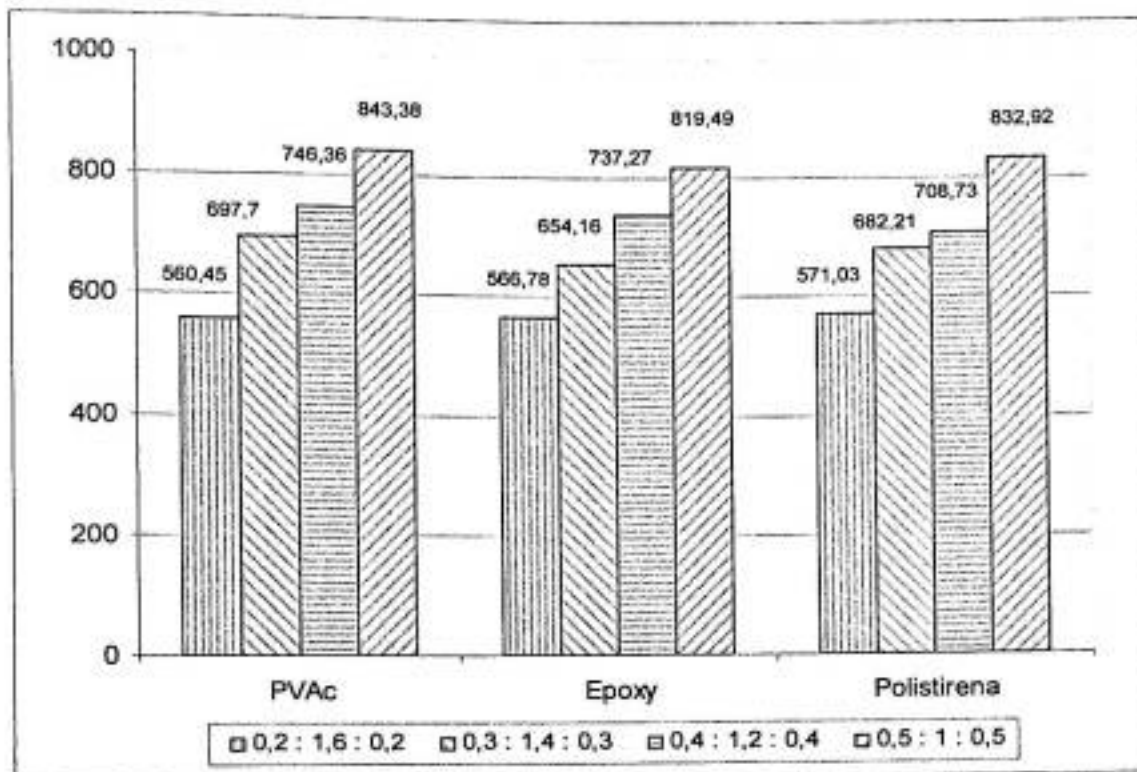
Hasil uji tukey pada perekat PVAc dan polistirena menunjukkan bahwa MOR *flatwise* dengan proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4 namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. MOR *flatwise* proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5 memiliki nilai yang paling tinggi, tidak berbeda nyata dengan proporsi 0,4:1,2:0,4 dan 0,3:1,4:0,3. Hasil analisis ragam pada perekat epoxy menunjukkan bahwa pengaruh proporsi tebal lapisan berpengaruh nyata pada $\alpha = 0,05$ terhadap MOR *flatwise*. Hasil uji lanjut dengan menggunakan uji tukey menunjukkan bahwa MOR *flatwise* pada proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 tidak berbeda nyata dengan MOR *flatwise* proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4 serta berbeda nyata dengan MOR pada proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. Nilai MOR *flatwise* terbesar pada kayu lamina proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5 yang relatif sama dengan proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4. MOR *flatwise* paling kecil pada proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2.

Tabel 6. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan Terhadap MOR *Flatwise* pada Perekat PVAc, Epoxy dan Polistirena

Perekat	Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOR <i>Flatwise</i> (kg/cm ²)	BNJ (0,01) 152,68
PVAc	0,2 : 1,6 : 0,2	563,86	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	614,24	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	700,31	ab
	0,5 : 1 : 0,5	762,49	b
Epoxy			BNJ (0,05) 136,44
	0,2 : 1,6 : 0,2	623,61	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	657,31	a
	0,4 : 1,2 : 0,4	684,28	ab
	0,5 : 1 : 0,5	801,13	b
Polistirena			BNJ (0,01) 166,38
	0,2 : 1,6 : 0,2	558,74	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	650,79	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	700,95	ab
	0,5 : 1 : 0,5	798,78	b

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

Hasil pengujian keteguhan patah (MOR) kayu lamina jati – kemiri dengan uji *edgewise* pada ketiga jenis perekat memiliki kisaran nilai 442,82 – 949,43 kg/cm² dan dapat dilihat pada Lampiran 33. Hasil analisis ragam untuk ketiga jenis perekat berturut-turut dapat dilihat pada Lampiran 34, 35 dan 36. Nilai rata-rata MOR *edgewise* kayu lamina pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Nilai Rata-rata Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji *Edgewise*

Hasil analisis ragam pengaruh proporsi tebal lapisan kayu lamina pada ketiga jenis perekat berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan patah (MOR) uji *edgewise* pada $\alpha = 0.05$. Untuk mengetahui perbedaan di antara nilai rata-rata MOR *edgewise* dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji tukey. Hasil uji tukey untuk ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan Terhadap MOR *Edgewise* pada Perekat PVAc, Epoxy dan Polistirena

Perekat	Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOR <i>Edgewise</i> (kg/cm ²)	<u>BNJ (0,01)</u> 226,79
PVAc	0,2 : 1,6 : 0,2	560,45	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	697,70	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	746,36	ab
	0,5 : 1 : 0,5	843,38	b
Epoxy			<u>BNJ (0,01)</u> 196,88
	0,2 : 1,6 : 0,2	566,78	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	654,16	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	737,27	ab
	0,5 : 1 : 0,5	819,49	b
Polistirena			<u>BNJ (0,01)</u> 173,06
	0,2 : 1,6 : 0,2	571,03	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	682,21	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	708,73	ab
	0,5 : 1 : 0,5	832,92	b

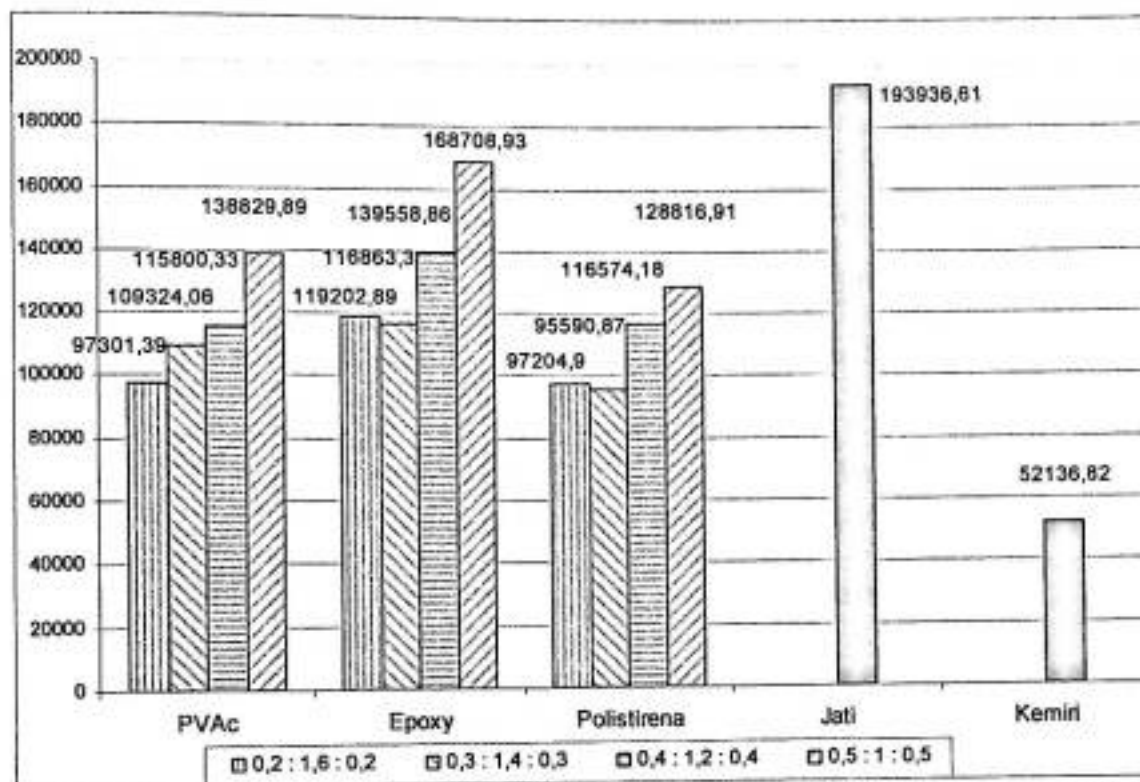
Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

Hasil uji tukey pada perekat PVAc, epoxy dan polistirena menunjukkan bahwa (MOR) *edgewise* kayu lamina jati-kemiri pada proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4 serta berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. Proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 memiliki nilai MOR *edgewise* yang paling rendah. Nilai MOR pada proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3; 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5 relatif sama. Nilai MOR *edgewise* tertinggi pada proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5.

c. Modulus Elastisitas (MOE)

Hasil pengujian modulus elastisitas (MOE) kayu jati dan kemiri utuh dapat dilihat pada Lampiran 16 dengan kisaran nilai 41985,47 – 246551,11 kg/cm². Nilai MOE kayu lamina jati-kemiri untuk uji *flatwise* pada ketiga jenis perekat berkisar 51585,99 – 148830,97 kg/cm² dan dapat dilihat pada Lampiran 37.

Adapun hasil analisis ragam MOE *flatwise* pada ketiga jenis perekat berturut-turut dapat dilihat pada Lampiran 38, 39 dan 40. Besarnya nilai rata-rata MOE *flatwise* kayu lamina jati-kemiri pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji *Flatwise*

Berdasarkan hasil analisis ragam pada perekat epoxy dan polistirena menunjukkan bahwa perlakuan proporsi tebal lapisan berpengaruh tidak nyata pada $\alpha = 0,05$ terhadap MOE *flatwise* kayu lamina. Hasil analisis ragam pada perekat PVAc menunjukkan bahwa perlakuan proporsi tebal lapisan berpengaruh sangat nyata terhadap MOE *flatwise* kayu lamina pada $\alpha = 0.01$. Untuk mengetahui perbedaan di antara nilai rata-rata MOE *flatwise* akibat perlakuan proporsi tebal lapisan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji tukey. Hasil uji tukey untuk ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 8.

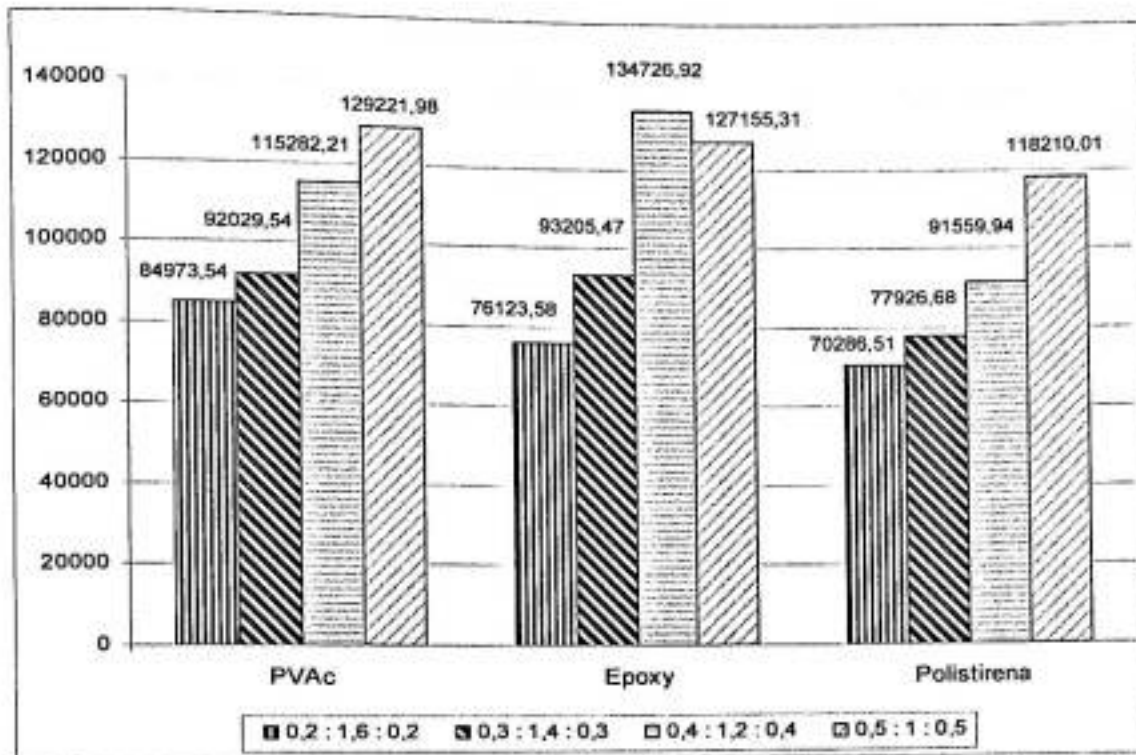
Tabel 8 Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan Terhadap MOE *Flatwise* pada Perekat PVAc.

Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOE <i>Flatwise</i> (kg/cm ²)	BNJ (0,01) 35657,48
0,2 : 1,6 : 0,2	97301,39	a
0,3 : 1,4 : 0,3	109324,06	ab
0,4 : 1,2 : 0,4	115800,33	ab
0,5 : 1,0 : 0,5	138829,89	b

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

Hasil uji tukey di atas menunjukkan bahwa MOE *flatwise* pada proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4. Nilai MOE *flatwise* ini lebih rendah jika dibandingkan dengan MOE kayu lamina pada proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. Proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4 serta berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2.

Hasil pengujian MOE untuk uji *edgewise* kayu lamina jati – kemiri dengan perlakuan proporsi tebal lapisan pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Lampiran 41 dengan kisaran nilai 54771,72 – 138285,82 kg/cm². Adapun hasil analisis ragam MOE *edgewise* pada ketiga jenis perekat berturut-turut dapat dilihat pada Lampiran 42, 43 dan 44. Besarnya nilai rata-rata MOE *edgewise* kayu lamina jati-kemiri pada ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri untuk Ketiga Jenis Perekat pada Uji *Edgewise*

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan berpengaruh sangat nyata terhadap modulus elastis (MOE) pada $\alpha = 0,05$ untuk ketiga jenis perekat. Untuk mengetahui perbedaan di antara nilai rata-rata MOE *edgewise* akibat perlakuan proporsi tebal lapisan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji tukey. Hasil uji tukey untuk pengaruh proporsi tebal lapisan terhadap MOE *edgewise* untuk ketiga jenis perekat dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Tukey Pengaruh Proporsi Tebal Lapisan Terhadap MOE *Edgewise* pada Perakat PVAc, Epoxy dan Polistirena

Perekat	Proporsi Tebal Lapisan	Nilai Rata-rata MOE <i>Edgewise</i> (kg/cm ²)	BNJ (0,01) 41611,49
PVAc	0,2 : 1,6 : 0,2	84973,54	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	92029,54	ab
	0,4 : 1,2 : 0,4	115282,21	ab
	0,5 : 1 : 0,5	129221,98	b
Epoxy			BNJ (0,01) 27820,64
	0,2 : 1,6 : 0,2	76123,58	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	93205,47	a
	0,5 : 1 : 0,5	127155,31	b
	0,4 : 1,2 : 0,4	134726,92	b
Polistirena			BNJ (0,01) 24834,81
	0,2 : 1,6 : 0,2	70286,51	a
	0,3 : 1,4 : 0,3	77926,68	a
	0,4 : 1,2 : 0,4	91559,94	a
	0,5 : 1 : 0,5	118210,01	b

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

Hasil uji tukey pada perekat PVAc menunjukkan bahwa MOE *edgewise* pada proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4 serta berbeda nyata dengan proporsi lapisan 0,5:1:0,5. Hal ini berarti bahwa pada perekat PVAc proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2, 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4 menghasilkan kayu lamina dengan kekuatan lentur (MOE) *edgewise* yang relatif sama. MOE *edgewise* tertinggi dihasilkan oleh kayu lamina dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5 yang relatif sama dengan proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,3:1,4:0,3. Hasil uji tukey pada perekat epoxy menunjukkan bahwa pada proporsi lapisan 0,2:1,6:0,2 dan 0,3:1,4:0,3 menghasilkan MOE *edgewise* yang relatif sama namun berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5. MOE *edgewise* yang dimiliki oleh kayu lamina dengan proporsi 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5 dikatakan

relatif sama. Selanjutnya, hasil uji tukey pada perekat polistirena menunjukkan bahwa pada proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 menghasilkan MOE *edgewise* tidak berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,3:1,4:0,3 dan 0,4:1,2:0,4 dan berbeda nyata dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. MOE *edgewise* tertinggi pada proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. Hasil uji tukey juga menunjukkan bahwa MOE *edgewise* kayu lamina semakin tinggi dengan adanya peningkatan proporsi tebal lapisan kayu jati yang menyusun kayu lamina.

B. Pembahasan

1. Lamina Campuran Biti – Kemiri

a. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Hasil perhitungan yang dilakukan menunjukkan bahwa peningkatan tebal lapisan kayu bitti memberikan keteguhan tekan sejajar serat kayu lamina yang semakin meningkat. Hal ini disebabkan besarnya proporsi kayu kuat yang menyusun kayu lamina. Pada saat pengujian keteguhan tekan sejajar serat, sampel uji mengalami bengkok pada bagian ujung dan kerusakan garis rekat relatif kecil terjadi. Hasil uji BNJ memberikan petunjuk bahwa pada proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5 menghasilkan keteguhan tekan sejajar serat yang sama tinggi. Sesuai dengan tujuan penelitian ini maka jika faktor efisiensi pemanfaatan kayu kuat yang diperhitungkan untuk meningkatkan kekuatan kayu kemiri maka proporsi tebal lapisan optimum adalah 0,4:1,2:0,4, karena menghasilkan keteguhan tekan sejajar serat yang relatif sama dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5.

b. Keteguhan Patah/*Modulus of Rupture (MOR)*

Nilai rata-rata MOR *flatwise* seperti yang terlihat pada Gambar 8 menunjukkan bahwa semakin besar proporsi tebal lapisan kayu bitti dan semakin berkurang proporsi tebal lapisan kayu kemiri semakin meningkatkan keteguhan patah (MOR) kayu lamina pada uji *flatwise*. Peningkatan nilai keteguhan patah (MOR) *flatwise* ini dipengaruhi oleh perbedaan proporsi tebal lapisan kayu bitti penyusun kayu lamina. Tsoumis (1999) mengemukakan bahwa ketebalan lapisan adalah salah satu faktor yang sangat penting dalam pembuatan kayu lamina. Kayu bitti memiliki berat jenis tinggi sebagai indikasi bahwa kayu bitti merupakan kayu kuat. Lapisan kayu bitti yang tebal pada kedua permukaan kayu lamina menghasilkan MOR *flatwise* yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan proporsi tebal lapisan kayu bitti yang lebih tipis. Pengamatan yang dilakukan pada saat pengujian sampel menunjukkan bahwa pada pengujian *flatwise* kerusakan sampel banyak terjadi pada garis rekatnya terutama pada proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5 bahkan pada beberapa sampel tidak terjadi kerusakan pada kayu melainkan garis rekatnya terbuka. Sedangkan pada proporsi tebal lapisan 0,2:1,6:0,2 terjadi kerusakan berupa patah pada bagian tengah kayu lamina. Kerusakan garis rekat banyak terjadi pada perakat PVAc dan polistirena, sedangkan pada perekat epoxy kayu lamina patah.

Hasil yang sama juga ditunjukkan pada pengujian secara *edgewise*, di mana nilai rata-rata MOR *edgewise* menunjukkan hasil yang meningkat dengan adanya peningkatan proporsi tebal lapisan kayu bitti penyusun kayu lamina. Hal ini disebabkan adanya peningkatan proporsi kayu kuat yang menempati permukaan

kayu lamina. Kayu lamina yang dihasilkan lebih kuat dari pada kayu kemiri utuh pada dimensi yang sama, walaupun pada proporsi tebal lapisan kayu bitti yang paling tipis. Nilai rata-rata MOR *edgewise* pada perekat PVAc seperti terlihat pada Gambar 9 menunjukkan adanya kecenderungan nilai MOR yang semakin meningkat dengan bertambahnya proporsi tebal lapisan kayu bitti dan semakin berkurangnya proporsi tebal lapisan kayu kemiri. Akan tetapi analisis ragam pada Lampiran 13 menunjukkan bahwa pada perekat PVAc proporsi tebal lapisan berpengaruh tidak nyata terhadap MOR *edgewise* kayu lamina. Ini berarti kekuatan kayu lamina relatif sama pada perekat PVAc dengan pengujian *edgewise* meskipun tebal proporsi lapisannya berbeda. Pengamatan yang dilakukan pada pengujian *edgewise* menunjukkan bahwa pada pengujian ini sampel uji mengalami patah pada bagian tengah dan tidak mengalami kerusakan garis rekat. Hal ini dikarenakan pada pengujian secara *edgewise* luas permukaan garis rekat yang mendapat tegangan kecil sehingga pada beban maksimum garis rekat contoh uji tetap baik.

Hasil pengujian MOR kayu lamina secara *flatwise* dan *edgewise* dapat diketahui bahwa nilai MOR *flatwise* lebih tinggi dari pada nilai MOR *edgewise*. Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Lomo (2007), terhadap kayu lamina kemiri – bambu betung yang menunjukkan bahwa keteguhan patah kayu lamina pada uji *edgewise* lebih besar dibandingkan dengan uji *flatwise*. Perbedaan hasil ini diduga karena adanya perbedaan proses pembuatan kayu lamina yang dilakukan serta pelaksanaan pengujiannya. Alat pengujian yang

dipakai membutuhkan konsistensi putaran untuk menghasilkan data yang lebih akurat.

Proporsi tebal lapisan optimum adalah 0,4:1,2:0,4, karena menghasilkan nilai keteguhan patah (MOR) yang relatif sama dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. Hal ini didasari pada pertimbangan faktor efisiensi pemanfaatan kayu kuat yang diperhitungkan untuk meningkatkan kekuatan kayu kemiri.

c. Modulus Elastisitas (MOE)

Nilai rata-rata modulus elastisitas (MOE) *flatwise* kayu lamina seperti yang terlihat pada Gambar 10 menunjukkan adanya peningkatan walaupun hasil analisis ragam menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan berpengaruh tidak nyata terhadap MOE *flatwise*. Nilai MOE menentukan tingkat kekakuan kayu lamina. Hal ini berarti kekakuan kayu lamina yang dibuat dengan perekat PVAc, epoxy dan polistirena relatif sama pada setiap proporsi tebal lapisan. Peningkatan proporsi tebal lapisan kayu bitti yang diikuti dengan penurunan proporsi tebal lapisan kayu kemiri tidak berpengaruh terhadap MOE *flatwise* kayu lamina yang dihasilkan. Hasil pengujian sampel secara *flatwise* menyebabkan sampel patah pada bagian tengah yang terjadi pada proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan tidak terjadi kerusakan pada garis rekat. Berbeda dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5 kerusakan terjadi pada garis rekat sehingga lapisan menjadi terbuka sebagai reaksi terhadap pembebanan yang diberikan. Hal tersebut menyebabkan MOE *flatwise* relatif sama pada berbagai proporsi tebal lapisan. Berdasarkan Gambar 10 diketahui bahwa MOE *flatwise* kayu lamina bitti-kemiri lebih besar jika dibandingkan dengan MOE kayu kemiri utuh. Hal ini disebabkan karena

adanya fraksi kayu kuat yaitu kayu bitti yang memiliki berat jenis lebih tinggi dari pada kayu kemiri sehingga kekuatan mekanis kayu lamina lebih besar dari pada kayu kemiri utuh pada dimensi yang sama.

Hasil perhitungan modulus elastisitas (MOE) *edgewise* menunjukkan bahwa peningkatan tebal lapisan kayu bitti memberikan MOE *edgewise* kayu lamina yang semakin meningkat. Hal ini disebabkan besarnya proporsi kayu kuat yang menyusun kayu lamina. Pada saat pengujian MOE secara *edgewise*, sampel uji mengalami patah pada bagian yang terkena beban dan kerusakan garis rekat relatif kecil terjadi. Pada pengujian secara *edgewise* luas permukaan garis rekat kecil akibat pembebanan yang sejajar dengan garis rekat sehingga kerusakan garis rekat tidak terjadi.

Nilai modulus elastisitas (MOE) kayu lamina bitti – kemiri yang diuji secara *flatwise* menunjukkan MOE yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kayu lamina yang diuji secara *edgewise*. Hasil ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan Indrayani (2007), terhadap kayu lamina dari kayu bitti dan kayu kemiri yang menunjukkan bahwa MOE *flatwise* lebih tinggi dari pada MOE *edgewise*. Hasil berbeda ditunjukkan pada penelitian yang dilakukan oleh Lomo (2007) terhadap kayu lamina kemiri dan bambu betung yang menunjukkan bahwa MOE *edgewise* lebih tinggi dari pada MOE *flatwise*. Kayu lamina *flatwise* tidak tahan terhadap perubahan bentuk karena pada saat diberi beban terjadi defleksi yang cukup besar pada bagian tengah bentangan sampel uji. Sebaliknya pada kayu lamina *edgewise*, dengan pembebanan yang lebih besar terjadi defleksi yang lebih kecil. Defleksi yang lebih kecil ini menunjukkan ketahanan terhadap perubahan

bentuk yang semakin besar pada kayu lamina *edgewise*. Hasil berbeda pada penelitian ini yang menunjukkan bahwa MOE uji *flatwise* lebih tinggi dari pada MOE *edgewise* disebabkan oleh perbedaan kualitas dan ukuran bahan yang dipakai. Selain itu, pelaksanaan pengujian yang salah, dimana pemutaran alat yang tidak konsisten.

Sesuai dengan tujuan penelitian ini maka jika faktor efisiensi pemanfaatan kayu kuat yang diperhitungkan untuk meningkatkan kekuatan kayu kemiri maka proporsi tebal lapisan optimum adalah 0,4:1,2:0,4, karena menghasilkan modulus elastisitas (MOE) yang relatif sama dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5.

2. Lamina Campuran Jati – Kemiri

a. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Hasil yang diperoleh pada ketiga jenis perekat menunjukkan peningkatan keteguhan tekan sejajar serat kayu lamina jati–kemiri seiring dengan peningkatan proporsi tebal lapisan dari 0,2:1,6:0,2 ke proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. Hal ini disebabkan karena semakin besarnya tebal lapisan kayu kuat yang menyusun kayu lamina. Proporsi tebal lapisan kayu lamina yang optimal adalah proporsi 0,4:1,2:0,4. Hal ini didasari oleh usaha untuk meningkatkan kekuatan kayu kemiri dengan meminimalkan pemanfaatan kayu jati. Proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 menghasilkan lamina dengan keteguhan tekan sejajar serat yang sama dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. Pada saat pengujian keteguhan tekan sejajar serat kayu lamina jati-kemiri sampel mengalami bengkok pada bagian ujung serta beberapa sampel ada yang mengalami kerusakan pada garis rekat bahkan sampai lepas.

b. Keteguhan Patah/*Modulus of Rupture* (MOR)

Hasil perhitungan dan analisis ragam menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan kayu jati yang menyusun kayu lamina semakin besar maka keteguhan patah (MOR) *flatwise* kayu lamina yang dihasilkan semakin tinggi. Peningkatan MOR *flatwise* ini karena besarnya proporsi tebal lapisan kayu jati pada kedua permukaan kayu lamina. Kayu jati yang berada pada kelas kuat II dan kayu kemiri pada kelas kuat IV – V, melalui teknologi laminasi dapat meningkatkan kekuatan kayu kemiri sehingga memiliki kelas kuat yang lebih tinggi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata MOR *flatwise* seperti yang terlihat pada Gambar 13, dimana MOR *flatwise* kayu lamina lebih tinggi dari pada MOR kayu kemiri utuh pada dimensi yang sama. Namun, MOR *flatwise* kayu lamina lebih rendah dari kayu jati utuh. Ini disebabkan adanya bagian kayu tidak kuat dalam hal ini kayu kemiri yang menempati bagian tengah kayu lamina serta adanya garis rekat sehingga kekuatan kayu berkurang jika dibandingkan dengan kayu jati utuh.

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

Hasil pengujian yang dilakukan pada kayu lamina untuk uji *flatwise* dan *edgewise* dapat diketahui bahwa pada uji *edgewise* menghasilkan nilai MOR yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan uji *flatwise*. Pada uji *edgewise* tidak terjadi

kerusakan pada garis rekat, sehingga beban yang dapat dipikul lebih besar. Sebaliknya, pada uji *flatwise* terjadi kerusakan garis rekat sebagai akibat dari perbedaan regangan yang ditimbulkan selama pembebanan. Untuk aplikasinya, terutama yang mengutamakan kekuatan, sebaiknya menggunakan kayu lamina yang disusun secara *edgewise*.

Hasil uji BNJ memberikan petunjuk bahwa pada proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 dan 0,5:1:0,5 menghasilkan keteguhan patah (MOR) yang sama. Sesuai dengan tujuan penelitian ini maka jika faktor efisiensi pemanfaatan kayu kuat yang diperhitungkan untuk meningkatkan kekuatan kayu kemiri maka proporsi tebal lapisan optimum adalah 0,4:1,2:0,4, karena menghasilkan MOR yang relatif sama dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5.

c. Modulus Elastisitas (MOE)

Nilai rata-rata modulus elastisitas (MOE) *flatwise* pada Gambar 15 menunjukkan bahwa peningkatan tebal lapisan kayu jati memberikan MOE *flatwise* kayu lamina yang semakin meningkat. Hal ini disebabkan besarnya proporsi kayu kuat yang menyusun kayu lamina. Pada saat pengujian MOE secara *flatwise*, sampel uji kayu lamina jati – kemiri mengalami kerusakan garis rekat relatif kecil terjadi. Hal ini menunjukkan hasil perekatan antara kayu jati dengan kayu kemiri yang cukup baik pada ketiga jenis perekat.

Hasil analisis ragam pada perekat epoxy dan polistirena menunjukkan bahwa perlakuan proporsi tebal lapisan kayu lamina berpengaruh tidak nyata pada nilai MOE *flatwise*. Hal ini berarti kekakuan kayu lamina yang dibuat dengan perekat epoxy dan polistirena relatif sama pada setiap proporsi tebal lapisan.

Peningkatan proporsi tebal lapisan kayu jati yang diikuti dengan penurunan proporsi tebal lapisan kayu kemiri tidak berpengaruh terhadap MOE *flatwise* kayu lamina yang dihasilkan. Hasil berbeda ini diduga karena adanya penyimpangan selama proses pembuatan kayu lamina dan pengujian kayu lamina. Penyimpangan berupa tebal lapisan yang tidak seragam, pelaburan perekat yang tidak merata serta pengujian sampel yang tidak konsisten dalam memutar alat uji. Kesalahan-kesalahan proses tersebut menyebabkan nilai MOE menyimpang secara drastis. Hasil perhitungan dan analisis ragam untuk MOE *edgewise* menunjukkan bahwa besarnya proporsi tebal lapisan kayu jati yang menyusun kayu lamina menghasilkan MOE yang lebih tinggi. Secara umum nilai MOE *edgewise* meningkat dengan bertambahnya proporsi ketebalan kayu jati.

Hasil pengujian MOE yang dilakukan pada kayu lamina jati-kemiri sama dengan MOE kayu lamina bitti – kemiri, di mana pada uji *flatwise* menghasilkan nilai MOE yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan uji *edgewise*. Hasil berbeda ditunjukkan pada penelitian yang dilakukan oleh Lomo (2007) terhadap kayu lamina kemiri dan bambu betung yang menunjukkan bahwa MOE *edgewise* lebih tinggi dari pada MOE *flatwise*. Kayu lamina *flatwise* tidak tahan terhadap perubahan bentuk karena pada saat diberi beban terjadi defleksi yang cukup besar pada bagian tengah bentangan sampel uji. Sebaliknya pada kayu lamina *edgewise*, dengan pembebanan yang lebih besar terjadi defleksi yang lebih kecil. Defleksi yang lebih kecil ini menunjukkan ketahanan terhadap perubahan bentuk yang semakin besar pada kayu lamina *edgewise*. Hasil berbeda pada penelitian ini

disebabkan oleh perbedaan kualitas dan ukuran bahan yang dipakai. Selain itu, pelaksanaan pengujian yang salah, dimana pemutaran alat yang tidak konsisten.

Pengujian kayu lamina secara *flatwise* maupun *edgewise* pada ketiga jenis perekat menunjukkan bahwa proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4 menghasilkan MOE yang relatif sama dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa proporsi tebal yang optimum untuk menghasilkan kayu lamina dengan MOE yang baik adalah 0,4:1,2:0,4. Sesuai dengan tujuan penelitian untuk meningkatkan kekuatan kayu kemiri serta dapat meminimalkan pemakaian kayu jati. Peningkatan kekuatan kayu kemiri melalui teknologi laminasi ini memberikan alternatif pemanfaatannya yang lebih luas.

3. Karakteristik Kayu Lamina

Perbandingan nilai kekuatan mekanis kayu lamina bitti – kemiri, kayu lamina jati – kemiri, kayu kemiri utuh dengan standar JAS 2003 No. 234 yang dipersyaratkan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan Nilai Kekuatan Mekanis Kayu Lamina, Kayu Kemiri Utuh dan Standar tahun 2003 No. 234

Sifat Mekanis	Kayu Lamina		Kayu Kemiri Utuh	Standar JAS
	Bitti – Kemiri	Jati – Kemiri		<i>Shorea spp.</i>
Keteguhan Tekan Sejajar Serat (kg/cm ²)	101,55 - 303,08	104,59 - 266,40	73,62 - 178,32	-
MOR <i>flatwise</i> (kg/cm ²)	524,76 - 963,18	494,86 - 898,11	383,58 - 534,18	> 315
MOR <i>edgewise</i> (kg/cm ²)	380,47 - 922,76	442,82 - 949,43		
MOE <i>flatwise</i> (kg/cm ²)	50818,89 - 145161,22	51585,99 - 171275,03	41985,47 - 60730,04	> 85.000
MOE <i>edgewise</i> (kg/cm ²)	38706,97 - 118170,04	54771,72 - 138285,82		

Berdasarkan tujuan pembuatan kayu lamina yaitu memperbaiki sifat mekanis kayu kemiri yang merupakan kayu dengan kelas kuat rendah, maka kayu lamina bitti – kemiri dan lamina jati - kemiri pada setiap proporsi tebal lapisan menghasilkan kayu lamina yang memiliki sifat mekanis lebih tinggi jika dibandingkan dengan kayu kemiri utuh pada dimensi yang sama. Dengan kekuatan mekanis sebesar itu, maka kayu lamina bitti – kemiri yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat digolongkan dalam kelas kuat III – IV, satu tingkat lebih kuat diatas kayu kemiri. Demikian juga dengan sifat mekanis yang dimiliki oleh kayu lamina jati – kemiri yang dapat digolongkan pula ke dalam kelas kuat III – IV.

Hasil penelitian sifat mekanik kayu lamina bitti – kemiri dan kayu lamina jati – kemiri menunjukkan bahwa keteguhan patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) baik *flatwise* maupun *edgewise* telah memenuhi standar JAS 2003 No. 234. Hasil ini memiliki persamaan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Indrayani (2007) yang juga memenuhi JAS 2003 No. 234. Pada penelitian tersebut kekuatan mekanis kayu lamina dibandingkan dengan kayu lamina dari jenis *Shorea spp.* Hasil penelitian ini juga memakai perbandingan dengan kayu lamina dari jenis *Shorea Spp*, karena memiliki berat jenis yang hampir sama dengan kayu bitti dan kayu jati.

Perbedaan proporsi tebal lapisan kayu lamina, baik pada kayu lamina bitti – kemiri maupun kayu lamina jati – kemiri menunjukkan keteguhan tekan sejajar serat, MOR dan MOE yang berbeda. Terjadi peningkatan kekuatan mekanis tersebut seiring dengan meningkatnya proporsi tebal lapisan luar yang ditempati

oleh kayu bitti atau kayu jati. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan batas proporsi optimum pada proporsi tebal lapisan 0,4:1,2:0,4, yang menghasilkan kekuatan mekanis yang sama dengan proporsi tebal lapisan 0,5:1:0,5. Hal ini didasari pada pertimbangan efisiensi pemanfaatan kayu bitti dan kayu jati serta meningkatkan pemanfaatan kayu kemiri.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Sifat mekanis kayu kemiri meningkat melalui rekayasa laminasi dengan kayu bitti dan kayu jati pada setiap proporsi tebal lapisan.
2. Proporsi tebal lapisan optimum adalah 0,4:1,2:0,4 untuk menghasilkan kayu lamina dengan keteguhan tekan sejajar serat, keteguhan patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) yang tinggi.

B. Saran

Teknologi laminasi dapat meningkatkan kekuatan mekanis kayu kemiri yang memiliki kelas kuat rendah, yaitu IV – V. Teknologi ini dapat juga diterapkan pada beberapa jenis kayu dengan kelas kuat yang sama. Untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut pada beberapa jenis kayu kelas kuat rendah lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman dan Hadjib, N. 2005. Kekuatan dan Kekakuan Balok Lamina dari Dua Jenis Kayu Kurang Dikenal. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23 (11) : 87-100.
- Asdar, M. dan Lempang, M. 2006. Karakteristik Anatomi, Fisik, Mekanik, Pengeringan dan Keterawetan Kayu Kemiri (*Alleurites moluccana* Wild). *Jurnal Perennial*, 2 (2) : 19 – 25.
- Board, SBP., and Engineers. 1985. *Handbook of Adhesives*. Small Business Publications. SBP Buiding. Roop Nagar.
- Dumanauw, J. F. 1990. *Mengenal Kayu*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Gaspersz. V., 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. Penerbit CV Amico. Bandung.
- Hartomo, A.J., Rusdiharsono, A., dan Hardjanto, D., 1992. *Memahami Polimer dan Perekat*. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta.
- Haygreen, J. G. and Bowyer, J. L. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Suatu Pengantar. Alih Bahasa: S. A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Indrayani, 2007. Sifat Mekanis Kayu Lamina dari Kayu Bitti (*Vitex covassus*) dan Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana* Wild). Skripsi, Program Studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, [Tidak Dipublikasikan].
- Japanese Agricultural Standard. (JAS), 2003. *Glue Laminated Timber*. Japan Playwood Inspection Corporation, Japan.
- Khaeruddin. 1994. *Pembibitan Tanaman HTI*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Kusmedi. P. dan Misdarti, 2004. Sifat Fisis Mekanis Papan Sambung Kayu Waru Gunung dengan Kombinasi Arah Potongan Papan dan Arah Aksial Kayu. *Proceeding Mapeki VII*, 5 – 6 Agustus. Makassar. pp : 119-124.
- Lomo, Y., 2007. Sifat Mekanis Kayu Lamina Gabungan dari Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana*) dan Bambu Betung (*Dendrocalamus asper* Schultes f.). Skripsi, Program Studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, [Tidak Dipublikasikan].

- Martawijaya, A., Kartasujana, I., Mandang, Y. I., Prawira, S. A., dan Kadir, K. 1981. Atlas Kayu Indonesia: Jilid I. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan, Bogor.
- Paimin, 1994. Kemiri: Budidaya dan Prospek Bisnis. Penerbit Swadaya, Jakarta.
- PIKA, 1981. Mengenal Sifat-Sifat Kayu Indonesia dan Penggunaannya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sumarna, Y. 2005. Budidaya Jati. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sutigno. 1991. Kayu Majemuk Perkembangan dan Masa Depan di Indonesia. Orasi Penyuluhan Ahli Peneliti Utama. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Tantra, I.G.M. 1980. Flora Pohon Indonesia. Balai Penelitian Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tsoumis, G. 1991. Science and Technology of Wood : Structure, Properties and Utilization. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Wardhani, I. Y., 1999. Kualita Perekatan Kayu Lamina Dari Empat Jenis Kayu Kurang Dikenal. FRONTIR Nomor 24, Februari 1999. <http://www.Unmul.ac.id>. [10 Maret 2007].
- Wibisono, S., dan Prayitno, T.A., 2004. Pengaruh Jumlah Perekat Terlabur, Jenis Perekat dan Macam Bidang Perekat Terhadap Sifat (Kualitas) Papan Laminasi Kayu Jati. Proceeding MAPEKI VII, 5 – 6 Agustus Makassar. pp: B.105 – B.113

Lampíran - Lampíran

Lampiran 1. Kadar Air (%) dan Berat Jenis Kayu Kemiri, Kayu Bitti dan Kayu Jati sebagai Bahan Pembuatan Kayu Lamina

Sampel	Ulangan	BJ	BKT (g)	Volume (cm ³)	KA (%)	BJ
Kemiri	1	0,25	3,34	13,41	14,07	0,25
	2	0,26	3,28	12,77	14,02	0,26
	3	0,22	2,93	13,23	14,68	0,22
	4	0,26	3,48	13,28	12,07	0,26
	5	0,25	3,32	13,28	13,25	0,25
Jumlah					68,09	1,24
Rata-rata					13,62	0,25
Bitti	1	0,71	8,96	12,61	10,16	0,71
	2	0,73	9,01	12,38	10,21	0,73
	3	0,72	8,84	12,32	12,10	0,72
	4	0,70	8,98	12,90	11,36	0,70
	5	0,73	8,91	12,22	11,56	0,73
Jumlah					55,39	3,58
Rata-rata					11,08	0,72
Jati	1	0,72	9,02	12,52	11,20	0,72
	2	0,71	9,07	12,78	10,03	0,71
	3	0,75	9,16	12,28	10,48	0,75
	4	0,71	8,98	12,77	11,58	0,70
	5	0,75	9,11	12,16	9,88	0,75
Jumlah					53,17	3,63
Rata-rata					10,63	0,73

Lampiran 2. Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat Sampel Utuh Kayu Bitti, Kayu Jati dan Kayu Kemiri (kg/cm^2)

Sampel	Ulangan	Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat (kg/cm^2)
Bitti	1	387,66
	2	393,46
	3	389,60
	4	377,04
	5	382,06
Jumlah		1929,82
Rata-rata		385,96
Jati	1	388,20
	2	355,14
	3	417,19
	4	382,62
	5	467,27
Jumlah		2010,42
Rata-rata		402,08
Kemiri	1	73,62
	2	175,07
	3	110,43
	4	178,32
	5	155,49
Jumlah		692,94
Rata-rata		138,59

Lampiran 3. Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Bitti – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat (kg/cm^2)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistirena
0,2 : 1,6 : 0,2	1	170,73	154,48	164,24
	2	146,84	165,94	101,55
	3	102,53	124,42	131,80
	4	139,61	165,09	121,34
	5	139,39	128,72	175,14
	Jumlah		699,10	738,65
Rata-rata		139,82	147,73	138,81
0,3 : 1,4 : 0,3	1	204,41	195,20	193,88
	2	177,42	229,16	214,29
	3	239,12	201,02	161,75
	4	220,40	209,84	203,07
	5	205,44	196,16	201,53
	Jumlah		1046,79	1031,38
Rata-rata		209,36	206,28	194,90
0,4 : 1,2 : 0,4	1	241,38	278,72	271,44
	2	264,81	266,52	284,43
	3	267,29	253,83	172,51
	4	284,79	258,86	234,24
	5	272,44	218,65	215,43
	Jumlah		1330,71	1276,58
Rata-rata		266,14	255,32	235,61
0,5 : 1 : 0,5	1	263,52	239,95	247,67
	2	245,08	280,36	256,36
	3	251,32	247,52	247,62
	4	303,08	270,09	253,83
	5	278,75	271,43	256,37
	Jumlah		1341,74	1309,34
Rata-rata		268,35	261,87	252,37

Lampiran 4. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat PVAc

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	55027,62	18342,54	38,4 **	3,24	5,29
Galat	16	7635,89	477,24			
Total	19	62663,51				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 5. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Epoxy

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	41961,11	13987,04	40,02 **	3,24	5,29
Galat	16	5591,98	349,50			
Total	19	47553,09				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 6. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Polistirena

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	38313,42	12771,14	15,21 **	3,24	5,29
Galat	16	13432,45	839,53			
Total	19	51745,87				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 7. Nilai Keteguhan Patah (MOR) Sampel Utuh Kayu Bitti, Kayu Jati dan Kayu Kemiri (kg/cm^2)

Sampel	Ulangan	Nilai Keteguhan Patah (MOR) (kg/cm^2)
Bitti	1	1080,04
	2	924,08
	3	1188,26
	4	1020,38
	5	1050,32
Jumlah		5263,08
Rata-rata		1052,62
Jati	1	1076,32
	2	1446,43
	3	1658,16
	4	1211,50
	5	1496,66
Jumlah		6889,08
Rata-rata		1377,82
Kemiri	1	435,00
	2	453,51
	3	383,58
	4	480,48
	5	534,18
Jumlah		2286,76
Rata-rata		457,35

Lampiran 8. Nilai Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina dari Kayu Bitti – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji *Flatwise* (kg/cm²)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistirena
0,2 : 1,6 0,2	1	648,76	593,37	660,29
	2	789,86	727,62	602,71
	3	524,76	584,73	576,53
	4	560,65	769,80	626,29
	5	578,50	654,89	579,90
Jumlah		3102,54	3330,41	3045,73
Rata-rata		620,51	666,08	609,15
0,3 : 1,4 : 0,3	1	683,22	638,43	557,14
	2	653,87	763,79	646,01
	3	723,92	744,31	586,94
	4	762,39	819,65	767,54
	5	673,40	813,56	715,82
Jumlah		3496,80	3779,74	3273,46
Rata-rata		699,36	755,95	654,69
0,4 : 1,2 : 0,4	1	823,86	830,25	802,71
	2	594,36	669,87	727,09
	3	607,39	688,16	966,50
	4	863,09	876,07	714,22
	5	616,05	838,39	683,15
Jumlah		3504,75	3902,75	3893,67
Rata-rata		700,95	780,55	778,73
0,5 : 1 0,5	1	953,51	856,46	874,20
	2	798,62	836,24	893,39
	3	953,73	709,88	963,18
	4	717,96	862,37	903,25
	5	648,59	909,26	773,75
Jumlah		4072,41	4174,20	4407,77
Rata-rata		814,48	834,84	881,55

Lampiran 9. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat PVAc untuk Uji *Flatwise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	117971,40	39323,80	3,68*	3,24	5,29
Galat	16	171090,26	10693,14			
Total	19	289061,67				

*berpengaruh nyata pada α 0,05

Lampiran 10. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk Uji *Flatwise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	74294,45	24764,82	3,74*	3,24	5,29
Galat	16	106065,524	6629,09			
Total	19	180359,98				

*berpengaruh nyata pada α 0,05

Lampiran 11. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Polistirena untuk Uji *Flatwise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	228085,69	76028,56	11,45**	3,24	5,29
Galat	16	106269,36	6641,83			
Total	19	334355,05				

**berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 12. Nilai Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji *Edgewise* (kg/cm²)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistirena
0,2 : 1,6 : 0,2	1	570,89	723,04	684,93
	2	380,47	519,39	485,91
	3	690,13	555,82	540,92
	4	692,00	640,00	510,19
	5	564,89	514,91	507,26
Jumlah		2898,38	2953,16	2729,20
Rata-rata		579,68	590,63	545,84
0,3 : 1,4 : 0,3	1	719,54	631,30	721,15
	2	768,29	822,49	793,07
	3	535,10	570,61	664,49
	4	545,24	729,86	541,20
	5	609,88	645,56	550,29
Jumlah		3178,06	3399,81	3270,20
Rata-rata		635,61	679,96	654,04
0,4 : 1,2 : 0,4	1	505,00	712,40	833,01
	2	534,67	762,57	624,57
	3	771,01	677,79	603,93
	4	633,98	754,94	629,03
	5	782,31	848,15	793,81
Jumlah		3226,96	3755,85	3484,35
Rata-rata		645,39	751,17	696,87
0,5 : 1 : 0,5	1	754,65	720,46	698,89
	2	623,35	665,13	778,33
	3	783,97	855,62	805,15
	4	786,44	803,26	922,76
	5	922,76	845,75	634,54
Jumlah		3871,18	3890,22	3839,67
Rata-rata		774,24	778,04	767,93

Lampiran 13. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat PVAc untuk Uji *Edgewise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	51002,69	17000,90	1,01 ^m	3,24	5,29
Galat	16	269714,37	16857,15			
Total	19	320717,07				

^mberpengaruh tidak nyata pada α 0,05

Lampiran 14. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk Uji *Edgewise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	105360,13	35120,04	4,93 [*]	3,24	5,29
Galat	16	114044,09	7127,76			
Total	19	219404,22				

^{*}berpengaruh nyata pada α 0,05

Lampiran 15. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Polistirena untuk Uji *Edgewise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	129621,83	43207,28	4,12 [*]	3,24	5,29
Galat	16	167584,49	10474,03			
Total	19	297206,33				

^{*}berpengaruh nyata pada α 0,05

Lampiran 16. Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Sampel Utuh Kayu Bitti, Kayu Jati dan Kayu Kemiri (kg/cm²)

Sampel	Ulangan	Nilai Modulus Elastisitas (MOE) (kg/cm ²)
Bitti	1	149845,74
	2	168485,17
	3	214119,60
	4	163087,52
	5	199897,64
Jumlah		895435,67
Rata-rata		179087,13
Jati	1	125620,75
	2	198453,75
	3	218858,81
	4	180198,62
	5	246551,11
Jumlah		969683,03
Rata-rata		193936,61
Kemiri	1	41985,47
	2	58662,71
	3	53533,91
	4	45771,95
	5	60730,04
Jumlah		260684,09
Rata-rata		52136,82

Lampiran 17. Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji *Flatwise* (kg/cm^2)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistirena
0,2 : 1,6 : 0,2	1	97512,37	70939,85	50818,89
	2	81512,19	68066,80	99813,27
	3	103504,21	89351,91	108211,94
	4	111846,91	101529,10	102327,92
	5	79370,04	100299,25	73502,91
	Jumlah		473745,72	430186,91
Rata-rata		94749,14	86037,38	86934,98
0,3 : 1,4 : 0,3	1	115970,66	124392,24	60242,87
	2	104492,61	143174,90	113461,46
	3	96483,89	111738,95	101006,37
	4	101475,95	103256,35	94035,42
	5	85071,06	69599,26	81973,38
	Jumlah		503494,18	552161,69
Rata-rata		100698,84	110432,34	90143,90
0,4 : 1,2 : 0,4	1	116222,45	127288,25	77890,60
	2	100272,60	124014,95	122350,90
	3	99406,10	87645,04	61130,40
	4	112311,92	133987,18	102074,28
	5	106327,72	109445,02	115598,92
	Jumlah		534540,80	582380,43
Rata-rata		106908,16	116476,09	95809,02
0,5 : 1 : 0,5	1	118128,82	98135,69	144481,33
	2	108806,62	142282,28	139847,90
	3	145161,22	96574,88	116404,77
	4	113754,98	107772,65	69505,63
	5	80178,76	119189,93	66681,12
	Jumlah		566030,38	563955,42
Rata-rata		113206,08	112791,08	107384,15

Lampiran 18. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat PVAc untuk Uji *Flatwise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	948187059,52	316062353,17	1,38 ^{tn}	3,24	5,29
Galat	16	3671002219,03	229437638,69			
Total	19	4619189278,55				

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

Lampiran 19. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Epoxy untuk Uji *Flatwise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	2866324111,02	955441370,34	2,26 ^{tn}	3,24	5,29
Galat	16	6767401392,36	422962587,02			
Total	19	9633725503,37				

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

Lampiran 20. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Polistirena untuk Uji *Flatwise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	1213146694,98	404382231,66	0,53 ^{tn}	3,24	5,29
Galat	16	12239997043,26	764999815,20			
Total	19	13453143738,24				

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

Lampiran 21. Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji *Edgewise* (kg/cm^2)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistirena
0,2 : 1,6 : 0,2	1	65406,18	72437,09	82047,37
	2	61248,09	55135,96	56417,39
	3	54775,78	58839,00	65291,21
	4	98148,62	38706,97	74587,68
	5	64185,02	81275,53	73344,14
Jumlah		343763,68	306394,55	351687,79
Rata-rata		68752,74	61278,91	70337,56
0,3 : 1,4 : 0,3	1	82354,30	74011,89	97554,67
	2	84144,98	96567,75	97520,28
	3	68704,37	59538,60	86539,76
	4	49153,92	79695,27	83344,70
	5	71523,20	81641,85	74965,84
Jumlah		355880,76	391455,36	439925,25
Rata-rata		71176,15	78291,07	87985,05
0,4 : 1,2 : 0,4	1	89012,84	81911,31	79461,74
	2	62730,61	97244,82	102195,47
	3	75855,99	75581,81	101796,62
	4	61188,59	57844,21	101258,23
	5	75502,40	90754,60	92437,96
Jumlah		364290,43	403336,75	477150,02
Rata-rata		72858,09	80667,35	95430,00
0,5 : 1 : 0,5	1	110378,50	92293,19	111411,85
	2	84645,02	89033,38	96793,27
	3	110053,07	63025,83	118170,04
	4	67617,81	76716,82	116330,80
	5	103286,72	111747,34	115068,37
Jumlah		475981,12	432816,56	557774,34
Rata-rata		95196,22	86563,31	111554,87

Lampiran 22. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat PVAc untuk Uji *Edgewise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	2250962308,13	750320769,38	3,13 ^m	3,24	5,29
Galat	16	3836485952,99	239780372,06			
Total	19	6087448261,18				

^m berpengaruh tidak nyata pada α 0,05

Lampiran 23. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Epoxy untuk Uji *Edgewise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	1766831582,18	588943860,71	2,33 ^m	3,24	5,29
Galat	16	4043759776,78	252734986,05			
Total	19	5810591358,91				

^m berpengaruh tidak nyata pada α 0,05

Lampiran 24. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Bitti – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Polistirena untuk Uji *Edgewise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	4388632549,72	1462877516,57	16,25 **	3,24	5,29
Galat	16	1440130536,42	90008158,53			
Total	19	5828763086,14				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 25. Nilai Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Jati – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat (kg/cm^2)

ISTAKAAN

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistirena
0,2 : 1,6 : 0,2	1	104,59	157,38	137,56
	2	129,40	170,07	174,22
	3	166,75	153,06	133,99
	4	142,27	155,06	149,57
	5	133,72	145,41	183,68
	Jumlah		676,73	780,98
Rata-rata		135,35	156,20	155,80
0,3 : 1,4 : 0,3	1	153,31	164,17	181,12
	2	140,05	133,73	179,17
	3	199,07	227,04	181,85
	4	152,30	183,00	162,55
	5	140,31	130,10	159,12
	Jumlah		785,04	838,04
Rata-rata		157,01	167,61	172,76
0,4 : 1,2 : 0,4	1	231,83	221,50	218,99
	2	231,46	208,50	183,24
	3	180,80	221,24	191,26
	4	240,32	237,24	212,16
	5	229,84	200,11	185,44
	Jumlah		1114,25	1088,60
Rata-rata		222,85	217,72	198,22
0,5 : 1 : 0,5	1	246,29	237,42	206,63
	2	250,10	248,88	258,80
	3	266,40	256,38	235,09
	4	238,90	219,39	227,86
	5	260,08	214,69	211,11
	Jumlah		1261,77	1176,76
Rata-rata		252,35	235,35	227,90

Lampiran 26. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perakat PVAc

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	45141,97	15047,32	33,69 **	3,24	5,29
Galat	16	7146,41	446,65			
Total	19	52288,39				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 27. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan menggunakan perakat Epoxy

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	21990,10	7330,03	13,37 **	3,24	5,29
Galat	16	8770,81	548,18			
Total	19	30760,91				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 28. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan menggunakan perakat Polistirena

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	14816,19	4938,73	15,05 **	3,24	5,29
Galat	16	5250,39	328,15			
Total	19	20066,58				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 29. Nilai Keteguhan Patah Kayu (MOR) Lamina Jati – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji *Flatwise* (kg/cm^2)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistirena
0,2 : 1,6 : 0,2	1	533,03	594,07	634,89
	2	527,72	686,35	558,46
	3	530,61	703,61	562,67
	4	594,13	583,44	542,81
	5	633,78	550,60	494,86
	Jumlah		2819,28	3118,07
Rata-rata		563,86	623,61	558,74
0,3 : 1,4 : 0,3	1	750,30	582,35	678,18
	2	639,74	651,20	758,49
	3	504,96	673,47	630,59
	4	630,00	692,93	560,66
	5	546,22	686,60	626,02
	Jumlah		3071,22	3286,55
Rata-rata		614,24	657,31	650,79
0,4 : 1,2 : 0,4	1	733,93	701,79	674,61
	2	676,97	667,02	735,22
	3	701,79	732,66	626,79
	4	665,74	540,60	652,40
	5	723,14	779,33	815,71
	Jumlah		3501,56	3421,40
Rata-rata		700,31	684,28	700,95
0,5 : 1 : 0,5	1	741,47	875,18	892,86
	2	648,73	898,11	813,98
	3	836,32	802,66	830,36
	4	792,97	681,70	790,31
	5	792,96	748,03	666,40
	Jumlah		3812,46	4005,67
Rata-rata		762,49	801,13	798,78

Lampiran 30. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perakat PVAc Uji *Flatwise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	117334,40	39111,47	9,04 **	3,24	5,29
Galat	16	69232,06	4327,00			
Total	19	186566,46				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 31. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Epoxy Uji *Flatwise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	89248,08	29749,36	5,24 *	3,24	5,29
Galat	16	90794,75	5674,67			
Total	19	180042,84				

* berpengaruh nyata pada α 0,05

Lampiran 32. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Polistirena Uji *Flatwise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	150384,21	50128,07	9,76 **	3,24	5,29
Galat	16	82213,76	5138,36			
Total	19	232597,97				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 33. Nilai Keteguhan Patah Kayu (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji *Edgewise* (kg/cm²)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistirena
0,2 : 1,6 : 0,2	1	442,82	525,04	666,79
	2	495,43	456,48	606,91
	3	679,27	677,45	533,77
	4	636,25	515,00	553,34
	5	548,45	659,95	494,35
	Jumlah		2802,23	2833,92
Rata-rata		560,45	566,78	571,03
0,3 : 1,4 : 0,3	1	807,03	779,70	720,72
	2	683,20	661,96	576,40
	3	665,11	589,90	775,51
	4	601,58	627,44	758,49
	5	731,58	611,78	579,96
	Jumlah		3488,50	3270,78
Rata-rata		697,70	654,16	682,21
0,4 : 1,2 : 0,4	1	880,50	627,94	717,86
	2	822,12	747,73	752,66
	3	586,39	886,16	702,15
	4	798,02	660,14	696,36
	5	644,80	764,40	674,61
	Jumlah		3731,81	3686,37
Rata-rata		746,36	737,27	708,73
0,5 : 1 : 0,5	1	933,52	833,01	763,77
	2	901,70	796,97	949,43
	3	871,74	740,46	901,70
	4	734,94	822,19	779,94
	5	774,99	904,85	769,76
	Jumlah		4216,90	4097,47
Rata-rata		843,38	819,49	832,92

Lampiran 34. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perakat PVAc untuk Uji *Edgewise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	208074,54	69358,18	7,26 **	3,24	5,29
Galat	16	152758,43	9547,40			
Total	19	360832,97				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 35. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Epoxy untuk Uji *Edgewise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	176963,04	58987,68	8,20 **	3,24	5,29
Galat	16	115123,55	7195,22			
Total	19	292086,60				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 36. Analisis Ragam Keteguhan Patah (MOR) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Polistirena untuk Uji *Edgewise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	173432,04	57810,68	10,40 **	3,24	5,29
Galat	16	88952,53	5559,53			
Total	19	262384,57				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 37. Nilai Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji *Flatwise* (kg/cm²)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistirena
0,2 : 1,6 : 0,2	1	89577,39	110872,68	111947,09
	2	94499,22	121324,54	111304,29
	3	93482,18	116872,09	51585,99
	4	97358,76	116574,95	106168,05
	5	111589,42	130370,18	105019,07
Jumlah		486506,97	596014,44	486024,49
Rata-rata		97301,39	119202,89	97204,90
0,3 : 1,4 : 0,3	1	111696,16	99590,63	118438,02
	2	113144,08	128947,11	97696,11
	3	82130,71	113438,89	98725,23
	4	117955,92	101099,80	67843,85
	5	121693,44	141240,07	95251,11
Jumlah		546620,32	584316,49	477954,33
Rata-rata		109324,06	116863,30	95590,87
0,4 : 1,2 : 0,4	1	146202,29	137344,41	62246,81
	2	92917,77	123635,86	126476,14
	3	104235,95	150791,24	117217,04
	4	133799,34	178934,68	120328,68
	5	101846,32	107088,10	156602,24
Jumlah		579001,66	697794,28	582870,91
Rata-rata		115800,33	139558,86	116574,18
0,5 : 1 : 0,5	1	146674,88	320574,43	96215,61
	2	148830,97	96138,38	110508,27
	3	138431,32	142382,39	119797,04
	4	136758,96	141722,48	171275,03
	5	123453,32	142726,95	146288,59
Jumlah		694149,46	843544,63	644084,53
Rata-rata		138829,89	168708,93	128816,91

Lampiran 38. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perakat PVAc untuk Uji *Flatwise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	4567834676,91	1522611558,97	6,45 **	3,24	5,29
Galat	16	3776214402,59	236013400,16			
Total	19	8344049079,49				

** berpengaruh nyata pada α 0,01

Lampiran 39. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Epoxy untuk Uji *Flatwise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	8654338422,22	2884779474,07	1,32 ^m	3,24	5,29
Galat	16	34925196713,53	2182824794,60			
Total	19	43579535135,75				

^m berpengaruh tidak nyata pada α 0,05

Lampiran 40. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perakat Polistirena untuk Uji *Flatwise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	3839059273,44	1279686424,48	1,68 ^m	3,24	5,29
Galat	16	12198498032,26	762406127,02			
Total	19	16037557305,70				

^m berpengaruh tidak nyata pada α 0,05

Lampiran 41. Nilai Modulus Elastis (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri pada Berbagai Jenis Perekat untuk Uji *Edgewise* (kg/cm²)

Proporsi Tebal Lapisan	Ulangan	Jenis Perekat		
		PVAc	Epoxy	Polistirena
0,2 : 1,6 : 0,2	1	82315,55	72929,66	89245,67
	2	56392,27	54771,72	60872,36
	3	85419,50	94167,80	63957,80
	4	78520,11	94579,06	65809,05
	5	122220,25	64169,66	71547,68
Jumlah		424867,68	380617,90	351432,56
Rata-rata		84973,54	76123,58	70286,51
0,3 : 1,4 : 0,3	1	110172,68	103844,16	88185,57
	2	83148,04	89395,04	70699,56
	3	84218,17	93831,06	66928,63
	4	99420,18	85607,30	91309,76
	5	83188,62	93349,79	72509,88
Jumlah		460147,69	466027,36	389633,40
Rata-rata		92029,54	93205,47	77926,68
0,4 : 1,2 : 0,4	1	142933,85	134542,37	90313,69
	2	128194,06	130484,99	103040,61
	3	91150,67	126450,91	78006,28
	4	113295,06	125181,60	87090,40
	5	100837,40	156974,73	99348,70
Jumlah		576411,04	673634,60	457799,68
Rata-rata		115282,21	134726,92	91559,94
0,5 : 1 : 0,5	1	136227,06	134877,00	123987,05
	2	125796,90	123594,56	121151,81
	3	109891,12	124227,17	119857,29
	4	138285,82	120079,09	100008,21
	5	135909,00	132998,71	126045,68
Jumlah		646109,91	635776,53	591050,04
Rata-rata		129221,98	127155,31	118210,01

Lampiran 42. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat PVAc untuk Uji *Edgewise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	6305761508,14	2101920502,71	6,54**	3,24	5,29
Galat	16	5142587937,33	321411746,08			
Total	19	11448349445,47				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 43. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk Uji *Edgewise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	11580413745,95	3860137915,38	26,87**	3,24	5,29
Galat	16	2298737559,36	143671097,46			
Total	19	246308106992,25				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01

Lampiran 44. Analisis Ragam Modulus Elastisitas (MOE) Kayu Lamina Jati – Kemiri dengan Menggunakan Perekat Polistirena untuk Uji *Edgewise*

SK	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	6658038407,67	2219346135,89	19,38**	3,24	5,29
Galat	16	1831795829,71	114487239,358			
Total	19	8489834237,38				

** berpengaruh sangat nyata pada α 0,01