

**Sifat Fisik dan Mekanik Kayu Lamina Campuran Kayu
Mangium dan Sengon**
(Physical and mechanical properties of the mangium-sengon glulam)

Oleh/By :

Abdurachman¹⁾ dan Nurwati Hadjib¹⁾

1) Pusat Litbang Hasil hutan, Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor.
Telp/Fax. 0251 863378/0251 8633413

Diterima, disetujui

ABSTRACT

Recent timber supplies are characterized with lower qualities and smaller pieces of boards. This phenomena will generate difficulties in the use of large structure, such as columns, beams, doors etc. Application of glulam technology has been commonly used in solving such difficulties.

This study examined physical and mechanical test on glulam constructed from mangium and sengon laminates. The test were intended to evaluate possibilities of using such materials for woodworking and structural purposes.

Results indicated that the constructed glulam could meet the Japanese Structural Standard and could be used for light construction. Glulam constructed with 6 layers of mangium and sengon with B1 forms of composition exhibited the greatest physical and mechanical properties, i.e. density of 0.48 gr/cm^3 , MOE 91.89 kg/cm^2 and MOR 441 kg/cm^2 .

Key words : Physical, mechanical, glulam, mangium, sengon

ABSTRAK

Pasokan kayu dewasa ini umumnya berkualitas rendah dan berukuran kecil. Hal ini menyulitkan dalam penggunaan kayu berukuran besar seperti pada struktur gelagar, pintu dan lain sebagainya. Aplikasi teknologi laminasi bisa digunakan dalam mengatasi masalah tersebut.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik terhadap kayu lamina yang terbuat dari bilah kayu mangium dan sengon. Pengujian ini dimaksudkan mengevaluasi kemungkinan penggunaannya sebagai bahan baku kayu pertukangan dan kayu konstruksi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan nilai kerapatan, MOE dan MOR kayu lamina campuran mangium dan sengon dengan susunan 6 lapis bentuk B1 mencapai nilai paling tinggi dibandingkan dengan bentuk lainnya yaitu berturut-turut 0,48 gram/cm³, 91.894 kg/cm² dan 441 kg/cm². Karakteristik ini memenuhi standar Jepang untuk penggunaan kayu lamina struktural dan dapat digunakan sebagai kayu pertukangan dan konstruksi ringan.

Kata kunci : Sifat fisik, mekanik, kayu lamina, mangium dan sengon

I. PENDAHULUAN

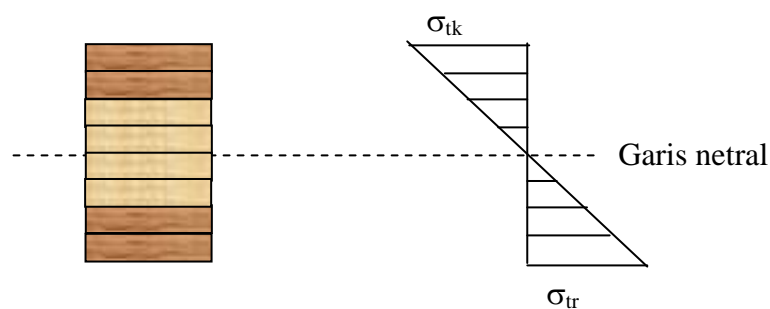
Pasokan kayu untuk berbagai keperluan terutama sebagai bahan baku industri pengolahan kayu dan industri konstruksi dewasa ini semakin berkurang ketersediaannya terutama kayu yang berasal dari hutan alam produksi. Dewasa ini lebih banyak tersedia kayu yang diperoleh dari hutan tanaman dan hutan rakyat.

Pada awal tahun 1980-an telah dikembangkan jenis-jenis kayu cepat tumbuh (*fast growing*) seperti kayu mangium, gmelina, sengon dan lain-lain yang ditanam di areal hutan tanaman dan hutan rakyat. Pada saat ini kayu tersebut dipanen dengan potensi cukup besar (Prosiding HTI, 1989). Namun jenis-jenis kayu tersebut pada umumnya berdimensi kecil dan bermutu rendah serta mengandung banyak cacat seperti mata kayu dan serat miring. Kayu yang lazim

digunakan sebagai bahan konstruksi memiliki ukuran penampang berkisar antara 5/10 – 8/12 cm dan panjang rata-rata 400 cm. Kayu dengan dimensi tersebut semakin langka keberadaanya, karena pasokan dari hutan alam sudah berkurang. Untuk mendapatkan kayu berukuran besar dari jenis kayu bermutu rendah atau campuran kayu bermutu rendah dengan kayu bermutu tinggi dapat diperoleh dengan cara memanfaatkan teknologi kayu komposit, salah satunya adalah pembuatan kayu lamina.

Di negara-negara Eropa, Amerika, Australia dan Jepang kayu lamina biasanya dibuat dari kayu berkerapatan rendah. Sebagai contoh di Jepang telah dibuat kayu lamina ukuran besar dari kayu sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) dan douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*), di Jerman, Amerika dan Australia, digunakan kayu douglas-fir, southern pine, western hemlock, larch dan redwood. (Anonim, 2006 dan Moody 1997).

Untuk tujuan penghematan kayu pada pembuatan kayu lamina dipakai penampang ekonomis berdasarkan konsep tegangan balok terlentur seperti Gambar 1.



Gambar 1. Diagram tegangan lentur balok

Figure 1. Bending stress diagram of beam

Keterangan (*remarks*) : σ_{tr} = Tegangan tarik (*Tension stress*); σ_{tk} = tegangan tekan (*Compression stress*)

Pada bagian atas dari diagram Gambar 1 menunjukkan serat terluar mengalami tegangan tekan maksimum akibat diberi beban lentur pada balok lamina, sebaliknya pada bagian bawah mengalami tegangan tarik maksimum. Sedangkan pada bagian tengah (garis netral) tidak terjadi tegangan tekan maupun tarik, jadi semakin mendekati garis netral tegangan semakin kecil. Oleh karena itu pada bagian tersebut tidak perlu menggunakan jenis kayu yang memiliki kerapatan maupun kekuatan yang tinggi, dengan kata lain kayu yang bermutu tinggi ditempatkan pada bagian sisi terluar balok lamina.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik untuk menentukan komposisi lapisan terbaik kayu lamina yang terbuat dari jenis kayu mangium dan sengon dengan perekat tanin resorsinol formaldehida (TRF).

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

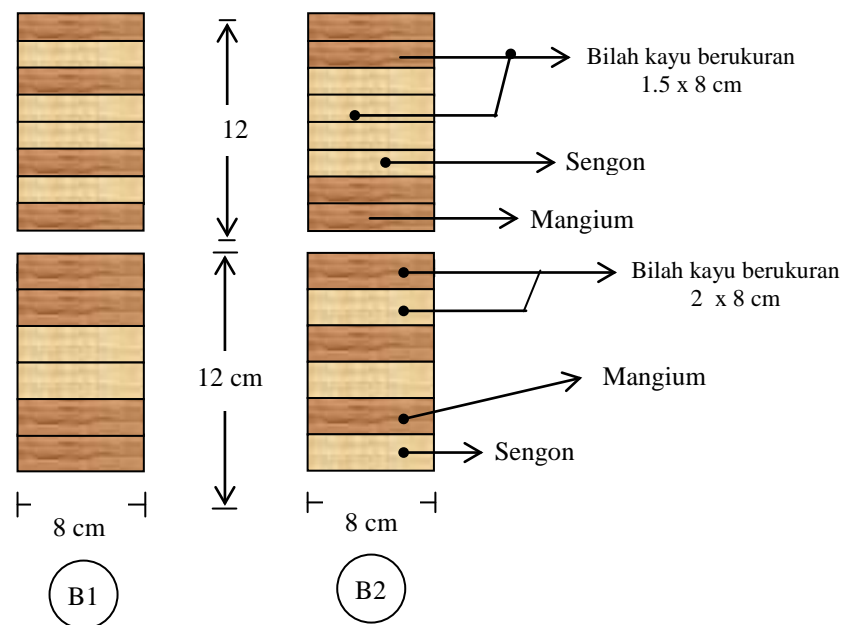
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu mangium (*Acacia mangium* Wild.) dan kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Niel.). Kayu mangium diperoleh dari hutan tanaman dan kayu sengon dari hutan rakyat di Jawa Barat. Kedua jenis kayu tersebut memiliki kisaran diameter 15 – 25 cm dan panjang 300 cm. Bahan perekat yang digunakan adalah tanin resorsinol formaldehida (TRF) hasil penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan Bogor (Santoso, 2003).

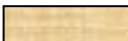

Peralatan yang digunakan antara lain mesin gergaji belah, alat kempa dingin, mesin uji universal (UTM), oven, timbangan, *waterbath* serta beberapa peralatan gelas/kaca.

B. Metode

Papan berukuran tebal 1,8 dan 2,3 cm dikeringkan secara alami di bawah naungan sampai mencapai kadar air kering udara (15%), kemudian diserut menjadi tebal masing-masing 1,5 dan 2,0 cm. Mutu dan ukuran papan lamina diusahakan seragam dan terhindar dari cacat yang akan mempengaruhi kekuatan kayu lamina terutama cacat pingul dan mata kayu terlalu besar. Untuk mengontrol kadar air papan lamina dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat *moisture meter*.

Papan lamina dipisahkan menurut jenisnya dan disusun sesuai komposisi kayu lamina yang akan dibuat (Gambar 2).



Keterangan (*Remarks*):  sengon ;  mangium

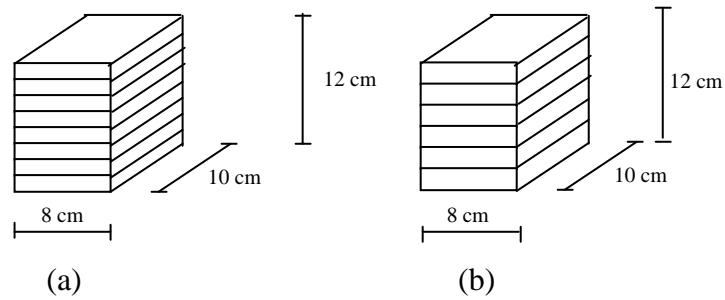
Gambar 2. Bentuk dan komposisi kayu lamina campuran mangium-sengon

Figure 2. Shape and composition of the mixed mangium-sengon glulam.

Setelah papan disusun, dilaburi perekat TRF dengan berat labur 170 gr/m², direkat dan dikempa dengan alat kempa dingin selama 24 jam, kemudian dikeluarkan dari alat kempa dan dibiarkan selama 1 minggu. Selanjutnya

dilakukan perataan sisi hingga menjadi kayu lamina berukuran penampang bersih 8 x 12 x 300 cm. Untuk pengujian sifat fisik dan mekanik, dibuat contoh uji berukuran menurut Anonim (1996) sebagai berikut.

1. Kerapatan dan delaminasi : 8 x 12 x 10 cm

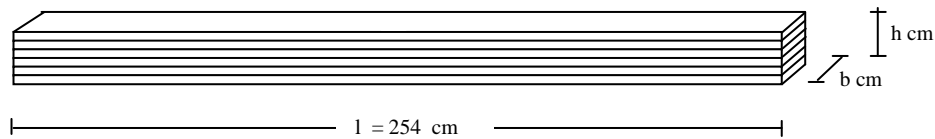


Gambar 3. Contoh uji kerapatan dan delaminasi.

Figure 3. The specimen for density and delamination test.

Keterangan (Remarks) : (a) Kayu lamina 8 lapis (8-layers glulam) dan (and) (b) Kayu lamina 6 lapis (6-layers glulam)

2. Keteguhan lentur statik

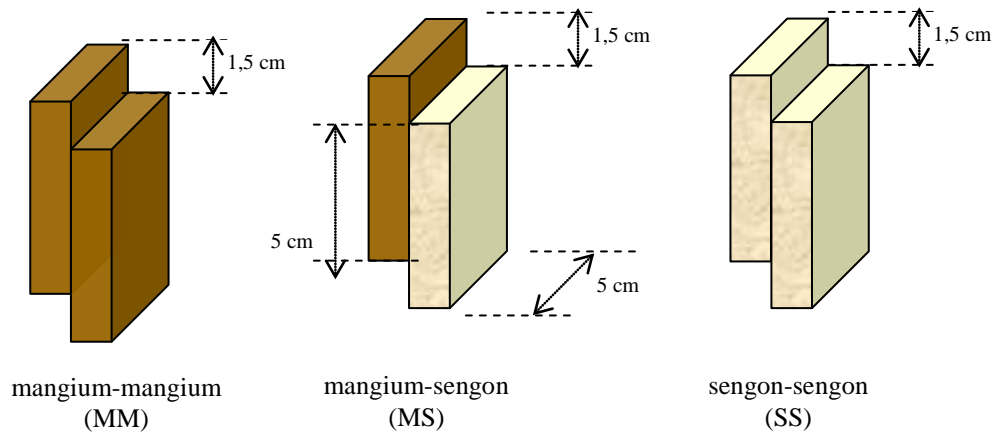


Keterangan (Remarks) : b = lebar (base); h = tinggi (height)

Gambar 4. Contoh uji keteguhan lentur statik.

Figure 4. The Specimen for static bending strength test.

3. Keteguhan geser rekat



mangium-mangium
(MM)

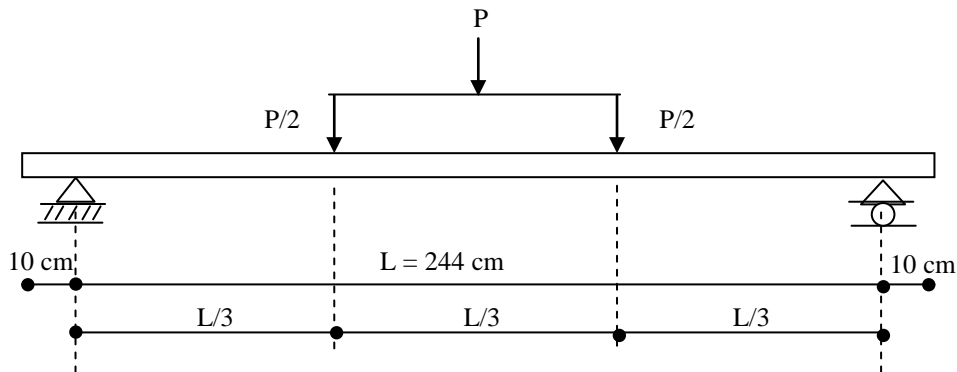
mangium-sengon
(MS)

sengon-sengon
(SS)

Gambar 5. Contoh uji keteguhan geser pada rekatan.

Figure 5. Specimens for bonding shear strength test.

Pengujian lentur statik kayu lamina struktural dilakukan pada posisi tidur (*edge wise*) dengan sistem pembebanan 2 titik beban (*two point loading*) ditunjukkan pada (Gambar 6).



Gambar 6. Cara pengujian lentur statik dua titik beban.

Figure 6. Two point loading bending strength test

C. Analisis Data

Data rata-rata hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel. Kemudian diuji statistik menggunakan rancangan acak lengkap dengan percobaan faktorial masing-masing 5 ulangan. Karena jenis kayu dikomposisikan menjadi satu bentuk kayu lamina, maka faktor yang diamati adalah jumlah lapisan (6 dan 8 lapis) dan bentuk komposisi lamina (A1, A2, B1 dan B2). Parameter yang diamati adalah kerapatan, delaminasi, MOE, MOR dan keteguhan geser pada rekatan. Jika terdapat perbedaan pada respon yang diamati maka analisa dilanjutkan dengan uji beda rata-rata berdasarkan simpangan baku (*Individual 95% Cis For Mean Based on Pooled StDev*) dengan perangkat lunak Minitab 1.6.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Fisik

Hasil pengujian sifat fisik kayu lamina campuran mangium dan sengon (Tabel 1) menunjukkan bahwa rata-rata kadar air kayu lamina keempat bentuk penampang dan jumlah lapisan kurang memenuhi standar Jepang untuk kayu lamina struktural (Anonim, 1996). Hal ini mungkin disebabkan oleh lamanya penyesuaian dengan kelembaban ruang (95%) dimana kayu lamina itu disimpan.

Tabel 1. Sifat fisik kayu lamina

Table 1. Physical properties of the glulam

| Bentuk penampang kayu lamina (Cross section of glulam) | Jumlah Lapis (Number of layers) | Sifat-sifat yang diamati (The examined properties) | | |
|---|------------------------------------|---|--|-------------------------------------|
| | | Kadar air (Moisture content) (%) | Kerapatan (Density) (g/cm ³) | Delaminasi (Delamination) (%) |
| A1 | 8 | 14,9 | 0,441 | 16,2 |
| A2 | 8 | 15,0 | 0,448 | 10,46 |
| B1 | 6 | 14,5 | 0,482 | 21,36 |
| B2 | 6 | 14,9 | 0,436 | 25,76 |
| Mangium utuh (<i>Solid mangium</i>) | | 15,7 | 0,684 | - |
| Sengon utuh (<i>Solid sengon</i>) | | 14,2 | 0,261 | - |
| Anonim, 1996 | | ≤ 15 | - | ≤ 5 |

Keterangan (*remarks*) : A1, A2, B1, B2 Lihat Gambar 2 (*See Figure 2*)

Rata-rata kerapatan keempat komposisi dan bentuk penampang kayu lamina (0,452) berada pada posisi di atas kerapatan kayu sengon (0,261) dan di bawah kayu mangium (0,684) tetapi mendekati nilai kerapatan kayu mangium yang diasumsikan berkontribusi lebih banyak dibandingkan dengan kayu sengon.

Delaminasi terbesar terjadi pada kayu lamina bentuk B2 dan terendah pada bentuk A1. Semua kayu lamina yang diteliti tidak memenuhi standar Jepang (Anonim, 1996). Delaminasi pada kayu lamina disebabkan oleh banyak faktor antara lain pengembangan (*swelling*) dan penyusutan (*shrinkage*) yang menimbulkan tegangan pada bagian dalam kayu lamina yang cenderung menggerakkan jaringan kayu ke arah transversal, faktor pengerjaan pada waktu pengempaan dan porositas yang dimiliki oleh kedua jenis kayu yang digunakan.

B. Sifat Mekanik

1. Keteguhan lentur statik

Sifat mekanik kayu lamina pada Tabel 2 menunjukkan bahwa MOE dan MOR kayu lamina bentuk B1 mencapai nilai tertinggi dibandingkan ketiga bentuk lainnya. Menurut Anonim (1996) kayu lamina ini tergolong mutu E110-F315 (MOE minimum : 90.000 kg/cm², MOR : 315 kg/cm²) dan dapat digunakan sebagai kayu lamina struktural.

Tabel 2. Nilai rata-rata MOE dan MOR kayu lamina campuran mangium dan sengon

Table 2. Average MOE and MOR of mangium - sengon glulam

| Bentuk penampang kayu lamina (<i>Cross section of glulam</i>) | Jumlah Lapis (<i>Number of layers</i>) | MOE (kg/cm ²) | MOR (kg/cm ²) |
|--|---|------------------------------|------------------------------|
| A1 | 8 | 89.296,40 | 400,54 |
| A2 | 8 | 83.213,45 | 364,83 |
| B1 | 6 | 91.893,97 | 440,56 |
| B2 | 6 | 83.047,02 | 323,94 |

2. Keteguhan geser rekat

Pengujian keteguhan geser rekat dilakukan terhadap bidang geser antara jenis kayu mangium-mangium (MM), mangium-sengon (MS) dan sengon-sengon (SS) pada kondisi basah (setelah uji delaminasi) dan kering udara. Nilai rata-rata keteguhan geser rekat dan persentase kerusakan kayu disajikan pada Tabel 3

Tabel 3. Rata-rata kekuatan geser rekat dan kerusakan kayu pada masing-masing lapisan.

Table 3. The average of bond shear strength and wood damages on each laminates.

| Bidang geser (Shear area) | Keteguhan geser (Shear strength), kg/cm ² | | Kerusakan kayu (Wood damage), % | |
|------------------------------|--|----------------|---------------------------------|----------------|
| | Kering (Dry) | Basah (Wet) | Kering (Dry) | Basah (Wet) |
| M - M | 15,14 | 6,23 | 7 | 0 |
| M - S | 22,98 | 18,35 | 42 | 31 |
| S - S | 22,17 | 19,93 | 50 | 54,2 |
| JAS | | | | |

Keteguhan geser rekat antar lapisan kayu lamina tertinggi terdapat pada kayu sengon-sengon (S – S) dan terendah pada mangium-mangium (M – M). Hal ini menunjukkan bahwa ikatan kopolimer TRF antara jenis kayu mangium dan sengon lebih kuat dari pada ikatan lainnya, karena kedua jenis kayu itu memiliki kandungan kimia dan struktur anatomi yang memudahkan terbentuknya ikatan adhesi mekanik dan adhesi spesifik (Santoso, 2003). Demikian pula dengan kerusakan kayu yang terjadi akibat tegangan geser, lapisan sengon-sengon menunjukkan angka kerusakan paling tinggi dibandingkan dengan lapisan lainnya. Dapat dikatakan bahwa semakin tinggi keteguhan geser lapisan kayu lamina semakin tinggi pula kerusakan kayunya. Keteguhan geser rekat pada kondisi kering maupun basah (Tabel 3) masih belum memenuhi standar Jepang (Anonim, 1996). Namun dibandingkan dengan hasil penelitian Santoso (2005) pada kayu

lamina ukuran kecil bebas cacat menggunakan perekat TRF, keteguhan rekat kayu mangium – sengon dan sengon – sengon setara dengan keteguhan rekat kayu lamina 3 lapis dari jenis gmelina pada kondisi kering dengan masa kempa 8 jam yaitu 27,73 kg/cm² dan 22,16 kg/cm² pada masa kempa 15 jam. Sedangkan untuk uji basah dengan masa kempa 8 jam setara dengan kayu lamina 3 lapis dari jenis tusam, gmelina dan damar yang nilainya berkisar 5,96 – 10,88 kg/cm² untuk masa kempa 8 jam dan 13,50 – 20,21 kg/cm² untuk masa kempa 15 jam.

Hasil pengujian statistik (Tabel 4) menunjukkan bahwa faktor jumlah lapisan pada kayu lamina berpengaruh nyata terhadap sifat keteguhan balok lamina maupun keteguhan rekatnya pada kondisi basah (setelah uji delaminasi). Hal ini berkaitan dengan terjadinya delaminasi yang demikian besar seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 4. Ringkasan sidik ragam pengaruh komposisi dan jumlah lapis terhadap parameter uji

Table 4. Summarized analysis of variance on composition and number of laminates on the examined parameters.

| Parameter | Df | Jumlah lapisan (<i>Number of layers</i>) | | Komposisi lapisan (<i>Composition</i>) | |
|------------------------------------|----|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| | | F _{hitung} (<i>F_{calculated}</i>) | Probabilitas (<i>Probability</i>) | F _{hitung} (<i>F_{calculated}</i>) | Probabilitas (<i>Probability</i>) |
| Kerapatan (<i>Density</i>) | 1 | 1.11 | 0.307 | 2.01 | 0.174 |
| Delaminasi (<i>Delamination</i>) | 1 | 9.31** | 0.007 | 0.04 | 0.846 |
| MOE | 1 | 0.08 | 0.780 | 3.03* | 0.1 |
| MOR | 1 | 0.00 | 0.985 | 11.95** | 0.003 |

Keterangan (*Remarks*): *) Berbeda nyata (*Significantly different*)

***) Sangat berbeda nyata (*Highly significant*)

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Rata-rata kerapatan keempat komposisi dan bentuk penampang kayu lamina berada pada posisi di atas kerapatan kayu sengon dan di bawah kayu mangium.
2. Delaminasi terbesar terjadi pada kayu lamina bentuk B2 dan terendah pada kayu lamina bentuk A2.
3. Semua bentuk dan komposisi kayu lamina mangium-sengon tidak memenuhi standar delaminasi Jepang.
4. Nilai keteguhan lentur kayu lamina mangium-sengon memenuhi standar Jepang dan dapat digunakan sebagai kayu konstruksi.
5. Nilai tertinggi keteguhan geser rekat antar jenis kayu pada uji kering diperoleh pada lapisan kayu mangium-sengon $22,98 \text{ kg/cm}^2$ dengan kerusakan kayu sebesar 42%, sedangkan pada uji basah diperoleh pada rekatan sengon-sengon $19,93 \text{ kg/cm}^2$ dengan kerusakan kayu sebesar 54%.
6. Jumlah lapisan berpengaruh sangat nyata terhadap delaminasi, sedangkan komposisi lapisan berpengaruh nyata terhadap MOE dan berpengaruh sangat nyata terhadap MOR.
7. Bidang geser antar lapisan jenis kayu tidak berpengaruh terhadap keteguhan geser rekat pada uji kering, namun berpengaruh sangat nyata pada uji basah (setelah uji delaminasi).

B. Saran

Untuk lebih memaksimalkan penggunaan jenis kayu berdaur pendek terutama sebagai bahan konstruksi bangunan disarankan untuk membuat kayu lamina dengan jumlah dan komposisi lapisan seperti bentuk B1. Jenis perekat yang digunakan hendaknya dipilih perekat tipe eksterior yang memiliki daya rekat tinggi dengan masa kempa lebih pendek.

DAFTAR PUSTAKA.

- Abdurachman dan Nurwati H. 2005. Kekuatan dan kekakuan balok lamina dari dua jenis kayu kurang dikenal. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 23(2) : 87-100. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor
- Anonim, 1996. Japanese Agricultural Standard for Structural Glued Laminated Timber. Japan Plywood Inspection Corporation. Tokyo. Japan.
- _____, 2002. Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI NI - 5). Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- _____, 2006. Glued Laminated Timber Association of Australia. [http //: www.timberweld-southwest.com](http://www.timberweld-southwest.com). Diakses tanggal 19 Maret 2007.
- Karnasudirdia S., 1989. Kekuatan kayu lamina yang dibuat dari tiga jenis kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Vol. 6 No. 5. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Komatsu K., and Yasuo Iijima, 2005. Development of Sugi and Douglas-Fir Mixed Species Glulam and The Performance of Portal Frame Composed of Mixed Species Glulam. International Workshop on Timber Structures. The Utilization of Low density Timber As Structural Materials. Research Institute For Human Settlements. Horizon Hotel. Bandung.
- Malik J., dan A. Santoso. 2005. Keteguhan lentur statik balok lamina dari tiga jenis kayu limbah pembalakan hutan tanaman. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 23(5) : 385-397. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.

Moody R. C., and Roland H., 1997. Glued-Laminated Timber. Forest Product Laboratory. USDA Forest Service. Madison, Winconsin.

Santoso A. 2003. Sintesis dan karakteristik resin lignin resorsinol formaldehida untuk perekat kayu lamina. Disertasi Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Tidak diterbitkan.

Lembar Abstrak

ABSTRACT

Result of the physical and mechanical properties of mixed mangium-sengon glulam with 6 layers and the B1 forms i.e. density of 0.48 gr/cm³, MOE 91.89 kg/cm² and MOR 441 kg/cm². This characters indicated that the constructed glulam could meet the Japanese Structural Standard and could be used for light construction.

Key words : Physical, mechanical, kayu lamina, mangium, sengon

ABSTRAK

Hasil penelitian sifat fisik dan mekanik yang meliputi kerapatan, MOE dan MOR kayu lamina campuran mangium-sengon 6 lapis bentuk B1 mencapai nilai tertinggi dibandingkan dengan bentuk lainnya yaitu berturut-turut 0,48 gram/cm³, 91.894 kg/cm² dan 441 kg/cm². Karakteristik ini memenuhi standar Jepang dan dapat digunakan sebagai kayu pertukangan dan konstruksi ringan.

Kata kunci : Sifat fisik, mekanik, kayu lamina, mangium, sengon.