

Determinasi Pola Susun dan Ketebalan *Strip Log Core* Papan Komposit (*Arrangement Design and Thickness Determination of Log Core Strips of Composite Board*)

Sukma S Kusumah¹⁾, Bambang Subiyanto²⁾, Muh. Y Massijaya³⁾

¹⁾UPT BPP Biomaterial LIPI, Cibinong Science Centre
Jl. Raya Bogor KM 46, Cibinong 16911, Indonesia

²⁾Pusat Inovasi LIPI, Jakarta, Indonesia

³⁾Fakultas Kehutanan IPB, Bogor, Indonesia

Corresponding author: email sukma.surya@biomaterial.lipi.go.id (Sukma S Kusumah)

Abstract

Waste from plywood industry has the potential as raw material in the manufacture of environmentally friendly composite board. The purpose of this research was to develop an environmentally friendly composite board from andong (*Gigantochloa pseudoarundinaceae*) bamboo veneer, rubber (*Hevea brasiliensis*) wood veneer, and waste of veneer peeling process ie log core by determining log core strip thickness and arrangement design optimum in composite board productions. Thicknesses of log core strip were 1.2 cm, 1.8 cm, and 2.4 cm. Arrangements of log core strip were type A and type B design. Composite boards were constructed from seven layers. Polyurethane was used as adhesive in composite board productions. The research result showed that the composite board made from andong bamboo veneer with type B in design and 1.8 cm thickness of log core strip performed better quality compared to those of other composite boards. The above type of composite boards fulfill Japanese Agricultural Standard No. 1516, 2003 for structural plywood, but not fulfill Cina Standard GB/T 19536 2004 plywood for container flooring. Based on result, the composite board was suitable for structural purposes such as door panels, and wall insulation.

Key words: andong bamboo, arrangement design of strip, log core, thickness of strip

Pendahuluan

Kegiatan ekspor-impor sudah berlangsung sejak lama, dalam pelaksanaannya salah satu komponen yang diperlukan adalah alas peti kemas (*container flooring*) yang terbuat dari kayu lapis struktural dengan ketebalan mencapai 28–30 mm. Terkait dengan hal tersebut di atas, penggunaan bahan baku kayu untuk produk *container flooring* semakin terbatas, sebagai akibat dari laju kerusakan hutan yang cenderung meningkat dari waktu ke waktu, sehingga ketersediaan kayu jauh lebih kecil dari kebutuhan industri pengolahan kayu.

Dilain pihak, limbah industri pengolahan kayu lapis belum dimanfaatkan secara maksimal. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya efisiensi pemanfaatan bahan baku kayu dengan memanfaatkan limbah kayu secara optimal dengan mengembangkan teknologi yang ada. Salah satu limbah dalam pengolahan industri pengolahan kayu lapis adalah *log core* sisa proses pengupasan vinir. Selama ini industri kayu lapis PT. Sumber Graha Sejahtera (SGS) hanya memanfaatkan *log core* sebagai bahan bakar *boiler* dalam proses produksi, sehingga nilai tambah limbah lebih kecil bila dibandingkan dengan pemanfaatan *log core* sebagai bahan baku papan komposit

yang memiliki nilai jual tinggi. *Log core* merupakan bagian kayu remaja (*juvenile wood*) karena letaknya yang dekat dengan inti kayu (*pith*), sifat fisis dan mekanis kayu remaja lebih rendah dibandingkan dengan kayu dewasa (*mature wood*) sehingga akan mengakibatkan rendahnya kualitas produk dari *log core* (Evans *et al.* 2000). Oleh karena itu diperlukan pengembangan teknologi dalam pembuatan papan komposit, salah satunya adalah pengaturan pola penyusunan dan ketebalan strip *log core* untuk meningkatkan sifat fisis dan mekanis papan. Jenis-jenis perekat yang populer digunakan selama ini adalah perekat berbasis formaldehida dan membutuhkan energi panas. Emisi formaldehida potensial menyebabkan kanker dan membahayakan kesehatan manusia, iritasi pada mata, kerongkongan dan gangguan pernapasan (Marutzky 1989; Meyer *et al.* 1986; Henderson 1979; Baumann *et al.* 2000; dalam Li 2002). Oleh karena itu, perkembangan teknologi perekat saat ini mengarah pada penggunaan perekat berbasis non formaldehida dan hemat penggunaan energi listrik, salah satu di antaranya adalah perekat *polyurethane* (Darmawan *et al.* 2009). Tujuan utama penelitian ini adalah menemukan teknik pembuatan papan komposit ramah lingkungan dari bambu, vinir dan *log core* kayu karet, dengan mengetahui pengaruh pola penyusunan tipe A (strip disusun dari strip kotak berdimensi penampang sama yaitu $2,5 \times 2,5 \text{ cm}^2$) dan pola penyusunan tipe B (strip disusun dari strip kotak yang berdimensi panjang 2,5 cm dengan lebar 2,5 cm dan dikombinasikan dengan balok berdimensi panjang 50 cm dan lebar 2,5 cm) serta ketebalan (1,2 cm, 1,8 cm, dan 2,4 cm) strip *log core* sebagai lapisan inti papan komposit. Pola penyusunan dan ketebalan strip *log core* berpengaruh nyata terhadap kualitas papan komposit merupakan hipotesis dari penelitian.

Bahan dan Metode

Secara garis besar prosedur penelitian yang dilakukan terdiri dari persiapan bahan, identifikasi, dan determinasi kondisi optimum papan komposit. Skema dan penjelasan masing-masing tahapan penelitian sebagai berikut:

Persiapan Bahan Baku

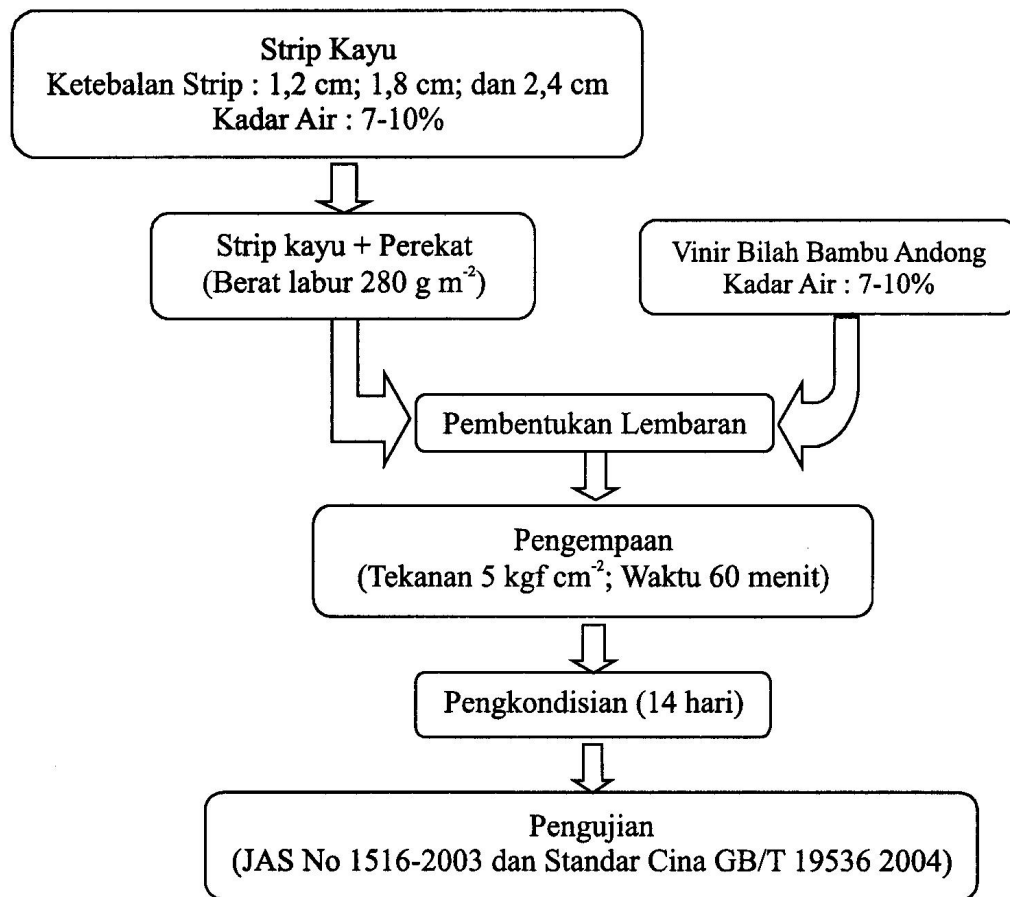
Strip *log core* diperoleh dari *log core* dengan diameter 4,7 cm dan panjang 130 cm sisa pengupasan vinir di industri kayu lapis PT. SGS. Bambu Andong diperoleh dari Kebun Raya Bogor dengan umur 2–4 tahun (Dransfield & Widjaya 1995; Li 2004).

Papan komposit yang dibuat tersusun dari 7 lapisan, lapisan inti terbuat dari strip *log core* yang disusun dengan pola susun tipe A (strip disusun dari strip kotak berdimensi penampang sama ($2,5 \times 2,5$) cm^2) dan B (strip disusun dari strip kotak yang berdimensi penampang ($2,5 \times 2,5$) cm^2 dan dikombinasikan dengan balok berdimensi panjang 50 cm dan lebar 2,5 cm) seperti yang disajikan pada Gambar 2, serta dibuat tiga ketebalan strip yaitu 1,2 cm, 1,8 cm, dan 2,4 cm dengan bahan pelapis dari bambu Andong dan vinir kayu Karet sebagai pembanding. Masing-masing papan diulang sebanyak 3 kali, sehingga jumlah papan yang dibuat sebanyak 18 papan utama ditambah papan komposit pembanding dengan bahan vinir kayu Karet sebanyak 18 papan.

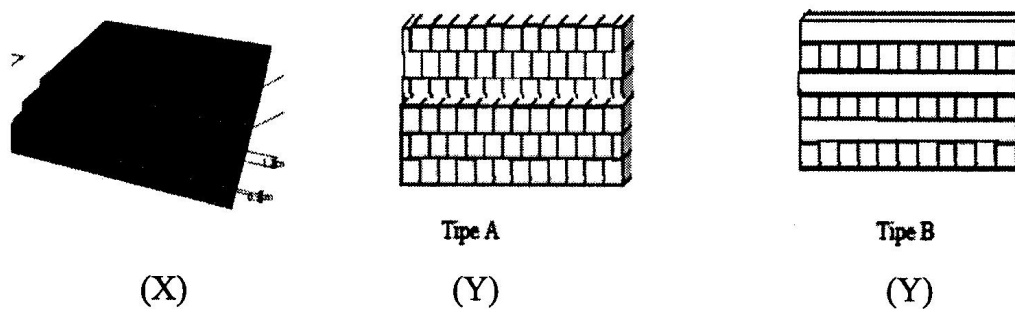
Perekat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perekat *polyurethane* (SC 43 + 3%, dan viscositas 150 + 30 ps) yang diperoleh dari PT. Koyo Bond Indonesia. Perekat *polyurethane* merupakan perekat yang tidak berbahan dasar formaldehida tetapi dari polimer bergugus fungsi –OH (polyol) sebagai *base resin* dan isocyanat sebagai *hardener*.

Determinasi kondisi optimum

Pembuatan papan komposit:



Gambar 1 Alur proses pembuatan papan komposit.



Gambar 2 Konstruksi papan komposit (X) dan pola penyusunan strip *log core* (Y).

Peralatan yang digunakan pada pembuatan papan komposit adalah oven, alat kempa, koas, selotip, timbangan, sedangkan untuk pengujian digunakan *Universal Testing Machine* (UTM), jangka sorong, dan penangas air.

Pengujian kualitas papan komposit dan analisis data

Pengujian difokuskan pada pengujian sifat fisis dan mekanis sesuai standar *Japanese Agricultural Standard* (JAS) No.1516, 2003 JAS *for Structural Plywood* dan Cina GB/T 19536 2004 tentang *plywood for container flooring*. Sifat fisis yang diuji meliputi; delaminasi, sedangkan sifat mekanis yang diuji meliputi keteguhan patah (*Modulus of Rupture* (MOR)), modulus elastisitas (*Modulus of Elasticity* (MOE)), keteguhan tekan papan, dan uji kekerasan. Data hasil pengujian dianalisis statistik menggunakan rancangan faktorial pola acak lengkap yang terdiri atas dua faktor: faktor pola penyusunan strip *log core* (tipe A dan B) dan faktor ketebalan strip *log core* (1,2 cm, 1,8 cm, dan 2,4 cm), masing-masing perlakuan 3 ulangan.

Hasil dan Pembahasan

Sifat fisis

Pengujian sifat fisis papan komposit dilakukan untuk melihat pengaruh ketebalan dan pola penyusunan strip *log core* pada lapisan inti papan komposit terhadap delaminasi papan.

Delaminasi

Semua papan komposit pada tahap kedua memiliki nilai delaminasi (< 42%) yang

memenuhi standar JAS No. 1516 2003 dan standar Cina GB/T 19536 2004 (< 32%) tentang *plywood for container flooring*.

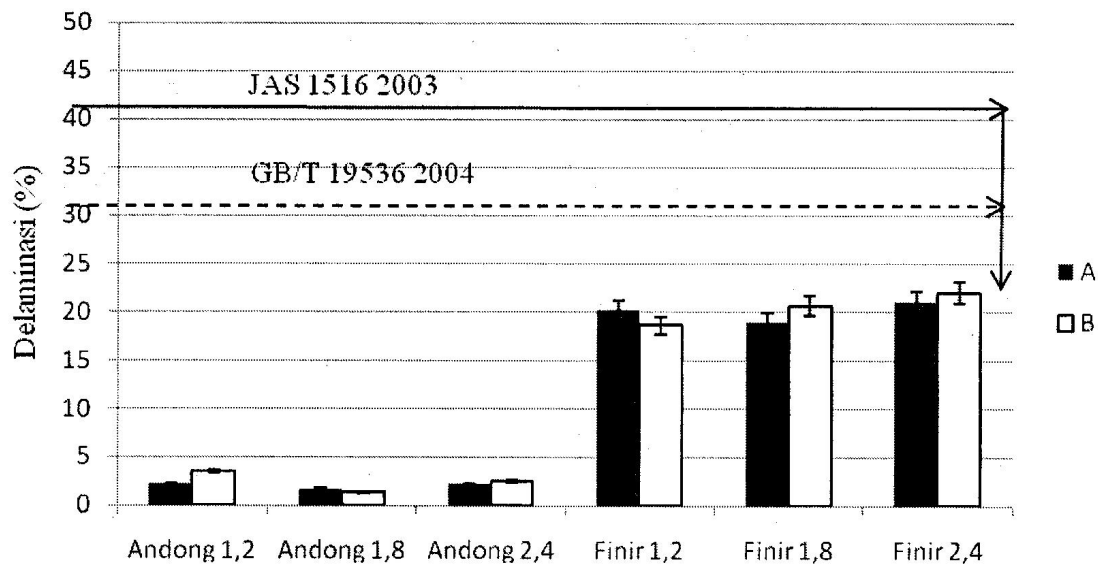
Pada Gambar 3 terlihat papan komposit dengan pelapis bambu andong pada berbagai ketebalan dan pola penyusunan strip *log core* memiliki rata-rata delaminasi yang lebih baik (2,3%) dibandingkan dengan papan komposit yang dilapisi vinir kayu karet (20,3%). Sebaliknya, pada variasi ketebalan dan pola penyusunan strip *log core* dalam satu pelapis (bambu Andong atau vinir kayu karet) memiliki nilai delaminasi yang tidak berbeda nyata.

Hal ini menunjukkan bahwa nilai delaminasi papan komposit tidak dipengaruhi oleh ketebalan dan pola penyusunan strip *log core*, akan tetapi dipengaruhi oleh karakteristik bahan penyusun papan komposit tersebut yang diimplikasikan dengan keterbasahan bahan oleh perekat.

Sifat mekanis

MOR

Papan komposit dengan ketebalan strip *log core* 1,2 cm dan 1,8 cm pada kedua pola penyusunan strip memiliki MOR (> 220 kgf cm⁻²) yang memenuhi standar JAS No. 1516 2003, tetapi semua papan tidak memenuhi MOR (> 850 kgf cm⁻²) standar Cina GB/T 19536 2004 tentang *plywood for container flooring* seperti yang terlihat pada Gambar 4.



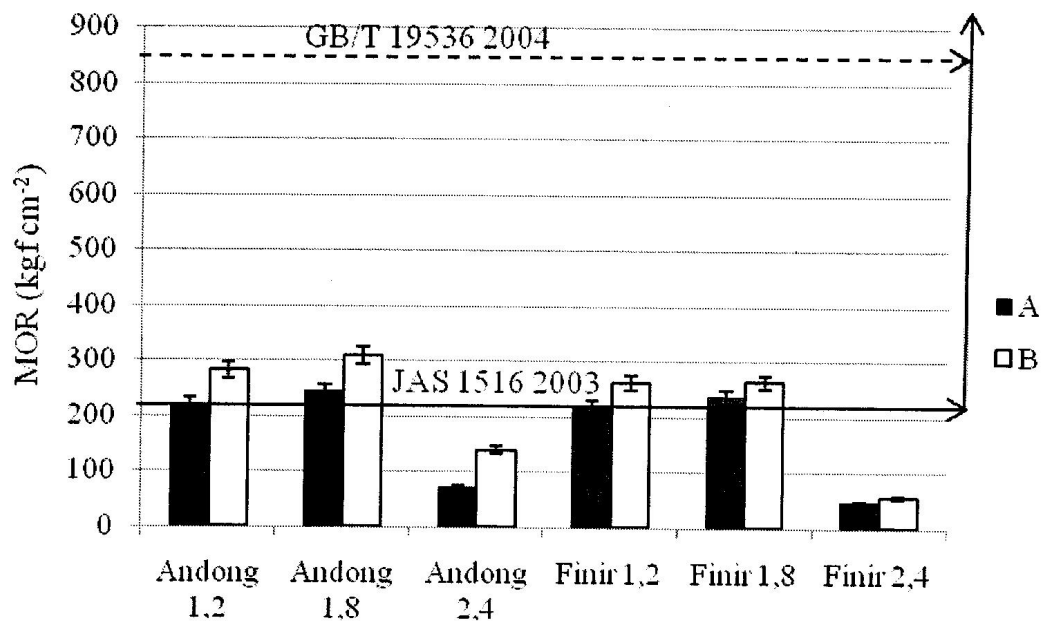
Gambar 3. Histogram delaminasi papan komposit (A = pola penyusunan strip *log core* tipe A; B = pola penyusunan strip *log core* tipe B; 1,2;1,8;2,4 = variasi ketebalan strip *log core*; Andong dan Vinir = pelapis pada papan komposit (bambu Andong sebagai pelapis utama dan vinir kayu karet sebagai pembanding).

Berdasarkan uji lanjut Duncan menunjukkan adanya perbedaan nyata antara rata-rata MOR papan komposit yang dilapisi bambu Andong pada ketebalan strip 1,8 cm (278 kgf cm^{-2}) dengan 2,4 cm (107 kgf cm^{-2}), akan tetapi tidak berbeda nyata dengan rata-rata MOR papan komposit pada ketebalan 1,2 cm (252 kgf cm^{-2}). Perbedaan ini terjadi karena ketebalan strip *log core* terkait dengan jumlah pelapis yang digunakan pada papan komposit. Papan komposit dengan ketebalan strip *log core* 2,4 cm memiliki jumlah pelapis lebih sedikit (2 pelapis) dibandingkan dengan papan komposit pada ketebalan strip 1,8 cm (4 pelapis) dan 1,2 cm (6 pelapis) untuk mencapai ketebalan total papan komposit 3 cm, oleh karena itu proporsi kayu juvenil (2,4 cm) dalam satu papan lebih banyak dibandingkan dengan bahan pelapis (bambu Andong (0,6 cm)) yang memiliki MOR (552 kgf cm^{-2}) lebih kuat

dibandingkan MOR (461 kgf cm^{-2}) *log core* yang merupakan bagian kayu juvenil.

Pada ketebalan strip yang sama, pola penyusunan strip B memiliki nilai MOR yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pola penyusunan strip A.

MOR yang lebih tinggi pada papan komposit dengan pola penyusunan strip B disebabkan adanya potongan *log core* yang memiliki dimensi panjang (50 cm) lebih panjang dari dimensi panjang strip kotak (2,5 cm) yang disusun selang-seling dengan strip kotak (seperti yang terlihat pada Gambar 2) sehingga sambungan atau bidang rekat antar penyusun lapisan inti papan lebih sedikit dibandingkan dengan pola penyusunan strip A yang hanya tersusun dari strip kotak, sehingga kemungkinan rusaknya papan komposit dengan pola penyusunan strip A lebih cepat dibandingkan dengan pola penyusunan strip B yang akan mengurangi kekuatan menahan beban maksimum.



Gambar 4 Histogram MOR papan komposit.

Papan komposit dengan pelapis bambu Andong memiliki rata-rata nilai MOR relatif lebih tinggi dibandingkan dengan papan komposit yang dilapisi vinir kayu Karet. Hal ini terkait dengan sifat keterbasahan oleh perekat *polyurethane* bambu Andong yang lebih baik dibandingkan dengan kayu Karet sehingga memiliki kekuatan rekat yang lebih baik yang berakibat deformasi kerusakan papan lebih lama diandingkan papan yang dilapisi vinir kayu Karet.

MOE

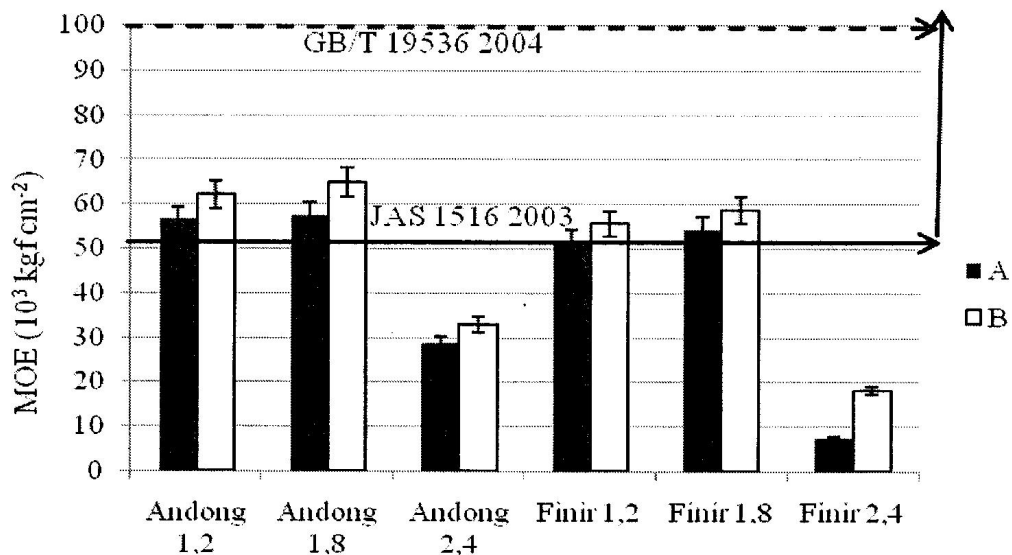
Seperti halnya pada rata-rata MOR papan komposit, MOE ($> 55 \times 10^3 \text{ kgf cm}^{-2}$) papan komposit dengan ketebalan strip 1,2 cm dan 1,8 cm memenuhi standar JAS No. 1516 2003. Akan tetapi tidak sesuai dengan standar Cina GB/T 19536 2004 tentang *plywood for container flooring* seperti yang disajikan pada Gambar 5. Pada Gambar 5 terlihat rata-rata nilai MOE ($50,55 \times 10^3 \text{ kgf cm}^{-2}$) papan komposit dengan pelapis bambu Andong lebih tinggi dibandingkan dengan papan komposit yang dilapisi vinir kayu Karet ($41,11 \times 10^3 \text{ kgf cm}^{-2}$). Rendahnya MOE

papan komposit yang dilapisi vinir kayu Karet karena rendahnya ikatan rekat antar bidang rekat pada papan komposit tersebut, sehingga deformasi penyusun papan komposit lebih cepat dibandingkan dengan papan komposit yang dilapisi bambu Andong. Hal ini mengakibatkan kekakuan papan komposit yang dilapisi vinir lebih rendah dibandingkan dengan papan komposit yang dilapisi bambu Andong.

Berdasarkan uji lanjut Duncan, terdapat perbedaan yang nyata antara nilai rata-rata MOE papan komposit pada ketebalan strip 1,8 cm ($61,33 \times 10^3 \text{ kgf cm}^{-2}$) dengan papan komposit pada ketebalan strip 2,4 cm ($30,90 \times 10^3 \text{ kgf cm}^{-2}$), serta tidak berbeda nyata dengan papan komposit pada ketebalan strip 1,2 cm ($59,40 \times 10^3 \text{ kgf cm}^{-2}$). Hal ini menunjukkan adanya pengaruh dari ketebalan strip *log core* yang digunakan terkait dengan jumlah pelapis yang digunakan pada ketebalan strip yang berbeda serta proporsi kayu juvenil dalam satu papan. Semakin banyak proporsi kayu juvenil yang digunakan sebagai bahan baku papan komposit maka akan menurunkan nilai MOE dari papan

komposit tersebut. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kretschmann tahun 1993. Pada papan komposit dalam satu ketebalan strip *log core*, pola penyusunan strip *log core* tipe

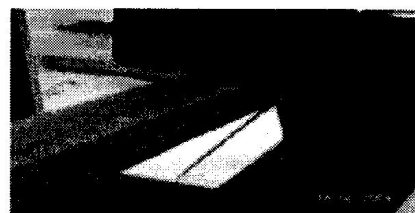
A memiliki rata-rata MOE yang lebih rendah dari rata-rata MOE papan komposit dengan pola penyusunan strip tipe B seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Histogram MOE Papan Komposit



A



B

Gambar 6 Kerusakan contoh uji MOR dan MOE (A = kerusakan contoh uji papan komposit dengan pola penyusunan strip tipe A; B = kerusakan contoh uji papan komposit dengan pola penyusunan strip tipe B)

Penggunaan potongan *log core* yang memiliki dimensi panjang (50 cm) lebih panjang dari dimensi panjang strip kotak (2,5 cm) yang disusun selang-seling dengan strip kotak (seperti yang terlihat pada Gambar 2) pada pola penyusunan strip tipe B yang memiliki jumlah sambungan atau bidang rekat yang lebih sedikit dibandingkan dengan pola penyusunan strip tipe A yang tersusun oleh strip-strip kotak. Hal ini

mengakibatkan deformasi papan komposit lebih lama pada papan komposit dengan pola penyusunan strip tipe B yang mengakibatkan tingginya kekakuan papan komposit tersebut.

Keteguhan tekan searah tebal papan

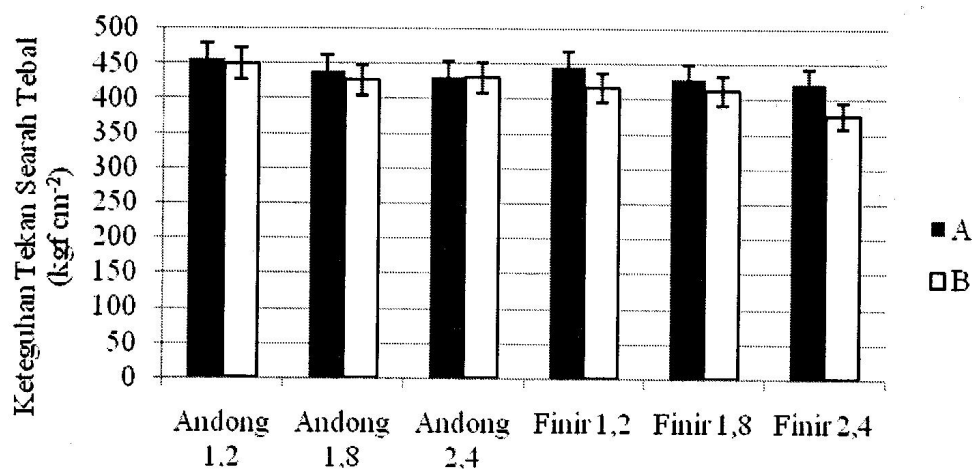
Papan komposit pada semua ketebalan dan pola penyusunan strip *log core* memiliki nilai keteguhan tekan searah tebal yang relatif sama. Histogram nilai keteguhan

tekan searah tebal papan disajikan pada Gambar 7.

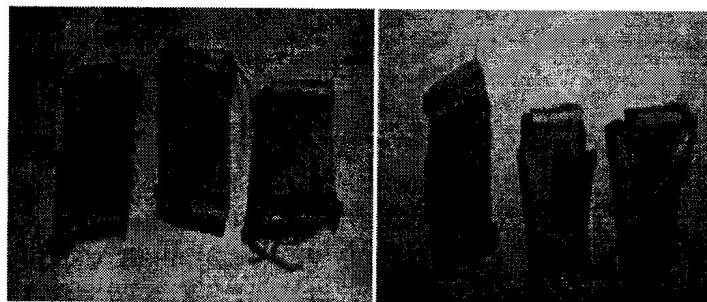
Berdasarkan hasil uji analisis sidik ragam menunjukkan tidak ada pengaruh yang nyata dari tebal maupun pola susun strip. Hal ini terjadi karena perbedaan tebal yang tidak terlalu signifikan, terkait dengan arah pengujian yang searah longitudinal *log core* pada semua papan.

Akibat hal tersebut, faktor banyaknya pelapis yang digunakan tidak terlalu

berperan, karena arah pengujiannya tegak lurus dengan garis rekat antar pelapis dan strip *log core*, sehingga kerusakan pengujian lebih banyak terjadi pada bagian strip *log core* dibandingkan pada bagian garis rekat antar lapisan, seperti yang terjadi pada pengujian keteguhan tekan searah panjang papan komposit. Ilustrasi kerusakan contoh uji keteguhan tekan searah tebal papan disajikan pada Gambar 8.



Gambar 7 Histogram keteguhan tekan searah tebal papan komposit



Gambar 8 Kerusakan contoh uji keteguhan tekan searah tebal papan komposit

Kesimpulan

Papan komposit pada semua pola penyusunan dan ketebalan strip *log core* memiliki delaminasi relatif sama serta memenuhi standar JAS No. 1516 2003, JAS for structural plywood dan standar Cina GB/T 19536 2004 plywood for container flooring.

Papan komposit dengan pola penyusunan strip tipe B (strip disusun dari strip kotak yang berdimensi penampang $(2,5 \times 2,5)$ cm² dan dikombinasikan dengan balok berdimensi panjang 50 cm dan lebar 2,5 cm) dan ketebalan 1,8 cm memiliki MOR, MOE, dan keteguhan tekan searah panjang

lebih baik dibandingkan dengan papan komposit lainnya, serta memenuhi standar JAS No. 1516 2003, *JAS for structural plywood*, akan tetapi tidak memenuhi standar Cina GB/T 19536 2004 *plywood for container flooring*. Oleh karena itu papan komposit yang dihasilkan tidak cocok digunakan untuk alas peti kemas (*container flooring*), akan tetapi berdasarkan standar JAS No. 1516 2003, *JAS for structural plywood* papan komposit tersebut dapat digunakan untuk penggunaan struktural seperti panel pintu, penyekat dinding, dan penggunaan struktural lainnya.

Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan terima kasih kepada PT. SGS (Sumber Graha Sejahtera) yang telah memberikan bantuan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Darmawan T, Dwianto W, Amin Y, Prasetyo KW, Subiyanto B. 2009. Karakteristik LVL lengkung dengan proses kempa dingin. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 7 (2): 62-66.
- Evans WJ, Senft JF, David WG. 2000. Juvenile wood effect in red alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones. *Forest Prod. J.* 50(7/8):75-87.
- [JSA] Japanese Standard Association. 2003. *Japanese Agricultural Standard: Plywood JAS SE-1*. Japan: Japanese Standard Association.
- Kretschmann ED *et. al.* 1993. *Effect of Various Proportions of Juvenile Wood on Laminated Veneer Lumber*. Forest Product Laboratory. United States Department of Agriculture.
- Li K, 2002. Use of marine adhesive protein as a model to develop formaldehyde-free wood adhesives, in *Proceeding the 6th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium*,. Oregon USA: Oregon State University.
- Nasional Standard of the People's Republic of China. 2004. *Plywood for Container Flooring: GB/T 19536-2004*. General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Cina: National Committee of Standardization for Supervision.
- Riwayat naskah (*article history*)
- Naskah masuk (*received*) : 27 Agustus 2009
- Diterima (*accepted*) : 01 Desember 2009