

# TINJAUAN KEKUATAN LENGKUNG PAPAN SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN TEKNIK

Ellyawan S. Arbintarso  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri  
Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta  
Jl. Kalisahak 28 Yogyakarta  
Email : arbintarso@yahoo.co.uk

## ABSTRACT

*Indonesia is the second biggest coconut producer in the world. Coconut fibre can be process to be coir (fibre) as use in fibreboard. Aim this research has to know usability coconut fibreboard as engineering material with hand lay-up method. Coconut fibreboard was made with long and short coir and used phenol formaldehyde as bonding element. Static bending, and edge screw holding testing has been done. The results as general unnecessary to fulfil the MDF standard (National Particle Board Association, 1994). This coconut fibreboard was classified in High Density ( $\rho > 8 \text{ g/mm}^3$ ). The short coconut fibreboard has MOR = 1,462 kg/mm<sup>2</sup> (MDF: > 3,45 kg/mm<sup>2</sup>), MOE = 203,9106 Kg/mm<sup>2</sup> (MDF: > 345 kg/mm<sup>2</sup>), edge screw holding = 171.6 kg (MDF: > 133,5 kg) and the long coconut fibreboard has MOR = 1,692 kg/mm<sup>2</sup> (MDF: > 3,45 kg/mm<sup>2</sup>), MOE = 252,6558 Kg/mm<sup>2</sup> (MDF: > 345 kg/mm<sup>2</sup>), edge screw holding = 226 kg (MDF: > 133,5 kg). The long coconut fibreboard has better than the short coconut fibreboard. Even unnecessary as engineering material, coconut fibreboard has higher edge screw holding which can be use as table or household else without heavy load.*

**Keywords:** Fiber Board, Coconut Fiber, Flexural Strength

## INTISARI

Indonesia merupakan negara penghasil kelapa terbesar nomor 2 di dunia. Sabut kelapa dapat diolah menjadi serat kelapa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku papan serat. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kelayakan dari papan serat sabut kelapa yang pembuatannya dengan metode *hand lay-up*. Perekat yang dipakai adalah jenis resin *phenol formaldehyde*. Pengujian kekuatan lengkung statis, dan kekuatan pegang sekrup telah dilakukan. Secara umum hasil menunjukkan bahwa papan serat tersebut belum memenuhi standar MDF (*National Particle Board Association*, 1994), dan tergolong jenis papan serat *High Density* karena  $\rho > 8 \text{ g/mm}^3$ . Kualitas papan yang dihasilkan dari serat pendek, MOR = 1,462 kg/mm<sup>2</sup> (MDF: > 3,45 kg/mm<sup>2</sup>), MOE = 203,9106 Kg/mm<sup>2</sup> (MDF: > 345 kg/mm<sup>2</sup>), kuat pegang sekrup = 171.6 kg (MDF: > 133,5 kg). Sedang pada papan dengan serat panjang, MOR = 1,692 kg/mm<sup>2</sup> (MDF: > 3,45 kg/mm<sup>2</sup>), MOE = 252,6558 Kg/mm<sup>2</sup> (MDF: > 345 kg/mm<sup>2</sup>), kuat pegang sekrup = 226 kg (MDF: > 133,5 kg). Kualitas papan dari serat panjang lebih bagus daripada papan dengan serat pendek. Meskipun papan dari serat sabut kelapa belum memenuhi bila digunakan sebagai bahan teknik dengan standard MDF namun papan serat sabut kelapa ini dapat digunakan sebagai meja atau perlengkapan rumah tangga lain dengan beban ringan mengingat mempunyai kuat pegang sekrup yang tinggi.

**Kata Kunci :** Papan Serat, Sabut Kelapa, Kekuatan Lengkung

## PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan dan berada di daerah tropis dan kondisi agroklimat yang mendukung, Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang utama di dunia. Pada tahun 2000, luas area tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,76 juta Ha, dengan total produksi diperkirakan sebanyak 14 milyar butir kelapa, yang sebagian besar (95 %) merupakan perkebunan rakyat (BI, 2004). Kelapa mempunyai nilai dan peran yang penting baik ditinjau dari aspek ekonomi maupun social budaya. Sabut kelapa merupakan hasil samping, dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35 % dari bobot buah kelapa. Dengan demikian, apabila secara

rata-rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, maka berarti terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan (BI, 2004). Potensi produksi sabut kelapa yang sedemikian besar belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produktif yang dapat meningkatkan nilai tambahnya. Serat sabut kelapa, atau dalam perdagangan dunia dikenal sebagai *coco fiber*, *coir fiber*, *coir yarn*, *coir mats*, dan *rugs*, merupakan produk hasil pengolahan sabut kelapa.

Secara tradisional serat sabut kelapa hanya dimanfaatkan untuk bahan pembuat sapu, keset, tali dan alat-alat rumah tangga lain. Perkembangan teknologi, sifat fisika-kimia

serat, dan kesadaran konsumen untuk kembali ke bahan alami, membuat serat sabut kelapa dimanfaatkan menjadi bahan baku industri karpet, jok dan dashboard kendaraan, kasur, bantal, dan lain-lain (*The Encyclopedia of wood*, 1980).

Produsen mobil *Daimler-Bens* pun telah memanfaatkan serat abaca sebagai penguat bahan komposit untuk *dashboard*. Pergeseran trend teknologi ini dilandasi oleh sifat komposit berpenguat serat alam yang lebih ramah lingkungan (*Sumardi, dkk., 2003*).

Serat sabut kelapa juga mulai dijadikan baha baku pembuatan tekstil yang dilakukan oleh Widiawati dkk. (2007) di desa Cibenda Ciamis.

Serat sabut kelapa juga dimanfaatkan untuk pengendalian erosi. Serat sabut kelapa diproses untuk dijadikan *coir fiber sheet* yang digunakan untuk lapisan kursi mobil, *spring bed* dan lain-lain. Serat sabut kelapa bagi negaranegara tetangga penghasil kelapa sudah merupakan komoditi ekspor yang memasok kebutuhan dunia yang berkisar 75,7 ribu ton pada tahun 1990 (BI, 2004). Indonesia walaupun merupakan negara penghasil kelapa terbesar di dunia, pangsa pasar serat sabut kelapa masih sangat kecil. Kecenderungan kebutuhan dunia terhadap serat kelapa yang meningkat dan perkembangan jumlah dan keragaman industri di Indonesia yang berpotensi dalam menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan baku / bahan pembantu, merupakan potensi yang besar bagi pengembangan industri pengolahan serat sabut kelapa.

Dari aspek teknologi, pengolahan serat sabut kelapa relatif sederhana yang dapat dilaksanakan oleh usaha-usaha kecil. Adapun kendala dan masalah dalam pengembangan usaha kecil/menengah industri pengolahan serat sabut kelapa adalah keterbatasan modal, akses terhadap informasi pasar dan pasar yang terbatas, serta kualitas serat yang masih belum memenuhi persyaratan (BI, 2004). Dalam rangka menunjang pengembangan industri serat sabut kelapa yang potensial ini, maka perlu dilakukan pengujian yang memanfaatkan sabut kelapa ini sebagai papan serat yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan teknik. Dari hasil penelitian nantinya dapat dihasilkan data-data teknik yang berkenaan dengan pemanfaatan tersebut, sehingga apakah dapat dipertanggung jawabkan keamanannya atau tidak. Disamping hal itu juga memanfaatkan serat sabut kelapa sebagai hasil samping, agar memiliki nilai tambah dan nilai ekonomi yang lebih tinggi.

Variabel yang dipilih dalam penelitian ini adalah panjang serat yaitu antara serat yang

pendek (3-5 cm) dan serat yang panjang (7-10 cm) yang ditambah dengan bahan pengikat resin yang dicampur dengan katalis, berbagai pengujian telah dilakukan antara lain: kekuatan lengkung, impak dan kekuatan pemegang sekrup/baut (ASTM D1037) pada kedua variabel tersebut.

Sabut kelapa tersusun atas unsur organik dan mineral yaitu; *pectin* dan *hemisellulose* (merupakan komponen yang larut dalam air), *lignin* dan *sellulose* (komponen yang tidal larut dalam air), kalium, kalsium, magnesium, nitrogen serta protein. Perbandingan komponen diatas tergantung dari umur sabut kelapanya. *Lignin* pada serat sabut kelapa berkisar antara 40 % sampai 50%. Serat sabut tergolong relatif pendek, sel seratnya sepanjang kira-kira 1 mm dengan diameter 15 micron dan sehelai serat terdiri dari 30 sampai 300 sel atau lebih, dilihat dari penampang lintangnya. Panjang serat sabut berkisar 15 sampai 35 cm dengan diameter 0,1 sampai 1,5 mm. Serat sabut mempunyai daya apung yang tinggi, tahan terhadap bakteri, air garam dan murah, sedang kelemahannya ialah, tidak dapat digintir dengan baik dan tergolong serat yang kaku (*The Encyclopedia of wood*, 1980).

Mutu serat sabut kelapa atau *coconut fibre*, ditentukan oleh warna, persentase kotoran, kadar air, dan proporsi antara bobot serat panjang dan serat pendek. Dengan mengacu pada Kaw dkk (1997) maka serat dapat dianalisis sebagai berikut :

1. Nilai aspect ratio dari fiber

$$\frac{l}{d} = \text{aspect ratio} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

$l/d$  = aspect ratio

$\sigma_u$  = tegangan *ultimate* serat

$\tau_y$  = tegangan geser permukaan

Agar agar matriks dapat meneruskan gaya dari satu serat ke serat lainnya dengan sempurna maka maka tegangan geser yang terjadi antara permukaan serat dan matriks harus kecil. Jika kita anggap  $\sigma_u$  konstan maka harga aspect ratio dari fiber harus besar agar regangan geser antara serat dan matriks semakin kecil. Jika kita asumsikan panjang fiber konstan, maka nilai *aspect ratio* akan semakin besar dengan semakin kecilnya diameter serat. Dengan begitu semakin kecil serat maka sifat mekanik dari komposit akan semakin baik

2. Luas interface

Semakin kecil dimensi serat maka interface dari fiber dalam laminat akan semakin besar. Jika :

$A$  = luas interface  
 $r$  = jari-jari serat  
 $N$  = jumlah serat  
 $L$  = panjang serat  
 $V$  = volume serat  
 Dan subscript menunjukkan jenis serat maka:

$$A_1 = N_1 \times \pi \times 2 \times r_1 \times L_1 \dots\dots\dots (2)$$

$$A_2 = N_2 \times \pi \times 2 \times r_2 \times L_2 \dots\dots\dots (3)$$

Jika

$$V_1 = V_2$$

$$N_1 \times \pi \times r_1^2 \times L_1 = N_2 \times \pi \times r_2^2 \times L_2$$

$$N_2 = N_1 \times r_1^2 / r_2^2 \dots\dots\dots (4)$$

subtitusikan (4) ke (3) maka :

$$A_2 = N_1 \times (r_1^2 / r_2^2) \times \pi \times 2 \times r_2 \times L_2$$

$$A_2 = N_1 \times (r_1 / r_2) \times \pi \times 2 \times r_1 \times L_2$$

$$A_2 = (r_1 / r_2) A_1 \dots\dots\dots (5)$$

Jika  $r_2 > r_1$  maka  $A_2 > A_1$

Jadi dengan semakin kecil serat maka interface serat dengan matriks akan semakin besar sehingga gaya yang disalurkan matriks ke serat dapat semakin akan semakin baik.

3. Semakin kecil ukuran serat maka cacat-cacat yang terdapat dalam padatan besar bisa semakin berkurang, dengan demikian kekuatannya akan semakin besar.

Resin adalah polimer dalam komposit sebagai matrik, yang mempunyai fungsi sebagai pengikat, sebagai pelindung struktur komposit, memberi kekuatan pada komposit dan bertindak sebagai media transfer tegangan yang diterima oleh komposit serta melindungi serat dari abrasi dan korosi (Michael, 1998). Resin *thermoset* adalah tipe system matrik yang paling umum dipakai sebagai material komposit. Mereka menjadi populer penggunaannya dalam komposit dengan sejumlah alasan, mempunyai kekuatan leleh yang cukup rendah, kemampuan interaksi dengan serat yang bagus dan membutuhkan suhu kerja yang relatif rendah. Selain itu juga mempunyai harga yang lebih rendah daripada resin *thermoplastis*. Resin epoksi yang paling umum berdasarkan pada reaksi dari *epichlorohydrin* dan *bisphenol A*. karakter dari produksi rantai epoksi adalah kemampuan proses dan derajat garis melintang. Pembuatan dari jaringan epoksi yang

sangat bagus dengan cara menambahkan katalis yang akan bereaksi dengan baik dengan struktur jaringan, maka kemampuan mekanik dari epoksi tergantung dari tipe katalis yang digunakan. Asam *anhydrides* dan amino multifungsi adalah yang paling sering digunakan. *Amino aliphatic* akan mempercepat waktu pengeringan, dimana aromanya tidak begitu menyengat akan tetapi dapat memberikan hasil yang lebih baik pada temperatur transisi kaca. Untuk pengeringan epoksi dengan temperatur 121°C, di *cyandiamide* (dicy) digunakan sebagai katalis. Umumnya pengeringan epoksi pada suhu 177°C menggunakan katalis yang berbasis pada *tetraglycidy derivative* (Michael, 1998).

Pada saat katalis dan epoksi dicampur resin cair akan dijadikan padat dengan menggunakan panas dari reaksi kimia eksotermal. Katalis adalah bahan yang digunakan untuk memulai dan mempersingkat reaksi *curing* pada temperatur ruang. Katalis dapat menimbulkan panas saat curing dalam hal ini dapat merusak produk yang dibuat. Katalis yang digunakan sebagai proses *curing* dalam pembuatan papan yang berasal dari organic proxide seperti *methyl ethyl, ketone proxide* dan *acetyl acetone proxide*. Dalam pembuatan bahan komposit, campuran katalis sedikit maka papan serat yang dihasilkan akan lebih kuat bila dibandingkan pada campuran katalisnya banyak.

Jenis perekat sintesis yang digunakan dalam industri papan serat maupun papan partikel ada dua macam yaitu: *Urea formaldehida* dan *Phenol formaldehida*. Perekat resin *urea formaldehida* biasanya digunakan untuk membuat jenis papan yang pada aplikasinya digunakan didalam ruangan (*interior*) dan tidak memerlukan ketahanan yang kuat terhadap cuaca. Keuntungan dari *urea formaldehida* adalah harganya yang relatif murah, mudah dalam penuangan dan proses pemotongan cepat dan tidak meninggalkan bekas warna pada papan yang dihasilkan. Untuk papan yang memerlukan ketahanan terhadap cuaca atau digunakan pada luar ruangan biasanya perekat yang digunakan adalah resin *phenol formaldehyde* (Maloney, 1997)

Menurut Sutigno (1994) reaksi perekat *urea formaldehida* telah diselidiki pertama kali oleh Gold Schimit (1989). Dengan menggunakan reaktor yang bersuasana netral dan asam, hasil reaksi penggabungan antara kedua rekat-an itu berbentuk padat bulat, yang ternyata merupakan bahan yang mempunyai sifat perekat. Urea diperoleh dari gas alam maupun batubara melalui beberapa senyawa alam selanjutnya dirubah menjadi amoniak dengan bantuan udara dimana nitrogen diambil. Perekat ini kemudian termasuk tipe matang setelah dikenai panas atau tekanan berikutnya.

Komposit juga mempunyai kekuatan yang tinggi, bahkan dengan perkembangan yang cukup pesat, dalam perkembangan komposit ada beberapa jenis komposit yang kekuatannya sudah melebihi baja. Itulah sebabnya peran baja dalam berbagai aplikasi dewasa ini perlahan-lahan digantikan oleh komposit.

Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya (Kaw, 1997), yaitu:

1. *Fibrous Composites* (Komposit Serat) merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu laminat atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat / *fiber*. *Fiber* yang digunakan bisa berupa *glass fibers, carbon fibers, aramid fibers (polyaramide)*, dan sebagainya. *Fiber* ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.
2. *Laminated Composites* (Komposit Laminat), merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.
3. *Particulate Composites* (Komposit Partikel), merupakan komposit yang menggunakan partikel/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya

Kekuatan komposit tidak tergantung dari interaksi mikroskopik antar molekul seperti yang biasa terjadi pada material lain. Kekuatan komposit terdiri dari serat, dan posisi serat dalam komposit itu sendiri apabila posisi serat dalam matrik hanya satu arah saja sesuai dengan arah serat. Akan tetapi komposit yang berkualitas tinggi adalah yang bisa melayani gaya dari segala arah untuk memenuhi kebutuhan ini hendaknya serat diusahakan mengarah kesegala arah. Komposit tentu dipengaruhi oleh jenis serat dan panjangnya serat dan arah serat (serat-serat itu diorientasikan paralel kepada arah pengujian) supaya untuk menunjukkan sifat mekanis terbaik.

Selain hal diatas kekuatan dari komposit sangat ditentukan dari fraksi volume penyusunnya, yaitu jumlah masing-masing volume matrik dan serat, yang dirumuskan (Gibson, 1994):

$$\sigma_c = v_f \times \sigma_f + v_m \times \sigma_m \dots\dots\dots (6)$$

$$v_v + v_m + v_f = 1 \dots\dots\dots (7)$$

Sedang *compact density* ditentukan dengan persamaan *rule of mixture* :

$$\rho_c = \rho_m \times v_m + \rho_f \times v_f \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

$\sigma_c$  = Tegangan tarik komposit

$\sigma_m$  = Tegangan tarik matrik

$v_m$  = Fraksi volume matrik

$\rho_c$  = Densitas komposit

$\rho_m$  = Densitas matrik

$\rho_f$  = Densitas fiber

$\sigma_f$  = Tegangan tarik serat

$v_f$  = Fraksi volume serat

$v_v$  = Fraksi volume *voids* (rongga)

Salah satu faktor penting yang menentukan karakteristik dari komposit adalah perbandingan matrik dan penguat/serat. Perbandingan ini dapat ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat ( $V_f$ ) atau fraksi berat serat ( $W_f$ ). Namun, formulasi kekuatan komposit lebih banyak menggunakan fraksi volume serat. Menurut Roe dan Ansel (1985), fraksi volume serat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_f = \frac{W_f \times \rho_m}{W_f \times \rho_m + \rho_f} \dots\dots\dots (9)$$

Jika selama proses pembuatan komposit diketahui massa serat dan matrik, serta *density* serat dan matrik, maka fraksi volume dan fraksi massa serat dapat dihitung dengan persamaan Kaw (1997).

Metode tertua dari pabrikasi komposit adalah *hand lay-up* atau *contact moulding technique* (Maloney, 1997). Pada proses ini komposit diproduksi pada sebuah cetakan yang dilapisi dengan minyak supaya pelepasan produk dari cetakan nantinya mudah. Metode ini membutuhkan ketekunan dan ketelitian yang lebih besar dan juga ketrampilan yang tinggi pula. Langkah pertama dari proses laminasi adalah pelapisan permukaan dengan *gelcoat*. Lapisan ini diberi zat pewarna (*pigmen*). Proses *gelcoating* dapat dilakukan dengan *spray gun* atau kuas. Waktu *curing gelcoat* sekitar dua jam. Setelah proses *gelcoat curing* selesai, laminasi dengan serat yang tersedia dapat dilakukan. Proses laminasi serat alam dilakukan lapisan demi lapisan (*layer by layer*), hal ini untuk menghindari panas yang berlebihan akibat proses laminasi yang terus-menerus, karena mayoritas serat alam tidak tahan terhadap panas tinggi yang dihasilkan pada proses *curing*. Untuk mendapatkan perekatan antara serat dan matriks yang optimum diperlukan penekanan menggunakan sebuah *hand roller*, selain itu penekanan menggunakan *hand roller* juga bertujuan untuk mengeluarkan udara yang terjebak dalam produk. Metode *hand*

lay-up mempunyai keuntungan sebagai berikut :

- Peralatan yang digunakan mudah dan sederhana.
- Dapat dibuat produk dengan berbagai macam dan ukuran.

Sedangkan kekurangannya yaitu :

- Permukaan yang dihasilkan yang rata cuma pada permukaan yang berhubungan dengan cetakan saja.
- Produksi yang dihasilkan tidak terlalu cepat.
- Penekanan pada proses pembuatan kurang merata.

Dua jenis spesimen yaitu papan serat dengan serat pendek dan papan serat dengan serat panjang dibuat untuk mengetahui kekuatan masing-masing. Agar dihasilkan hasil pengujian yang bagus dan memperkecil simpangan hasil pengujian, dibuat dengan dimensi ukuran yang sama untuk masing-masing pengujian sehingga dapat diperoleh hasil dari pengujian yang bagus dan sesuai.

Dalam pembuatan papan serat ini ada beberapa langkah-langkah dan bahan yang perlu kita pelajari yaitu antara lain sebagai berikut :

1. Serat, pembuatan spesimen ini diperlukan serat yang sudah kering supaya persapannya dengan bahan perekat bisa optimal karena kalau serat yang kadar airnya terlalu banyak maka akan mengakibatkan percampuran dengan bahan perekatnya kurang optimal. Kemudian sebagian dari serat tersebut dipotong-potong dengan panjang berkisar antara 3 cm sampai 5 cm ini untuk variasi papan serat dengan serat yang pendek. Kemudian yang lainnya dipotong dengan panjang berkisar antara 8 cm sampai 10 cm, ini digunakan untuk papan serat dengan serat yang panjang.
2. Resin dan katalis, dicampur dan diaduk sampai betul-betul rata menggunakan pengaduk didalam kaleng. Komposisi katalis yang digunakan sebesar kurang lebih 1-5 % dari resin.
3. Cetakan yang digunakan adalah kaca, karena kaca mempunyai permukaan yang rata (flat) dan halus. Sehingga nantinya akan diperoleh hasil permukaan yang rata dan halus pula.
4. Pembuatan specimen, dilakukan dengan metode *hand lay-up* dan secara *layer by layer*. Dengan perbandingan berat resin dan serat adalah 60:40. Dan dicetak seperti terlihat pada gambar 1.

Modulus pecah (MOR) telah menjadi suatu pengukuran yang umum tentang kekuatan lengkung pada komposit, dalam hal

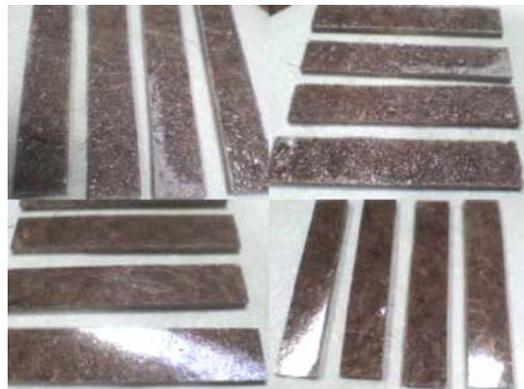
ini adalah papan serat. MOR adalah tegangan lengkung akhir yaitu sebelum terjadinya patah dari suatu material dalam kelengkungannya, dan itu sering digunakan untuk membandingkan material satu dengan lainnya.

Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$MOR = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots (10)$$

Dimana :

- MOR= Modulus pecah
- P = Beban lengkung maksimum (Kg)
- L = Panjang benda uji (mm) = 240 mm
- b = Lebar benda uji (mm) = 50 mm
- d = Tebal benda uji (mm) = 10 mm



Gambar 1. Spesimen papan serat sabut kelapa

Modulus elastisitas (MOE) menguji kemampuan benda uji itu untuk menahan kelengkungan. Dalam hal ini sifat mekanis dari benda uji ditentukan dari kemiringan dari bagian garis lurus defleksi beban. Kemudian nilai MOE dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

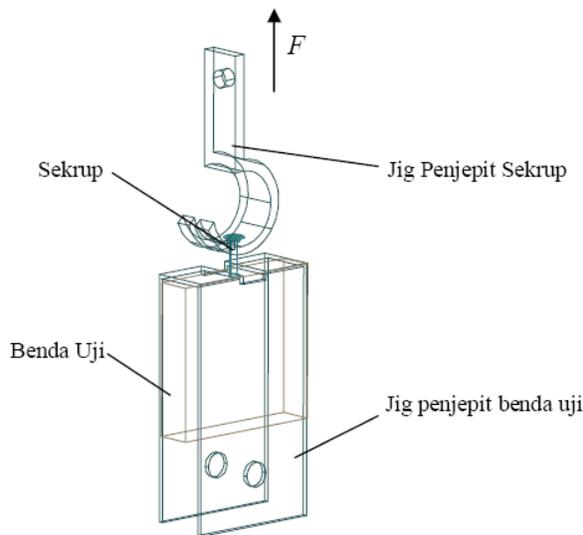
$$MOE = \frac{P_1 L^3}{4bd^3 Y_1} \dots\dots\dots (11)$$

Dimana :

- MOE= Modulus elastisitas
- P<sub>1</sub> = Beban pada batas imbang (Kg)
- L = Panjang benda uji = 240 mm
- b = Lebar benda uji = 50 mm
- d = Tebal benda uji = 10 mm
- Y<sub>1</sub>= Kemiringan pusat pada batas imbang

Pengujian kekuatan pegang pengikat (*Fastener Holding Strength*) ini dilakukan untuk mengikuti atau menuruti standard dasar ASTM

D1037 (ASTM, 1994a) seperti halnya ANSI A208.1-1993 *Particleboard* (National Particleboard Association, 1993), ANSI A208.2-1994 *Kepadatan Medium papan serat* (National Particleboard Association, 1994), ketahanan pada pengancing adalah suatu sifat yang penting pada komposit. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah kekuatan sekrup pada ujung papan (*edge screw holding*). Pengujian kekuatan sekrup ini gunanya untuk mengetahui kekuatan tarik sekrup yang diikatkan pada bagian ujung papan dengan ketentuan diameter sekrup 3,2 mm dalam kedalaman 17 mm. Dimensi benda kerja pada pengujian ini adalah 50 x 40 x 16 mm. Berikut adalah sketsa pengujian kekuatan pegang sekrup (*edge screw holding*).



Gambar 2. Skema uji kekuatan pegang pengikat

Namun walaupun demikian Sutigno (1994) membedakan macam papan partikel berdasarkan beberapa hal seperti cara pengempaan, kerapatan, kekuatan, macam perekat, susunan partikel dan pengolahan. Dan mutu papan partikel meliputi beberapa hal seperti cacat, ukuran, sifat fisis, sifat mekanis, dan sifat kimia. Ketentuan mengenai mutu papan partikel tidak selalu sama pada setiap standar dan dapat berubah sesuai dengan perkembangan teknologi dan penggunaan papan partikel.

Sutigno (1994) memberikan konsep pengujian untuk sifat mekanis yaitu: keteguhan (kuat) lentur umumnya diuji pada keadaan kering meliputi modulus patah dan modulus elastisitas. Pada Standar Indonesia Tahun 1983 hanya modulus patah saja, sedangkan pada Standar Indonesia Tahun 1996 meliputi modulus patah dan modulus elastisitas. Selain

itu, pada standar ini ada pengujian modulus patah pada keadaan basah, yaitu untuk papan partikel tipe 150 dan 200. Bila papan partikelnya termasuk tipe I (eksterior), pengujian modulus patah dalam keadaan basah dilakukan setelah contoh uji direndam dalam air mendidih (2 jam) kemudian dalam air dingin (suhu kamar) selama 1 jam. Untuk papan partikel tipe II (interior) pengujian modulus patah dalam keadaan basah dilakukan setelah contoh uji direndam dalam air panas (70 °C) selama 2 jam kemudian dalam air dingin (suhu kamar) selama 1 jam. Kemudian keteguhan rekak internal (kuat tarik tegak lurus permukaan) umumnya diuji pada keadaan kering, seperti pada Standar Indonesia tahun 1996. Pada Standar Indonesia tahun 1983 pengujian tersebut dilakukan pada keadaan kering untuk papan partikel mutu I (eksterior) dan mutu II (interior). Pengujian pada keadaan basah, yaitu setelah direndam dalam air mendidih (2 jam) dilakukan hanya pada papan partikel mutu I saja. Dan terakhir adalah keteguhan (kuat) pegang sekrup diuji pada arah tegak lurus permukaan dan sejajar permukaan serta dilakukan pada keadaan kering saja. Menurut Standar Indonesia tahun 1996 pengujian tersebut dilakukan pada papan partikel yang tebalnya di atas 10 mm.

## PEMBAHASAN

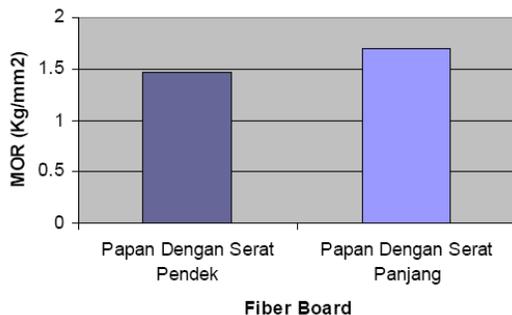
Kekuatan teoritis dari komposit sangat ditentukan dari fraksi volume penyusunnya, yaitu jumlah masing-masing volume matrik dan serat, yang dirumuskan (Gibson, 1994). Bila perbandingan 60:40 yang digunakan, maka berat resin = 60 gram dan  $\rho_m = 1,215 \text{ gram/mm}^3$  maka  $V_m = 60/1,215 = 49,38 \text{ mm}^3 \approx 49 \text{ mm}^3$ , dan berat serat = 40 gram dan  $\rho_f = 1,15 \text{ gram/mm}^3$  maka  $V_f = 40/1,15 = 34,78 \text{ mm}^3 \approx 35 \text{ mm}^3$ . Dari hal tersebut didapat volume fraksi  $v_m = 0,583$  dan  $v_f = 0,417$ , sehingga tegangan tarik teoritis komposit didapatkan  $\sigma_c = 61,66 \text{ kg/mm}^2$ .

Papan serat yang dihasilkan dari penelitian ini tergolong jenis *High Density Fiberboard* karena berat jenis dari papan > 8 g/mm<sup>3</sup>. Namun untuk sifat-sifat yang lain sebagai acuan mengenai papan serat maka perlu diketahui standar-standar mengenai papan serat seperti diantaranya ASTM D-1991, sumber ANSI 208.2-1994, MDF (*National Particle Board Association*, 1994).

Nilai MOR dari kedua variable papan ini, pada papan dengan serat pendek dan papan dengan serat panjang belum memenuhi standar ASTM, karena MOR < 3,45 kg/mm<sup>2</sup>. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3.

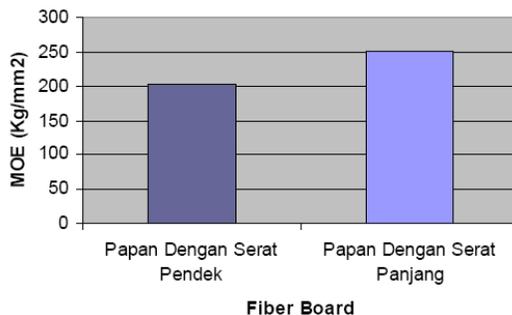
Modulus pecah papan serat sabut

kelapa dengan serat panjang lebih besar dari pada papan dengan serat pendek. Hal ini disebabkan dikarenakan tegangan geser antara serat dan matrik pada papan dengan serat panjang lebih kecil dibandingkan dengan papan dengan serat pendek, padahal jika tegangan geser semakin kecil maka komposit akan semakin baik. Jika mengacu pada nilai *aspectratio* seperti yang diungkapkan Kaw (1997), semakin panjang serat dengan diameter yang sama maka nilai *aspect ratio* akan semakin besar, dan nilai *aspectratio* yang semakin besar akan membuat komposit semakin baik. Disamping itu bisa juga ditinjau dari luas *interface* dari serat. Semakin panjang serat dengan diameter yang sama maka luas *interface* semakin besar. Dan dengan besarnya luas *interface* serat dengan matriks akan semakin besar sehingga gaya akan semakin baik.



Gambar 3. Nilai Modulus Pecah (MOR) dari papan serat sabut kelapa pendek dan panjang.

Nilai MOE dari papan dengan serat pendek belum memenuhi standar *High Density* karena MOE < 345 kg/mm<sup>2</sup>. Dari gambar 4 dapat dilihat nilai MOE kedua papan tersebut.

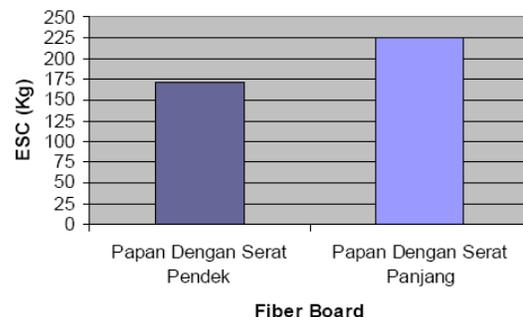


Gambar 4. Nilai Modulus Elastisitas (MOE) dari papan serat sabut kelapa pendek dan panjang.

Seperti yang terlihat pada grafik diatas yaitu tentang rata-rata nilai MOE, untuk papan dengan serat yang panjang memiliki nilai modulus elastisitas lebih besar dari pada papan dengan serat pendek. Hal ini disebabkan dikarenakan tegangan geser antara serat dan

matrik pada papan dengan serat panjang lebih kecil dibandingkan pada papan dengan serat pendek, jika tegangan geser semakin kecil komposit akan semakin baik. Begitu juga pada nilai MOE ini jika mengacu pada nilai *aspect ratio*, semakin panjang serat dengan diameter yang sama maka nilai *aspect ratio* akan semakin besar, dan nilai *aspectratio* yang semakin besar akan membuat komposit semakin baik. Disamping itu bisa juga ditinjau dari luas *interface* dari serat. Semakin panjang serat dengan diameter yang sama maka luas *interface* semakin besar. Dan dengan besarnya luas *interface* serat dengan matrik akan semakin besar sehingga gaya akan semakin baik. Sehingga pada papan dengan serat yang panjang akan memiliki nilai modulus elastisitas yang lebih tinggi dari pada papan dengan serat pendek.

Untuk pengujian kuat pegang sekrup yang dilakukan pada ujung papan (*edge screw holding*) pada papan serat pendek mempunyai nilai ESC = 171,6 kg, sedangkan pada papan dengan serat panjang mempunyai nilai ESC = 226 kg, dengan ini maka sesuai untuk uji kuat pegang sekrup lolos dari standar MFD (*National Particle Board Association*, 1994) dapat dibuatkan grafik sebagai berikut dibawah ini:



Gambar 5. Nilai Kuat Pegang Sekrup (ESC) dari papan serat sabut kelapa pendek dan panjang.

Seperti terlihat pada grafik diatas menunjukkan nilai kuat pegang sekrup untuk papan dengan serat panjang lebih besar dari pada papan dengan serat pendek, Hal ini disebabkan dikarenakan tegangan geser antara serat dan matrik pada papan dengan seart panjang lebih kecil dibandingkan pada papan dengan serat pendek, jika tegangan geser semakin kecil komposit akan semakin baik sehingga pada saat dilakukan uji kuat pegang sekrup pada papan dengan serat pajang diperlukan beban yang lebih besar karena ikatan antara matrik dan seratnya lebih kuat. Seperti pada pembahasan-pembahasan pengujian lainnya diatas yaitu jika mengacu

pada nilai *aspectratio*, semakin panjang serat dengan diameter yang sama maka nilai *aspect ratio* akan semakin besar, dan nilai *aspect ratio* yang semakin besar akan membuat komposit semakin baik. Disamping itu bisa juga ditinjau dari luas *interface* dari serat. Semakin panjang serat dengan diameter yang sama maka luas *interface* semakin besar. Dan dengan besarnya luas *interface* serat dengan matriks akan semakin besar sehingga gaya akan semakin baik.

#### KESIMPULAN

Papan serat sabut kelapa yang dihasilkan dari penelitian ini tergolong pada papan jenis high density karena kedua jenis paan tersebut memiliki berat jenis

lebih besar dari 800 kg/mm<sup>3</sup>, telah diketahui sifat mekanisnya yaitu untuk papan dengan serat yang pendek diperoleh nilai MOR = 1,462 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan papan dengan serat panjang MOE = 1,692 Kg/mm<sup>2</sup>, dan ini belum memenuhi standar MDF (*National Particle Board Association*, 1994) yaitu karena nilai MOR < 3,45 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai modulus elastisitas (MOE), pada papan dengan serat pendek nilai MOE = 203,9106 Kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan pada papan dengan serat panjang MOE = 252,6558 Kg/mm<sup>2</sup>, dan ini juga belum sesuai standar MDF (*National Particle Board Association*, 1994) yaitu MOE kurang dari 345 Kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai kuat sekrup (*edge screw holding*), papan dengan serat pendek sebesar 171,6 kg dan papan dengan serat panjang sebesar 226 kg, sedang pada standar MDF (*National Particle Board Association*, 1994) diketahui nilai *edge screw holding* untuk *high density* minimal 133,5 Kg. Secara umum dari data diatas menunjukkan bahwa pada kedua jenis papan ini belum memenuhi standar MDF (*National Particle Board Association*, 1994) namun kekuatan pegang sekrup cukup tinggi sehingga bahan ini dapat digunakan sebagai papan serat untuk keperluan rumah tangga seperti meja makan (*carriboard*) atau peralatan yang tidak menopang beban besar.

#### DAFTAR PUSTAKA

\_\_\_\_\_, 1991, *Flexural Strength of Advanced Ceramics at Ambient Temperature*,

ASTM Standard C1161, American Society for Testing Materials, Philadelphia.

\_\_\_\_\_, 1980, *The Encyclopedia of wood* pp 68-75, Sterling Publishing Co.

\_\_\_\_\_, 2004, *Pola Pembiayaan Industri Serat Sabut Kelapa*, Bank Indonesia, www.bi.go.id/Sipuk/lm/ind/serat\_kelapa.

Gibson, R.F, 1994. "*Principles Of Composite Material Mechanics*", McGraw-Hill Book Co New York.

Kaw, A.K., 1997, "*Mechanics of Composite Materials*", CRC Press, Boca Raton

Maloney, T.M., 1997, "*Modern Particle Board And Dry Process Fiber Board Manufacturing*", Miller Freeman, Inc San Fransisco.

Michael, H.W., 1998, "*Stress and Analysis of Fiber Rein Forced Composite Material*", Mc Graw Hill International Edition.

Roe P.J. dan Ansel M.P., 1985, "*Jute-reinforced polyester Composites*", UK., *Journal of Materials Science* 20., pp. 4015-4020.

Sumardi T.P., Zulfa A., Basukriadi A., Raditya D., dan Rahman F., 2003, *Rekayasa dan Manufaktur bahan Komposit berpenguat Serat Limbah Pisang Sebagai bahan Interior Otomotif dan pesawat terbang*, Hibah Bersaing X, DP3MDikti, Jakarta.

Sutigno, P., 1994. *Teknologi Papan Partikel Datar*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Dephut, Bogor.

Smith F William , 2000, "*Principles of Material and Engineering*", 3rd Edition, Mc Graw Hill International Edition

Widiawati, D., Rais, Z., Haryudant, A., Amanah, E.S., 2007. *Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Sebagai Bahan Baku Alternatif Tekstil*, *Jurnal Ilmu Desain*, Vol 2. No. 1. hal. 57.

William D. Callister, Jr. 2001, "*Fundamentals of Materials Science and Engineering*", 5th Edition, John Wiley & Sons, Inc. New York.

Youngquis, 1999, "*Wood Based Composites And Panel Product*", *Forest Product Society*, USA