

PENGARUH SANDWICH LAMINATED COCO MAT DAN CHOPPED STRAND MAT TERHADAP KEKUATAN MATERIAL KOMPOSIT

Tarkono

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jln. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1. Bandar Lampung 35145
e-mail tarkono-r@yahoo.com

ABSTRACT :

The application of coco fibre is widely open. In rural area, as a main source of coco fibre, the fibre only used for cooking and family products. As the technology development, how coco fibre can applied as a part of composites materials. If it compound with other specific components, we can produce a new material with better mechanical properties. In this research, coco fibre with 0,2% wetness, compound with latex then pressed to get a coco mat with 2 mm thickness. Coco mat then formed with chopped strand mat to get a sandwich laminate composite. The original tensile strength of coco mat is 2,47 kgf/mm² will increased to 12,93 kgf/mm² if it formed as sandwich laminate coco fibre, its tensile strength improve about 80,90%.

Keywords : *coco mat, chopped strand mat, komposite.*

PENDAHULUAN

Di daerah pedesaan yang banyak dijumpai tanaman kelapa hanya memanfaatkan buah kelapa bagian dalam sebagai bumbu masak dan bahan pembuatan minyak. Seandainya masyarakat pedesaan dapat memanfaatkan lebih jauh maka kulit bagian luarpun nilai ekonomisnya dapat melebihi buah kelapa yang dapat menghasilkan santan. Kulit luar kelapa dapat diambil seratnya yang kemudian dijadikan sebagai bahan teknik.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat orang semakin mudah dalam memecahkan masalah. Penemuan material baru merupakan salah satu jawaban dalam memecahkan permasalahan dalam bidang ilmu material. Dengan ditemukannya teknologi penggabungan dua material atau lebih dapat memperkaya jenis material baru. Material komposit dapat digunakan di berbagai bidang, misalnya bidang teknik sipil, teknik mesin, teknik elektro, perkapalan dan bidang-bidang lain.

Penggunaan komposit sebagai bahan struktur banyak digunakan saat ini karena mempunyai beberapa keunggulan. Jika dibandingkan bahan tunggal dengan gabungan dua atau lebih material yang memiliki sifat saling menguntungkan baik itu bahan logam maupun non logam maka terjadi peningkatan sifat mekaniknya cukup signifikan. Sifat mekanik komposit dipengaruhi oleh sifat-sifat serat dan banyaknya serat dalam komposit tersebut.

Dengan kemajuan teknologi berbagai serat alami dapat digunakan sebagai bahan teknik. Penelitian ini membahas salah satu jenis serat alami yang banyak dijumpai di Indonesia yaitu serat kelapa. Bagaimana pengaruhnya jika serat kelapa digabungkan dengan bahan lain membentuk komposit.

Bahan komposit diartikan secara makroskopis adalah gabungan dari dua atau lebih bahan untuk menjadi bahan yang berguna (Jones, 1987). Bahan komposit dapat diklasifikasikan bermacam-macam tergantung pada konsep yang diinginkan. Salah satu klasifikasi material komposit adalah :

1. Komposit *fibrous* adalah komposit yang mengandung serat dalam matrik.
2. Komposit partikel adalah komposit yang mengandung satu atau lebih partikel dalam matrik.
3. Komposit berlapis yaitu komposit yang tersusun atas dua atau lebih lapisan bahan yang berbeda. Jenis komposit inilah yang disebut sebagai material laminasi.

Komposit dibentuk dari dua atau lebih bahan yang berbeda jenisnya, sehingga memiliki sifat yang berasal dari bahan penyusunnya. Bergantung pada cara penyusunannya, komposit juga memiliki sifat-sifat kombinasi antara bahan penyusunnya, dan seringkali lebih baik dibandingkan dengan sifat asal bahan penyusun (Gurdal, 1998).

Berdasarkan komposisi seratnya maka komposit dapat dibedakan menjadi komposit serat panjang dan komposit serat pendek. Komposit dengan penguat serat dapat dibedakan menjadi jenis *mat* dan jenis *woven roving*. *Mat* merupakan istilah yang dipakai dalam bidang industri, namun dalam bidang ilmu pengetahuan disebut *chopped strand mat* (Hyer, 1997).

Ikatan antara matrik dengan bahan penguat sangat penting, karena beban yang diberikan pada komposit diteruskan ke bahan penguat. Oleh karena itu modulus elastisitas bahan penguat harus lebih tinggi dari pada modulus elastisitas matriknya, sebab bahan penguat memikul beban komposit yang diteruskan dalam matrik (Vlack, 1994). Jika ditinjau dari sifat mekaniknya maka sifat material komposit sangat bertolak belakang dengan material *isotropik* seperti baja. Besarnya tegangan pada material komposit berbeda untuk segala arah sumbu.

Salah satu pendekatan *micromechanical* pada material komposit laminasi adalah dengan *mechanic of material*. Asumsi yang digunakan adalah strain dalam arah serat *unidirectional* adalah sama dalam arah serat sebagai matrik (Jones, 1995). Besarnya kandungan volume penguat dalam layer dapat dinyatakan dalam persamaan (1) (GL, 1995) :

$$\varphi = \frac{\psi \cdot (1 - \mu_0)}{\psi + (1 - \psi) \cdot \frac{P_v}{P_r}} \quad (1)$$

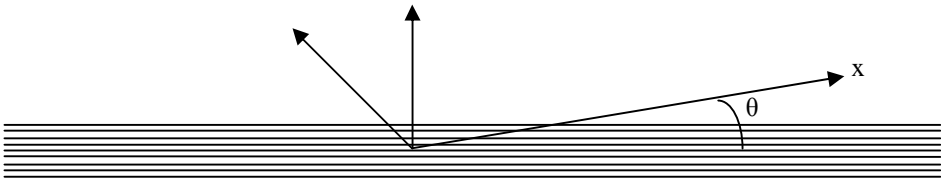
Besarnya modulus elastisitas (E_1) dinyatakan dalam persamaan (2) (GL, 1995) :

$$E_1 = \varphi \cdot E_v + (1 - \varphi) \cdot E_r \quad (2)$$

Sedangkan pada arah tegak lurus arah serat (E_2) dinyatakan dalam persamaan (3) (GL, 1995) :

$$E_2 = \frac{E_R}{1 + \nu_r^2} \cdot \frac{1 + 0,85 \cdot \varphi^2}{(1 - \varphi)^{1,25} \cdot \varphi \frac{E_r}{E_v (1 - \nu_r^2)}} \quad (3)$$

Untuk pembebanan dengan arah sudut x dan y, dimana sumbu x dengan arah serat membentuk sudut θ seperti pada gambar berikut :



Gambar 1 . Arah pembebanan terhadap arah serat

maka besarnya modulus elastisitas pada arah sumbu x dapat dinyatakan menurut persamaan (4) (Gibson, 1994) :

$$\frac{1}{E_x} = \frac{1}{E_1} \sin^4 \theta + \left(\frac{1}{G_{12}} - \frac{2 \cdot \nu_{12}}{E_{12}} \right) \cdot \sin^2 \theta \cdot \cos^2 \theta + \frac{1}{E_2} \cdot \cos^4 \theta \quad (4)$$

sedangkan untuk arah sumbu y, dinyatakan dengan persamaan :

$$\frac{1}{E_y} = \frac{1}{E_1} \sin^4 \theta + \left(\frac{1}{G_{12}} - \frac{2 \cdot \nu_{12}}{E_{12}} \right) \cdot \sin^2 \theta \cdot \cos^2 \theta + \frac{1}{E_2} \cdot \cos^4 \theta \quad (5)$$

besarnya angka poisson's ratio, menurut (Gibson, 1994) dinyatakan menurut persamaan (6) dan (7) :

$$v_{12} = \varphi \cdot v_v + (1 - \varphi) \cdot v_r \quad (6)$$

$$v_{21} = v_{12} \cdot \frac{E_2}{E_1} \quad (7)$$

Besarnya modulus geser dapat dinyatakan menurut persamaan (8) (GL, 1998) :

$$G_{12} = G_r \cdot \frac{1 + 0,6\varphi^{0,5}}{(1 - \varphi)^{1,25} + \frac{E_r}{E_v} \cdot \varphi} \quad (8)$$

dimana : $G_r = \frac{E_r}{2 \cdot (1 + v_r)}$ (9)

Untuk material komposit dengan struktur serat tipe mat dapat dinyatakan dengan persamaan (10) (GL, 1998):

$$E_m = \frac{3}{8} E_1 + \frac{5}{8} E_2 \quad (10)$$

Asumsi dasar yang dipakai untuk mengetahui *macromechanical behaviour of a lamina* dari material, gaya yang bekerja pada penampang suatu lamina dianggap hanya dalam bidang 1-2 (*plane stress*). Sehingga besarnya harga σ_3 , τ_{23} , τ_{31} , γ_{23} dan γ_{31} sama dengan nol.

Hubungan regangan-regangan pada arah sumbu utama dapat dinyatakan dalam persamaan (13) (Jones, 1987) :

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \gamma_{12} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & 0 \\ S_{12} & S_{22} & 0 \\ 0 & 0 & S_{66} \end{bmatrix} x \begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \end{Bmatrix} \quad (11)$$

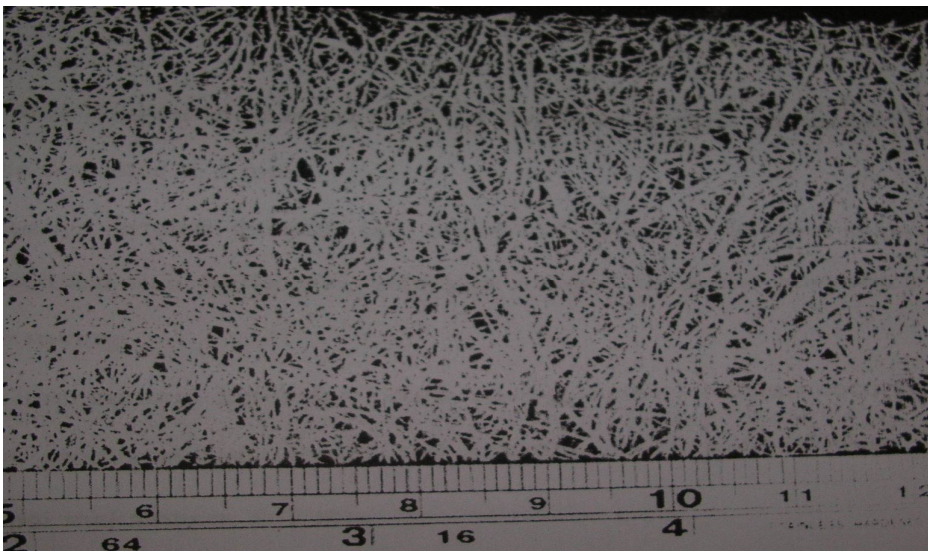
dengan :

$$S_{11} = \frac{1}{E_1} \quad , \quad S_{22} = \frac{1}{E_2} \quad (12)$$

$$S_{11} = -\frac{\nu_{12}}{E_1} = \frac{\nu_{12}}{E_2} \quad , \quad S_{22} = \frac{1}{G_{12}} \quad (13)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Langkah awal dari penelitian ini adalah pengolahan sabut kelapa menjadi serat. Sabut kelapa dikeringkan kemudian dikupas untuk dipisahkan antara kulit, spon dan serat. Serat kelapa dipisahkan antara serat yang kecil dan serat yang pendek dengan kekeringan 0,2% . Kemudian serat kelapa dibuat *coco mat*. Pembuatan *coco mat* dilakukan dengan mencampur serat kelapa dengan latex. Proses pembuatan *coco mat* dilakukan dengan menggunakan mesin dengan sistem roda berjalan. Mesin tersebut akan menghasilkan lembaran *coco mat* dengan ketebalan 100 mm. Tahap selanjutnya lembaran spon 100 mm dipres dengan pemanasan 125°C selama 12 menit, sehingga akan diperoleh lembaran *coco mat* dengan ketebalan ± 2 mm.



Gambar 2. *Coco Mat*

Pembuatan komposit dilakukan dengan bahan-bahan *resin polyester orthophtalic*, serat penguat jenis *coco mat*, serat penguat jenis *E-Glass (Cropped strand mat)* dan katalis *meththyl ethyl katone peroxide*. Cetakan yang telah disiapkan dilapisi dengan lapisan pelepas secara merata. Tujuan pelapisan tersebut agar komposit mudah diambil dari cetakan. Mengoleskan lapisan gelcoat yang telah

diberi resin pada permukaan cetakan sampai kering. Katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah 3% dari berat resin (Tarkono, 2006).

Tahap laminasi dilakukan dengan menuangkan cairan campuran resin dan katalis yang sebelumnya telah diberi lapisan gelcoat 2/3 dari volume yang dibutuhkan untuk lamina *coco mat*. Susunan lamina dibuat dengan beberapa variasi.

Tabel 1. Susunan variasi laminat

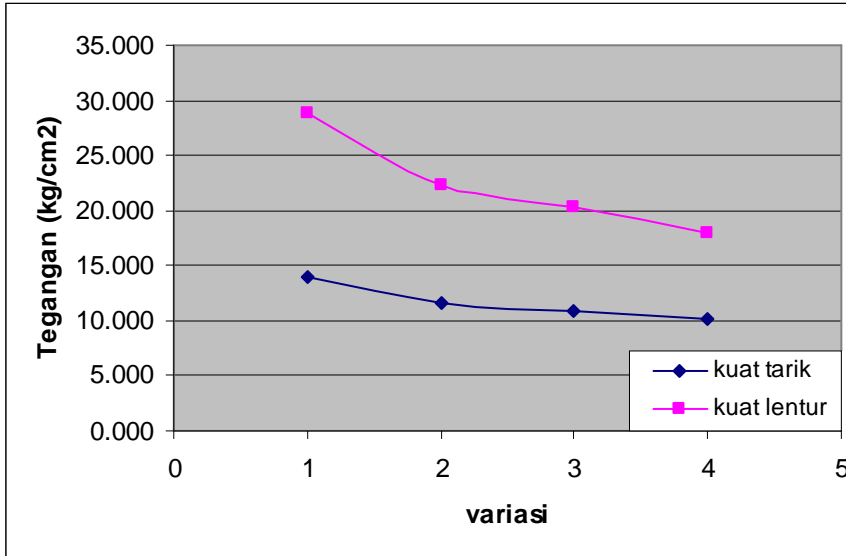
Jenis variasi	Variasi I	Variasi II	Variasi III	Variasi IV
Susunan	CM-CM-CSM- CSM-CSM- CSM-CM-CM	CM-CM- CSM-CSM- CSM-CM-CM	CM-CM-CSM- CSM-CM-CM	CM-CM- CSM-CM-CM

Ket : CSM = *Chopped strand mat*, CM = *Coco mat*

Pengujian spesimen menggunakan standar ASTM, pada uji tarik dengan ASTM D 3039-93 (*ASTM Standard and Literature References for Composit Material*, PA 1994) dilakukan pada kondisi temperatur ruangan 24°C, relatif humidity spesimen 50 ± 10%. Dan uji bending menggunakan standar ASTM D 790-92 (*ASTM Standard Test methodes for Flexural Properties of Unreinforced and Renforced Plastics and Electrical Materials*) pada kondisi yang sama dengan uji tarik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

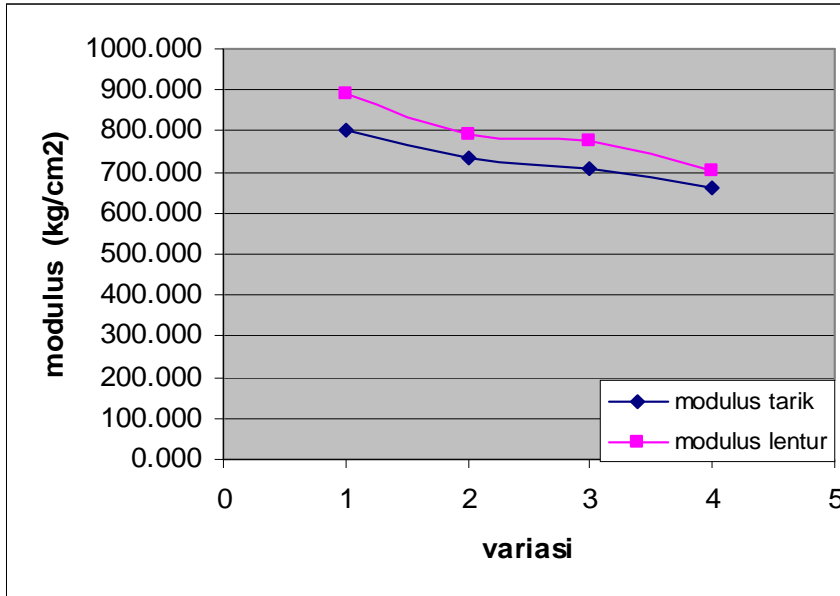
Penelitian ini menunjukkan bahwa *coco mat* memiliki kekuatan tarik sebesar 2,47 kgf/mm². Setelah dibuat material komposit dengan cara menggabungkan dengan *chopped strand mat* kekuatannya dapat mencapai 12,93 kgf/mm². Data menunjukkan terjadi kenaikan kekuatan material komposit seiring dengan penambahan lapisan *chopped strand mat*. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa jika *layer chopped strand mat* diperbanyak maka kekuatannya akan naik. Hal ini terjadi pada tegangan lentur dan tegangan tarik.



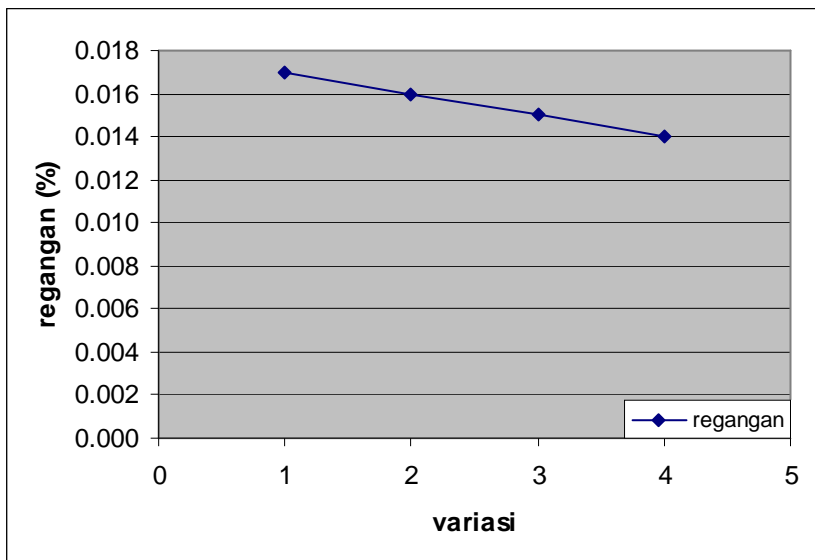
Gambar 3. Grafik variasi layer - tegangan

Pada Grafik tegangan lentur material komposit bahwa tegangan lentur selalu lebih besar dibandingkan dengan tegangan tariknya. Kejadian serupa juga terjadi pada modulus tarik dan modulus lenturnya. Namun pada kekuatan lentur terjadi kenaikan yang drastis jika komposit ditambah jumlah layer chopped strand mat. Kenaikan kekuatan ini juga diikuti oleh kekuatan tarik, akan tetapi kenaikan kekuatan tariknya tidak naik drastis seperti pada kekuatan lenturnya.

Karakteristik material seperti seperti di atas sangat menguntungkan jika material digunakan pada konstruksi yang memerlukan pekerjaan bending, seperti konstruksi lambung kapal. Pada konstruksi kapal hampir seluruhnya berbentuk *strim line*. Lambung kapal merupakan konstruksi yang harus kedap terhadap air, maka dari itu jenis material ini cocok untuk kapal-kapal non logam seperti kapal cepat yang memerlukan konstruksi yang ringan (Gougeon Brothers, 1985).



Gambar 4. Grafik variasi layer – modulus bahan



Gambar 5. Grafik variasi layer – regangan bahan

Grafik regangan material komposit menunjukkan bahwa semakin banyak prosentase *layer chopped strand mat* maka regangannya semakin tinggi. Regangan komposit yang terbuat dari satu layer *chopped strand mat* adalah sebesar 0,014

sedangkan regangan komposit yang tersusun dari empat *layer Chopped strand mat* sebesar 0.017. Jadi perbedaan antara variasi 1 yang terdiri dari 4 *layer chopped strand mat* dan variasi 4 yang tersusun dari 1 *layer chopped strand mat* adalah sebesar 17,6%.

Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan analisa *macromechanical behaviour of lamina* maka terjadi perbedaan. Sebagai contoh pada variasi 4, berdasarkan hasil perhitungan tegangan yang terjadi sebesar 15,782 kgf/mm² sedangkan tegangan berdasarkan hasil tarik sebesar 10,01 kgf/mm². Jadi hasil perhitungan dan hasil uji tarik terdapat perbedaan sebesar 36,57%. Perbedaan ini disebabkan dalam perhitungan material komposit diasumsikan homogen dalam artian pencampuran antara matrik resin dan serat pengisi menyatu sempurna, tetapi pada kenyataannya spesimen material uji tarik ditemukan *void* di dalam struktur material uji.

KESIMPULAN

Disimpulkan bahwa terjadi pengaruh yang cukup signifikan jika diadakan perubahan susunan layer dalam material komposit. Faktor yang sangat berpengaruh adalah penambahan *layer chopped strand mat*. Dan ada faktor lain yang dapat mempengaruhi kekuatan komposit, faktor yang dimaksud adalah kesalahan dalam pembuatan atau produksi. Kesalahan dalam produksi dapat berupa *void*, bahkan kesalahan komposisi resin.

DAFTAR PUSTAKA

- Carlos, J. Hilargo .1984. *Glass Reinforced Polyester System*. Material Technology Series. Volume 14. Pennsylvania.
- Feldman Dorel, Hartomo A.J. 1995. *Bahan Polimer Konstruksi Bangunan*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Gougeon Brothers, 1985, *Boat Construction "Wood & West System Materials"*, Printed by Pendell Printing Inc. Midland. MI.
- Germanischer Lloyd's. 1995. *High Speed Craft, Rule for the Clasification and Construction*. Volume 1. Southampton. England.
- Germanischer Lloyd's. 1998. *Rule for Clasification and constuction*. Ship Technology West Germany.
- Gibson, F. Ronald, F. 1994. *Principles of Composite Material Mechanic*. Mc Graw Hill, Inch.
- Gurdal. 1999. *Design and Optimization of Laminated Composite Material*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Hyer M.W. 1997. *Stress Analysis of Fibre Reinforced Composite Material*. Mc.Graw Hill. New York.
- Jones, R. M. 1987. *Mechanics of Composite Materials*. Mc. Graw-Hill. New York. USA.

Tarkono.2006. *Analisa Batasan waktu Optimum Dalam Produksi Laminasi Fibre Glass (GFRP)*. POROS Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Tarumanegara Jakarta. Vol. 9 Nomor 1. hal 28 -39.