

PENGARUH ORIENTASI SERAT PADA KOMPOSIT RESIN POLYESTER/ SERAT DAUN NENAS TERHADAP KEKUATAN TARIK

Oleh :

Hendriwan Fahmi¹ & Harry Hermansyah²

¹ Dosen Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri - Institut Teknologi Padang

² Alumni Teknik Mesin - Institut Teknologi Padang

Abstract

Pineapple leaf fiber as one of the natural fiber is currently available in high abundance, but not utilized and discarded as waste. Pineapple leaf fibers but can still be used as one alternative to natural fiber composite material. Pineapple fiber orientation variation 0° , 0° ; 45° , 0° ; 90° to influence significantly the tensile strength of the composite. There is a maximum tensile strength with orientation 0° ; 45° . From the results obtained using natural fibers found pineapple average of stress composite with fiber orientation $0^{\circ} = 37,88 \text{ N/mm}^2$, 0° ; $45^{\circ} = 41,81 \text{ N/mm}^2$, 0° ; $90^{\circ} = 39,37 \text{ N/mm}^2$, from the results of this test we can deduce the nature of fiber reinforced resin pineapple can increase the tensile strength.

Keywords : *tensile strength, composite, polyester resin, natural fibers*

PENDAHULUAN

Komposit dari bahan serat (*fibrous composite*) terus diteliti dan dikembangkan guna menjadi bahan alternatif pengganti bahan logam, hal ini disebabkan sifat dari komposit serat yang kuat dan mempunyai berat yang lebih ringan dibandingkan dengan logam. Komposit merupakan perpaduan dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda menjadi suatu material baru yang berbeda menjadi suatu material baru yang memiliki propertis lebih baik dari keduanya.

Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibres*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Penggunaan serat daun nanas sebagai bahan komposit merupakan salah satu alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah, dimana serat daun nanas ini sudah terkenal akan kekuatannya, dimana serat daun nanas memiliki kualitas yang baik dengan permukaan yang halus.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis tertarik untuk meneliti kekuatan tarik serat daun nanas, dimana orientasi serat di variasikan dan sebagai lanjutan dari penelitian sebelumnya, sehingga

peneliti mengambil tugas akhir dengan judul “Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik”.

Berdasarkan latar belakang, masalah ini diangkat karna penulis ingin mengetahui pengaruh variasi orientasi serat terhadap sifat mekanik dari material komposit resin polyester/serat daun nanas yang dikenai pembebanan statik berupa beban tarik.

Dalam penelitian ini, penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Matrik yang digunakan adalah resin polyester.
2. Serat yang digunakan adalah serat nanas dari perkebunan kabupaten kuantan singingi, yang telah dikeringkan pada suhu 100°C selama 1 jam.
3. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik.
4. Proses pembuatan spesimen secara manual.
5. Orientasi serat divariasikan
 1. 0° (Continue)
 2. 0° ; 45° (Vertikal)
 3. 0° ; 90° (Horizontal)
6. Beban tarik searah sumbu netral spesimen.

7. Persentase fraksi volume serat adalah 0,0023 %.
8. Persentase penambahan katalis adalah 5 %.

Untuk mengetahui pengaruh orientasi serat pada komposit yang diperkuat dengan serat daun nenas terhadap kekuatan tarik.

TINJAUAN PUSTAKA

Perbedaan tegangan rata-rata dari komposit dapat disebabkan oleh beberapa sebab diantaranya adalah kekuatan komposit yang kurang merata disetiap tempat dan distribusi serat yang kurang merata sehingga energi yang diserap menjadi lebih kecil. Sedangkan patahan yang terjadi adalah jenis patahan getas (Pramuko I Purboputro, Juli 2006).

Pada penelitian pengujian tarik yang dilakukan (Putu Lokantara dan Ngakan Putu Suardana, Desember 2007), material komposit yang dibuat dengan menggunakan serat tapis kelapa dan matriks polyester dengan variasi orientasi serat 0° , 45° , dan 90° didapatkan kekuatan tarik maksimum terdapat pada komposit yang memiliki orientasi serat 45° sebesar 70,23 Mpa dengan rasio epoxy-hardener 7:3 dengan 2 % KMnO_4 lebih besar dibandingkan dengan variasi orientasi serat 0° , 90° .

Serat

Serat (*fiber*) adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Contoh serat yang paling sering dijumpai adalah serat pada kain. Material ini sangat penting dalam ilmu Biologi baik hewan maupun tumbuhan sebagai pengikat dalam tubuh. Manusia menggunakan serat dalam banyak hal antara lain untuk membuat tali, kain, atau kertas. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat sintesis (serat buatan manusia). Serat sintesis dapat diproduksi secara murah dalam jumlah yang besar. Namun demikian, serat alami memiliki berbagai kelebihan khususnya dalam hal kenyamanan.

Tabel 1. Komposisi unsur kimia serat alam (Sumber : *Building Material and Technology*)

Serat	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)	Kadar air (%)
Pisang	60-65	6-8	5-10	10-15
Sabut	43	<1	45	10-12
Flax	70-72	14	4-5	7
Jute	61-63	13	5-13	12,5
Rami	80-85	3-4	0,5	5-6
Sisal	60-67	10-15	8-12	10-12
Sun hemp	70-78	18-19	4-5	10-11
Cotton	90	6	-	7

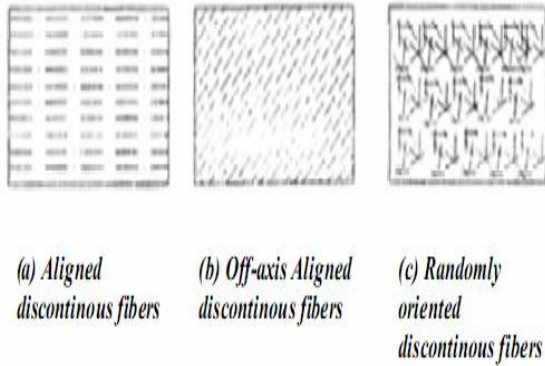
Komposit

Suatu sistem material yang tersusun dari campuran/kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan.

Orientasi Serat Pada Komposit

Orientasi, ukuran, dan bentuk serta material serat adalah faktor-faktor yang mempengaruhi properti mekanik. Serat nenas yang dikombinasikan dengan resin sebagai matriks akan dapat menghasilkan komposit alternatif yang salah satunya berguna untuk aplikasi kapal.

Bahan komposit dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis, tergantung pada geometri dan jenis seratnya. Hal ini dapat dimengerti karena serat merupakan unsur utama dalam bahan komposit tersebut. Sifat-sifat dari bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan, dan ketahanan tergantung dari geometri dan sifat-sifat seratnya.



Gambar 1. Tipe *discontinuous fiber*

Faktor yang mempengaruhi matrik dan serat

1. Faktor Serat

Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

2. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut.

3. Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada 2 penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang.

Serat alam jika dibandingkan dengan serat sintetis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Panjang serat berbanding diameter serat sering disebut dengan istilah *aspect ratio*. Bila *aspect ratio* makin besar maka makin besar pula kekuatan tarik serat pada komposit tersebut. Serat

panjang (*continous fiber*) lebih efisien dalam peletakkannya dari pada serat pendek. Akan tetapi, serat pendek lebih mudah peletakkannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat.

4. Bentuk Serat

Bentuk Serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi (Schwartz, 1984 :1.4).

Pengikat (Matriks)

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Penggunaannya sebagai bahan pengikat partikel-partikel atau media yang dipakai untuk mempertahankan partikel tersebut agar selalu berada pada tempatnya baik polimer, logam, dan keramik.

Tabel 2. Tipe struktur matrik resin (www.en.wikipedia.org/composite)

	Tensie Strengt h (MPa)	Tensie Modul us (GPa)	T _g (k)
<i>Thermosets</i>			
<i>Epoxy</i>	103.4	4.1	463
<i>Bismaleimide</i>	82.7	4.1	547
<i>Polymide</i>	137.9	4.8	630
<i>Thermoplastics</i>			
<i>Polyhenylene</i>	65.5	4.3	366
<i>Polyethereherke tone</i>	70.3	1.1	400

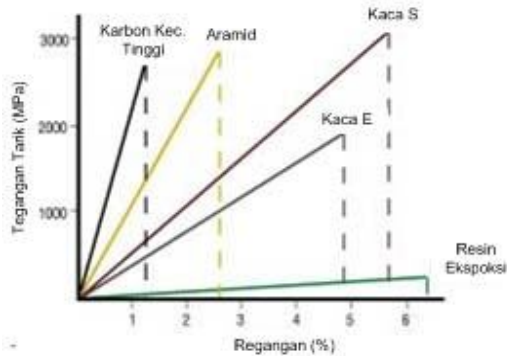
Resin Polyester

Resin Polyester merupakan jenis resin termoset atau lebih populernya sering disebut polyester saja. Resin ini berupa cairan dengan viskositas yang relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan

gas sewaktu pengesetan seperti banyak resin termoset lainnya.

Tabel 3. Temperatur Penggunaan Resin

Resin	Temperatur Maximum (0C)
Poilyster	Temperatur Ruang
Epoxies	200
Phenolics	260
Polimides	300
Polibeninidazole	Diatas 300



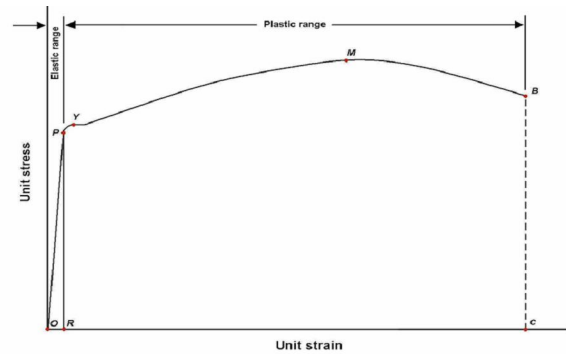
Gambar 2. Kurva Tegangan dan regangan

Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mencari tegangan dan regangan (*stress strain test*). Pengujian yang dilakukan pada suatu material padatan (logam dan non logam) dapat memberikan keterangan yang relatif lengkap mengenai perilaku material tersebut terhadap pembebanan mekanis.

Perilaku mekanik material

a. Batas proporsionalitas (*proportionality limit*)
Merupakan daerah batas dimana tegangan dan regangan mempunyai hubungan proporsionalitas satu dengan lainnya. Setiap penambahan tegangan akan diikuti dengan penambahan regangan secara proporsional dalam hubungan linier $\sigma = E\varepsilon$ (bandingkan dengan hubungan $y = mx$; dimana y mewakili tegangan; x mewakili regangan dan m mewakili slope kemiringan dari modulus kekakuan). Titik P pada Gambar 2.3 di bawah ini menunjukkan batas proporsionalitas dari kurva tegangan-regangan.



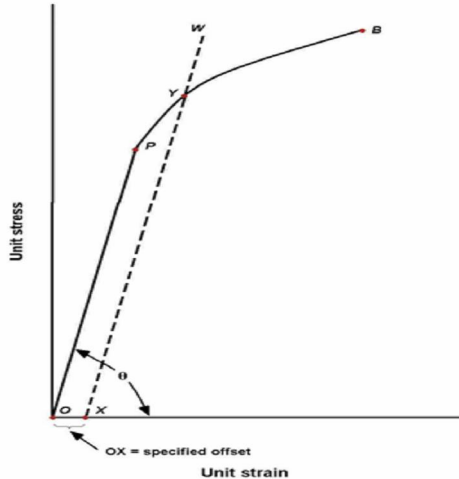
Gambar 3. Kurva tegangan-regangan dari sebuah benda uji terbuat dari baja ulet.

b. Batas elastis (*elastic limit*)

Daerah elastis adalah daerah dimana bahan akan kembali kepada panjang semula bila tegangan luar dihilangkan. Daerah proporsionalitas merupakan bagian dari batas elastis ini.

c. Titik luluh (*yield point*) dan kekuatan luluh (*yield strength*).

Titik ini merupakan suatu batas dimana material akan terus mengalami deformasi tanpa adanya penambahan beban. Tegangan (*stress*) yang mengakibatkan bahan menunjukkan mekanisme luluh ini disebut tegangan luluh (*yield stress*). Titik luluh ditunjukkan oleh titik Y pada 4. Gejala luluh umumnya hanya ditunjukkan oleh logam-logam ulet dengan struktur kristal yang membentuk *interstitial solid solution* dari atom-atom karbon, boron, hidrogen dan oksigen. Interaksi antara dislokasi dan atom-atom tersebut menyebabkan baja ulet seperti *mild steel* menunjukkan titik luluh bawah (*lower yield point*) dan titik luluh atas (*upper yield point*).



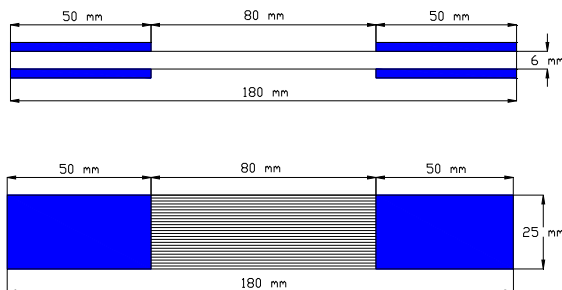
Gambar 4. Kurva tegangan-regangan dari sebuah benda uji terbuat dari bahan getas.

d. Kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*)

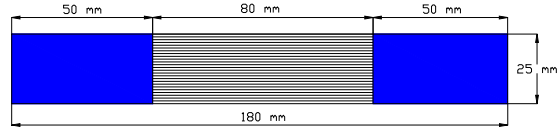
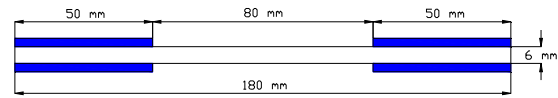
Merupakan tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh material sebelum terjadinya perpatahan (*fracture*). Nilai kekuatan tarik maksimum σ ditentukan dari beban maksimum F_{maks} dibagi luas penampang awal A_o .

METODOLOGI PENELITIAN

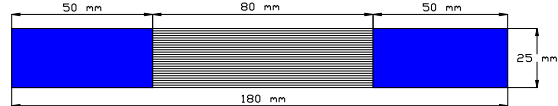
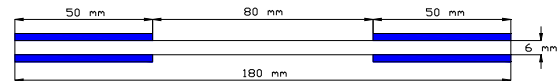
Pada pengujian tarik ini bentuk spesimen disesuaikan dengan standar uji tarik, dimensi spesimen uji tarik sebagai berikut :



Gambar 5. Spesimen uji tarik dengan orientasi serat 0^0 berdasarkan standar ASTM D3039.



Gambar 6. Spesimen uji tarik dengan orientasi serat 0^0 ; 45^0 berdasarkan standar ASTM D3039.



Gambar 7. Spesimen uji tarik dengan orientasi serat 0^0 ; 90^0 berdasarkan standar ASTM D3039.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisa kekuatan tarik komposit dengan orientasi serat 0^0

Diketahui :

$$P_{\max} = 766 \text{ kg} \\ = 766 \times 9,81 = 7514,46 \text{ N}$$

$$L = 24,05 \text{ mm}$$

$$T = 7,12 \text{ mm}$$

$$A = p \times l \\ = 24,05 \times 7,12 = 171,23 \text{ mm}^2$$

Maka :

$$\sigma = \frac{F}{A} \\ \sigma = \frac{7514,46}{171,23} \\ = 43,88 \text{ N/mm}^2$$

Dari analisa perhitungan didapatkan kekuatan tarik komposit pada orientasi serat 0^0 adalah $43,88 \text{ N/mm}^2$

b. Analisa kekuatan tarik komposit dengan orientasi serat 0^0 ; 45^0

Diketahui :

$$P_{\max} = 952 \text{ kg}$$

$$= 952 \times 9,81 = 9339,12 \text{ N}$$

$$L = 25,5 \text{ mm}$$

$$T = 6,75 \text{ mm}$$

$$A = p \times l$$

$$= 25,5 \times 6,75 = 172,13 \text{ mm}^2$$

$$L = 25,5 \text{ mm}$$

$$T = 6,75 \text{ mm}$$

$$A = p \times l$$

$$= 25,5 \times 6,75 = 172,13 \text{ mm}^2$$

Maka :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{9339,12}{172,13}$$

$$= 54,26 \text{ N/mm}^2$$

Dari analisa perhitungan didapatkan kekuatan tarik komposit pada orientasi serat 0^0 ; 45^0 adalah $54,26 \text{ N/mm}^2$

c. Analisa kekuatan tarik komposit dengan orientasi serat 0^0 ; 90^0

Diketahui :

$$P_{\max} = 842 \text{ kg}$$

$$= 842 \times 9,81 = 8260,02 \text{ N}$$

$$L = 25,19 \text{ mm}$$

$$T = 7 \text{ mm}$$

$$A = p \times l$$

$$= 25,19 \times 7 = 176,3 \text{ mm}^2$$

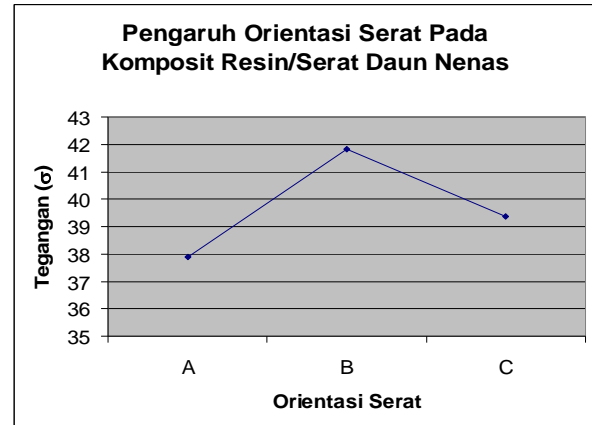
Maka :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{8260,02}{176,3}$$

$$= 46,85 \text{ N/mm}^2$$

Dari analisa perhitungan didapatkan kekuatan tarik komposit pada orientasi serat 0^0 ; 90^0 adalah $46,85 \text{ N/mm}^2$.



Gambar 8. Grafik pengaruh orientasi serat pada komposit resin/serat daun nenas

Dari grafik didapatkan Kekuatan tarik maksimum terdapat pada komposit yang memiliki orientasi serat 0^0 ; 45^0 . dapat diartikan bahwa variasi orientasi serat 0^0 ; 45^0 pada komposit menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik dari orientasi serat 0^0 ; 90^0 , hal ini terjadi karena serat dari daun nenas terjalin alami, yang mana didalamnya terdapat dua lapisan serat dengan arah yang berbeda, serat bagian atas dan bawah lebih besar dari pada serat yang letaknya ditengah yang berupa serabut-serabut kecil.

Persentase fraksi volume serat memberikan pengaruh pada permukaan serat yang mana semakin besar persentasenya akan menjadikan permukaan serat lebih bersih, sehingga ikatan serat dengan matrik semakin kuat dan meningkatkan kekuatan tarik, serta modulus dari komposit yang dibentuknya (Putu lokantara dan Naganan putu suardana, Desember 2007).

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Komposit yang diperkuat serat alam (nenas) dapat menghasilkan kekuatan tarik yang lebih besar
2. Dari hasil perhitungan, kekuatan tarik maksimum terdapat pada komposit dengan orientasi serat 0^0 ; 45^0 dimana kekuatan tariknya meningkat yaitu sebesar $41,81 \text{ N/mm}^2$ lebih besar dari pada orientasi serat 0^0 dan 0^0 ; 90^0 .

3. Variasi serat 0^0 , 0^0 ; 45^0 dan 0^0 ; 90^0 memberi pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik komposit dengan perlakuan serat.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (2006). Serat Nanas (<http://www.b2pttg.lipi.go.id>)

Anonim. (2006). Pemanfaatan Serat Nanas (<http://www.bbt.depperin.go.id>)

Gibson, F.R., 1994, "*Principles of Composite material Mechanis*", *International Edition*", McGraw-Hill Inc, New York.

Hadi,B.K., 2001, *Mekanika Struktur Komposit*, Departemen Pendidikan Nasional, Bandung.

James F. Shhackelford *Materials Science For Engineers* 2005.

Lim, J.K. and Shoji, T., 1993, *Fiber orientasion and weld strength of short glass fiber filled polycarbonate*, JSME internasional journal, series A, vol.36, No 3.

R.E. Smallman. R.J. Bishop *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material* edisi keenam. Erlangga Jakarta 2000

Padila Sandi *Pengaruh Temperatur Pengeringan Terhadap Kekuatan Tarik Serat Daun Nenas* Institut Teknologi Padang.

Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas