

## ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT ALAM SEBAGAI BAHAN ALTERNATIVE PENGGANTI SERAT KACA UNTUK PEMBUATAN DASHBOARD

Irwanto, S.M.B. Respati\*, H. Purwanto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang  
Jl. Menoreh Tengah X/22 Sampangan Semarang 50236

\*E-mail : sri.bondan.respati@gmail.com

### ABSTAK

Inovasi dalam bidang material komposit menuntut terciptanya material yang lebih ramah lingkungan. Salah satunya yaitu dengan pemanfaatan serat alam sebagai alternative pengganti serat kaca. Dalam penelitian ini variasi yang dilakukan adalah serat kelapa, serat pisang, dan serat padi. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan sebelumnya proses alkalisasi dengan NAOH 5%, dengan metode hand lay up, fraksi volume dengan perbandingan 80% serat dan 20% polimer, cetakan menggunakan standart ASTM D 638. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi komposit serat alam didapat dari serat kelapa sebesar 60,18 kg/cm<sup>2</sup>, serat pelepah pisang sebesar 50,07 kg/cm<sup>2</sup>, dan serat sekam padi sebesar 34,91 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk komposit fiber glass yang diambil dari dashboard adalah 69,87 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai regangan berbanding lurus dengan tegangan. Modulus elastisitas tertinggi didapat pada komposit serat padi dengan nilai  $3,4 \times 10^3$  kg/cm<sup>2</sup>. Dari variasi komposit serat alam yang dapat dijadikan alternatif pengganti serat kaca adalah komposit serat kelapa dengan nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 60,18 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** Komposit, Serat Alam, Pengujian Tarik

### PENDAHULUAN

Ketergantungan pada bahan buatan komposit yang semakin tinggi menuntut terciptanya inovasi untuk mengembangkan material yang lebih ramah lingkungan tanpa menyinggung aspek-aspek keselamatan dan kesehatan untuk terciptanya mutu kehidupan yang lebih baik.

Pengembangan teknologi hijau atau teknologi ramah lingkungan semakin serius dikembangkan. Salah satunya adalah teknologi komposit dengan material serat alam (*Natural Fiber*). Tuntutan teknologi ini disesuaikan juga dengan keadaan alam yang mendukung untuk pemanfaatannya secara langsung. (Nurudin dkk, 2011).

B. Maryanti dkk, (1993) telah meneliti pengaruh alkalisasi dengan NAOH pada komposit serat kelapa polyester terhadap kekuatan tarik. dimana nilai tertinggi didapatkan pada konsentrasi NAOH 5% dengan menghasilkan nilai kekuatan tarik optimum sebesar 97,356 N/mm<sup>2</sup> sedangkan tanpa alkalisasi menghasilkan komposit dengan kekuatan tarik sebesar 90,114 N/mm<sup>2</sup>.

Variasi yang dilakukan adalah beberapa jenis serat alam seperti serat kelapa, serat pelepah pisang, serat sekam padi untuk diaplikasikan sebagai bahan penguat komposit agar dapat

dijadikan bahan alternative pengganti serat kaca dalam komposit dashboard. Nilai kekuatan tarik dan struktur pada patahan dijadikan sebagai pembandingan nilai kekuatan yang akan diperoleh.

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada bahan komposit karakter bahan pembentuknya masih terlihat seperti aslinya (Budinski, 2003). Penguat yang digunakan pada polimer, baik yang termoplastik maupun termoseting pada umumnya dalam bentuk serat (fiber), benang (filament) dan butiran/ serbuk (Bernins, 1991).

Resin bersifat cair dengan viskositas yang rendah, yang akan mengeras setelah terjadinya proses polymerisasi. Resin berfungsi sebagai pengikat antara serat yang satu dengan yang lainnya sehingga menghasilkan ikatan yang kuat terbentuk material komposit yang padu, yaitu material yang memiliki kekuatan pengikat yang tinggi (Budinski, 2003)

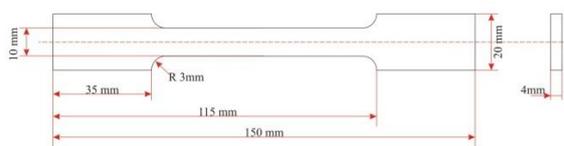
Modifikasi permukaan dilakukan untuk meningkatkan kompatibilitas antara serat alam dengan matriks. Alkalisasi pada serat alam adalah metode yang telah digunakan untuk menghasilkan serat dengan kualitas tinggi. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, *wetability* serat oleh matriks akan

semakin baik, sehingga kekuatan *antarmuka* pun akan meningkat. Bentuk masing – masing serat alam setelah melalui proses alkalisasi ditunjukkan pada gambar 1.

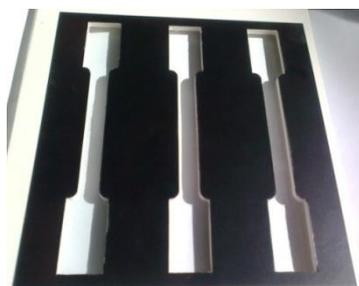


**Gambar 1. (A)Serat Pisang, (B) Serat Kelapa, (C) Serat Padi.**

Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik. Specimen yang gunakan sesuai standart ASTM D 638 diperlihatkan pada gambar 2 dan 3. Proses pembuatan spesimen dilakukan dengan menggunakan metode *hand lay up* dan fraksi volume. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin pengujian tarik dari Laboratorium Material Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.



**Gambar 2. Pola Spesimen pengujian tarik berdasarkan standar ASTM D638**



**Gambar 3. Cetakan Spesimen Komposit Serat Alam**

Hubungan linier antara tegangan regangan untuk suatu batang yang mengalami

tarik atau tekan sehingga diperoleh modulus elastisitas material.

$$\sigma = E \times \epsilon \dots\dots\dots (1)$$

dimana:  $\sigma$  = tegangan

$E$  = modulus elastisitas

$\epsilon$  = regangan

Hubungan beban tarik dan tegangan adalah:

$$P = \sigma \times A \dots\dots\dots (2)$$

Dimana P : beban (kg/cm<sup>2</sup>)

A : luas penampang (cm<sup>2</sup>)

Sedangkan regangan dinyatakan sebagai berikut:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots (3)$$

dimana:  $\Delta L$  = pertambahan panjang (cm)

$L_0$  = panjang mula-mula, (cm)

Besarnya nilai modulus elastisitas dihitung dengan.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots (4)$$

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Variabel bebas yang digunakan adalah perbandingan jenis serat yang digunakan, yaitu serat kelapa, serat pisang, serat padi. Variabel terikat yang digunakan adalah kekuatan tarik.

Variabel terkontrol yang digunakan antara lain:

- Perlakuan alkali dengan NAOH 5%
- Perbandingan fraksi volume serat 80% dan fraksi volume polyester 20%
- Proses alkalisasi dilakukan selama 2 jam
- Ukuran specimen sesuai dengan standar uji tarik ASTM D 638

Bahan dan alat yang digunakan antara lain:

Bahan : serat kelapa, serat pisang, serat padi, NAOH cair, air, resin polyester tidak jenuh merk Yucalac tipe 157 BQTN, katalis MEPOXE, dan wax MIRROR GLAZE, aquades.

Alat : Cetakan specimen, Mikrometer, Gerinda, Mesin uji tarik. Alat bantu lain yang digunakan meliputi : gelas ukur, panci, sendok, cutter, kuas, gunting, spidol, selotipe, penggaris.

Proses perlakuan alkalisasi NAOH.

Proses alkalisasi serat:

1. Serat direndam selama 2 jam dalam larutan NaOH 5 %
2. Pencucian serat dengan aquades
3. Pengeringan serat pada temperature 60<sup>0</sup>C selama 8 Jam

Komposit dibuat dengan menggunakan metode *hand lay up* dengan langkah – langkah pembuatan.

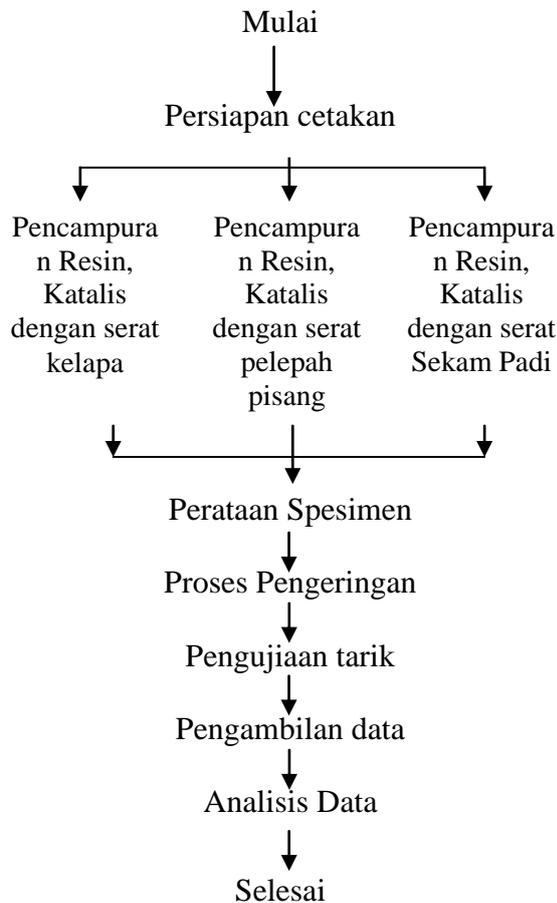
1. Ratakan wax mirror glass pada permukaan cetakan
2. Ratakan resin pada cetakan
3. Masukkan serat alam kedalam cetakan
4. Tambahkan resin secara merata
5. Lakukan pengerollan

Hasil cetakan komposit setelah kering dapat dilakukan pengujian tarik. Seperti terlihat dalam gambar 4.



**Gambar 4. Spesimen saat persiapan sebelum pengujian tarik**

Dalam melakukan penelitian kekuatan tarik komposit serat alam dapat dimulai dengan langkah – langkah seperti pada gambar 7. Diagram alur penelitian



**Gambar 5. Diagram alur penelitian**

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Untuk mengetahui perbedaan pengaruh jenis material antara serat kelapa, serat pelepah pisang, serat sekam padi maka perlu diadakan pengambilan gambar bekas patahan melalui foto makro. Pada gambar 6. terlihat bahwa pada komposit serat kelapa ukuran serat lebih besar sehingga nilai kekuatan tarik komposit serat kelapa juga lebih tinggi.



**Gambar 6. Patahan komposit serat kelapa**



**Gambar 7. Patahan komposit serat pelepah pisang**



**Gambar 8. Patahan komposit serat sekam padi**



**Gambar 9. Patahan komposit resin157 BQTN 100%**



Gambar 10. Patahan komposit dashboard

Dari hasil foto makro diatas dapat dilihat bahwa dalam patahan serat kelapa cenderung memiliki dimensi serat yang lebih besar jika dibandingkan dengan serat pelepah pisang dan sekam padi. Pada dasarnya semakin tingginya daya ikat serat tersebut terhadap resin maka kekuatan tarik akan semakin meningkat. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 6 sampai gambar 10. serat fiber glass yang telah diambil dari potongan dashboard terlihat bahwa daya ikat antar serat pada komposit tersebut sangat tinggi sehingga memberikan pengaruh besar pada peningkatan kekuatan material.

**Kekuatan Tarik**

Berdasarkan pengujian tarik didapatkan data - data hasil penelitian. Pada tabel 1 menjelaskan tentang hasil tegangan tarik sebagai berikut:  
Contoh perhitungan tegangan tarik yaitu:

$$P_{(beban)} = P_{(tekanan)} \times \pi \frac{d^2}{4}$$

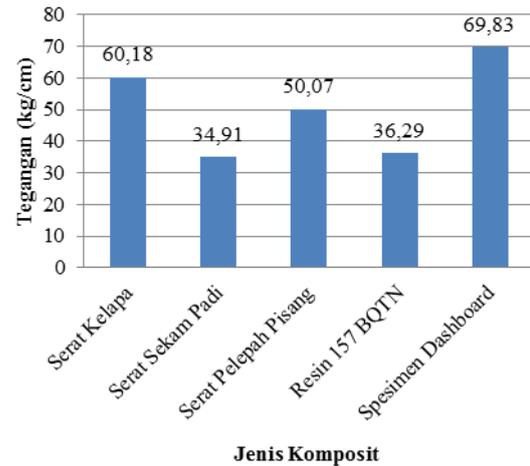
$$P_{(beban)} = 11,5 \text{ kg/cm}^2 \times 22.05$$

$$\sigma_{(tegangan)} = \frac{P}{A} = \frac{253,5825 \text{ kg/cm}^2}{4 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_{(tegangan)} = 63,40 \text{ kg/cm}^2$$

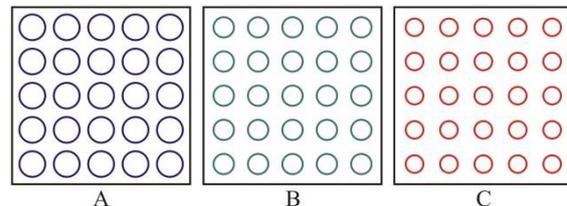
Tabel 1. Hasil tegangan komposit serat alam.

Jenis Serat	Tegangan (kg/cm <sup>2</sup> )
Serat Kelapa	60.18
Serat Sekam Padi	34.91
Serat Pelepah Pisang	50.07
Resin 157 BQTN	36.29
Spesimen Dashboard	69.83



Gambar 11. Diagram pengujian tarik komposit serat alam.

Dari diagram gambar 11. diatas dapat diketahui bahwa tegangan tarik tertinggi diperoleh dari komposit serat kelapa sebesar 60.18 kg/cm<sup>2</sup>, hasil tersebut dipengaruhi oleh perbedaan dimensi serat kelapa, serat pisang dan serat padi, serta kekuatan tarik dari serat tersebut. Luas permukaan serat kelapa lebih besar dari serat pisang, serat pisang lebih besar dari serat padi. Seperti yang terlihat dalam gambar 7.



Gambar 12. Ilustrasi komposit (A,serat kelapa. B, serat pisang. C, serat padi)

Contoh perhitungan regangan pada spesimen serat kelapa.

$$\epsilon_{(regangan)} = \frac{(\Delta L)}{(L_0)}$$

$$\epsilon_{(regangan)} = \frac{0,4}{15}$$

$$\epsilon_{(regangan)} = 0,027$$

jadi rata rata ε (regangan) pada komposit serat kelapa =

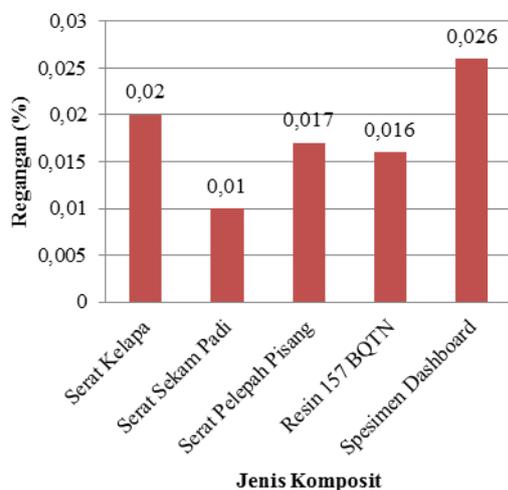
$$\frac{0,027 + 0,013 + 0,020}{3} = 0,02$$

Untuk mengetahui hasil perhitungan regangan dari masing – masing komposit serat alam diperlihatkan pada tabel 2.

**Tabel 2. Hasil regangan komposit serat alam**

Jenis Serat	Regangan (%)
Serat Kelapa	0,020
Serat Sekam Padi	0,010
Serat Pelepah Pisang	0,018
Resin 157 BQTN	0,017
Spesimen Dashboard	0,027

Dari tabel diatas didapat nilai regangan tertinggi didapat dari komposit serat kelapa sebesar 0,02%. Besarnya nilai tersebut dipengaruhi oleh penambahan panjang sebanding dengan besar gaya tarik. Dengan kata lain, semakin besar gaya tarik, semakin besar penambahan panjang pegas. Perbandingan besar gaya tarik (F) terhadap penambahan panjang pegas bernilai konstan. karenanya dikenal sebagai **hukum Hooke**. Perbedaan besar regangan antara masing masing komposit serat alam dilihat dari Gambar 8.



**Gambar 13. Nilai regangan (%) pada komposit serat alam.**

Contoh perhitungan modulus elastisitas pada komposit serat sekam padi:

$$E_{(\text{modulus elastisitas})} = \frac{\sigma(\text{tegangan})}{\varepsilon(\text{regangan})}$$

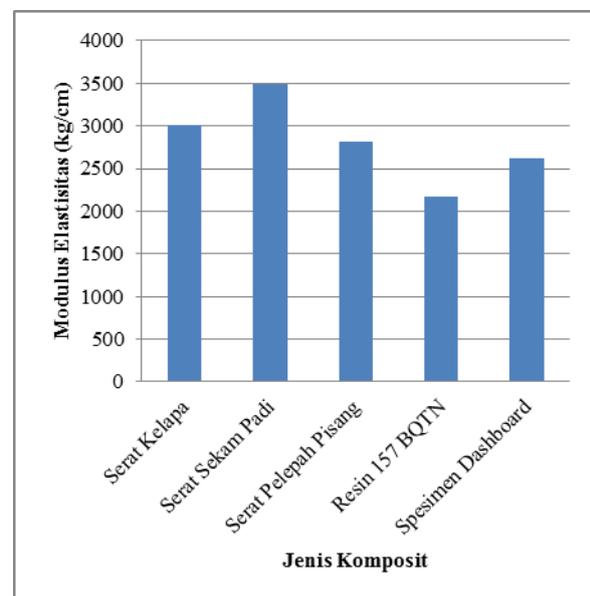
$$E = \frac{34,91}{0,01} = 3,4 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$$

Dari hasil perhitungan modulus elastisitas maka didapatkan data pada tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Modulus Elastisitas komposit serat alam**

Jenis Spesimen	Modulus Elastisitas
Serat Kelapa	$3 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$
Serat Sekam Padi	$3,4 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$
Serat Pelepah Pisang	$2,8 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$
Resin 157BQTN	$2,1 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$
Spesimen Dashboard	$2,6 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$

Nilai modulus elastisitas merupakan hubungan antara tegangan dan regangan. Regangan tertinggi didapat pada serat sekam padi, hal tersebut terjadi karena sekam padi terlalu pendek sehingga tidak cukup baik untuk saling terikat dan menimbulkan banyaknya daerah patahan pada permukaan komposit. Seperti terlihat pada gambar 14. Yang menunjukkan besarnya nilai modulus elastisitas pada setiap komposit.



**Gambar 14. Nilai Modulus Elastisitas (kg/cm<sup>2</sup>) komposit serat alam**

Nilai modulus elastisitas tertinggi didapat dari komposit dengan serat sekam padi sebesar  $3,4 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$  hal itu disebabkan karena komposit serat sekam padi memiliki perbandingan tegangan dan regangan paling rendah dibanding komposit lain, dikarenakan

dimensi serat padi yang lebih pendek dibanding serat lainnya.

Dari data-data diatas besarnya nilai tegangan sangat ditentukan oleh kekuatan struktur masing-masing serat. Nilai regangan dan tegangan yang konstan dikenal dengan hukum hooke. Besarnya modulus elastisitas tergantung dari besar perbandingan tegangan dan regangan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas maka dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengujian tarik tegangan komposit serat alam maksimum diperoleh pada komposit dengan serat kelapa sebesar  $60,18 \text{ kg/cm}^2$ , karena besarnya kekuatan tarik pada specimen bergantung pada luas penampang yang dimiliki serat dan untuk komposit fiber glass yang diambil dari dashboard adalah  $69,87 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Nilai E (modulus elastisitas) tertinggi didapat dalam komposit serat padi sebesar  $3,4 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ . Dikarenakan serat padi memiliki ukuran paling pendek dibanding yang lain, sehingga memicu terjadinya patahan pada specimen lebih banyak dan untuk specimen dashboard sebesar  $2,6 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ .
3. Diantara serat alam yang telah diuji alternative sebagai bahan pengganti serat kaca yaitu serat kelapa dikarenakan memiliki nilai tegangan tarik tertinggi sebesar  $60,18 \text{ kg/cm}^2$  dan modulus elastisitasnya yang lebih tinggi dari spesimen dashboard sebesar  $3 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$  dengan pertimbangan dashboard merupakan bagian interior yang terdapat beban besar dalam konstruksi tersebut.

### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, "Annual Book of ASTM Standard", West Conshohocken, 2003.
- Bernins M.L., 1991, *Spi Plastic Engineering*, Hand Book The Society of Pastics Industry Inc, New York
- Budinski K.G., 2003. *Engineering Material Properties and Selection*, Prentice Hall, New Jersey
- Maryati B., Soniet A.A., Wahyudi S., 2011, "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik", *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.2, No.2, Hal. 123-129

Nurudin, A., Sonief, A.A., Atmodjo, W.y., 2011, "Karakterisasi Kekuatan Mekanik Komposit Berpenguat Serat Kulit Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Kontinyu Laminat Dengan Perlakuan Alkali Bermatrik Polyester", *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.2, No.3, Hal. 209-217