

“ STUDY EKSPERIMENTAL PEMANFAATAN SERAT RAMI (BOEMERIA NIVEA) SEBAGAI BAHAN PENGUAT KOMPOSIT POLIMER MATRIK POLISTIREN”

Teguh Rahardjo

Jurusan Teknik Mesin – Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Telp. (0341) 417636 – Pes. 516, Fax. (0341) 417634

ABSTRAK

Masih dieperluan material yang mempunyai sifat tertentu dalam aplikasi di industri maka dikembangkan material non logam khususnya dengan penguat serat alam yang bersifat lebih ringan, mudah dibentuk, tahan korosi, harga murah dan memiliki kekuatan yang sama dengan material logam. Salah satu jenis serat alam yang dapat dimanfaatkan sebagai pengisi dalam material komposit adalah rami (Boemeria Nivea). Serat rami sendiri memiliki karakteristik sifat yang sangat baik. Untuk mendapatkan nilai ai lebih, jika serat tersebut digunakan sebagai serat pengisi dalam material komposit.. Spesies rami yang terdapat di Indonesia ada dua, yaitu Boehmeria nivea yang permukaan daunnya berwarna perak, dikenal dengan nama china grass, dan Boehmeria tenacissima dengan permukaan bawah daunnya berwarna hijau dan lebih sempit, dikenal dengan nama rhea.

Dari hasil pengujian sifat mekanik maka pada komposit dengan variasi jumlah layer serat diperoleh hasil peningkatan yang optimum pada setiap penambahan jumlah layer serat sampai dengan 3 layer serat, terjadi peningkatan kekuatan tarik sebesar 24,14 % dan peningkatan ketahanan impak sebesar 31,25 %.

Kata kunci: Serat rami; Komposit Polimer Matrik Polistiren; Serat pengisi; jumlah 3 layer ; peningkatan kekuatan tarik ; Peningkatan kekuatan impak.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini cukup pesat, salah satu dibidang material logam dan non logam. Selama ini keberadaan material logam mendominasi dalam bidang industri. Namun masih belum terpenuhi material yang mempunyai sifat tertentu dalam aplikasi di industri maka dikembangkan material non logam khususnya dengan penguat serat alam yang bersifat lebih ringan, mudah dibentuk, tahan korosi, harga murah dan memiliki kekuatan yang sama dengan material logam. Sehingga memang selayaknya jika bahan komposit digunakan secara luas dibidang industri, otomotif, dan arsitektur.

Dalam dekade ini, material komposit dengan penguat serat alam telah diaplikasikan oleh para produsen mobil sebagai bahan penguat panel mobil, tempat duduk belakang, dashboard, dan perangkat interior lainnya.

Keuntungan pemakaian komposit:

1. Memiliki sifat mekanik yang baik.

2. Tidak mudah korosif.

3. Bahan baku yang diperoleh dengan harga yang lebih murah.

4. Memiliki massa jenis yang lebih rendah dibanding dengan serat mineral.

Berbagai keuntungan tersebut telah menumbuhkan minat akan penggunaan material alami pada berbagai aplikasi. Material alami tidak akan dikhawatirkan habis karena dapat diperbaharui dengan pengembangbiakan yang sesuai dengan keadaan alam indonesia.

Salah satu jenis serat alam yang dapat dimanfaatkan sebagai pengisi dalam material komposit adalah rami (*Boemeria Nivea*). Serat rami sendiri memiliki karakteristik sifat yang sangat baik. Namun untuk saat ini pemanfaatan serat rami di Indonesia sebatas sebagai bahan dasar pembuatan karung, kertas dan bahan tekstil. Tentunya akan mempunyai nilai lebih, jika serat tersebut dapat digunakan sebagai serat pengisi dalam material komposit, lebih-lebih keberadaannya mampu menggantikan serat

non alami yang selama ini masih mengandalkan impor dari luar negeri. Berdasarkan pertimbangan diatas, maka dilakukan penelitian tentang komposit berpenguat serat rami sehingga diketahui seberapa besar kekuatan mekanik untuk masing – masing komposisi serat rami dan matriks maka pemanfaatannya menjadi suatu produk yang memiliki nilai tambah dan diterima oleh masyarakat luas. Membuktikan sifat-sifat mekanis bahan komposit dari serat rami dan plastik (resin Polyester).

1. Resin (Matriks)

Resin atau biasa juga disebut matriks berguna sebagai pengikat antara dua material penguat, sebagai pelindung dan pendukung, serta dapat memberikan distribusi dan pemindahan beban diantara material penguat, menyalurkan beban ke serat dan menempatkan serat pada posisinya. Matriks mempunyai fungsi untuk mentransfer tegangan di antara serat., melindungi permukaan serat dari abrasi mekanis. Matriks ini memainkan peranan yang kecil dalam kapasitasnya menerima beban tarik. Namun, pemilihan matriks berpengaruh besar terhadap sifat-sifat geser interlaminar dan juga geser in-plane yang dimiliki oleh suatu komposit. Kekuatan geser interlaminar sangat diperlukan pada struktur-struktur yang menerima beban lentur, sementara kekuatan geser in-plane sangat dibutuhkan bila struktur bekerja dengan beban torsi. Matriks yang banyak digunakan saat ini adalah dari jenis polimer atau plastik.

2. Resin (Matrik) Polyester

Resin poliester tak jenuh biasa disebut polyester karena asam tak jenuh merupakan bagian dari asam biasa, yang menyebabkan terdapatnya ikatan tak jenuh dalam rantai utama dari polimer yang dihasilkan. Resin ini berupa resin cair dengan viskositas yang rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu percampuran.

Keuntungan resin polyester adalah :

- Tidak jenuh kaku dan rapuh.
- Suhu deformasi termal lebih rendah dibandingkan dengan termoset lainnya.
- Ketahanan dingin baik.
- Sifat listrik lebih baik dibandingkan resin termoset.
- Bahan ini mudah mengembang dalam pelarut.
- Kemampuan cuaca sangat baik dan tahan terhadap sinar ultra violet.

3. Serat Rami

Saat ini, serat alam mulai mendapat perhatian yang serius dari para ahli material komposit karena:

- Serat alam memiliki kekuatan spesifik yang tinggi karena serat alam memiliki berat jenis yang rendah.
- Serat alam mudah diperoleh dan merupakan sumber daya alam yang dapat diolah kembali, harganya relatif murah, dan tidak beracun.



Gambar1. Tanaman Rami



Gambar 2. Serat rami

Tabel 1. Sifat mekanis Serat Rami

Fiber	Elongation at break (%)	Tensile Streng (10 E ⁶ N/m ²)	Young Modulus (Gpa)
Serat rami	3.6 – 3.8	400 - 938	61,4 - 128

METODOLOGI

Cara Pembuatan Spesimen Komposit Polimer Dengan Pengerjaan Konvensional Hand Lay Up.

Langkah pertama adalah melapisi cetakan dengan pelapis (wax atau lapisan lilin) dan cetakan dapat dibuat dari gips, kayu, lembaran pelat atau lembaran FRP pelapisan tersebut untuk mencegah cetakan lengket. Kemudian diikuti lapisan tipis ($\pm 0,3-0,4$ mm) resin murni disebut lapisan gel yang mempunyai beberapa fungsi. Pertama menutupi lubang yang tidak teratur pada saat produk diambil dari cetakan. Kedua yang terpenting adalah melindungi kekuatannya dari serangan embun dimana cenderung mengurangi kekuatan serat atau resin. Ini menciptakan ketahanan impak pada permukaan dan juga menyembunyikan tekstur kasar dari serat penguat (pengisi). Ketika lapisan gel mulai kering penguat

utama dilekatkan. Pertama kali resin (polyester tidak jenuh biasa digunakan) dioleskan dan diikuti lapisan serat gelas dan membuang udara yang terperangkap. Keunggulan dari teknik ini adalah kekuatan dan ketebalan komposit dapat dikontrol dengan menambah ketebalan dengan serat dan resin secara terus-menerus tergantung keinginan. Pengeringan dibutuhkan pada suhu ruangan tetapi panas kadang digunakan untuk mempercepat proses pengeringan. Idealnya penghalusan harus dilakukan sebelum benar-benar kering karena materialnya masih cukup lunak untuk pisau atau gunting bila digunakan.

BAHAN

Serat Penguat

Untuk serat penguat dipilih serat rami dengan data teknis sebagai berikut:

Kekuatan Tarik 400 – 938 Mpa

Modulus Young 61,4 – 128 Gpa

Matriks

Untuk matriks dipilih resin Polyester dengan data teknis sebagai berikut:

Kekuatan tarik 0,37 – 0,39 Gpa

Ketahanan impak 8 – 22 Lb/Inchi

Selain itu diperlukan bahan pendukung dalam proses pembuatan spesimen yaitu bertujuan untuk memudahkan pengerjaan spesimen. Bahan pendukung yang dipakai dalam proses pembuatan spesimen antara lain:

- Wax, berfungsi untuk memudahkan pelepasan spesimen dari cetakan
- Katalis, berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan spesimen

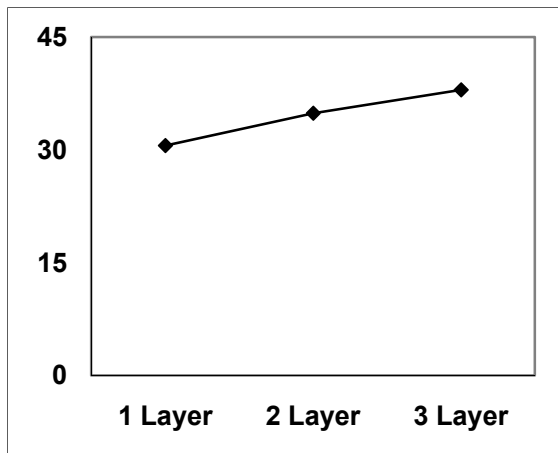
PEMBAHASAN

Penambahan jumlah layer serat pada komposit polimer dengan resin Polyester dengan variasi fraksi berat tetap (30% Serat rami dan 70 % Resin Polyester) mengalami kenaikan kekuatan tarik pada setiap penambahan jumlah layer serat

Tabel 2. Pengujian Tarik Spesimen Komposit

No Uji	Area mm ²	Serat	Max Force Kgf/mm ²	Tensile Strength Kgf/mm ²	Elongation %
1	91	1 Layer serat	2855,22	31,376	7,686
2	91		2844,11	31,254	10,588
3	91		2641,10	29,023	14,105
Rata-rata			2780,14	30,551	10,793
4	91	2 Layer Serat	3018,40	33,169	11,368
5	91		3346,70	36,777	11,579
6	91		3145,80	34,569	12,281
Rata-rata			3170,30	34,838	11,742
7	91	3 Layer Serat	3390,84	37,262	5,347
8	91		3385,20	37,200	6,462
9	91		3578,00	39,319	7,579
Rata-rata			3451,35	37,927	6,463

Grafik 1. Hubungan variasi layer serat dengan kekuatan tarik



Seperti pada komposit dengan 2 layer serat memiliki kekuatan tarik 34,838 MPa lebih tinggi dibanding komposit dengan 1 layer serat yang memiliki kekuatan tarik 30,551 Mpa, hal ini dikarenakan oleh pada komposit dengan 1 layer serat terjadi pengelompokan serat karena komposit hanya tersusun dengan 1 lamina serat atau 1 susunan serat sehingga distribusi beban pada

komposit terpusat dan tidak merata seperti pada komposit dengan 2 layer yang mempunyai susunan 2 lamina sehingga beban yang terdistribusi pada komposit lebih merata.

Sedangkan pada komposit dengan 3 layer serat kekutan tariknya lebih tinggi dibanding komposit dengan 2 layer serat yaitu 37,927 MPa hal ini disebabkan pada komposit dengan 3 layer serat tersusun dengan 3 lamina (susunan) serat sehingga distribusi beban yang diterima komposit lebih merata pada daerah komposit.

Dengan demikian pada setiap penambahan layer serat sampai dengan 3 layer serat dengan variasi fraksi berat tetap yaitu 30% serat rami dan 70 % matrik resin polyester mengalami peningkatan kekuatan tarik pada setiap penambahan jumlah layer serat sampai dengan 3 layer serat dengan persentase kenaikan kekuatan tarik adalah : untuk kenaikan dari komposit dengan 1 layer ke komposit dengan 2 layer serat 14,03 % dan untuk kenaikan dari komposit dengan 2 layer serat ke komposit dengan 3 layer serat 8,87 %.

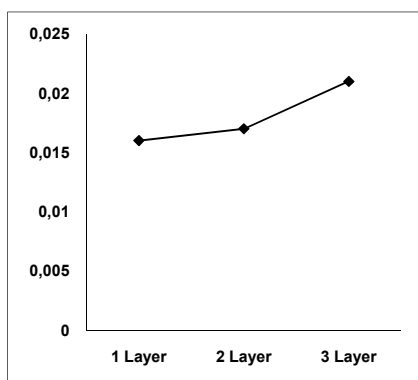
Ketahanan impact untuk komposit dengan matrik resin polyester yang penguat serat rami dengan variasi jumlah layer serat 1 layer, 2 layer dan 3 layer cenderung meningkat hal ini disebabkan karena adanya distribusi beban yang menyebar pada komposit dengan penempatan serat secara kontinu (searah) pada setiap variasi layer, sehingga beban yang diberikan tegak lurus dengan arah serat yang kontinu tersebut.

Pada komposit dengan variasi serat 1 layer didapatkan ketahanan impact sebesar 0,016 joule/mm² lebih kecil dari komposit dengan variasi 2 layer serat yang mempunyai ketahanan impact 0.017 joule/mm², hal ini dikarenakan penyebaran serat pada komposit dengan variasi 2 layer serat lebih merata dibandingkan dengan komposit dengan variasi 1 layer serat yang hanya memiliki 1 lamina (susunan serat) sehingga tidak terjadi pengelompokan yang dapat menyebabkan konsentrasi tegangan terpusat.

Tabel 3. Pengujian impak

Bahan uji	Luas (mm ²)		Sudut awal (α)	Sudut akhir (β)	HI (Joule/mm ²)
1 Layer Serat	1.	45	45°	43°	0,009
	2.	45	45°	40°	0,022
	3.	45	45°	41,5°	0,016
Rata-rata	45		45°	41,5°	0,016
2 Layer Serat	1.	45	45°	42°	0,014
	2.	45	45°	41°	0,018
	3.	45	45°	40,5°	0,020
Rata-rata	45		45°	41,2°	0,017
3 Layer Serat	1	45	45°	41°	0,018
	2	45	45°	41°	0,018
	3	45	45°	39°	0,026
Rata-rata	45		45°	40,3°	0,021

Grafik 2. Harga Impak dengan Variasi Layer Serat

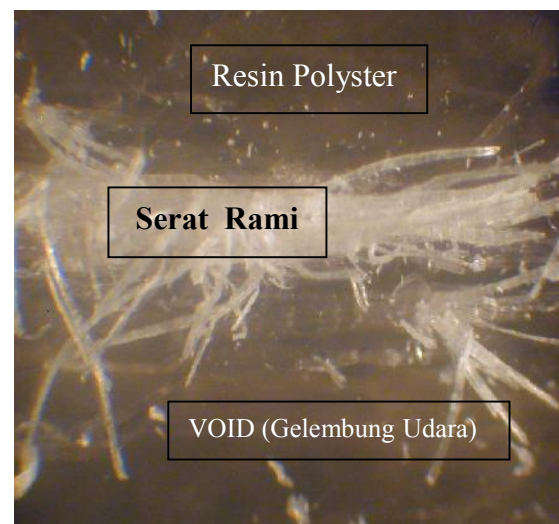


Sedangkan pada komposit dengan variasi 3 layer serat terlihat ketahanan impak tertinggi pada komposit dengan variasi jumlah layer serat sampai dengan 3 layer serat yaitu 0.021 joule/mm² hal ini disebabkan karena pada komposit dengan variasi 3 layer serat penyebaran serat lebih merata pada semua luasan daerah komposit hal ini juga dikarenakan komposit ini menggunakan

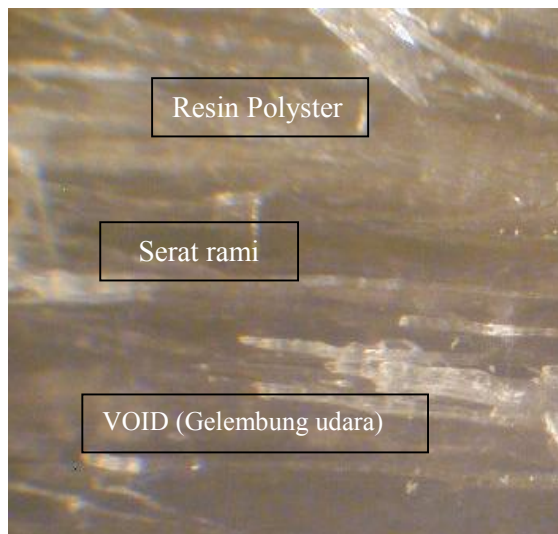
variasi fraksi berat tetap yaitu 30% serat rami dan 70% matrik resin polyester sehingga tidak mengurangi jumlah fraksi berat matrik dalam setiap penambahan jumlah layer sehingga tidak mengurangi distribusi tegangan yang dapat mengakibatkan menurunnya ketahanan impak dari komposit.

Dengan demikian pada setiap penambahan layer serat sampai dengan 3 layer serat dengan variasi fraksi berat tetap yaitu 30% serat rami dan 70 % matrik resin polyester mengalami peningkatan ketahanan impak pada setiap penambahan jumlah layer serat sampai dengan 3 layer serat dengan persentase kenaikan ketahanan Impak adalah : untuk kenaikan ketahanan impak dari komposit dengan 1 layer ke komposit dengan 2 layer serat 6,25 % dan untuk kenaikan dari komposit dengan 2 layer serat ke komposit dengan 3 layer serat 23,53 %.

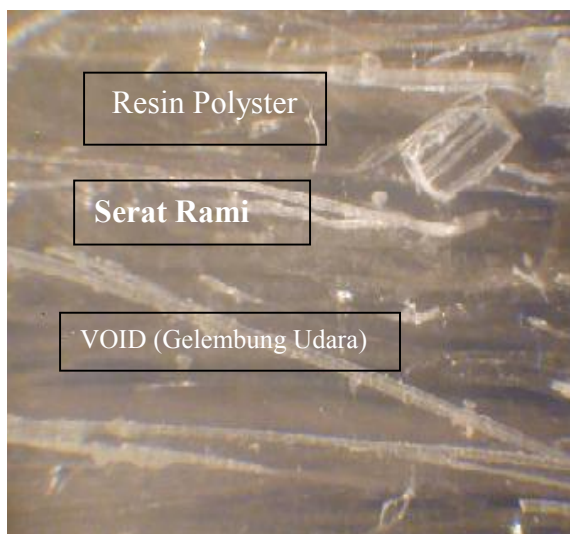
Pengamatan Struktur



Gambar 3. Struktur makro penampang melintang komposit dengan variasi 1 layer serat



Gambar 4. Struktur makro penampang melintang komposit dengan variasi 2 layer serat



Gambar 5. Struktur makro penampang melintang komposit dengan variasi 3 layer serat

Dari pengamatan foto makro penyebaran serat menjadi padat disebabkan bertambahnya jumlah layer serat pada komposit. Perubahan sifat mekanik dari komposit diakibatkan karena penambahan layer serat mengakibatkan penyebaran serat lebih merata sehingga tidak terjadi pengelompokan serat yang mengakibatkan beban terpusat.

Pada komposit dengan variasi 1 layer serat dapat dilihat terjadi pengelompokan jumlah serat sebesar 30 % fraksi berat serat. Sehingga mengakibatkan kekuatan tarik dan ketahanan impak dari komposit cenderung lebih rendah dibandingkan dengan komposit dengan variasi 2 layer serat.

Pada gambar 5. terlihat bahwa penyebaran serat lebih merata pada komposit dengan variasi 3 layer serat sehingga distribusi beban yang diterima komposit lebih merata hal ini menyebabkan kekuatan tarik dan ketahanan impak dari komposit dengan variasi 3 layer serat lebih besar dibandingkan dengan komposit dengan variasi 2 layer serat.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian tarik dapat disimpulkan bahwa pada komposit polimer dengan variasi jumlah layer serat sampai dengan 3 layer serat didapatkan hasil tertinggi 37,927 Mpa. Pada pengujian impak dapat disimpulkan bahwa pada komposit polimer dengan variasi jumlah serat sampai dengan 3 layer serat didapatkan hasil tertinggi 0.021 joule/mm². Dari hasil pengujian sifat mekanik maka pada komposit dengan variasi jumlah layer serat diperoleh hasil peningkatan yang optimum pada setiap penambahan jumlah layer serat sampai dengan 3 layer serat, yaitu dengan peningkatan kekuatan tarik sebesar 24,14 % dan peningkatan ketahanan impak sebesar 31,25 %

DAFTAR PUSTAKA

1. Berins. Michael L, *Plastic Engineering Handbook*, 1991, Van nostrand reinhold, New York.
2. Gibson R. F., *Principles of Composite Material Mechanics*, 1994, McGraw-Hill, Inc., New York.
3. Gay, S.V. Hoa, S.W. Tsai, *Composite Materials: Design and Application*", 2003, CRC Press, Paris.
4., *Standart Test Methods for Tensile Properties of Plastics* 2002, ASTM Standards, Plastics, standard on disc, vol. 08.01.
5. K.K. Chawla, *Composite Materials: Science and Engineerin*, 1987, Springer-Verlag, New York.
6. Sudjiondro, *Variates Serat Batang (Rosella, Kenaf, dan Jute)*, 1986, Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang.
7. Schwartz M. M., *Composite Materials Handbook*, 1992, McGraw-Hill Int. Singapore.
8. T. Surdia, S. Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*, 2000, Pradnya Paramita, Jakarta.
9. Smallman, R. E. dan Bishop, R. J, Terjemahan Sriati Djaprie, *Metallurgi Fisik dan Rekayasa Material*, 2000, Erlangga, Jakarta.