

## ANALISA SIFAT MEKANIK KOMPOSIT EPOKSI DENGAN PENGUAT SERAT POHON AREN (IJUK) MODEL LAMINA BERORIENTASI SUDUT ACAK (*RANDOM*)

Basuki Widodo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, ITN Malang

Masuk: 6 Desember 2007 , revisi masuk: 4 Juni 2008, diterima: 15 Juli 2008

### ABSTRACT

*Composite represent a number of systems of multi phase is nature of alliance that is alliance matrix materials or fastener with lasing. Of the merger will yield composite materials which have the nature of mechanical and different characteristic of its material, so that can be planned a composite material which wanted. Coconut coir is found abundantly but it's exploiting which still less, besides their mechanical properties of this fibre still hanging in doubt. Pursuant to consideration of matter above, hence research about composite with materials filler of fibre of palm tree so that can know the mechanical properties of the each fibre of palm tree composition and matrix. From result of research which to be got highest composite interesting strength equal to 5.538kgf/ mm<sup>2</sup> heavy fraction fibre of palm tree 40 %. And highest interesting strength mean equal to 5.128kgf/mm<sup>2</sup> heavy faction fibre of palm tree 40 %. Strength of highest composite impact equal to 33.395Joule/mm<sup>2</sup> with strength of mean impact 11.132Joule/mm<sup>2</sup> heavy fraction fibre of palm tree 40 %.*

**Keywords:** *Mechanical Properties, Composite, Epoxy, Fibre of palm tree.*

### INTISARI

Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat. Dari penggabungan tersebut akan menghasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanis dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya, sehingga dapat direncanakan suatu material komposit yang diinginkan. Melimpahnya sumber daya alam sabut kelapa namun pemanfaatannya yang masih kurang, dikarenakan sifat mekanis dari serat ini yang masih diragukan kehandalannya. Berdasarkan pertimbangan hal diatas, maka dilakukan penelitian tentang komposit dengan bahan pengisi ijuk sehingga dapat diketahui sifat mekanis untuk masing-masing komposisi ijuk dan matriks. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan kekuatan tarik komposit tertinggi sebesar 5,538kgf/mm<sup>2</sup> pada fraksi berat ijuk 40%. Dan rata-rata kekuatan tarik tertinggi sebesar 5,128kgf/mm<sup>2</sup> pada fraksi berat ijuk 40%. Kekuatan im-pak komposit tertinggi sebesar 33,395Joule/mm<sup>2</sup> dengan kekuatan impak rata-rata 11,132Joule/mm<sup>2</sup> pada fraksi berat ijuk 40%.

**Kata Kunci:** Sifat Mekanis, Komposit, Epoxy, Ijuk.

### PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini cukup pesat, baik dibidang material logam dan bukan 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 bukan 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:

- Memiliki sifat mekanik yang baik
- Tidak mudah korosif
- Bahan baku yang mudah diperoleh dengan harga yang lebih murah
- Memiliki massa jenis yang lebih rendah dibanding dengan serat mineral
- Mampu berfungsi sebagai peredam suara yang baik

Berdasarkan uraian singkat diatas, maka dapat dijabarkan bagaimana pengaruh serat ijuk model lamina dengan orientasi sudut acak dengan matrik epoksi terhadap kekuatan tarik dan impaknya.

Menurut Matthews dkk. (1993), komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Material komposit mempunyai sifat dari material konvensional pada umumnya dari proses pembuatannya melalui percampuran yang tidak homogen, sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat.

Komposit berbeda dengan paduan, untuk menghindari kesalahan dalam pengertiannya, oleh Van Vlack (1994) dijelaskan sebagai berikut :

- Paduan adalah kombinasi antara dua bahan atau lebih dimana bahan-bahan tersebut terjadi peleburan.
- Komposit adalah kombinasi terencana dari dua atau lebih bahan yang mempunyai sifat-sifat seperti yang diinginkan dengan cara kombinasi yang sistematis pada kandungan-kandungan yang berbeda tersebut.

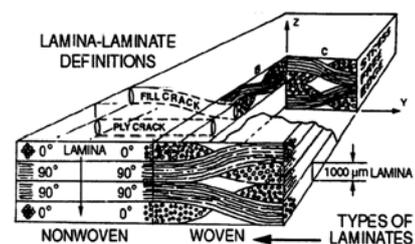
Definisi yang lain yaitu, komposit merupakan rangkaian dua atau lebih bahan yang digabung menjadi satu ba-

han secara *mikroskopis* dimana bahan pembentuknya masih terlihat seperti aslinya dan memiliki hubungan kerja diantaranya sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan (Mikell, 1996). Pada umumnya komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda yaitu:

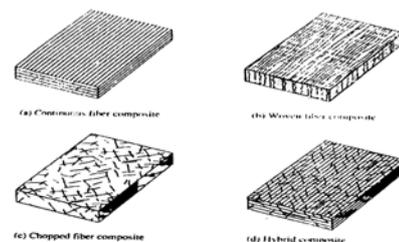
- Matriks, umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan yang lebih rendah.
- Penguat (*reinforcement*), umumnya berbentuk serat yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih kuat.

Proses pembentukan *lamina* menjadi *laminat* dinamakan proses *lamina*. Sebagai elemen dari sebuah struktur, *lamina* yang serat penguatnya searah saja (*unidirectional lamina*) pada umumnya tidak menguntungkan karena memiliki sifat yang buruk. Untuk itulah struktur komposit dibuat dalam bentuk *laminat* yang terdiri dari beberapa macam lamina atau lapisan yang diorientasikan dalam arah yang diinginkan dan digabungkan bersama sebagai sebuah unit struktur.

Mikrostruktur *lamina* dan jenis – jenis dari arah serat dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2 dibawah ini:



Gambar 1. mikrostruktur *lamina* (Courtney, 1999)



Gambar 2. Jenis-jenis dari *fiber-reinforced composites* (Courtney, 1999)

Terdapat beberapa lamina, yaitu:

*Continuous fiber laminate*, lamina jenis ini mempunyai lamina penyusun dengan serat yang tidak terputus hingga mencapai ujung-ujung lamina. *Continuous fiber laminate* terdiri dari :

- *unidirectional laminate* (satu arah), yaitu bentuk *laminate* dengan tiap lamina mempunyai arah serat yang sama. Kekuatan terbesar dari komposit lamina ini adalah searah seratnya.
- *Crossplien quasi-isotropoic* (silang), lamina ini mempunyai susunan serat yang saling silang tegak lurus satu sama lain antara lamina.
- *Random/woven fiber composite*, lamina ini mempunyai susunan serat yang tidak beraturan satu sama lain.

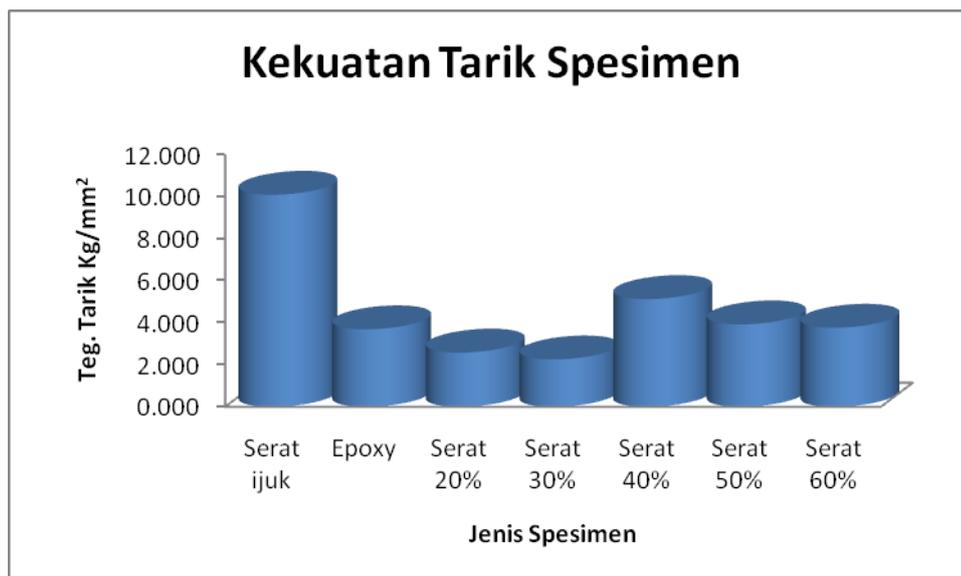
*Discontinuous fiber composite*, berbeda dengan jenis sebelumnya maka *laminate* ini pada masing-masing lamina terdiri dari potongan serat pendek yang terputus dan mempunyai dua jenis yaitu

- *Short Alighned Fiber*, potongan serat tersusun dalam arah tertentu, sesuai dengan keperluan setiap lamina.
- *In-Plane Random Fiber*, potongan serat disebarakan secara acak atau arahnya tidak teratur.

Penelitian dilakukan dengan komposisi serat-epoxy yaitu 20:80, 30:70, 40:60, 50:50 dan 60:40 persen berat dengan pengujian tarik untuk mendapatkan kekuatan tarik dan perpanjangan serta pengujian dampak untuk mendapatkan ketahanan terhadap benturan.

## PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan didapatkan data kekuatan tarik komposit semakin menurun dan berfluktuasi seiring dengan bertambahnya fraksi berat serat. Pada komposisi berat serat 20% dan 30%, dari ketiga spesimen yang telah di uji didapatkan kekuatan tarik rata-rata sebesar 2,577 kg/mm<sup>2</sup> dan 2,251kg/mm<sup>2</sup>, lebih menurun dibandingkan dengan komposisi 100% dengan kekuatan tarik sebesar 3,687kg/mm<sup>2</sup>. Pada komposisi berat serat 40%, 50% dan 60% spesimen yang telah di uji kekuatan tarik rata-rata yang didapat cenderung meningkat dibanding 100% epoxy yaitu 5,128kg/mm<sup>2</sup>, 3,921 kg/mm<sup>2</sup>, 3,762kg/mm<sup>2</sup>. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 3 berikut, dimana specimen dengan komposisi serat 40% mempunyai kekuatan tarik rata-rata yang tertinggi, namun hanya setengah dari kekuatan asal serat ijuk.



Gambar 3. Kekuatan tarik rata-rata dari berbagai macam komposisi serat-epoxy



Gambar 4. Perpanjangan rata-rata dari berbagai komposisi serat-epoxy

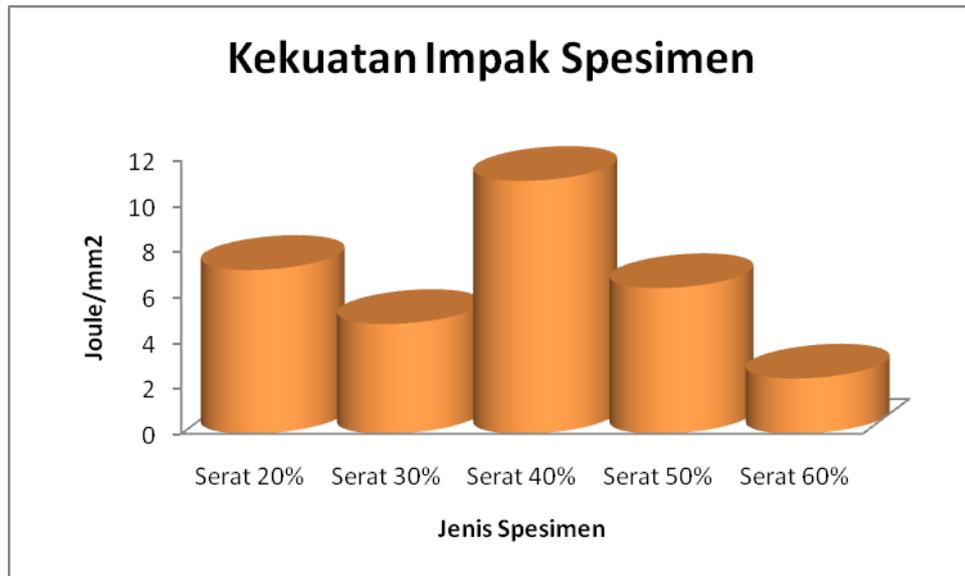
Gambar 4, memperlihatkan perpanjangan dari berbagai komposisi serat dan epoxy. Serat dengan komposisi berat 30% mempunyai perpanjangan yang paling tinggi lebih dari 40% kemudian menurun seiring dengan bertambahnya serat. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa ijuk mempunyai kekuatan yang tinggi namun agak getas, sehingga bila komposit mempunyai fraksi berat serat yang besar akan cenderung lebih getas.

Berdasarkan pada pengamatan patahan setelah pengujian tarik dapat dilihat bahwa patahan yang terjadi berbentuk *pull out* (patahan akibat penarikan dimana tampak serabut serat) dan broken fiber (serat patah didalam matrik dan matrik patah). Karena pada umumnya serat komposit secara praktis elastik terpengaruh oleh tarikan. Sekalipun demikian, ketidakhomogenan komposit memberikan berbagai macam mekanisme energi disipasi pada skala mikroskopis terhadap proses peluluhan tersebut. Termasuk juga deformasi matrik, retak mikro (*micro cracking*), kepatahan pada serat (*fiber breaking*), lepasnya ikatan interface dan terkelupasnya serat dari matriks (*debonding*).

Proses kerusakan mikro yang diikuti dalam komposit umumnya lebih di-

karenakan kurangnya orientasi dari pada kerusakan *catastropic*. Dengan demikian dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa ikatan antar muka (*interfacial bonding*) yang lemah antara serat dan matriks. Kekuatan tarik serat yang lebih rendah dari kekuatan tarik matriks menyebabkan penurunan kekuatan tarik, sehingga serat ijuk tidak sesuai jika digunakan sebagai bahan penguat matriks.

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara fraksi berat serat dan energi impact mengalami kenaikan dan penurunan energi impact dari fraksi berat serat 20%-60%. Dari perhitungan data hasil pengujian dengan variasi fraksi berat serat maka didapatkan kekuatan impact tertinggi pada fraksi berat serat 40% sebesar 11,132joule/mm<sup>2</sup>. hal ini disebabkan oleh beban yang diterima spesimen saat pengujian impact berlawanan dengan arah serat (*transverse stress*) sehingga patahan yang terjadi hanya pada bagian yang mengalami pemusatan tegangan, karena secara alami, komposit serat bersifat anisotropik yang tinggi, sifat maksimum akan tercapai jika seluruh fiber diluruskan dalam arah sumbu fiber.



Gambar 5. Kekuatan impak rata-rata dari berbagai komposisi serat-epoxy

#### KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh kekuatan tarik komposit tertinggi pada fraksi berat serat 40%. Sedangkan untuk kekuatan impak komposit tertinggi juga pada fraksi berat serat 40%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Courtney, TH., 1999, *Mechanical Behavior Of Material*, Mc. Graw, Hill International Engineering, Material Science/Metallurgy Series.
- Crawford, R.J., 1995, *Plastic Engineering 2<sup>nd</sup>*, Maxwell Macmilan International Editions.
- Daniel G., Suong VH., Stephen WT, 2000, *Composite Materials Design And Applications*, CRC Press LLC, Florida.

- De Garmo EP., Black JT., Ronald, KA. 1993, *Materials And Processes In Manufacturing*, Ninth Editions.
- Van Vlack, LH., 1994, terjemahan Japrie, S. *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Edisi kelima, Erlangga, Jakarta.
- Matthews, F.L., Rawlings, RD., 1993, *Composite Material Engineering And Science*, Imperial College Of Science, Technology And Medicine, London, UK.
- Mikell PG., 1996, *Composite Material Fundamental of Modern Manufacturing Material, Processes, And System*, Prentice Hall.
- Smith, WF., 2002, *Foundations of Material Science And Engineering*, Mc Graw, Hill International Editions.
- Surdia, T, Saito S, 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramita, Jakarta.