

PENYELIDIKAN KARAKTERISTIK MEKANIK TARIK KOMPOSIT SERBUK KASAR KENAF

Fadly A. Kurniawan Nasution

Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik Harapan, Medan

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas dari spesimen komposit serbuk kasar kenaf dengan komposisi 90% Resin – 10% Serbuk, 80% Resin – 20% Serbuk dan 70% Resin – 30% Serbuk. Adapun nilai yang di dapat dari hasil pengujian tarik dari spesimen uji ini adalah untuk serbuk kasar 24,151 MPa, , regangan rata-rata serbuk kasar 2,533 MPa, modulus elastisitas sebesar 970,53MPa terhadap kekuatan uji tarik. Metode penelitian ini dilakukan di Laboratorium IFRC (*Impact and Fracture Research Center*) Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara. Komposit dibuat dengan menggunakan resin sebagai pengikat matriknya dan kenaf sebagai penguatnya. Variasi bahan adalah serbuk halus dan kasar 10%, 20% dan 30% resin 90%, 80% dan 70%. Spesimen di buat dengan metode paling sederhana (*hand lay up*). Selanjutnya komposit dibiarkan selama kurang lebih 24 jam agar hasilnya sesuai dengan yang di inginkan. Kemudian dilakukan proses pengujian tarik. Penelitiannya adalah spesimen yang telah diberi berbeda variasi diuji dengan mesin Uji Tarik. Hasil pengujian didapat kurva beban pertambahan panjang. Kemudian diperoleh hasil pada grafik untuk setiap spesimen. Luasan area ini adalah perbandingan dari tiap spesimen. Kemudian memperoleh hasil dengan luas area patah pada spesimen.

Kata kunci: Komposit serbuk Kenaf, Tegangan, Regangan, Modulus Elastisitas, *Hand lay up*.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Perkembangan bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dalam *industry* mulai menyulitkan bahan konvensional seperti logam untuk memenuhi keperluan aplikasi baru. Industri pembuatan pesawat terbang, perkapalan, mobil dan *industry* pengangkutan merupakan contoh industri yang sekarang mengaplikasikan bahan-bahan yang memiliki sifat berdensitas rendah, tahan karat, kuat, tahan terhadap keausan dan fatigue serta ekonomis sebagai bahan baku industrinya.

Penelitian ini cukup beralasan karena ketersediaan bahan baku serat penguat yang melimpah baik dari serat penguat komposit organik (serat bambu, serat nanas, serat tebu, serat pisang, serat eceng gondok, dan ijuk) maupun serat penguat anorganik dan kebutuhan/permintaan hasil olahan material komposit yang cukuptyinggi di pasaran. Setelah diketemukannya berbagai macam serat sintetis yang dibuat secara kimiawi, kini para ilmuwan berlomba-lomba beralih melakukan penelitian pada serat alam. Para ilmuwan mulai meneliti sifat-sifat alami dan melakukan uji mekanis terhadap serat-serat alam yang ada. Penelitian dilakukan setelah diketahui kelemahan-kelemahan yang terdapat pada serat sintetis, yaitu diantaranya; harganya yang relative mahal, tidak dapat terdegradasi secara alami, beracun dan jumlahnya yang terbatas.

Oleh karena itu para ilmuwan berusaha meneliti dan menemukan serat alam pengganti serat sintetis yang memiliki sifat antara lain; mudah didapatkan, dapat terurai secara alami, harganya yang murah dan tidak beracun, namun memiliki kekuatan mekanis yang sama atau lebih baik dari serat sintetis.

Salah satu serat alam yang melimpah di alam adalah serat kenaf (*Hibiscus cannabinus L.*), selain menarik dari segi keunggulannya serat kenaf juga mencoba mengeser serat sintesis. Tanaman kenaf banyak tumbuh di dunia besarnya 970.000 ton/tahun, rosella 250.000 ton/tahun, rami 100.000 ton/tahun dan abaca 70.000 ton/tahun (eichorn, 2001) beberapa serat alam tersebut biasanya hanya di buat sebagai bahan baku karung goni. Kenaf (*Hibiscus cannabinus L.*) adalah tanaman herba semusim hari pendek yang kulit terluar batangnya menghasilkan serat. Hasil utama kenaf adalah serat untuk bahan baku pembuatan karung bahan pulp, komposit *polypropylene* dalam *industry polimer*, pengganti *fiberglass*, alas tidur binatang, *particile board*, material *absorbent* untuk industri, campuran media tanam, pakan ternak, filler organik untuk plastik serta insulasi (Taylor 1995 ; Liu 2003)

Berkembangnya isu yang berkelanjutan membuat material alam dilirik oleh berbagai macam industri salah satunya adalah industri material teknik terutama dalam bidang teknik mesin, serat tanaman kenaf berpotensi sebagai bahan baku komposit berbasis serat alam karena

karakternya yang cukup menarik. Dengan kandungan serat yang cukup tinggi kenaf memiliki serat yang sangat ulet ramah lingkungan mudah di dapat. Keuntungan matrial komposit di antaranya tahan korosi, ringan, *performance*-nya cukup menarik serta tahan air. Kualitas komposit juga dipengaruhi oleh jenis resin yang digunakan (Tata Surdia 2000). Resin memberikan kekuatan terhadap benturan (impak) dan tekanan suatu bahan yang diberi gaya dari luar (Pramuko Purboputro 2006).

1.2. Batasan Masalah

Penelitian ini akan melakukan penyelidikan perilaku mekanik komposit serbuk kenaf akibat pembebanan tarik. Komposisi komposit ada 3 komposisi, yaitu 90-10, 80-20, dan 70-30 (Resin-Serbuk).

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan pembuatan komposit serbuk kenaf dengan 3 komposisi, yaitu 90-10, 80-10, dan 70-30.
2. Mendapatkan nilai tegangan, regangan, dan Modulus Elastisitas komposit serbuk kenaf akibat beban tarik.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Sedangkan secara umum komposit dapat didefinisikan sebagai suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit). Dengan adanya perbedaan dari material penyusunnya maka komposit antar material harus berikatan dengan kuat, sehingga perlu adanya penambahan wetting agent.

2.2. Penyusun Komposit

1. Matriks

Berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung penguat dari kerusakan eksternal. Matriks, umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih

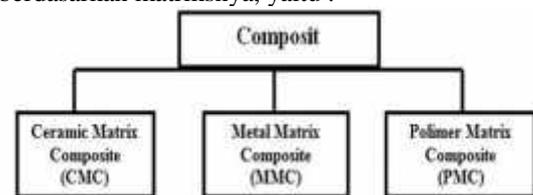
rendah. Matriks yang umum digunakan : resin, carbon, glass, kevlar, dll.

2. Penguat.

Berfungsi sebagai penguat dari matriks. Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih rigid serta lebih kuat, dalam penelitian ini penguat komposit yang digunakan yaitu dari serbuk alam. Penguat yang umum digunakan : serat, serbuk, dll.

2.3. Jenis-jenis Komposit

Bahan komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan matriksnya, yaitu :



Gambar 1 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Bentuk dari Matriksnya

Gambar diatas merupakan komposit berdasarkan bentuk matriksnya. Berikut penjelasannya adalah :

- a. MMC: *Metal Matriks Composite* (menggunakan matriks logam)
- b. CMC: *Ceramic Matriks Composite* (menggunakan matriks keramik). CMC merupakan material dua fasa dengan satu fasa berfungsi sebagai penguat dan satu fasa sebagai matriks dimana matriksnya terbuat dari keramik.
- c. PMC: *Polymer Matriks Composite* (menggunakan matriks polimer). Polimer merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit.

Klasifikasi bahan komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya. Bahan komposit dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis. Secara umum klasifikasi komposit yang sering digunakan antara lain seperti :

- a. Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti metal-organic atau metal-anorganic.
- b. Klasifikasi menurut karakteristik bult-from, seperti sistem matrik atau laminate.
- c. Klasifikasi menurut distribusi unsur pokok, seperti continous dan disontinuous.
- d. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrik atau struktural (Schwartz, 1984).

Sedangkan klasifikasi menurut komposit serat (*fiber-matrik composites*) dibedakan menjadi beberapa macam antara lain :

- Fiber composite* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik.
- Filled composite* adalah gabungan matrik continous skeletal dengan matrik yang kedua.
- Flake composite* adalah gabungan serpih rata dengan matrik.
- Particulate composite* adalah gabungan partikel dengan matrik.
- Laminate composite* adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina.

Secara garis besar ada 3 jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya, yaitu :

- Bahan Komposit Partikel.
- Bahan Komposit Laminat.
- Bahan Komposit Serat.

2.4 Matriks

Matriks merupakan bahan yang digunakan untuk membalut dan menyatukan penguat tanpa bereaksi secara kimia dengan penguat. Matriks berfungsi sebagai :

- Untuk melindungi komposit dari kerusakan, baik kerusakan mekanik maupun kerusakan kimiawi.
- Untuk mengalihkan/meneruskan beban dari luar kepada serat. Hal ini berarti bahwa matriks menyebarkan dan memisahkan serat-serat sehingga keretakan tidak berpindah dari satu serat ke serat yang lainnya.
- Sebagai pengikat.

2.5. Resin Pengikat

1. Resin Termoplastik

Resin termoplastik seperti yang terlihat pada gambar 2.7 merupakan bahan yang dapat lunak apabila dipanaskan dan mengeras jika didinginkan. Jika dipanaskan akan menjadi lunak dan dapat kembali ke bentuk semula karena molekul-molekulnya tidak mengalami *cross linking* (ikat silang). Contoh resin termoplastik : PP (*Poly Propylene*), Nylon, PE (*Poly Etylene*), PVC (*Poly Vinyl Chlorida*), PS (*Poly Styrene*).



Gambar 2 Resin Termoplastik

2. Resin Termoset

Resin termoset seperti yang terlihat pada gambar 2.8 merupakan bahan yang tidak dapat mencair atau lunak kembali apabila dipanaskan. Resin termoset tidak dapat didaur ulang karena telah membentuk ikatan silang antara rantai-rantai molekulnya. Sifat mekanisnya bergantung pada unsur molekuler yang membentuk jaringan, rapat serat panjang jaringan silang (*Humaidi 1998*).



Gambar 3. Resin Termoset

2.6 Kenaf

Kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) adalah tanaman yang berasal dari tumbuhan pada ribuan tahun silam di wilayah Timur Afrika Tengah. Kenaf dapat tumbuh di daerah tropis maupun subtropis. Penelitian pertama kali dilakukan di Amerika Serikat yang menggunakan serat dari tanaman agrikultur, di mulai sesudah perang dunia ke II.

Pada tahun 1950, Departemen Agrikultur Amerika seksi Agricultural Research Service (ARS) telah meneliti lebih dari 500 spesies tanaman yang berpotensi menghasilkan serat berkualitas untuk keperluan industri Pulp dan kertas. Hasil penelitian menetapkan bahwa Kenaf memiliki serat terbaik untuk keperluan industri *PULP* dan *KERTAS* serta produk turunan lainnya.



Gambar 4. Batang Kenaf

2.7 Uji Tarik

Uji tarik termasuk dalam pengujian bahan yang paling mendasar. Pengujiannya sangat sederhana dan sudah mendekati standart ASTM D638M-84 di seluruh dunia (Amerika E8 dan

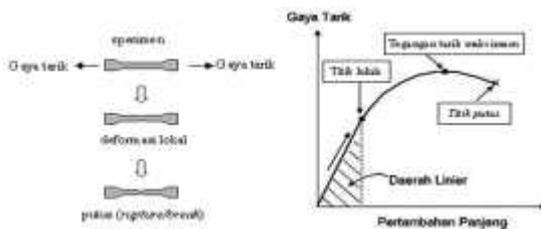
Japan JIS 2241) Dengan melakukan uji tariks suatu bahan, maka akan di ketahui bagaimana bahan tersebut beraksi terhadap energi tambah tarikan dan sejauh mana material itu bertambah panjang.

Alat eksperiumen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (*grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiffness*). Gambar mesin uji tarik dapat dilihat pada gambar 4

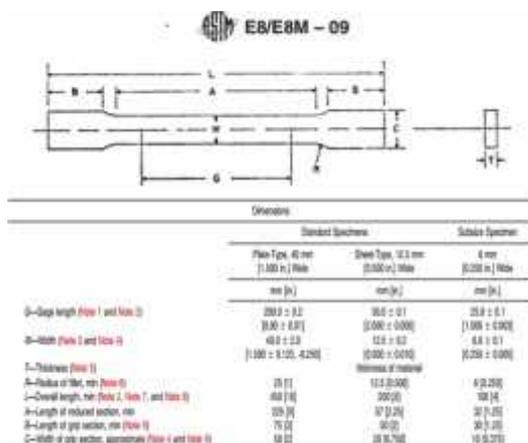


Gambar 4 Mesin Uji Tarik (Tensile Test)

Bila gaya tarik di berikan pada suatu bahan (logam) sampai putus, maka akan di dapatkan profil tarikan yang lengkap berupa kurva seperti di gambarkan pada gambar 5. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang. Profil ini sangat diperlukan dalam desain yang memakai bahan tersebut.



Gambar 5. Kurva pengujian tarik



Gambar 6. Sempel standar uji tarik ASTM E8-E8M-09

Untuk hampir semua spesimen, pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier atau *linear zone*. Tegangan yang terjadi adalah beban yang terjadi dibagi luas penampang bahan dan regangan adalah pertambahan panjang dibagi panjang awal bahan. Atau secara matematis dapat ditulis:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (2)$$

Hubungan kedua persamaan ini adalah :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (3)$$

Dimana :

- σ = Tegangan (MPa)
- ϵ = Regangan (%)
- L_1 = Panjang akhir (cm)
- L_0 = Panjang awal (cm)
- E = Modulus elastisitas (MPa)

3. Metode Penelitian

3.1. Tempat Dan Waktu

Proses pembuatan spesimen uji tarik pada penelitian ini dilakukan di laboratorium Material Sekolah Tinggi Teknik Harapan Medan, dan pengujian di Laboratorium Impact and Fracture Research Center (IFRC) Fakultas Teknik USU. Penelitian dilakukan selama 3 bulan.

3.2. Alat dan Bahan

1. Cetakan spesimen

Alat ini terbuat dari plat besi dengan ukuran 20cm x 20cm x 6mm dan memiliki tiga lubang cetakan yang berfungsi untuk mencetak spesimen yang masing-masing berukuran 15 cm x 2 cm x 6 mm. Bentuk cetakan dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Cetakan Spesimen Uji Tarik

2. Wax/Mold Release (Mirror Glaze)

Wax berfungsi untuk melumasi seluruh bagian cetakan agar mempermudah lepasnya spesimen dari cetakan. Wax yang di gunakan dapat di lihat pada gambar 8.



Gambar 8. Wax (Mirror Glaze)

3. Saringan Mesh

Berfungsi untuk memisahkan serbuk kenaf halus dan serbuk kenaf kasar.

4. Gelas ukur

Digunakan untuk mengukur volume serbuk kenaf dan volume resin sebelum di campur. Gelas ukur dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Gelas Ukur

5. Gelas Plastik

Berfungsi untuk tempat atau wadah saat proses pencampuran bahan serbuk enceng gondok dengan resin dan katalis.

6. Mesin Uji Tarik

Mesin uji tarik digunakan untuk perlakuan mekanis terhadap spesimen uji.



Gambar 10. Mesin Uji Tarik (Tensile Test)

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Serbuk kenaf

Serbuk kenaf yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi sebagai penguat dari spesimen uji tarik.



Gambar 11. Serbuk kenaf yang sudah dihaluskan

2. Pengikat (matriks)

Pengikat (*matriks*) yang digunakan sebagai penelitian ini adalah resin 157 BQTN Resin ini tahan terhadap air dan zat asam. Bahan resin dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Resin dan Katalis

3.3. Prosedur Pembuatan Spesimen

Prosedur pembuatan serbuk kenaf pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kenaf dipotong pada bagian ujung atas dan ujung bawah untuk memisahkan antara daun dan akar dengan batangnya, pada penelitian ini yang digunakan hanya batang kenaf.
2. Batang kenaf di kupas, agar larutan N_2OH mudah meresap ke dalam batang kenaf pada saat direndam. Kenaf direndam dengan larutan N_2OH selama 24 jam untuk menghilangkan kadar lemak yang terdapat pada serat kenaf.
3. Kenaf dijemur dengan memanfaatkan sinar matahari selama ± 48 jam. Proses ini dilakukan untuk menghilangkan kadar air yang

terdapat pada serat kenaf. Kenaf yang sudah kering dan tidak lagi mengandung air dapat dilihat pada gambar 3.10

4. Serat kenaf dicincang kecil, kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi serbuk. Kemudian dengan menggunakan saringan mesh, serbuk disaring untuk mendapatkan ukuran butir serbuk yang homogen.

Proses Pencetakan spesimen dengan menggunakan serbuk kenaf yang sudah dihaluskan dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menimbang serbuk kenaf dengan resin dengan ukuran massa sesuai dengan komposisi yang diujikan.
2. Tuangkan serbuk kenaf dan resin ke dalam wadah untuk proses pencampuran kemudian diaduk hingga merata. Lalu berikan katalis beberapa tetes dan diaduk kembali. Proses pengadukan dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13 Proses Pengadukan

3. Tuangkan bahan yang sudah dicampur ke dalam cetakan yang diletakkan di atas alas cetakan yang sudah diolesi dengan Wax (mirror glaze). Proses penuangan dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Proses Penuangan

4. Kemudian cetakan ditutup dengan kaca yang sudah diolesi dengan Wax (mirror glaze) dan berikan beban berat di atas tutup cetakan agar tidak terjadi pergeseran dan menghilangkan gelembung udara pada spesimen yang dicetak.
5. Setelah 12 jam, cetakan sudah dapat dibukakan spesimen sudah jadi.

6. Prosedur 1 hingga 5 dilakukan kembali untuk pembuatan spesimen dengan serbuk yang berbeda, juga kadar penguat dan pengikat yang berbeda.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pembuatan Spesimen Dari Serbuk Kenaf

Bentuk dari spesimen pengujian tarik sudah mempunyai standar dengan menggunakan standar ASTM D638M-84. Gambar spesimen pengujian dari paduan serat Kenaf serbuk kasar dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15 Bentuk Spesimen Uji Tarik

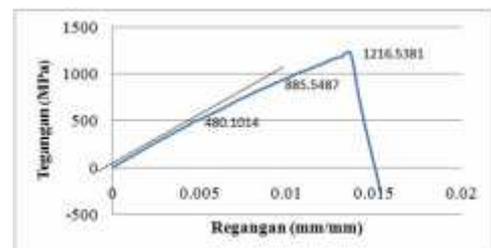
4.2 Hasil Pengolahan Data Uji Tarik

Hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara menghasilkan grafik uji tarik dari tiga percobaan spesimen, yaitu:

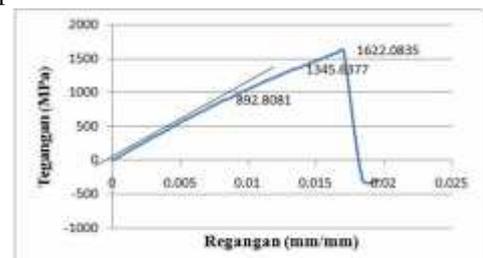
1. Komposisi 10% serbuk – 90% resin.

Dari pengujian spesimen serbuk 10% - Resin 90% dilakukan 3 (tiga) percobaan yaitu:

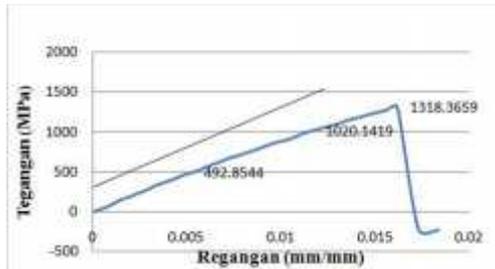
Spesimen 1



Spesimen 2



Spesimen 3



Gambar 16. Kurva Hasil uji tarik P (kgf) vs regangan (mm)

4.3 Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas

Dari hasil pengujian modulus elastisitas spesimen dilakukan 3 percobaan, yaitu:

1. Spesimen Serbuk 10% - Resin 90% dilakukan tiga percobaan yaitu:

a. Hasil Pengolahan Data Spesimen 1a

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

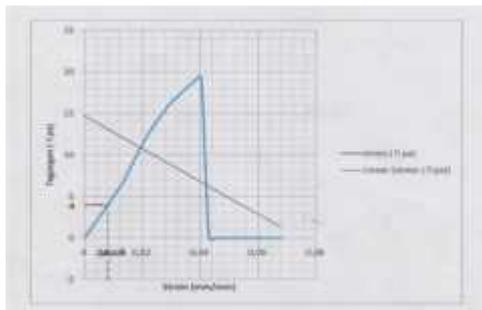
dimana :

E = Modulus Elastisitas (KPa)

σ = Tegangan (KPa)

ϵ = Regangan

Grafik pengujian tarik untuk modulus elastisitas spesimen 1 variasi resin 90% - serat 10% dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Grafik Modulus Elastisitas

Maka,

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{480 \text{ K}}{0,0} = 480 \text{ KPa}$$

Hasil selanjutnya dapat diperlihatkan pada table 1 dibawah ini.

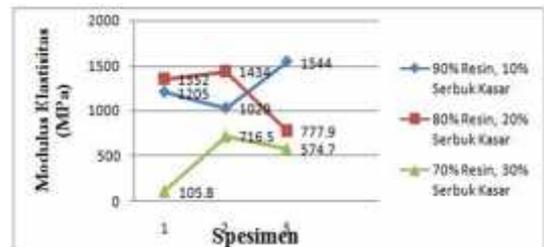
Tabel 4.1. Nilai Modulus Elastisitas

Komposisi Bahan	Spesimen	Tegangan σ (MPa)	Regangan (ϵ)	Modulus E (MPa)	E (rata-rata)
Resin 90% Serbuk Kasar 10%	1a	2,525	2,094	1205	1259
	1b	3,138	2,413	1029	
	1c	2,484	1,910	1344	
Resin 80% Serbuk Kasar 20%	2a	2,717	1,959	1352	1187
	2b	2,254	1,539	1434	
	2c	3,412	2,808	777,9	
Resin 70% Serbuk Kasar 30%	3a	3,273	3,405	105,8	465,6
	3b	3,468	3,560	716,5	
	3c	3,773	3,811	574,7	

Tabel 1 diatas menunjukkan nilai modulus elastisitas tertinggi diperoleh sebesar 1259 MPa. Nilai tersebut didapat dari komposisi 90-10 (90% resin – 10% serbuk). Modulus elastisitas terendah didapatkan pada komposisi 70-30 pada pengujian tarik yaitu sebesar 465, 6 MPa.

Dari hasil data diatas dapat dibuat kesimpulan semakin tinggi kadar serbuk, dadapatkan penurunan modulus elastisitas dari spesimen komposit kenaf.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa semakin tinggi kadar serbuk kasar pada komposit kenaf, maka akan membuat kekuatan menurun. Ini disebabkan oleh karena tidak seragamnya ukuran serbuk. Sehingga memungkinkan terjadinya kekosongan ikatan antara matriks dengan penguat.



Gambar 18. Grafik Modulus Elastisitas (KPa) vs Spesimen

Gambar 18 memperlihatkan hasil nilai modulus elastisitas dari masing-masing spesimen komposit kenaf untuk keseluruhan komposisinya.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini adalah :

1. Dari hasil pengujian uji tarik diperoleh beberapa perbandingan nilai Tegangan pada serbuk kasar dengan komposisi 10%, 20% dan 30%. Dari hasil pengujian diperoleh nilai modulus elastisitas tertinggi sebesar 1259 MPa untuk komposisi 90-10 (90% resin – 10% serbuk). Untuk nilai terendah diperoleh pada komposisi 70-10 yaitu sebesar 465 MPa.
2. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa semakin tinggi kadar serbuk kasar pada komposit kenaf, maka akan membuat kekuatan

menurun. Ini disebabkan oleh karena tidak seragamnya ukuran serbuk. Sehingga memungkinkan terjadinya kekosongan ikatan antara matriks dengan penguat.

Daftar Pustaka

- [1] Gibson, R.F., 1995, Principles of Composite Material Mechanics. Copyright by McGraw-Hill.Inc.,
- [2] Schwatz, MM, 1984, Composite Material Handbook, McGraw Hill Inc. New york USA.
- [3] Maloney, T.M. 1997. Modern Particleboard dan Drying-Process Fiberboard Manufacturing Miller Freeman Publication, San Francisco
- [4] Referensi dari U.S. Departement of Agriculture (ARS) 2. American Kenaf Society (AKS), International Kenaf Association, Japan Kenaf Association, Departemen Pertanian R.I.