

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Fauzan (2017) melakukan penelitian tentang analisis densitas dan kekuatan material komposit berpenguat serat *glass* dari hasil metode *Vacuum Infusion*. Pada penelitian tersebut material komposit terdiri dari tiga lapis serat *e-glass* dan didapat hasil nilai rata-rata pengujian tarik sebagai berikut. *Vacuum Infusion* dengan aliran dari samping sebesar 179,69 Mpa dan 206,74 Mpa untuk pola aliran dari tengah serta dengan metode *Press Mold* menghasilkan 124,15 Mpa.

Lutfi (2017) melakukan penelitian analisis kekuatan tarik hybrid lamina serat anyam rami dan glass diperkuat polyester. Pada penelitian tersebut serat rami dialkalisasi menggunakan NaOH 5% selama 2 jam. Dalam pembuatan material komposit penguat yang digunakan terdiri dari 2 slapis serat alam (serat rami) dan 1 lapis serat sintetis (fiber) berpola acak dengan metode *press mold*. Dari hasil penelitian tersebut didapat tegangan tarik sebesar 49, 315 Mpa dan regangan sebesar 0,602 % serta modulus elastisitas sebesar 8,190 Gpa.

Menurut penelitian Yudhanto F., dkk, 2016 pada produk komposit *hybrid* dengan metode *press mold* dengan menggunakan dua jenis serat yaitu anyaman serat gelas (*woven glass fiber* atau *fabric*) dan anyaman serat sisal *hybrid* kemudian dibuat dengan komposisi 3 lapisan material penguat (*3-layer reinforcement*). Dengan Variasi yang dilakukan 4 (empat) jenis dengan kode variasi seras sisal (S) dan *Glass Fiber* (FG). Variasi pertama yaitu 3 layer semua

serat sisal (S-S-S), variasi kedua (FG-S-FG), variasi ketiga (S-FG-S) dan yang keempat semua serat glass (FG-FG-FG) kemudian dilakukan uji tarik dengan hasil komposit *hybrid* terbaik ada di *hybrid* 1 (FG-S-FG) sebesar 117 MPa, sedangkan pada *hybrid* 2 (S-FG-S) diperoleh 68 Mpa, dan yang paling rendah ada pada variasi 3 layer *fabric* sisal sebesar 48 Mpa.

Menurut penelitian Leiwakabessy Y., dkk, 2013 tentang komposit *hybrid polyesteryang* diperkuat serat sabut kelapa dan serat ampas empulur sagu dengan Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kombinasi serat *hybrid* serat sabut kelapa (SSK) : Serat ampas empulur sagu (SES), dengan variasi variasi SSK 10% : SES 40%, SSK 20% : SES 30%, SSK 30% : SES 20%, SSK 40% : SES 10%. Nilai kekuatan bending komposit hybrid tertinggi ada pada fraksi volume SSK 30% :SES 20% serat sebesar 97.354 MPa, dan kekuatan bending terendah pada fraksi volume serat SSK 10% : SES 40% sebesar 73.701 MPa, Sedangkan harga tertinggi kekuatan bending terdapat pada fraksi volume 40% serat sabut kelapa dengan nilai kekuatan bending sebesar 90.709 Mpa, dan kekuatan bending terendah terdapat pada fraksi volume serat 10% sebesar 66.520 MPa, Sedangkan pada komposit serat ampas empulur sagu kekuatan bending tertinggi ada pada fraksi volume 40% serat sebesar 68.031 MPa, dan terendah ada pada fraksi volume serat 10% sebesar 47.748 MPa.

Menurut penelitian Hartanto L., dkk, 2009 serat ramie direndam pada NaOH 5% selama 2jam, 4jam, 6jam dan 8jam. Hasil pengujian didapat pengaruh alkali 2,4,6, dan 8 jam pada fraksi volume 20%, 30%, 40%, 50%, dengan variasi tebal 1mm hingga 5mm. Pada pengujian bending optimal rata-rata pada vf 40% dengan

ketebalan 3mm dan paling optimal pada alkali 2 jam, Pada uji tarik optimal pada vf 50% ketebalan 5mm dan paling optimal pada alkali 2 jam, sehingga dapat disimpulkan bahwa saat alkalisasi serat rami paling optimal yaitu pada waktu 2 jam.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 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. Komposit terdiri dari suatu bahan utama (matrik) dan suatu jenis penguatan yang ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan matrik. Penguat ini biasanya dalam bentuk serat (Pratama, 2011).

Definisi komposit yang lain yaitu, 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. Campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya, sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya.

Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara matriks atau pengikat dengan penguat. Di dalam komposit unsur utamanya serat, sedangkan bahan pengikatnya polimer yang mudah

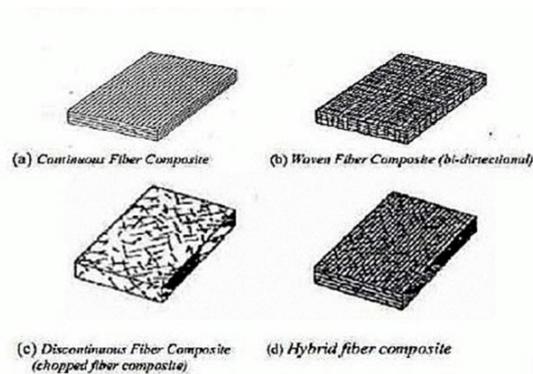
dibentuk. Penggunaan serat sendiri yang utama adalah menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat mekanik lainnya.

2.2.2 Klasifikasi Komposit Menurut Komponen Strukturalnya

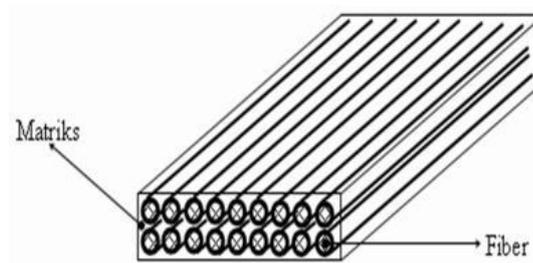
1. Komposit Serat (*Fibrous Composites*)

Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dalam matrik. Secara alami serat yang panjang mempunyai kekuatan yang lebih dibanding serat yang berbentuk curah (*bulk*). Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat (*fiber*). Serat yang digunakan bisa berupa *fiber glass*, *carbon fibers*, *aramid fibers* (*poly aramide*), dan sebagainya.

Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Serat merupakan material yang mempunyai perbandingan panjang terhadap diameter sangat tinggi. Kebutuhan akan penempatan serat dan arah serat yang berbeda menjadikan komposit diperkuat serta dibedakan lagi menjadi beberapa bagian, yaitu :



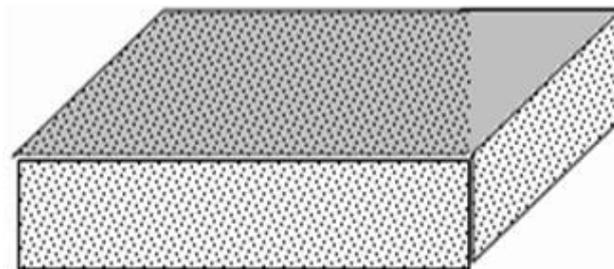
Gambar 2.1 Tipe serat pada komposi (Hartanto, 2009)



Gambar 2.2 *Fibrous composites* (Hartanto, 2009)

2. Komposit partikel (*Particulate Composites*)

Komposit partikel terdiri dari matrik yang berukuran kecil dengan bentuk butir. Skema komposit partikel dapat dilihat seperti gambar berikut :

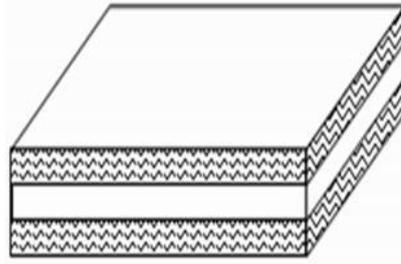


Gambar 2.3 *Particulate composite* (Hartanto, 2009)

Komposit partikel merupakan komposit yang mengandung bahan penguat berbentuk serbuk. Sifat-sifat komposit partikel dipengaruhi beberapa faktor yaitu ukuran dan bentuk partikel, bahan partikel, rasio perbandingan antara partikel, dan jenis matrik.

3. Komposit lapis (*Laminates Composites*)

Merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.



Gambar 2.4 *Laminated composites* (Hartanto, 2009)

Komposit ini terdiri dari bermacam-macam lapisan material dalam satumatrik. Bentuk nyata dari komposit lamina logam adalah bimetal, komposit lamina dengan inti atau sandwich komposit.

2.2.3 Klasifikasi Komposit Berdasar Sifat Penguatnya.

Berdasarkan penguat komposit dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Komposit *isotropik*, merupakan komposit yang penguatnya memberikan penguatan yang sama untuk berbagai arah sehingga segala pengaruh tegangan atau regangan dari luar akan mempunyai nilai kekuatan yang sama baik arah transversal maupun arah longitudinal.
2. Komposit *anisotropik*, merupakan komposit yang penguatnya memberikan penguatan yang tidak sama terhadap arah yang berbeda, sehingga segala pengaruh tegangan atau regangan dari luar akan mempunyai nilai kekuatan yang tidak sama baik arah *transversal* maupun arah *longitudinal*.

2.3 Serat Glass (Fiber Glass)

Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat sebagai pengisi dan matriks sebagai bahan pengikat serat. Di dalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan polimer yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi.

Penggunaan serat sendiri diutamakan untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekuatan, kekakuan serta sifat-sifat mekanik lainnya. Sebagai bahan pengisi, serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit



Gambar 2.5 Serat glass pola acak

Diharjo & Triyono (2000) fungsi dari Serat adalah sebagai penompang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan tergantung serat yang digunakan, karena tegangan yang diterima komposit mulanya diterima oleh matrik dan diteruskan kepada serat sehingga serat akan menahan beban hingga beban maksimum. Serat *glass* mempunyai karakteristik yang berbeda antara yang satu dengan yang lain. Adanya perbedaan sifat tersebut maka dalam pengaplikasiannya dapat disesuaikan dengan sifat dan karakteristik yang dimiliki. Berikut ini adalah sifat dari berbagai jenis serat *glass*.

Tabel 2.1. Sifat-sifat serat *glass*

No	Jenis serat		
	E-glass	C-Glass	S-glass
1	Isolator listrik yang baik	Tahan terhadap korosi	Modulus lebih tinggi
2	kekakuan tinggi	Kekuatan lebih rendah dari E-glass	Lebih tahan terhadap suhu tinggi
3	Kekuatan tinggi	Harga lebih mahal dari E-glass	Harga lebih mahal dari E-glass

2.4 Serat Alam

Serat alami meliputi serat yang diproduksi oleh tumbuh-tumbuhan, hewan, dan proses geologis. Serat jenis ini bersifat dapat mengalami pelapukan. Serat alami dapat digolongkan ke dalam: Serat tumbuhan /serat pangan biasanya tersusun atas selulosa.

Dalam penelitian ini serat alam yang digunakan yaitu serat rami dari tanaman rami. Tanaman rami (*Boehmeria nivea*) merupakan tanaman tahunan yang mudah tumbuh dan berkembang baik di daerah tropis. Rami merupakan tanaman yang serba guna. Daunnya merupakan bahan kompos dan pakan ternak bergisi tinggi, pohonnya baik untuk bahan bakar, tetapi yang paling bernilai ekonomi tinggi adalah serat dari kulit kayunya, Kelebihannya adalah serat lebih panjang, kekuatan lebih besar, daya serap air juga lebih besar.

Sifat fisika serat rami dalam keadaan standar adalah sebagai berikut :

Kekuatan	: 33 – 99 gr/tex rata-rata 67 – 78 gr/tex
Mulur	: 2 – 10 % rata-rata 3 – 4 %
Kehalusan	: 0,5 – 1, 16 tex rata-rata 0,66 – 0,77 tex
Kandungan Air	: 12 %
Berat Jenis	: 1,50 – 1,55 rata-rata 1,51
Hemiselulosa	:3,1 %
Lignin	:0,6 %
Pektin	:1,9 %
Selulosa	:68,8 %
Wax	:0,3 %
Water soluble	:5,5 %



Gambar 2.6 Tanaman Rami dan Serat Rami

2.5 Pengujian Tarik Serat

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik (*tensile strength*), regangan patah (*strain-to-failure*), dan modulus elastis (*elastic modulus*). Pembebanan tarik dilakukan dengan memberikan beban secara perlahan sampai material komposit putus perendaman alkali dengan konsentrasi 5% NaOH

meningkatkan wettability akibat kekasaran permukaannya pada serat dan matrik terikat dengan sempurna. Perendaman 4 jam menambah kenaikan kekuatan tarik dan modulus elastisitas pada serat

Hal-hal yang mempengaruhi kekuatan tarik komposit antara lain :(Hartanto L., 2009).

a. Temperatur

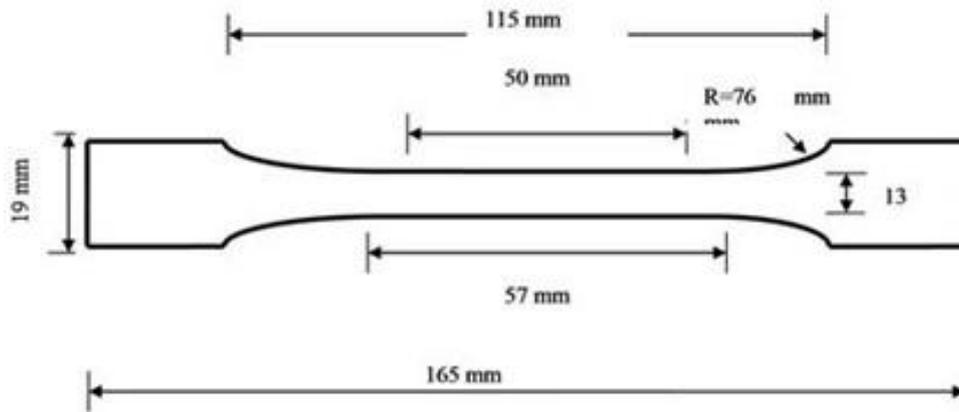
Apabila temperatur naik, maka kekuatan tariknya akan turun.

b. Kelembaban

Pengaruh kelembaban ini akan mengakibatkan bertambahnya absorpsi air, akibatnya akan menaikkan regangan patah, sedangkan tegangan patah dan modulus elastisitasnya menurun.

c. Laju Tegangan

Apabila laju tegangan kecil, maka perpanjangan bertambah dan mengakibatkan kurva tegangan-regangan menjadi landai, modulus elastisitasnya rendah. Sedangkan kalau laju tegangan tinggi, maka beban patah dan modulus elastisitasnya meningkat tetapi regangannya mengecil.



Gambar 2.7. Standart uji tarik ASTM D638

Persamaan yang linier hubungan antar tegangan dan regangan dapat digambarkan seperti rumus di bawah ini (Yudhanto F., dkk, 2016) :

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

σ = Kekuatan tarik (MPa)

E = Modulus elastisitas (Gpa)

ε = Regangan (%)

Tegangan dapat diartikan sebagai perbandingan antara gaya dibagi dengan luas penampang mula atau awal :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

σ = Kekuatan tarik (MPa)

F = Gaya (N)

A_0 = Luas permukaan awal (mm²)

Regangan dapat diartikan nilai selisih panjang akhir dengan panjang mula dibagi dengan panjang semula dikalikan dengan prosentasi :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

ε = Regangan (%)

ΔL = Selisih panjang akhir dan mula(mm)

L_0 = Panjang Awal (mm)



Gambar 2.8 Alat uji tarik

Modulus elastisitas adalah nilai atau angka yang digunakan untuk mengukur ketahanan bahan atau objek atau spesimen untuk mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan pada benda itu , dengan cara membandingkan nilai tegangan dengan regangan ;

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

σ = Kekuatan tarik (MPa)

E = Modulus elastisitas (Gpa)

ε = Regangan (%)

2.6 Pengujian Impak

Ketangguhan (impak) merupakan ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impak dengan pengujian tarik dan Kekerasan dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Pengujian impak merupakan suatu upaya untuk mengetahui kondisi operasi material dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba, contoh deformasi pada cover kenalpot saat terjadi benturan.

Pada pengujian impak ini banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran *ketahanan impak* atau *ketangguhan* bahan tersebut. Pada pengujian impak, energi yang diserap oleh benda uji biasanya dinyatakan dalam satuan Joule.

Harga impak (HI) suatu bahan yang diuji dengan metode Charpy diberikan

$$\text{oleh : } HI = \frac{Ech}{A(\text{luas penampang patahan})} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

Ech = Energi yang diserap (KJ/mm)

A = Luas penampang di bawah takik (mm²)

Dari persamaan diatas besarnya energi impact yang diserap (Ech) dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Ech = m.g.L (\cos\beta - \cos\alpha) \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

M = Masa bandul (kg)

G = Gravitasi (m/s²)

L = Panjang lengan (m)

α = Sudut tanpa pembebanan ($^{\circ}$)

β = Sudut dengan pembebanan ($^{\circ}$)

Diketahui :

Tebal spesimen : 1,34 mm

Lebar spesimen : 14,55 mm

Luas (A_0) : 19,497

Sudut α : 155°

Sudut β : 141°

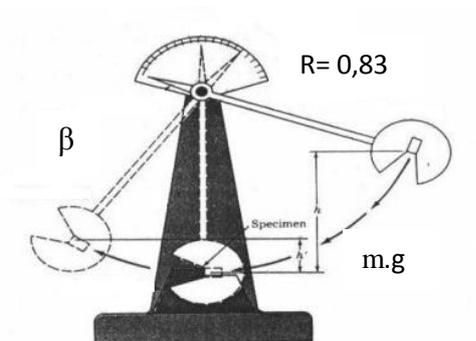
Panjang Lengan (R) : 0,83 m

Percepatan gravitasi (g) : 9,8 m/s²

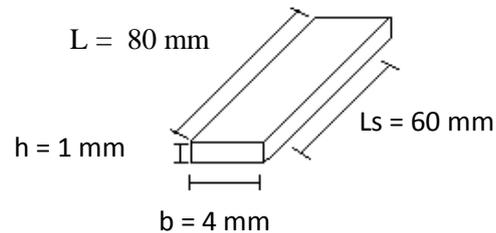
Berat Pendulum (m) : 1 kg

$$\begin{aligned} \text{a. } E_{srp} &= mg.R.(\cos \beta - \cos \alpha) \\ &= 1 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,83 \text{ m} (-0,771 - (-0,906)) \\ &= 1,099 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } HI &= \frac{E_{serap}}{A_0} \\ &= \frac{1,099}{19,497} \\ &= 0,0564 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$



Gambar 2.9 Skema pengujian impact



Gambar 2.10 Standar uji impact ASTM D5942

(Beny putranto 2011)

2.7 Perlakuan Alkali (NaOH)

Alkalisasi adalah salah satu cara modifikasi serat alam untuk meningkatkan kompatibilitas matriks-serat. Alkalisasi pada serat alam adalah metode yang telah digunakan untuk menghasilkan serat berkualitas tinggi. Alkalisasi pada serat merupakan metode perendaman serat ke dalam basa alkali. Proses alkalisasi menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, ikatan serat oleh matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan pun akan meningkat karena pengurangan hemiselulosa, lignin atau pektin, akan meningkatkan kekasaran permukaan. Perlakuan alkali juga menambah kekuatan tarik pada serat rami sebesar 20%

Basa alkali yang biasa digunakan yaitu NaOH. NaOH merupakan larutan basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna. Menurut teori Arrhenius basa adalah zat yang dalam air menghasilkan ion OH negatif dan ion positif.