

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dalam melakukan sebuah penelitian, observasi dibutuhkan untuk mencari referensi dari beberapa sumber yang berkaitan dengan judul yang diambil. Berikut ini adalah beberapa referensi yang berkaitan dengan judul penelitian sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Nasmi, dkk. Pada tahun 2011 berhasil membuat analisa yaitu pengaruh panjang serat dan fraksi volume serat pelepah kelapa terhadap ketangguhan *impact* komposit *polyester*, penelitian ini membahas tentang panjang serat dan fraksi volume serat mempengaruhi harga ketangguhan *impact* komposit serat pelepah kelapa *polyester* dimana ketangguhan *impact* terbesar terdapat pada panjang serat 2 cm dengan volume 10% yaitu 4087 KJ/m². Hasil penelitian tersebut menunjukkan panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 6 cm, diperoleh kekuatan tarik tertinggi pada serat panjang 6 cm yaitu 27,5503216 N/mm² dan kekuatan tarik yang tersedia pada serat panjang 2cm yaitu 16,80040936 N/mm² dan pada volume serat 5%, 10%, dan 15% kekuatan tarik tertinggi pada volume serat 15% yaitu 28,49020468 N/mm² dan kekuatan tarik adalah tersedia pada volume 5% yaitu 16.80040936 N/mm².

Selanjutnya ditahun yang sama peneliti ini juga berhasil membuat tentang ketahanan *bending* komposit *hybrid* serat batang kelapa atau serat gelas dengan matrik urea *formaldehyde* untuk mengetahui sifat mekanis dari material komposit *hybrid* dari serat batang kelapa atau serat gelas dengan fraksi volume serat batang kelapa 10,15 dan 20% sedangkan fraksi volume serat gelas 20,15 dan 10%. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan *bending* tertinggi komposit *hybrid* serat batang kelapa atau serat gelas pada fraksi volume serat batang kelapa atau fiber glass 10:20 % yaitu 22,7 N/mm², kemudian berturut-turut 15:15 dan 20:10 yaitu 19,6 N/mm² dan 17,37 N/mm².

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Hartono, dkk. Pada tahun 2012 berhasil menganalisa teknis rekayasa serat eceng gondong sebagai bahan pembuat

komposit ditinjau dari kekuatan tarik, penelitian ini membahas tentang pengujian secara statistik dan juga hasil pengujian tarik komposit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari komposit dari berpenguat serat ecek gondok belum dapat memenuhi ketentuan peraturan kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari BKI yakni untuk arah serat 0^0 searah kekuatan tariknya sebesar $0,648 \text{ kg/mm}^2$ dan modulus elastisitasnya sebesar $472,46 \text{ kg/mm}^2$, untuk arah serat 45^0 bersilangan kekuatan tariknya sebesar $0,252 \text{ kg/mm}^2$ dan modulus elastisitasnya $149,462 \text{ kg/mm}^2$.

Dilanjutkan penelitian yang dilakukan oleh Septiana, dkk. Pada tahun 2013 berhasil melakukan karakterisasi komposit serat palem *saray* dengan *matriks polyester* dan membahas tentang pengujian sifat fisis serat palem saray dengan *matrik polyester* meliputi daya serap air dan kadar air sertamembahas tentang sifat mekanik komposit serat volume sarat dengan *matrik polyester* meliputi kuat lentur, kuat *impact* dan kuat tarik. Hasil pengujian sifat mekanik komposit serat palem saray poliester meliputi kuat lentur $64,89$ sampai $51,3 \text{ MPa}$, kekuatan impak $24,33 \text{ kJ/m}^2$ sampai $32,43 \text{ kJ/m}^2$ dan kekuatan tarik $3,9 \text{ MPa}$ sampai $7,3 \text{ MPa}$.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Teguh, dkk. Pada tahun 2016 berhasil membuat penelitian tentang analisa teknis penggunaan serat daun nanas sebagai alternatif bahan komposit pembuatan kulit kapal ditinjau dari kekuatan tarik, *bending*, dan *impact* Penelitian ini membahas tentang masalah – masalah yang berkaitan dengan proses pembuatan spesimen yang meliputi kebutuhan serat dan resin untuk membentuk sebuah plamina sampai dari hasil pengujian spesimen pengujian tarik, *bending* dan *impact*. Hasil pengujian didapat nilai kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh komposit dengan arah sudut 45^0 rata-rata kekuatan tariknya $34,8 \text{ MPa}$ dan rata-rata modulus elastisitasnya $6088,16 \text{ MPa}$ dan nilai uji impak tertinggi pada sudut 45^0 dengan nilai $0,0375 \text{ joule/mm}^2$.

Terakhir penelitian oleh Rahbini, dkk. Pada tahun 2017 berhasil menganalisis serat pelepah tangkai pisang kepok dengan resin katalis terhadap kekuatan tarik, serta membahas tentang pengaruh benda uji mengalami kekuatan tarik dan juga kecepatan tarik dalam proses pengujian sesuai spesifikasi peralatan

yang ada bahwa untuk menguji kekuatan tarik variabel yang diberikan adalah beban dan kecepatan tarik. Hasil pengujian material komposit tersebut dijepit atas bawah seterusnya alat uji menarik benda uji sehingga didapatkan nilai kekuatan tarik maksimal $10,2 \times 10^5 \text{ kg/mm}^2$.

Dari beberapa literatur *review* diatas dan disusun seperti terbaca pada tabel 2.1 telah banyak penelitian yang membahas tentang komposit, dengan demikian menindak lanjuti penelitian tentang material komposit maka dilakukan penelitian komposit yang memanfaatkan media serat batang pisang.

Tabel 2.1 Data Sumber Tinjauan Pustaka

DATA SUMBER JURNAL PROPOSAL		
KOMPARANSI	BAHAN KOMPOSIT	METODE dan HASIL
Judul: Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume Serat Pelelah Kelapa Terhadap Ketangguhan <i>Impact</i> Komposit <i>Polyster</i> Penulis: Nasmi Hernia Sari, Achmad Zainuri, Fitratul Wahyu (2011)	Serat Pelelah Kelapa	<ul style="list-style-type: none"> • Standar yang digunakan: ASTM D265 • Hasil penelitian tersebut menunjukkan panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 6 cm, diperoleh kekuatan tarik tertinggi pada serat panjang 6 cm yaitu $27,5503216 \text{ N/mm}^2$ dan kekuatan tarik yang tersedia pada serat panjang 2cm yaitu $16,80040936 \text{ N/mm}^2$ dan pada volume serat 5%, 10%, dan 15% kekuatan tarik tertinggi pada volume serat 15% yaitu $28,49020468 \text{ N/mm}^2$ dan kekuatan tarik adalah tersedia pada volume 5% yaitu $16.80040936 \text{ N/mm}^2$
Judul: Ketahan Bending Komposit <i>Hybrid</i> Serat Batang Kelapa atau Serat Gelas Dengan Matrik Urea Formaldeyhde Penulis: Nasmi Herlina Sari, Sinarep, Ahmad Taufan, IGNK Yudhyadi (2011)	Serat Batang Kelapa atau Serat Gelas	<ul style="list-style-type: none"> • Standart yang digunakan: ASTM D790 • Hasil penelitian menunjukan bahwa kekuatan bending tertinggi komposit hybrid serat batang kelapa atau serat gelas pada fraksi volume serat batang kelapa atau

		<p>fiber glass 10:20 % yaitu 22,7 N/mm², kemudian berturut-turut 15:15 dan 20:10 yaitu 19,6 N/mm² dan 17,37 N/mm²</p>
<p>Judul: Analisa Teknis Rekayasa Serat Eceng Gondok Sebagai Bahan Pembuat Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Penulis: Hartono Yudo, Kiryanto (2012)</p>	<p>Serat Eceng Gondok</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Standart yang digunakan: ASTM • Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari komposit dari berpenguat serat ecek gondok belum dapat memenuhi ketentuan peraturan kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari BKI yakni untuk arah serat 0⁰ searah kekuatan tariknya sebesar 0,648 kg/mm² dan modulus elastisitasnya sebesar 472,46 kg/mm², untuk arah serat 45⁰ bersilangan kekuatan tariknya sebesar 0,252 kg/mm² dan modulus elastisitasnya 149,462 kg/mm²
<p>Judul: Pembuatan dan Karakteristik Komposit Serat Palem Saray Dengan Matriks <i>Poliester</i> Penulis: Septiana Xaveria Manurung, Perdinan Sinuhaji, M.Syukur (2013)</p>	<p>Serat Palem Saray</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Standart yang digunakan: JIS • Hasil pengujian sifat mekanik komposit serat palem saray poliester meliputi kuat lentur 64,89 sampai 51,3 MPa, kekuatan impak 24,33 kJ/m² sampai 32,43 kJ/m² dan kekuatan tarik 3,9 MPa sampai 7,3 MPa
<p>Judul: Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, <i>Bending</i> dan <i>Impact</i> Penulis:</p>	<p>Serat Daun Nanas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Standart yang digunakan: ASTM dan BKI • Hasil pengujian didapat nilai kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh komposit dengan arah sudut 45⁰ rata-rata kekuatan tariknya 34,8

Teguh Sulistyio Hadi, Sarjito Jokosisworo, Parlindungan (2016)		MPa dan rata-rata modulus elastisitasnya 6088,16 MPa dan nilai uji impak tertinggi pada sudut 45 ⁰ dengan nilai 0,0375 joule/mm ²
Judul: Analisis Campuran Serat Pelepah Tangkai Pisang Kepok Dengan Resin Katalis Terhadap Kekuatan Tarik Penulis: Rahbini, Heryanto Budiono Soemardi, Sarjiyana (2017)	Serat Pelepah Tangkai Pisang Kepok	<ul style="list-style-type: none"> • Standart yang digunakan : ASTM D-638 • Hasil pengujian material komposit tersebut dijepit atas bawah seterusnya alat uji menarik benda uji sehingga didapatkan nilai kekuatan tarik maksimal 10,2 x 105 kg/mm²

2.2 Material Komposit

Bahan komposit terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna (Jones, 1975). Karena bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro maka bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984). Bahan komposit secara umum terdiri dari penguat dan matrik.

Penguat komposit pada umumnya mempunyai sifat kurang ulet tetapi lebih kaku serta lebih kuat. Fungsi utama dari penguat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari penguat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada penguat, sehingga penguat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu penguat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit.

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matrik umumnya lebih ulet tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah. Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut:

- Mentransfer tegangan ke serat
- Membentuk ikatan koheren, permukaan matrik atau serat
- Melindungi serat
- Memisahkan serat
- Melepas ikatan
- Tetap stabil setelah proses manufaktur

Tujuan dibuatnya komposit yaitu memperbaiki sifat mekanik atau sifat spesifik tertentu, mempermudah desain yang sulit pada manufaktur, keleluasaan dalam bentuk atau desain yang dapat menghemat biaya produksi, dan menjadikan bahan lebih ringan.

Komposit yang diproduksi oleh suatu instansi atau pabrik biasanya dapat diprediksi sifat mekanik dari bahan komposit berdasarkan bahan matrik dan bahan penguatnya (Callister, 2007). Adapun beberapa sifat mekanik yang dapat diprediksi dari komposit yaitu kekuatan tarik dan kelayakan sebagai material komposit (validitas komposit). Dalam komposit kekuatan tarik dipengaruhi oleh kekuatan *interface*-nya. Dari pengujian kekuatan *interface* sangat sulit ditentukan karena prosesnya yang tidak sederhana. Sehingga hasil pengujian juga sangat sulit ditentukan karena adanya faktor teknis pembuatan spesimen. Untuk komposit polimer atau serat, perbedaan campuran unsur matrik dan perbedaan serat juga menghasilkan kekuatan *adhesive* yang berbeda sehingga tidak jarang serat akan putus sebelum terlepas dari matriknya (Matthew, 1999 dan Daniel dkk., 2006)

2.3 Klasifikasi Material Komposit

Berdasarkan klasifikasi material komposit berdasarkan bentuk komponen strukturalnya yaitu:

a. Komposit serat (*Fibrous Composites*)

Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dalam matriks. 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 atau fiber. Fiber yang digunakan bisa berupa *fibers glass*, *carbon fibers*, *aramid fibers* (*poly aramide*), dan sebagainya. Fiber ini disusun secara acak maupun dengan orientasi

tertentu bahkan biasanya juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Serat merupakan material yang mempunyai perbandingan panjang terhadap diameter sangat tinggi serta diameternya berukuran mendekati kristal serat juga mempunyai kekuatan dan kekakuan terhadap densitas yang besar (Jones,1975).

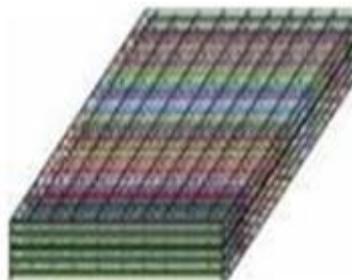
Kebutuhan akan penempatan serat dan arah serat yang berbeda menjadikan komposit diperkuat serat dibedakan lagi menjadi beberapa bagian diantaranya:

1. *Continuous fiber composite* (komposit diperkuat dengan serat *Continuous*)



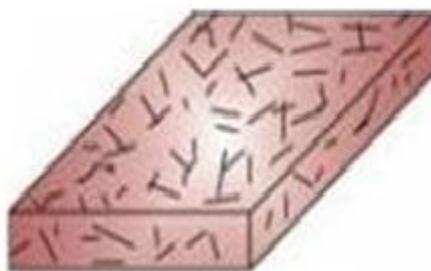
Gambar 2.1 *Continuous fiber composite*
(Gibson, 1994)

2. *Woven fiber composite* (komposit diperkuat dengan serat anyaman)



Gambar 2.2 *Woven fiber composite*
(Gibson, 1994)

3. *Chopped fiber composite* (komposit diperkuat serat pendek atau acak)



Gambar 2.3 *Chopped fiber composite*
(Gibson, 1994)

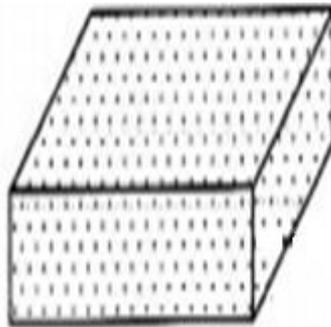
4. *Hybrid composite* (komposit diperkuat serat kontinyu dan serat acak)



Gambar 2.4 *Hybrid composite*
(Gibson, 1994)

b. Komposit Partikel (*Particulate Composites*)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

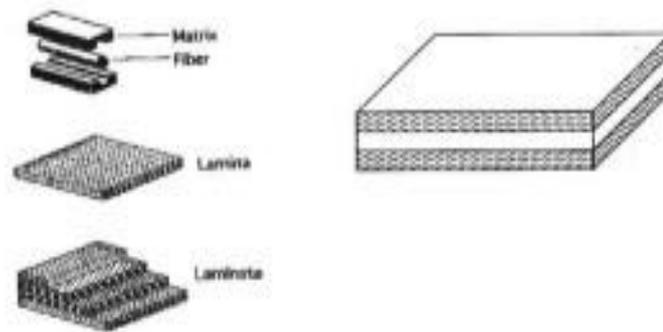


Gambar 2.5 *Particulate Composite*
(Agus, dkk. 2017)

Komposit ini biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama, seperti bulat serpih, balok, serta bentuk-bentuk lainnya yang memiliki sumbu hampir sama, yang kerap disebut partikel, dan bisa terbuat dari satu atau lebih material yang dibenamkan dalam suatu matriks dengan material yang berbeda. Partikelnya bisa logam atau non logam, seperti halnya matriks. Selain itu adapula polimer yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume material dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat (Jones, 1975).

c. Komposit Lapis (Laminates Composites)

Merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri (Agus, dkk. 2017)



Gambar 2.6 *Laminated Composite*
(Agus, dkk. 2017)

Berdasarkan jenis matrik yang digunakan komposit dapat dibagi kedalam tiga kelompok utama yaitu:

a. Komposit matrik logam (*metal matrix composites* atau MMC)

Komposit matrik logam (*metal matrix composites*) ditemukan berkembang pada industri otomotif. Metal matrik *composites* adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matrik logam. Bahan ini menggunakan suatu logam seperti aluminium sebagai matrik dan penguatnya dengan serat seperti silikon karbida. Material MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Pada mulanya yang diteliti adalah *continous* filamen MMC yang digunakan dalam aplikasi *aerospace*. Contohnya aluminium beserta paduannya, titanium beserta paduannya, magnesium beserta paduannya.

Kelebihan MMC dibandingkan dengan komposit polimer yaitu:

- Transfer tegangan dan regangan yang baik
- Ketahanan terhadap temperature tinggi
- Tidak menyerap kelembapan
- Tidak mudah terbakar
- Kekuatan tekan dan geser yang baik
- Ketahanan aus dan muai termal yang lebih baik

Kekurangan MMC:

- Biayanya mahal
- Standarisasi material dan proses yang sedikit sifat matrik pada MMC
- Mempunyai keuletan yang tinggi
- Mempunyai titik lebur yang rendah
- Mempunyai densitas yang rendah aplikasi MMC, yaitu:
 1. Komponen *automotive* (blok-silinder- mesin, *pully*, poros *gardan*, dll)
 2. Peralatan militer (sudu turbin, cakram kompresor, dll)
 3. *Aircraft* (rak listrik pada pesawat terbang)
 4. Peralatan elektronik

b. Komposit matrik keramik (*ceramic matrix composites* atau CMC)

Komposit matrik keramik (*ceramic matrix composites*) digunakan pada lingkungan bertemperatur sangat tinggi, CMC merupakan material dua fasa dengan satu fasa berfungsi sebagai penguat dan satu fasa sebagai matrik, dimana matriksnya terbuat dari keramik. Bahan ini menggunakan keramik sebagai matrik dan diperkuat dengan serat pendek, atau serabut-serabut (*whiskers*) dimana terbuat dari silikon karbida atau boron nitrida. Penguat yang umum digunakan pada CMC adalah *oksida*, *carbide*, dan *nitrid*. Salah satu proses pembuatan dari CMC yaitu dengan proses DIMOX, yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik disekeliling daerah penguat.

Matrik yang sering digunakan pada CMC adalah:

- Gelas *anorganic*.
- Keramik gelas
- Alumina
- Silikon Nitrida

Keuntungan dari CMC:

- Dimensinya stabil bahkan lebih stabil dari pada logam
- Sangat tangguh bahkan hampir sama dengan ketangguhan dari *cast iron*
- Mempunyai karakteristik permukaan yang tahan aus

- Unsur kimianya stabil pada temperatur tinggi
- Tahan pada temperatur tinggi (*creep*)
- Kekuatan & ketangguhan tinggi, dan ketahanan korosi Kerugian dari CMC
- Sulit untuk diproduksi dalam jumlah besar
- Relatif mahal dan *non-cot effective*
- Hanya untuk aplikasi tertentu yaitu aplikasi CMC, yaitu sebagai berikut:
- *Chemical processin* contohnya: *filters, membranes, seals, liners, piping, hangers*
- *Power generation* contohnya *combustorrs, vanrs, nozzles, recuperators, heat exchange tubes, liner*
- *Wate inineration* contohnya *furnace part, burners, heat pipes, filters, sensors.*
- Kombinasi dalam rekayasa *wisker* SiC atau alumina polikristalin untuk perkakas potong.
- Serat grafit atau gelas boron silikat untuk alas cermin laser.
- Grafit atau keramik gelas untuk bantalan, perapat dan lem.
- SiC atau litium aluminosilikat (LAS) untuk calon material mesin panas.

c. Komposit matrik polimer (*polymer matrix composites* atau PMC)

Komposit ini menggunakan bahan polimer sebagai matriknya. Secara umum sifat-sifat komposit polimer ditentukan oleh sifat-sifat penguat, sifat-sifat polimer, rasio penguat terhadap polimer dalam komposit (fraksi volume penguat), geometri dan orientasi penguat pada komposit.

Apapun komposit polimer yang digunakan dalam bahan komposit akan memerlukan sifat-sifat berikut:

- Sifat-sifat mekanis yang bagus
- Sifat-sifat daya rekat yang bagus
- Sifat-sifat ketangguhan yang bagus
- Ketahanan terhadap degradasi lingkungan bagus sifat-sifat mekanis yang bagus.

Komposit polimer memiliki beberapa sifat yaitu biaya pembuatan lebih rendah, dapat dibuat dengan produksi massal, ketangguhan baik, tahan disimpan, siklus pabrikan dapat dipersingkat, kemampuan mengikuti bentuk, lebih ringan. Adapun keuntungan dari PMC adalah ringan, *specific stiffness* tinggi, *Specific strength* tinggi, *Anisotropy*.

Aplikasi PMC, yaitu sebagai berikut:

- a. Matrik berbasis poliester dengan serat gelas
 - Alat-alat rumah tangga
 - Panel pintu kendaraan
 - Lemari perkantoran
 - Peralatan elektronika.
- b. Matrik berbasis termoplastik dengan serat gelas contohnya kotak air radiator
- c. Matrik berbasis termoset dengan serat karbon
 - Rotor helikopter
 - Komponen ruang angkasa
 - Rantai pesawat terbang (Daniel, dkk. 2006).

Komposit ini terdiri dari bermacam-macam lapisan material dalam satu matriks. Bentuk nyata dari komposit lamina adalah (Jones, 1999):

1. Bimetal

Bimetal adalah lapis dari dua buah logam yang mempunyai koefisien ekspansi termal yang berbeda. Bimetal akan melengkung seiring dengan berubahnya suhu sesuai dengan perancangan, sehingga jenis ini sangat cocok untuk alat ukur suhu.

2. Pelapisan logam

Pelapisan logam yang satu dengan yang lain dilakukan untuk mendapatkan sifat terbaik dari keduanya.

3. Kaca yang dilapisi

Konsep ini sama dengan pelapisan logam yaitu kaca yang dilapisi akan lebih tahan terhadap cuaca.

4. Komposit lapis serat

Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasa digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat.

2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Komposit

Sifat komposit yang berdasarkan serat tergantung kepada bahan pengisi, penyebaran serat dan interaksi antara matriks dengan serat (Abdul Khalil, 2000). Selain itu, sifatnya bergantung kepada ikatan permukaan antara matriks dengan serat, sifat serat, ukuran serat, bentuk serat, jumlah serat dalam matriks, teknik pemerosesan dan penyebaran serat dalam matriks. Selain daripada komposisi kimia yang dapat menentukan sifat sesuatu komposit yang dihasilkan, ia juga turut dipengaruhi oleh beberapa keadaan serat seperti bagaimana serat itu diperoleh, ukuran dan bentuk serat. Ukuran dan bentuk serat sangat diperlukan untuk tujuan yang tertentu seperti pemerosesan dan perekatan dengan matriks. Selain itu (Rozman, 2002) kandungan serat biasanya juga dapat mempengaruhi kekuatan mekanik komposit. Dalam hal pengisian serat adalah penyebab tanpa penumpukan atau pengelompokan, atau dengan kata lain serat tersebar di sekitar matriks. Ada 2 faktor yang dapat mempengaruhi sebaran pengisi ialah interaksi antara sesama pengisi serat dan panjang pengisi serat. Menurut Razaina (1998), interaksi antara sesama pengisi *lignoselulosik* melalui ikatan *hydrogen* menyebabkan penumpukan serat yang mengakibatkan keretakan atau terputusnya serat. Selain itu, jenis pengisi dapat juga mempengaruhi kekuatan komposit karena pengisi *lignoselulosik* yang berlainan mempunyai kandungan selulosa, lignin dan hemiselulosa yang berbeda, misalnya dalam serat tandan kosong sawit mengandung 65% selulosa dan 95% lignin sedangkan serat kelapa mengandung 32-43% selulosa dan 40-45% lignin.

2.5 Serat Alami Dan Serat *Glass* Sebagai Penguat Komposit

Dalam beberapa dekade yang lalu, penelitian dan ilmu rekayasa telah tertarik pada material serat sebagai penguat komposit polimer. Dalam hal ini serat komposit yang digunakan adalah aramid, karbon dan serat *glass* sebagai plastik. Menurut Wambua dkk (2003) serat *glass* adalah paling banyak digunakan untuk

penguat polimer karena harganya murah dibandingkan dengan aramid dan karbon dan begitu juga dengan sifat mekaniknya serat *glass* jauh lebih baik. Namun bagaimanapun baiknya serat *glass* ini mempunyai beberapa kelemahan seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2 membandingkan serat *glass* dan serat alam dan jelas terlihat dukungan untuk komposit serat alam jauh lebih baik untuk dikembangkan di kemudian hari. Karbon dioksida bersifat netral pada serat alam dan aktif sedangkan karbon dioksida pada serat *glass* tidak netral sehingga dapat berdampak negatif terhadap udara. Hal ini dipercaya menjadi pendukung dari efek masalah lingkungan dan dapat berhubungan dengan keadaan iklim di dunia (Larbig, Schezer, Dahlke dan Poltrock, 1998). Serat yang digunakan untuk penguat plastik biasanya adalah serat *glass*. Komposit yang menggunakan serat *glass* sebagai penguat telah banyak digunakan dalam bidang otomotif, industri sport, konstruksi bahan bangunan dan dalam bidang aerospace. Selain itu sejumlah besar menggunakan serat *glass* sebagai penguat plastik karena harganya yang rendah dibandingkan dengan serat aramid dan karbon dan mempunyai sifat mekanis yang baik. Saat ini perhatian lebih besar pada serat alam (Agus, dkk. 2017).

Tabel 2.2 Perbandingan Antara Serat Alam dan Serat *Glass*

	Serat alam	Serat <i>glass</i>
<i>Density</i>	1.16-1.6 g/cm ³	2.5 g/cm ³
Harga	Rendah	Rendah
<i>Recycle</i>	Ya	Tidak
Komposit Energi	Rendah	Tinggi
Distribusi	Lebar	Lebar
Karbon Dioksida	Netral	Tidak netral
Abrasi	Tidak	Ya
<i>Disposal</i>	Biodegradasi	Tdk biodegradasi

Sumber: (Balatinez dan Woodhams. 1993)

2.6 Serat Alam

Serat alam adalah serat yang berasal dari alam seperti serat ijuk, serat nenas, serat kelapa, dan lain-lain. Menurut Chandrabakty (2011) terdapat beberapa alasan menggunakan serat alam sebagai penguat komposit sebagai berikut:

- Lebih ramah lingkungan dan *biodegradable* dibandingkan dengan serat sintetis
- Berat jenis serat alam lebih kecil
- Memiliki rasio berat-modulus lebih baik dari serat *E-glass*
- Komposit serat alam memiliki daya redam akustik yang lebih tinggi dibandingkan komposit serat *E-glass* dan serat karbon
- Serat alam lebih ekonomis dari serat *glass* dan serat karbon. (Septiana, dkk. 2013).

2.7 Rumus Pengujian Komposit

Berdasarkan dari jurnal tentang komposit maka rumus-rumus yang digunakan untuk pengujian komposit yaitu:

- Kekuatan Tarik

Besarnya tegangan dan regangan pada pengujian tarik dapat dinyatakan dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{\sigma}{A} \quad (2.1)$$

dengan P adalah beban dalam newton

A adalah luas penampang mm^2

σ adalah tegangan dalam Mpa

Besarnya regangan merupakan akumulasi jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur (*gage length*). Sedangkan nilai regangan adalah regangan proporsional yang di dapat dari garis proporsional pada grafik tegangan – regangan hasil uji tarik komposit.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.2)$$

dengan ΔL adalah pertambahan panjang dalam mm

L adalah panjang daerah

Besarnya nilai modulus elastisitas komposit yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.3)$$

dengan E adalah modulus elastisitas tarik dalam Mpa

σ adalah kekuatan tarik dalam Mpa

ε adalah regangan dalam mm / mm

- Uji *Bending*

Pada material yang homogen pengujian batang sederhana dengan dua titik dukungan dan pembebanan pada tengah-tengah batang uji (*three point bending*), maka tegangan maksimum dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (2.4)$$

dengan σ adalah Kekuatan *bending* dalam MPa

P adalah Beban dalam Newton

L adalah Panjang span dalam mm

b adalah lebar batang uji dalam mm

d adalah tebal batang uji dalam mm

- Uji *Impact*

Ketangguhan komposit dapat diketahui dengan menggunakan uji impak (*impact test*). Uji ini bertujuan untuk mengukur ketangguhan atau kemampuan suatu bahan dalam menyerap energi sebelum patah (*toughness*). Kekuatan *impact* benda uji dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\Delta E = \frac{W}{bi \times hi} \quad (2.5)$$

dengan ΔE adalah nilai impak dalam J/mm²

W adalah energi terserap benda uji dalam Joule

bi adalah lebar benda uji impak dalam mm

hi adalah tebal benda uji impak dalam mm

Sumber: (Teguh, dkk. 2016) (Telah diolah)