

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA DALAM LANDASAN TEORI

#### 2.1. Kajian Pustaka

Maulida (2006) telah melakukan penelitian dengan membuat komposit *polipropilena* dengan pengisi serat daun pandan dan serat batang pisang. *Polipropilena* yang digunakan sebagai matrik terlebih dahulu dilarutkan dalam *xylena* pada temperatur 160°C dengan konsentrasi *polipropilena* terhadap *xylena* 10, 20 dan 30%. Hasil penelitian menunjukkan kekuatan tarik komposit serat daun pandan lebih baik dibandingkan kekuatan tarik komposit serat batang pisang dengan ketebalan yang sama. Nilai kekuatan tarik tertinggi didapat pada konsentrasi *polipropilena* 30%.

Diharjo (2009), pada komposit hibrid *sandwich* serat *E – glass* 300 g/m<sup>2</sup> dan kenaf anyam 810 g/m<sup>2</sup> pada  $V_f = 30\%$  bermatrik *polyester* dengan *core* kayu sengon laut setebal 10 mm, kekuatan bending dengan *core* arah serat kayu horizontal adalah 263,28 MPa, lebih besar 81 % di atas komposit *sandwich* hibrid dengan *core* kayu vertikal 97,5 MPa. Kekuatan impak komposit *sandwich* dengan *core* vertikal 0,0604 J/mm<sup>2</sup>, lebih besar 4,4 % di atas kekuatan impak dengan *core* arah serat kayu horizontal 0,0578 J/mm<sup>2</sup>

Ray Dkk. (2001) melakukan perlakuan serat jute dengan larutan alkali 5% selama 0, 2, 4, 6 dan 8 jam, yang dilanjutkan dengan pencucian dan penetralan alkali dengan asam setrat, serta pengeringan pada temperatur kamar selama 48 jam dan di oven pada suhu 100 °C selama 6 jam. Perkembangan serat jute meningkatkan modulus elastisitasnya sebesar 12%, 68% dan 79% setelah perendaman berturut-turut selama 4, 6 dan 8 jam. *Tenacity* serat juga meningkatkan 46% setelah 6 dan 8 jam perlakuan. Namun persentasi regangannya patah menurun 23% setelah perlakuan selama 8 jam. Hasil pengujian kekuatan lentur komposit menunjukkan bahwa kekuatan tertinggi terjadi pada perlakuan selama 4 jam, dengan kurva *tenacity* dan % regangan patah bertemu pada satu titik.

Kekuatan tarik yang dilakukan oleh Hariyanto (2009) tentang pengaruh fraksi volume komposit serat kenaf dan rayon tarik dan impak. Kekuatan tarik serat kenaf/*polyester* pada volume serat 10% sebesar 22,04 MPa, volume serat 15% sebesar 28,35 MPa dan volume serat 20% sebesar 38,32 MPa nilai tertinggi terletak pada volume serat 20% dan terendah pada volume serat 10%. Untuk kekuatan tarik serat rayon/*polyester* pada volume serat 10% sebesar 22,81 MPa, volume serat 15% sebesar 51,23 MPa dan volume serat 20% sebesar 50,46 MPa, nilai tertinggi terletak pada volume serat 15% dan terendah pada volume serat 10%.

Ridho (2015) melakukan penelitian serat tunggal pandan berduri terhadap sifat kuat tarik, pandan berduri mendapatkan perlakuan proses *degumming* pada suhu 80°C dengan variasi lama waktu *degumming* 1,2,3,4 jam dengan variasi alkali 2,5%, dan 5% NaOH selama 2 jam. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil kuat tarik tertinggi pada variasi waktu *degumming* 3 jam dan konsentrasi NaOH 2.5% dengan nilai 693,31 MPa dan pada Regangan serta nilai tertinggi didapatkan pada variasi lama waktu *degumming* 4 jam dan variasi NaOH 5% dengan nilai 139,85 mm/mm, pada modulus elastisitas nilai tertinggi pada variasi waktu *degumming* 3 jam dan variasi NaOH 2,5% dengan nilai 1074,21 Mpa.

Rahman (2011) Melakukan penelitian tentang pengaruh fraksi volume serat dan lama perendaman alkali terhadap kuat impak komposit serat aren – *polyester*. variasi Alkali (NaOH) 5% dengan variasi waktu perendaman 2,4,6,8 jam dan variasi fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dengan membandingkan serat aren yang tanpa perlakuan proses Alkali. Dari hasil penelitian didapat kekuatan impak tertinggi pada fraksi volume 40% energi impak 10,15 (J) dan kekuatan impak 0,321 (J/mm<sup>2</sup>) dan pada lama perendaman kekuatan impak tertinggi pada serat aren yang tidak mengalami proses alkali energi impak 10,5 (J) dan kekuatan impak 0,321 (J/mm<sup>2</sup>) hasil menunjukan bahwa semakin lama perendaman serat aren dalam larutan alkali (NaOH) 5% akan menurunkan kekuatannya.

Dari penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai serat alami sudah banyak dilakukan. Namun, penelitian mengenai pengaruh fraksi volume serat dan perendaman alkali terhadap kuat tarik hasil kekuatan tertinggi

berbeda-beda. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar mengoptimalkan manfaat serat pandan berduri dapat diperoleh sehingga akan sangat bermanfaat untuk perkembangan teknologi khususnya teknologi material

## **2.2.Landasan Teori**

### **2.2.1 Pandan Duri**

Pandan duri merupakan segolongan tumbuhan *monokotil* dari *genus Pandanus*. Sebagian besar anggotanya merupakan tumbuh tersebar di daerah tropika, di tepi-tepi pantai dan sungai-sungai, tetapi tidak terdapat di Amerika. Anggota tumbuhan ini dicirikan dengan daun yang memanjang (seperti daun palem atau rumput), seringkali tepinya bergerigi, akarnya besar dan memiliki serabut yang menopang tumbuhan ini.

Ukuran tumbuhan ini bervariasi, mulai dari 50 cm hingga 5 meter. Alam Indonesia cukup banyak tersedia keanekaragaman tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk industri kerajinan, antara lain anyaman. Untuk menghasilkan produk anyaman dari bahan tumbuhan diperlukan pengetahuan dan pengalaman dalam mengenal tumbuhan yang memiliki serat yang panjang dan kuat. Salah satu ragam tumbuhan yang memenuhi kedua persyaratan tersebut adalah pandan, yaitu salah satu anggota suku pandan-pandan (*Pandanaceae*), terutama dari marga *Pandanus*.

Jenis-jenis dari marga *Pandanus* merupakan anggota *Pandanaceae* yang paling luas persebarannya dan kisaran habitat yang ditempatinya. Tumbuhan tersebut dapat ditemukan mulai dari pantai berpasir hingga hutan dataran tinggi dengan ketinggian sekitar 3500 m dari permukaan laut dan mulai dari hutan sekunder dan padang rumput dengan corak ragam tanah mulai dari tanah basah subur berhumus, kapur, rawa gambut hingga tanah berpasir yang relatif kering dan miskin zat-zat hara.

### 2.2.2 Pengertian Komposit

Kata komposit berasal dari kata “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Jadi komposit adalah suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari dua material atau lebih pada skala makroskopis untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat. Komposit dan *alloy* memiliki perbedaan dari cara penggabungannya yaitu apabila komposit digabung secara makroskopis sehingga masih kelihatan serat maupun matriknya (komposit serat) sedangkan pada *alloy* / paduan digabung secara mikroskopis sehingga tidak kelihatan lagi unsur-unsur pendukungnya (Jones, 1975).

Sesungguhnya ribuan tahun lalu material komposit telah dipergunakan dengan memanfaatkannya serat alam sebagai penguat. Dinding bangunan tua di Mesir yang telah berumur lebih dari 3000 tahun ternyata terbuat dari tanah liat yang diperkuat jerami (Jamasri, 2008). Seorang petani memperkuat tanah liat dengan jerami, para pengrajin besi membuat pedang secara berlapis dan beton bertulang merupakan beberapa jenis komposit yang sudah lama kita kenal. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu

### 2.2.3 Keunggulan bahan komposit

Bahan komposit memiliki beberapa keunggulan mulai dari berat yang lebih ringan, tahan terhadap korosi, biaya produksi yang lebih murah, bahan baku mudah didapat apa bila menggunakan serat alam sebagai penguat, beberapa jenis komposit lebih kuat dari pada paduan logam seperti material komposit dari serat karbon.

Penggabungan material ini adalah untuk menentukan material yang mempunyai sifat yang lebih baik dari material penyusunnya. Komposit merupakan bahan multi fasa yang terbentuk secara alami. Matrik berfungsi pengikat saret. Serat inilah yang menentukan

karakteristik komposit seperti kekuatan, keuletan, kekakuan dan sifat mekanik yang lainnya (Jones, 1975 ; Schwartz 1984)

### 2.3. Klasifikasi komposit berdasarkan matrik

Berdasarkan matrik komposite dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok yaitu :

#### 2.3.1. Komposit matrik polimer (KMP)

Bahan ini merupakan bahan komposit yang sering digunakan disebut, Polimer Berpenguatan Serat (*FRP – Fibre Reinforced Polymers or Plastics*) – bahan ini menggunakan suatu polimer-berdasar resin sebagai matriknya, dan suatu jenis serat seperti kaca, karbon dan aramid (*Kevlar*) sebagai penguatannya. Jenis polimer yang banyak di gunakan :

##### 1. *Thermoplastic* :

*Thermoplastic* adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali (*recycle*) dengan menggunakan panas. *Thermoplastic* merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila didinginkan. *Thermoplastic* meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat balik (*reversibel*) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. Contoh dari *thermoplastic* yaitu *Polyester*, *Nylon 66*, *PP*, *PTFE*, *PET*, *Polyeter sulfon*, *PES*, dan *polyeter eterkenton* (*PEEK*)

##### 2. *Thermoset* :

*Thermoset* tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversibel*). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan yang tinggi tidak akan melunakkan *thermoset* melainkan membentuk arang dan terurai karena sifatnya yang demikian sering digunakan sebagai tutup ketel, seperti jenis-jenis melamin. Plastik jenis *thermoset* tidak begitu menarik dalam proses daur ulang karena selain sulit

penanganannya juga volumenya jauh lebih sedikit (sekitar 10%) dari volume jenis plastik yang bersifat termoplastik. Contoh dari termoset yaitu *Epoksida*, *Bismaleimida(BMI)*, dan *Poli-Imida (PI)*.

### 2.3.2. Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composites – MMC*)

*Metal Matrix composites* adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matrik logam. Material MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Pada mulanya yang diteliti adalah *Continuous Filamen* MMC yang digunakan dalam aplikasi *aerospace*.

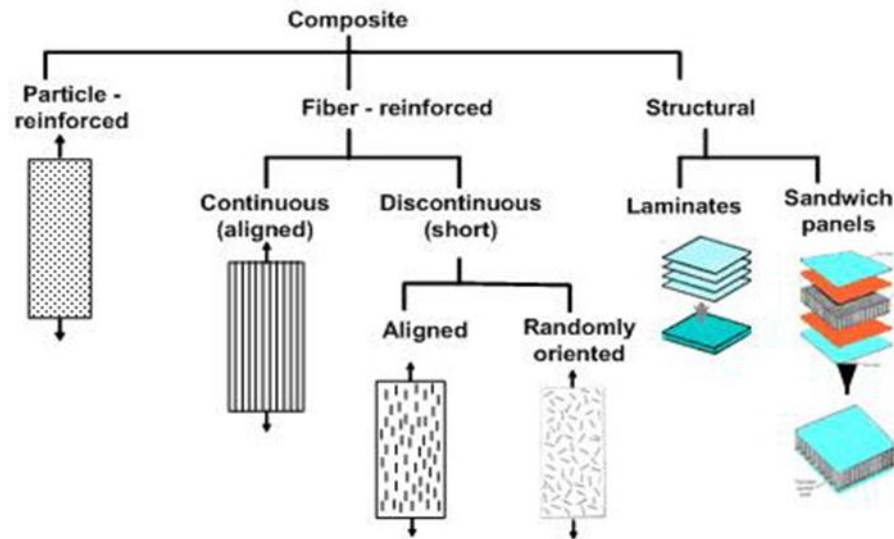
### 2.3.3. CMC

CMC merupakan material dua fasa dengan satu fasa berfungsi sebagai *reinforcement* dan 1 fasa sebagai matriks, dimana matriksnya terbuat dari keramik. Reinforcement 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 lebur logam untuk pertumbuhan matriks keramik disekeliling daerah *filler*.

## 2.4. Klasifikasi komposit berdasarkan bentuk penguatnya

Komposit dibedakan menjadi tiga macam (Jones, 1975) yaitu :

1. Komposit serat (*Fibrous Composites*)
2. Komposit partikel (*Particulate Composites*)
3. Komposit lapis (*Laminates Composites*)



**Gambar 2.1.** Klasifikasi komposit berdasarkan strukturnya(Jones, 1975)

## 2.5.Serat Komposit (*Fibrous Composite*)

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 / *fiber*. *Fiber* yang digunakan bisa berupa *fibers glass*, *carbon fibers*, *aramid fibers* (*poly aramide*), dan sebagainya.

*Fiber* 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 serta diameternya berukuran mendekati kristal. Serat juga mempunyai kekuatan dan kekakuan terhadap *densitas* yang besar (Jones, 1975).

Komposit serat terdiri dari serat sebagai bahan penguat dan matriks sebagai bahan pengikat, pegisi volume dan pelindung serat-serat untuk mendistribusikan gaya atau beban serat-serat. Kekuatan komposit ditentukan oleh aktifitas ikatan kimia atau ikatan mekaniknya (Schwartz, 1984).

Dalam material komposit serat dibedakan menjadi 4 jenis berdasarkan penyusunan arah seratnya :

1. *Continuous fiber composite* (komposit diperkuat dengan serat kontinue).  
*Continuous atau uni-directional*, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Jenis komposit ini paling banyak digunakan. Kekurangan tipe ini adalah lemahnya kekuatan antara lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antara lapisan dipengaruhi oleh matriksnya.



**Gambar 2.2.** *Continuous fiber composite* (Gibson, 1994)

2. *Chopped fiber composite* (komposit diperkuat serat pendek/acak) komposit dengan tipe serat pendek masih dibedakan menjadi 3 :
  - *Aligned discontinuous fiber*
  - *Off-axis aligned discontinuous fiber*
  - *Randomly oriented discontinuous fiber* merupakan komposit dengan serat pendek yang tersebar secara acak diantara matriksnya. Tipe acak sering digunakan pada produksi dengan volume besar karena faktor biaya, manufaktur yang lebih murah kekurangan dari jenis serat acak adalah sifat mekanik yang masih dibawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama.

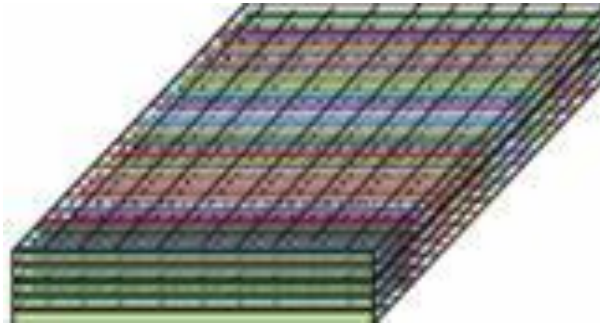


**Gambar 2.3.** *Chopped fiber composite* (Gibson, 1994)



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

Komposit ini tidak mudah terpengaruh pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakaibatkan kekuatan dan kekakuan tidak sebaik tipe *continuous fiber*.



**Gambar 2.4.** *Woven fiber composite* (Gibson, 1994)

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

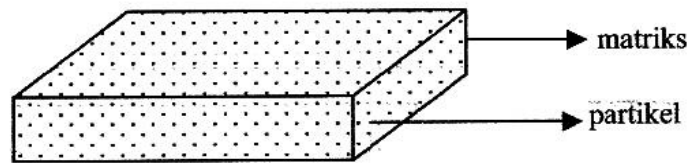
*Hybrid fiber composite* merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Pertimbangannya supaya dapat menutupi kvekurangan sifat dari kedua tipe yang di gabungkan



**Gambar 2.5.** *Hybrid composite* (Gibson, 1994)

## 2.6. Partikel Komposit (*Particulate Composites*)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya. Contoh komposit partikel dapat dilihat pada Gambar 2.6.

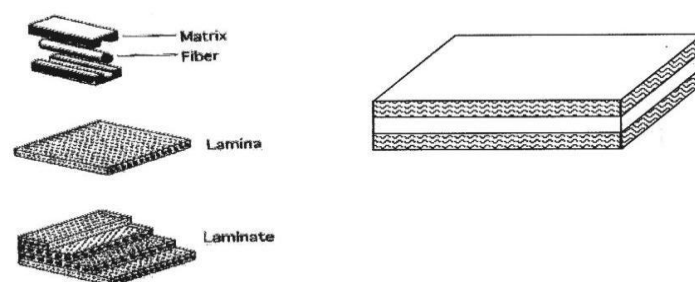


**Gambar 2.6.** *Particulate Composite* (Gibson, 1994)

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).

### 2.7. Lapis Komposit (*Laminates Composites*).

Merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri. Dapat dilihat pada Gambar 2.7.



**Gambar.2.7** *Laminated Composites* (Gibson, 1994)

Laminat merupakan pelat yang terdiri dari dua atau lebih lapisan lamina yang digabung bersama membentuk struktur yang integral. Laminat dibuat agar elemen struktur mampu menahan beban *multiaksial*, sesuatu yang tidak dapat dicapai dengan lapisan tunggal. Lapisan tunggal hanya kuat pada arah seratnya, tetapi sangat lemah pada arah tegak lurus arah seratnya. Oleh karena itu lapisan

tunggal hanya cocok untuk beban *uniaksial*, sedangkan untuk menahan beban *multiaksial*, lapisan tersebut harus digabung dengan lapisan lain yang berbeda arah dengan lapisan yang pertama. 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 (Jones, 1999).

## 2.8. Perlakuan Alkali ( NaOH )

Sifat alami dari serat adalah *Hyrophilic*, yaitu suka terhadap air berbeda dari polimer yang *hidrophilic*. Hasil dari perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa yang telah diteliti sangat berpengaruh, dimana kandungan *optimum* air mampu direduksi sehingga sifat alami *hidropholic* serat dapat memengaruhi ikatan interfacial dengan matrik secara optimal (Bismarck dkk 2002).

Natrium hidroksida (NaOH) murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran, atau larutan jenuh 50%. Natrium hidroksida juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Sifat alami serat alam adalah *hydrophilic*, yaitu suka terhadap air, berbeda dengan polimer yang bersifat *hydrophobic*. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam *selulosa* telah diteliti dan bahwa kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hidrophilic* serat dapat memberikan ikatan *interfacial* dengan matrik secara optimal

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. Larutan basa memiliki rasa pahit, dan jika mengenai tangan terasa licin (seperti sabun). Sifat licin terhadap kulit itu disebut sifat kaustik basa.

Bentuk dari NaOH bias berupa serpihan, butiran, atau juga larutan jenuh, yang sering dikenal sebagai soda api soda *kaustik* atau *sodiumhidraoksida*.

## 2.9 Serat (*Fiber*)

Serat atau *fiber* merupakan bahan penguat dari material komposit serat memiliki banyak jenis mulai dari serat alam seperti serat daun pandan, serat batang pisang, serat rami, serat kenaf, serat nanas dan lain-lain. Serat sintetis atau serat buatan merupakan serat yang paling banyak digunakan saat ini karena memiliki kekuatan yang lebih baik dari serat alam namun jenis serat ini tidak ramah lingkungan jenis serat sintetis seperti : serat karbon, serat gelas serat armaid (*Kevlar*) dan lain – lain.

Untuk mendapatkan kualitas serat alami pada umumnya sangat tergantung pada umur pohon, tempat menanam dan waktu memanennya, prosedur pemisahannya dengan batang atau unsur bukan serat dan perlakuan yang diberikan

**Tabel 2.1** Sifat mekanik dari beberapa jenis .(Mueller)

		<i>Cooton</i>	<i>Flax</i>	<i>Jute</i>	<i>Kenaf</i>	<i>E-Glass</i>	<i>Ramie</i>	<i>Sisal</i>
Diameter	mm	-	11-33	200	200	5-25	40-80	50-200
Panjang	mm	10-60	10-40	1-5	2-6	-	60-260	1-5
Kekuatan tarik	MPa	330-585	345-1035	393-773	930	1800	400-1050	511-15.8
Modulus Elastis	Gpa	4.5-12.5	27.6-45.0	26.5	53.0	69.0-73.0	61.5	9.4-15.8
Massa jenis	g/cm <sup>3</sup>	1.5-1.54	1.43-1.52	1.44-1.50	1.5	2.5	1.5-1.6	1.16-1.5
Rengang Maksimum	%	7.0-8.0	2.7-3.2	1.5-1.8	1.6	2.5-3.0	3.6-3.8	2.0-2.5

Spesifikasi kekuatan tarik	Km	39.2	73.8	52.5	63.2	73.4	71.4	43.2
Spesifikasi kekauan	km	0.85	3.21	1.80	3.60	2.98	4.28	1.07

Bentuk serat yang digunakan tidak begitu memengaruhi kekuatan, yang memengaruhi adalah diameter seratnya, pada umumnya semakin kecil serat maka akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi serta kecil kemungkinan terjadi ketidak sempurnaan pada material. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempunyai kekuatan material (Schwartz,1984).

### 2.10. Resin Polyester

Resin *Polyester* atau dalam kebanyakan hal disebut *polyester* saja merupakan jenis resin termoset. *Polyester* berupa resin cair dengan *viskositas* yang relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penambahan katalis. Sifat *polyester* ini adalah kaku dan rapuh/getas. Kemampuan terhadap cuaca sangat baik. Tahan terhadap kelembaban dan sinar *ultra violet* bila dibiarkan diluar, tetapi sifat tembus cahaya permukaan rusak dalam beberapa tahun. Secara luas *polyester* digunakan untuk konstruksi sebagai bahan komposit (Surdia dan Saito, 1984). Dalam penelitian ini menggunakan Resin *Polyester SHCP Polyester 268 BQTN*.

**Tabel 2.2.**Spesifikasi SHCP Polyester 268 BQTN series

Karakteristik	Nilai	Metode Uji
Penyerapan air	0.35%	ISO-62-1980
Kekerasan	48BHC	ASTM D 2583-67
Suhu distorsi panas	67.3°C	ASTM D 648-72
Perpanjangan	3.2%	ASTM D 638-72
Massa jenis resin, 25 °C	1.13 kg/liter	ASTM D 1475
Volume penyusutan	9%	Massa jenis
Penguapan	40 - 43%	ASTM D 3030
Kekuatan bending	82.4 MPa	ASTM D 790
Modulus bending	5257.3 MPa	ASTM D 790
Kekuatan tarik	29.4 MPa	ASTM D 638

Sumber: *Singapore Highpolymer Chemical Product Pte Ltd.*

### 2.11. Katalis

Bahan tambahan utama adalah katalis (*hardener*). Katalis merupakan zat *curing* (mengeraskan cairan resin) bagi sistem perekat. Pengeras bergabung secara kimia dengan bahan rekatannya. Pengeras dapat berupa *monomer*, *polymer* atau senyawa campuran. Katalis juga dipergunakan sebagai zat *curing* bagi resin termoset, mempersingkat waktu *curing* dan meningkatkan ikatan silang *polymer*-nya. Katalis berfungsi memulai dan mempersingkat reaksi *curing* pada temperatur terelevasi (*elevated temperature*) tanpa ikut bereaksi (Hartomo, 1992).

Semakin banyak katalis, reaksi *curing* akan semakin cepat. Tetapi kelebihan katalis juga akan menimbulkan panas yang tinggi pada saat *curing* sehingga bisa merusak produk yang dibuat. Produk tersebut dapat menjadikan bahan komposit getas/rapuh. Oleh karena itu, pemberian katalis dibatasi kira - kira 1% - 2% dari berat resin (Justus Kimia Raya, 2001, *Technical Data Sheet*). Salah satu katalis yang sering digunakan adalah MEKPO (*Metyhl Ethyl Ketone Peroxide*)

### 2.12. Pengujian mekanik

Dalam pengujian mekanik terbagi menjadi dua jenis yaitu:

1. Pengujian dengan merusak benda uji (*destructive*)  
Dilakukannya pengujian ini yaitu untuk mengetahui sifat-sifat mekanik dari suatu spesimen dan untuk menguji seberapa besar kekuatan maksimum.
2. Pengujian tanpa merusak benda uji (*non destructive*)  
Sedangkan pengujian ini untuk mengetahui cacat yang ada pada benda uji.

### 2.13. Pengujian tarik

Suatu pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui modulus elastisitas, tegangan dan regangan suatu bahan. Kekuatan tarik adalah suatu sifat bahan yang dapat digunakan untuk memperkirakan karakteristik bahan disaat mengalami proses lenturan *clan* pemesinan yang dapat digunakan saat perencanaan *clan*

pemilihan material untuk memperhitungkan kekuatan struktur atau keperluan yang lainnya. Kami menggunakan uji tarik (*standart ASTM D 638-02*).

Rumus untuk hubungan tegangan dan regangan.

$$P = \sigma \cdot A \text{ atau } \sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

P = beban (N)

A = luas penampang ( mm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = tegangan (MPa)

Besarnya regangan patah adalah jumlah pertambahan panjang pada waktu patah karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur (*Gage Length*).

$$\varepsilon = \frac{\Delta L_{\max}}{L_0} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan :

$\varepsilon$  = regangan (mm/mm)

$\Delta L_{\max}$  = pertambahan panjang pada waktu patah (mm)

$L_0$  = panjang daerah ukur (*Gage length*) (mm)

$$E = \frac{L_0 \times \Delta F}{\Delta L \times A} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan :

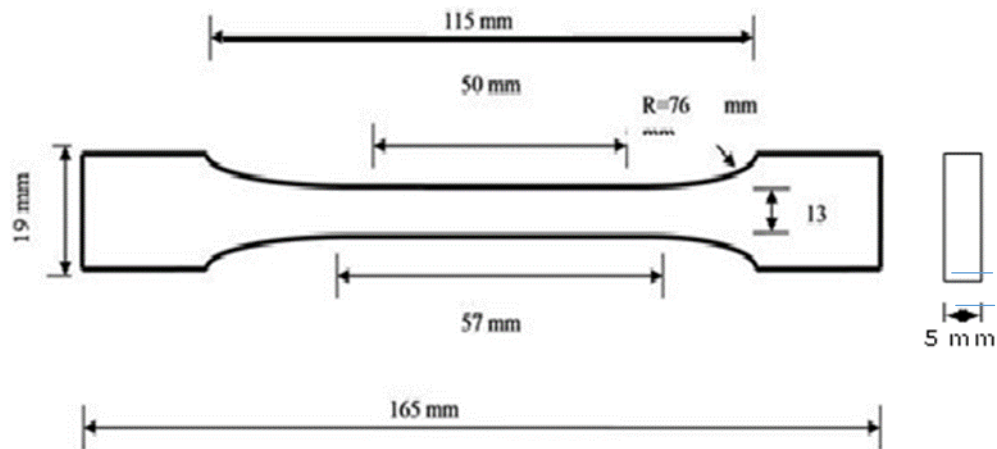
E = Modulus elastisitas tarik ( MPa)

$\Delta F$  = Gaya Tarik (N)

$\Delta L$  = Pertambahan panjang (mm)

$L_0$  = Panjang daerah ukur (*Gage length*) mm

A = Luas penampang ( mm<sup>2</sup>)



**Gambar 2.8.** Spesiment *ASTM D 638-02*

#### 2.14. Pengujian impak

Pengujian impak bertujuan untuk mencari seberapa besar kemampuan material menyerap energi beban kejut, dalam pengujian ini menggunakan (*standar ASTM D256-00*).

Eserap = energi awal – energi yang tersisa

$$= m \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot h'$$

$$= m \cdot g \cdot (R - R \cos \alpha) - m \cdot g \cdot (R - R \cos \beta)$$

$$E_{srp} = mg \cdot R \cdot (\cos \beta - \cos \alpha) \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan :

$E_{srp}$  : energi serap (J)

$m$  : berat pendulum (kg)

$g$  : percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$R$  : panjang lengan (m)

$\alpha$  : sudut pendulum sebelum diayunkan

$\beta$  : sudut ayunan pendulum setelah mematahkan



Ketangguhan impak dapat dihitung dengan :

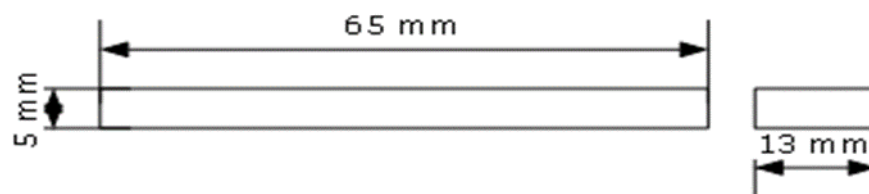
$$HI = \frac{E_{srp}}{A_o} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan :

HI : Ketangguhan Impak ( $J/mm^2$ )

$E_{srp}$  : energi serap (J)

$A_o$  : luas penampang ( $mm^2$ )



**Gambar 2.9.** Spesimen *ASTM D 256*.

### 2.15. Sifat Fisis Komposit

Untuk menghitung persamaan kekuatan komposit dan sifat-sifat komposit dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (*Chawla, 1987*).

a. Massa komposit

Massa komposit dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$m_c = m_f + m_m \dots\dots\dots(2.6)$$

keterangan :

$m_c$  = massa komposit (g)

$m_f$  = massa serat (g)

$m_m$  = massa matrik (g)

b. Massa jenis komposit

Massa jenis komposit dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$c\rho_c = \frac{m_c}{v_c} \dots\dots\dots(2.7)$$

keterangan :

$\rho_c$  = massa jenis komposit (g/cm<sup>3</sup>)

$m_c$  = massa komposit (g)

$v_c$  = volume komposit (cm<sup>3</sup>)

c. Volume Komposit

$$v_c = p \times l \times t \dots\dots\dots(2.8)$$

keterangan :

$p$  = panjang material (cm)

$l$  = lebar material (cm)

$t$  = tebal material (cm)

d. Fraksi masa serat

$$w_f = \frac{m_f}{m_c} \times 100\% \dots\dots\dots(2.9)$$

keterangan :

$w_f$  = fraksi massa serat (%)

$m_f$  = berat serat (g)

$m_c$  = berat komposit (g)

e. Fraksi volume serat

$$V_f = \frac{m_f/\rho_f}{(m_f/\rho_f)+(m_m/\rho_m)} \times 100\% \dots\dots\dots (2.10)$$

keterangan :

$V_f$  = fraksi volume serat (%)

$\rho_f$  = massa jenis serat ( $\text{g/mm}^3$ )

$m_m$  = massa matrik (g)

$m_f$  = massa serat (g)

$\rho_m$  = massa jenis matrik ( $\text{g/mm}^3$ )

f. Persamaan *Rule of Mixtures*

$$\sigma_c = \sigma_f \cdot V_f + \sigma_m \cdot V_m \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\varepsilon_c = \varepsilon_f \cdot V_f + \varepsilon_m \cdot V_m \dots\dots\dots(2.12)$$

$$E_c = E_f \cdot V_f + E_m \cdot V_m \dots\dots\dots(2.13)$$

keterangan :

$\sigma_c$  = kekuatan komposit (MPa)

$\varepsilon_c$  = regangan komposit (mm/mm)

$E_c$  = modulus elastisitas komposit (GPa)

$V_f$  = fraksi volume serat (%)

$V_m$  = fraksi volume matrik (%)

Hubungan antara fraksi volume dengan persamaan *rule of mixtures*  $\sigma_f > \sigma_m$  dengan bertambahnya  $V_f$  maka akan menaikkan harga  $\sigma_c$ . Jika sebaliknya  $\sigma_f < \sigma_m$  dengan bertambahnya  $V_f$  maka akan menurunkan harga  $\sigma_c$ . Berlaku juga untuk regangan komposit dan modulus elastisitas komposit.