

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Aprillia (2017) melakukan penelitian ketangguhan impact pada jenis penyusunan serat dan sifat patahan komposit *Polyster*-serat encek gondok, jenis susunan serat adalah *countinous*, *discountinous*, dan *hybirde*. Dari hasil uji impact, di ketahui bahwa serat dengan jenis *countinous* memiliki hasil yang paling rendah, yaitu sebesar 1.085,002 J/m³, jenis *discountinous* memiliki hasil, yaitu sebesar 1.798,003 J/m³, dan jenis *hybirde* memiliki hasil yang paling tinggi, yaitu sebesar 2.441,25 J/m³, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis penyusunan berpengaruh pada ketangguhan impact.

Putra dkk (2017) meneliti tentang analisa hasil uji mekanis impact dari sampah plastik jenis PP, PET, dan campuran (PP + PET). Komposit plastik jenis PP memiliki kekuatan impact sebesar 0,0161 Joule/mm². komposit plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* memiliki kekuatan impact sebesar 0,0138 Joule/mm², sedangkan jenis komposit plastik campuran antara PP dan PET nilai memiliki kekuatan impact sebesar 0,0145 joule/mm². Hasil pengujian ini jenis komposit plastik yang menggunakan *polypropelyn* mempunyai nilai harga impact tertinggi untuk plastik sampah daur ulang.

Salih dkk (2013) telah melakukan penelitian tentang perbandingan karakteristik campuran polimer matrik (LDPE + PP) dan (HDPE + PP). Menggunakan variasi fraksi volume yaitu 100 : 0, 80 : 20, 60 : 40, 20 : 80 dan 0 : 100. Uji mekanis yang digunakan adalah uji tarik uji impact, uji bending, uji creep, dan uji kekerasan. Hasil uji impact menunjukkan bahwa jika meningkatnya jumlah matrik HDPE dapat meningkatkan kekuatan impact dari polimer tersebut. Sedangkan untuk uji kekerasan menunjukkan bahwa dengan penambahan atau meningkatnya jumlah matrik PP dapat meningkatkan nilai kekerasan,

Nurhidayat (2014) melakukan penelitian pengaruh fraksi volume pembuatan komposit HDPE dengan serat catula, dengan variasi volume matrik 10 : 90%. Pada variasi 10% : 40% mengalami kenaikan rata-rata 23,2%, ketangguhan impact paling tinggi pada fraksi volume serat 40% sebesar 4996 J/m², hal ini dikarenakan serat dan matrik terikat secara optimal sehingga sangat sedikit rongga yang kosong pada komposit, sedangkan pada fraksi 50% : 90%, mengalami penurunan rata-rata sebesar 20,48%, dan ketangguhan impact paling rendah pada volume serat 90% sebesar 2542 J/m², dengan fraksi volume serat yang tinggi akan meningkatnya terjadinya rongga yang kosong akan berpengaruh terhadap ketangguhan impact.

Hariyanto (2009) melakukan penelitian pengaruh fraksi volume komposit serat kenaf dan serat rayon bermatrik poliester dengan uji ketangguhan impact dan tarik, dengan fraksi volume 10%, 15%, dan 20%. Hasil pengujian dapat dilihat bahwa serat kenaf dengan fraksi volume 20% memiliki ketangguhan impact paling tinggi yaitu sebesar 0,014 J/mm², tidak jauh berbeda pada pengujian tarik dengan fraksi volume 20% memiliki kekakuan tarik paling tinggi sebesar 38,32 MPa.

Joseph dkk (1993) melakukan penelitian pengaruh panjang potongan serat sisal pada kekuatan tarik bermatrik *polyethylene* (LDPE). Panjang potongan serat sisal 2,1 mm, 5,8 mm dan 9,2 mm, dengan perbandingan volume 30% serat dan 70% matrik. Jenis penyusunan serat menggunakan metode serast acak, dari hasil pengujian dengan panjang potongan serat 5,8 mm memiliki kekuatan tarik paling tinggi, yaitu sebesar 31,12 MPa.

Dairi dkk (2015) melakukan penelitian dengan dua matrik PP dan limbah r-PET dengan penguat serbuk kayu, menggunakan perbandingan PP/r-PET/ serbuk kayu, (70%, 20%, 10%), (60%, 20%, 20%) dan (50%, 20%, 30%). Dari hasil pengujian bahwa perbandingan (70%,20%,10%), PP/r-PET, memiliki kekuatan mekanik paling tinggi, pada pengujian bending sebesar 35,5 MPa dan uji tarik sebesar 25,2 MPa.

Hui dkk (2013) meneliti material komposit yang diperkuat dua matrik berbeda dengan serat sisal, spesimen dicetak menggunakan *injection molding*

menggunakan perbandingan (PLA + PP) dengan variasi fraksi volume 9:1, 4:1, 3:1, dan 1:1 dengan fraksi volume serat 10%, 15%, dan 20%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbandingan 1:1 memiliki nilai paling tinggi dari pada perbandingan lainnya. Pada pengujian impak dengan volume 20% dengan perbandingan 1:1 memiliki nilai paling tinggi sebesar 21 J/mm².

Sosiati dkk (2015) melakukan penelitian pengaruh alkalisasi terhadap serat kenaf terhadap kekuatan tarik dan morfologi permukaan serat kenaf. Dari hasil pengujian di dapatkan penambahan larutan NaOH berkonsentrasi 6% selama 1 Jam pada suhu ruangan dapat meningkatkan kekuatan tarik serat kenaf. Sedangkan penambahan larutan NaOH berkonsentrasi 9% pada suhu 100⁰C selama 2 Jam dapat merusak struktur morfologi serat kenaf.

Ray dkk (2001) melakukan penelitian perlakuan serat jute dengan larutan alkali 5% selama 0, 2, 4, 5, 6 dan 8 jam dan dilanjutkan pencucian asam asetat. Hasil pengujian kekuatan lentur komposit menunjukkan bahwa perlakuan selama 4 jam memiliki kekuatan yang tertinggi.

2.2 LANDASAN TEORI

2.2.1 Definisi Komposit

komposit bisa di definisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran/kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposit material yang ada pada dasarnya tidak dapat dipisahkan, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda dimana satu material sebagai pengikat (*matrik*) dan yang lainnya sebagai penguat (*filler*) (Fahmi dan nur, 2014).

Komposit berasal dari kata sifat (*composite*) yang mempunyai arti gabungan atau susunan juga dapat dibentuk dari campuran dua atau lebih, baik material logam, organik atau nonorganik. Dapat di simpulkan bahwa komposit adalah

gabungan dari dua jenis material yang berbeda untuk menghasilkan material baru agar lebih bermanfaat (Gibson 1994).

Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur yaitu penguat (*filler*) dan bahan pengikat (*matrik*).

2.2.2 Penguat komposit

Penguat (*reinforcement*) adalah unsur utama komposit yang berfungsi sebagai pengisi suatu material dan akan menerima beban utama, serat dapat di klasifikasikan menjadi dua yaitu :

2.2.2.1 Serat alam

Serat alam adalah serat yang berasal dari alam, berupa tumbuh tumbuhan dan binatang, serat alam sudah banyak digunakan seperti nanas, rami, kenaf, sisal, dan lain-lain. Serat alam mempunyai kekurangan ukuran yang tidak seragam, kekuatan serat di pengaruhi oleh usia massa panen (schwartz, 1984).

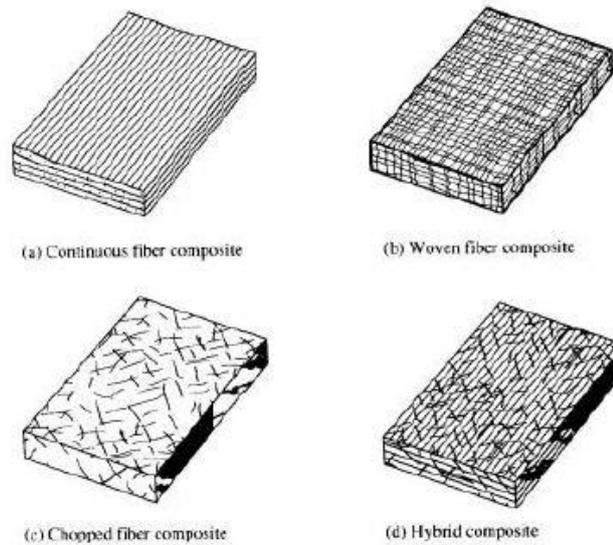
2.2.3 Klasifikasi Material Komposit

Klasifikasi Material komposit bisa di bedakan menjadi tiga jenis, antara lain komposit serat (*fibaur composites*), komposit partikel (*particulates composites*), komposit lamina (*laminates composites*).

2.2.3.1 Komposit serat (*Fibaur composit*)

Komposit serat (*Fibaur composit*), adalah material komposit yang terdiri dari serat dengan kekuatan yang tinggi (*high strenght*) yang di ikat dengan matriks yang memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda. Pada umumnya serat berfungsi sebagai material yang menerima beban yang di terima komposit, sedangkan matriks berfungsi sebagai material pengikat antar serat yang menerima tegangan agar tidak terjadi dislokasi pada serat dan juga berfungsi untuk meneruskan tegangan diantara serat. Material matriks yang biasa digunakan sebagai material penyusun komposit adalah metal atau logam, polimer dan keramik, sedangkan material serat (*fiber*)

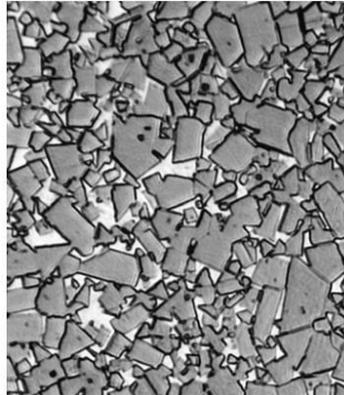
yang umum digunakan adalah serat sintetis (serat gelas atau karbon) dan serat alam (Mallick, 2007). Berdasarkan orientasi serat, komposit berpenguat serat terbagi empat jenis, yaitu *continuous fiber composite*, *woven fiber composite*, *chopped fiber composite*, dan *hybrid composite*, seperti pada Gambar. 2 (Gibson, 1994).



Gambar 2. 1 Orientasi serat (Gibson, 1994).

2.2.3.2 Komposit Partikel

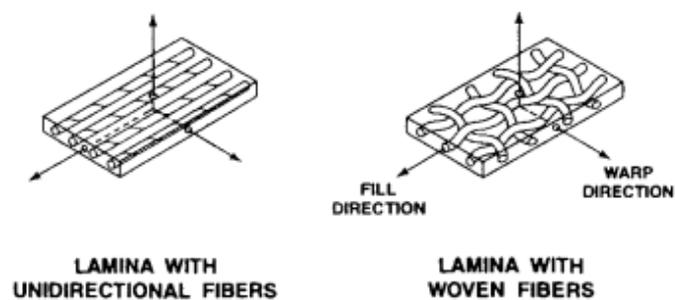
Material komposit partikel merupakan material komposit yang terdiri dari partikel-partikel yang tersuspensi kedalam matriks. Partikel tersuspensi kedalam matriks dapat berupa logam maupun non logam yang berukuran $0.01-0,1\mu\text{m}$ (10-100 nm) (Callister, 2007). Berikut ini merupakan *photomicrograph* dari material komposit partikel Wc-co, dimana area berwarna cerah merupakan *cobalt* yang berfungsi sebagai matriks dan area yang berwarna gelap merupakan *tungsten* sebagai partikel, seperti yang di tunjukan pada Gambar. 2.2



Gambar 2. 2 Photomicrograph of WC-Co (Calister,2007)

2.2.3.3 Komposit Lamina

Komposit lamina merupakan material komposit yang terdiri dari beberapa lapis material yang berbeda. Laminasi digunakan untuk menggabungkan lapisan konstituen terbaik dan bahan pengikat (matriks) dengan tujuan untuk menghasilkan material yang diinginkan. Sifat-sifat yang dapat dihasilkan oleh laminasi adalah *strength, stiffness, low weight, corrosion resistance, wear resistance* dan *thermal insulation* (Jones M, 1999). Berikut ini merupakan ilustrasi komposit lamina, seperti yang ditunjukkan Gambar. 4.



Gambar 2. 3 Komposit lamina (Jones M, 1999)

2.2.4 Faktor yang Mempengaruhi komposit

2.2.4.1 Faktor penguat

Adapun faktor penguat yang dapat mempengaruhi komposit, Serat mempunyai pengaruh sangat besar terhadap material komposit, hal ini disebabkan serat menjadi bahan penguat (tumpuan) pada komposit yang mempunyai peran menahan gaya yang terjadi. Menurut (Nahyudin, 2016) faktor yang mempengaruhi pada bahan penguat serat, adalah:

1. Panjang serat

Panjang serat mempengaruhi kekuatan material komposit, ada dua jenis panjang serat yaitu serat pendek dan serta panjang. Serat pendek memiliki keuntungan mudah dalam pembuatan dan tidak memerlukan waktu yang lama sedangkan, serat panjang memiliki keuntungan menghasilkan kekuatan yang tinggi, penyusutan rendah, dan setabil dalam dimensi.

2. Oreantasi serat

Oreantasi serat berpengaruh terhadap kekuatan mekanik material komposit, oreantasi serat satu arah akan menghasilkan kekakuan dan kekuatan yang tinggi.

3. Bentuk serat

Bentuk serat pada umumnya berbentuk lingkaran, namun bentuk lingkaran memiliki kekurangan, yaitu kekuatannya lebih kecil bila dibandingkan dengan serat yang memiliki bentuk heksagonal atau persegi.

4. Material serat

Material serat merupakan faktor yang sangat mempegaruhi kekuatan mekanik komposit, serat gelas, dan grafit adalah salah satu contoh serat yang memiliki kekuatan yang lebih baik dari pada serat alam.

2.2.4.2 Faktor Matriks

Faktor Matriks, matriks berguna sebagai pengikat serat untuk menjadi sebuah unit yang berstruktur dan mendistribusikan tekanan pada serat dan melindungi serat terhadap kerusakan dari luar. Adapun sifat-sifat matriks yang

perlu digunakan dalam membuat material komposit adalah tahan terhadap panas dan tahan terhadap guncangan.

2.2.4.3 Faktor ikatan

Faktor ikatan dapat memengaruhi adanya *void*. Adanya *void* dikarenakan adanya udara yang terjebak didalam komposit ini terjadi saat pembuatan material komposit. Adanya rongga yang terdapat pada komposit menyebabkan ikatan antara matriks dan serat kurang maksimal, apabila komposit menerima beban akan terjadi tegangan berpindah ke daerah void dan menyebabkan kekuatan komposit akan menurun (Schwartz, 1984).

2.2.5 Matriks

Matriks adalah suatu material yang memiliki fraksi volume terbesar (dominan) yang berfungsi untuk mengikat serat pada komposit, serta menjaga serat supaya tidak terjadi dislokasi atau deformasi dan meneruskan tegangan anatara serat. Gibson (1994), menjelaskan matriks biasanya berasal dari polimer, logam, maupun keramik. Pada dasarnya matriks yang banyak digunakan pada pembuatan matrial komposit untuk produk komersial, industri dan transportasi adalah *polimer*. Ada dua macam polier yang sering digunakan pada pembuatan komposit yaitu:

1. Thermoplastik

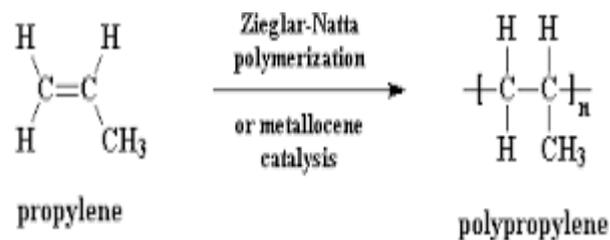
Thermoplastik adalah bahan polimer bila dipanaskan akan menjadi lunak dan bila didinginkan akan berubah ke bentuk semula, hal ini dikarenakan molekul-molekulnya tidak terjadi ikat silang (*cross linking*). Beberapa contoh dari polimer thermoplastik: PP (*PolyPropylene*), PE (*Poly Etylene*), PVC (*polyvynil chloride*), LDPE (*low density polyethylene*), HDPE (*high density polyethylene*), Nylon.

2. Thermosetting

Thermosetting adalah bahan polimer bila dipanaskan tidak akan melunak dan tidak dapat di daur ulang dikarenakan molekul molekulnya membentuk ikatan silang. Beberapa contoh thermosetting: *Epoksi, polyester, urea, Phenolic, Plenol*.

2.2.5.1 PP (*Polypropylene*)

Polipropilen merupakan material plastik yang termasuk dalam jenis termoplastik yang memiliki sifat tidak beraroma, tahan terhadap asam dan basa, memiliki densitas rendah sehingga sangat cocok digunakan pada komponen berbagai macam produk otomotif, peralatan laboratorium, wadah atau kontainer, serta masih banyak lagi peralatan sehari-hari yang menggunakan polipropilen.



Gambar 2. 4 Proses Polimerisasi (Fauziah, 2009).

Polipropilen juga memiliki sifat yang ulet dan kaku sehingga memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap kelelahan, oleh karena itu polipropilen dapat digunakan untuk aplikasi engsel atau aplikasi lain yang memungkinkan penggunaan lipat dan tekuk dari sebuah keaktifan (Maier dkk, 1998). Modulus elastisitas yang dimiliki polipropilen adalah 1300-1800 N/mm². Titik leleh polipropilen terjadi pada satu rentang tergantung kristalinitasnya, sehingga titik lebur ditentukan dengan menentukan suhu tertinggi dari scanning grafik diferensial kalorimetri. Sindiotaktik polipropilen dengan kristalinitas 30% memiliki titik leleh 130 °C, polipropilen dengan isotaktik sempurna memiliki titik leleh 171°C, isotaktik polipropilen komersial memiliki titik leleh yang berkisaran 160-166 °C (Maier dkk, 1998). Pengembangan material komposit serat alam menggunakan matriks termoplastik berupa polipropilen telah dilakukan oleh PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia sebagai komponen interior mobil (Fauziah, 2009).

Tabel 2. 1 Sifat Mekanis Polimer (Calister 2007)

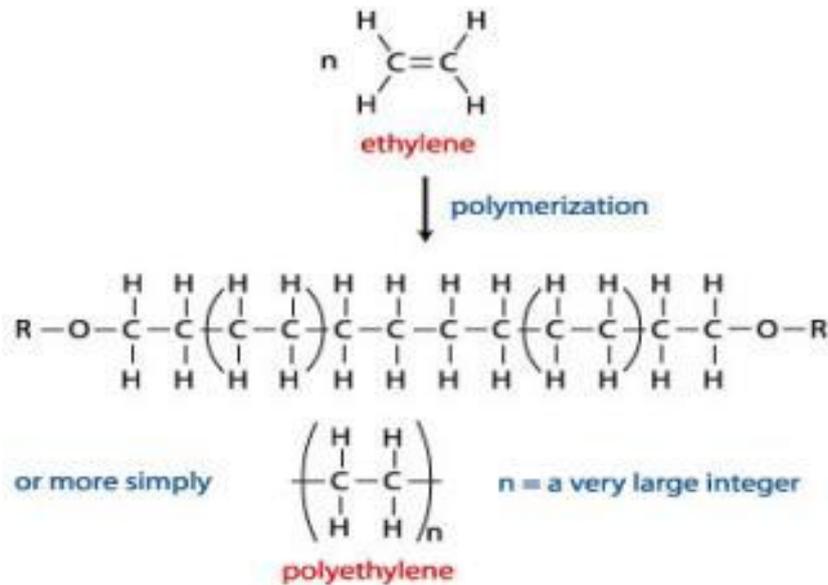
<i>Material/Condition</i>	<i>Yield Strength (MPa [ksi])</i>	<i>Tensile Strength (MPa [ksi])</i>	<i>Percent Elongation</i>
Elastomers			
• Butadiene–acrylonitrile (nitrile)	—	6.9–24.1 (1.0–3.5)	400–600
• Styrene–butadiene (SBR)	—	12.4–20.7 (1.8–3.0)	450–500
• Silicone	—	10.3 (1.5)	100–800
Epoxy	—	27.6–90.0 (4.0–13)	3–6
Nylon 6,6			
• Dry, as molded	55.1–82.8 (8–12)	94.5 (13.7)	15–80
• 50% relative humidity	44.8–58.6 (6.5–8.5)	75.9 (11)	150–300
Phenolic	—	34.5–62.1 (5.0–9.0)	1.5–2.0
Poly(butylene terephthalate) (PBT)	56.6–60.0 (8.2–8.7)	56.6–60.0 (8.2–8.7)	50–300
Polycarbonate (PC)	62.1 (9)	62.8–72.4 (9.1–10.5)	110–150
Polyester (thermoset)	—	41.4–89.7 (6.0–13.0)	<2.6
Polyetheretherketone (PEEK)	91 (13.2)	70.3–103 (10.2–15.0)	30–150
Polyethylene			
• Low density (LDPE)	9.0–14.5 (1.3–2.1)	8.3–31.4 (1.2–4.55)	100–650
• High density (HDPE)	26.2–33.1 (3.8–4.8)	22.1–31.0 (3.2–4.5)	10–1200
• Ultrahigh molecular weight (UHMWPE)	21.4–27.6 (3.1–4.0)	38.6–48.3 (5.6–7.0)	350–525
Poly(ethylene terephthalate) (PET)	59.3 (8.6)	48.3–72.4 (7.0–10.5)	30–300
Poly(methyl methacrylate) (PMMA)	53.8–73.1 (7.8–10.6)	48.3–72.4 (7.0–10.5)	2.0–5.5
Polypropylene (PP)	31.0–37.2 (4.5–5.4)	31.0–41.4 (4.5–6.0)	100–600
Polystyrene (PS)	25.0–69.0 (3.63–10.0)	35.9–51.7 (5.2–7.5)	1.2–2.5
Polytetrafluoroethylene (PTFE)	13.8–15.2 (2.0–2.2)	20.7–34.5 (3.0–5.0)	200–400
Poly(vinyl chloride) (PVC)	40.7–44.8 (5.9–6.5)	40.7–51.7 (5.9–7.5)	40–80

2.2.5.2 PE (*Polyethylene*)

Polyethylene dibuat melalui proses polimerisasi monomer *ethylene* yang diproduksi dalam jumlah terbesar dibandingkan dengan plastik jenis lainnya. *Polyethylene* memiliki sifat ulet, lentur, tahan terhadap bahan kimia, serapan uap air rendah dan mudah diproses. Namun, *polyethylene* memiliki kelemahan antara lain: modulus elastisitas rendah, batas mulur rendah dan titik lebur rendah.

Polyethylene pada umumnya digunakan dalam pembuatan botol, lembaran film, pipa dan lain-lain. *Polyethylene* dapat dibuat dalam struktur homopolimer dan kopolimer. Pada struktur homopolimer *polyethylene* hanya tersusun dari *carbon* dan *hydrogen*, sehingga memiliki berat jenis relatif rendah (kurang dari 1). *Polyethylene* memiliki beberapa jenis antara lain: LDPE (*low density polyethylene*), LLDPE (*linier low density polyethylene*), HDPE (*high density polyethylene*) dan UHMWPE (*ultra high molecular weight polyethylene*) yang dibedakan oleh kerapatan (*density*) serta konfigurasi rantainya. Konfigurasi rantai molekul menentukan derajat kristal, berat molekul, serta sifat *thermal*. Sifat umum yang

dimiliki *polyethylene* jika dilihat dari parameter proses adalah bahan ini sulit direkatkan dan sulit dilas dengan frekuensi tinggi dan dapat transparan pada ketebalan film serta tahan terhadap bahan kimia (Budiyantoro, 2009). Berikut ini merupakan polimerisasi *polyethylene* seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 5.



Gambar 2. 5 Polimerisasi polyethylene (Budiyantoro, 2009).

2.2.5.3 HDPE (*High Density Polyethylene*)

Material ini memiliki massa jenis sekitar 0.935 hingga 0.965 gr/cm³ dan kandungan kristalnya lebih tinggi dari LDPE. Harganya juga sedikit lebih mahal, namun lebih kuat dan kaku. Proses polimerisasi menggunakan katalis berupa *metallocene* dengan keuntungan utama polimer yang dihasilkan lebih seragam jika dibanding dengan katalis tradisional (Ziegler-Natta) yang menghasilkan rantai beragam panjang pendeknya. Polimerisasi dilaksanakan dalam suatu reaktor berisi larutan hidrokarbon yang diaduk pada suhu 100 °C dengan tekanan hingga 30 atm dalam waktu kontak 0.5 sampai 2 jam. Dengan keseragaman ini dapat dihasilkan berat jenis polimer yang lebih tinggi, dimana berat molekulnya dicapai melalui kontrol suhu proses. Dalam rantai utama HDPE terdapat 4 hingga 10 cabang pendek

untuk setiap 1000 atom C (Budiyantoro, 2009). Berikut ini merupakan ilustrasi konfigurasi rantai HDPE, seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 8.



Gambar 2. 6 Konfigurasi rantai HDPE (Budiyantoro, 2009).

HDPE banyak dipakai pada proses produksi menggunakan *blow molding* untuk pembuatan botol, mainan, tangki, drum dan lain-lain. Banyak dipakai juga untuk pembuatan berbagai barang kebutuhan rumah tangga misalnya keranjang sampah, keranjang botol, pipa, dan wadah multi guna. Sedangkan dalam bentuk lembaran film, HDPE pada umumnya diaplikasikan sebagai kantong plastik dan kantong sampah (Budiyantoro, 2009). Berikut ini tabel sifat dari HDPE, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Sifat HDPE (Budiyantoro, 2009).

Berat Jenis (g/cm ³)	Tm (°C)	Tg (°C)	Shrinkage (%)	Modulus Elastisitas (Gpa)
0.94-0.97	130-135	-110	1.5 - 4	0.3-0.6

Tabel 2. 3 Sifat Fisik dan Mekanis PP dan HDPE (Calister,2007)

Sifat Fisik dan Mekanis	PP	HDPE
Berat Jenis	0.90-0.91	0.94-0.96
Titik Lebur °C	175	137
Brinell Hardness (Grover 2010)	7	

2.2.5.4 Serat Kenaf

Kenaf merupakan salah satu tanaman tropis tahunan yang memiliki batang tunggal bercabang yang terdiri atas serat pada bagian luar dan *woody core* pada bagian dalam. Tanaman kenaf dapat tumbuh hingga 5 – 6 m dengan diameter 25-35 mm dan dapat dipanen setelah berumur 5-6 bulan. Serat kenaf memiliki

keunggulan yakni memiliki sifat *biodegradable* dan ramah lingkungan (Cook, 1960). Pada tahun 1950 sampai dengan pertengahan 1980 penelitian kenaf dilakukan oleh The U.S. *Department of Agricultural Research service* untuk aplikasi serat kenaf sebagai material alternatif pembuatan kertas (Bosisio, 1988).

Serat kenaf diperoleh dari kulit pohon yang terikat dengan serat *lignocellulosic*. Ukuran ikatan serat tergantung dari sel utama disetiap ikatan, yang biasanya ditunjukkan dengan kandungan *lignin*. Kandungan *lignin* dalam serat kenaf mempresentasikan jumlah sel utama disetiap ikatan serat. Serat kenaf tersusun atas 65.7 % selulosa, 21.6 % terdiri dari *lignin*, *pectin* dan komposisi lainnya. *Lignin* harus diekstraksi untuk memisahkan serat (Kaldor, 1989).

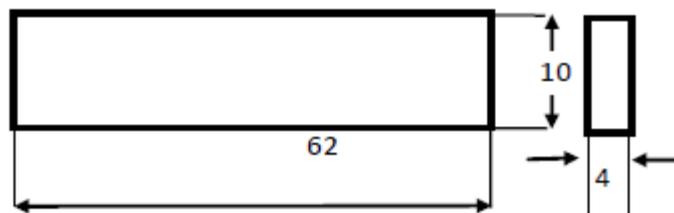
2.2.6 Alkalisasi

Alkalisasi pada serat alam dilakukan dengan tujuan meluruhkan kotoran dan kandungan lignin yang terdapat pada serat alam. Perbedaan sifat alami serat alam dan matrik dapat membuat ikatan antara serat alam dan matrik menjadi lemah dan membuat kekuatan mekanis menurun, oleh sebab itu perlu dilakukannya alkalisasi pada serat alam (Akil dkk, 2011). Proses alkalisasi pada serat alam dapat meningkatkan sifat mekanik pada komposit serat alam dan ikatan antara serat dan matrik (Sosiati dkk, 2016). Larutan yang digunakan pada proses alkalisasi adalah NaOH (Natrium Hidroksida), KOH (Kalium Hidroksida) dan LiOH (Lithium Hidroksida). Serat yang telah diberi perlakuan alkalisasi akan memiliki tingkat penyerapan *moisture* yang tinggi jika proses alkalisasi terlalu lama dan konsentrasi yang tinggi, dikarenakan lignin yang masih menempel pada selulosa telah larut. Lignin memiliki sifat *hydrophobic* yang kompatibel dengan matrik, sehingga dengan proses alkalisasi yang tepat dapat memperbaiki kompatibilitas serat dengan matriknya dikarenakan lignin yang melekat pada selulosa tidak seluruhnya larut (John & Anandjiwala, 2008)

2.2.7 Pengujian Impak

Uji impak adalah uji yang dilakukan untuk mengukur kekuatan material terhadap benturan dengan menumbuk benda kerja menggunakan sebuah pendulum yang diayunkan. Impak dinyatakan sebagai energi kinetik yang dibutuhkan untuk memulai keretakan dan meneruskan hingga material benar-benar patah. Tujuan dari dilakukannya pengujian impak ini sebagai pemeriksaan kualitas secara cepat dan mudah dalam menentukan sifat impak spesifik maupun secara umum suatu material.

Pengujian impak merupakan respon terhadap beban kejut atau beban tiba-tiba (beban impak). Dalam pengujian impak terdiri dari dua teknik pengujian standar yaitu Charpy dan Izod (Callister, 2007). Berikut ini adalah spesimen uji impak *charpy* yang digunakan sesuai dengan standar ASTM D 5942 yang digunakan pada komposit polimer.



Gambar 2.7 Spesimen Uji Impak (Husaini, 2014)

Dalam pengujian impak terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi besar kecilnya ketangguhan impak pada komposit diantaranya berat pendulum, jarak pendulum ke pusat rotasi sudut sebelum dan sesudah spesimen di tabrak. Dari beberapa faktor tersebut dapat ditemukan energi yang diserap oleh spesimen dan melalui persamaan berikut :

$$W = G \times R (\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

- W = Energi yang diserap benda uji (J)
- G = berat pendulum (N)
- R = jarak pendulum ke pusat rotasi (m)

β = sudut pendulum setelah menabrak benda uji (θ)

α = sudut pendulum tanpa benda uji (θ)

Setelah mendapatkan energi yang diserap maka langkah selanjutnya adalah mencari ketangguhan impaknya melalui persamaan berikut :

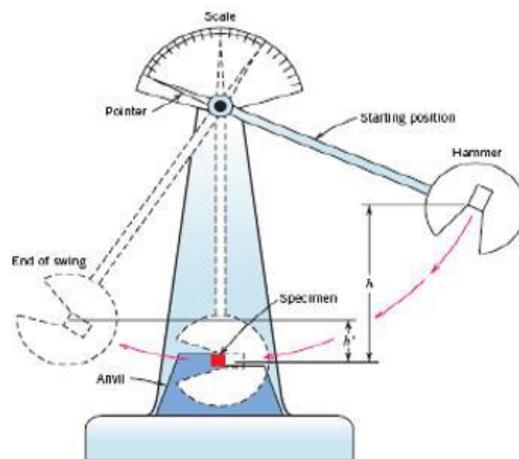
$$I_s = \frac{W}{l \times t} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

I_s = Ketangguhan impak (J/mm²)

l = lebar spesimen (mm)

t = tebal spesimen (mm)



Gambar 2. 8 Skematik Peralatan Uji Impak (Callister, 2007)

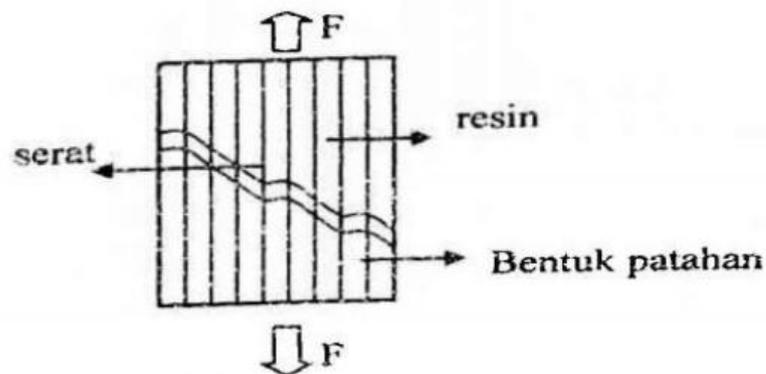
2.2.8 Karakteristik Patahan Pada Material Komposit

Kegagalan pada suatu bahan material harus dihindari karena akan mengakibatkan nilai jual produk menurun. Kegagalan pada material komposit khususnya akan terjadi apabila salah satu tegangan utama pada sistem koordinat material melebihi besar kekuatannya secara matematis. Ada dua jenis patahan pada material komposit yaitu model patah liat (*ductile fracture*) dan patah getas (*brittle fracture*). Pada patahan yang bersifat liat (*ductile*) material menyerap energi yang

cukup besar sebelum patah dengan dapat diperlihatkan oleh terjadinya deformasi plastik, sedangkan pada patahan material yang memiliki sifat getas hanya memperlihatkan deformasi kecil atau bahkan tidak ada. Berikut adalah beberapa jenis patahan pada material komposit :

a. Patah banyak

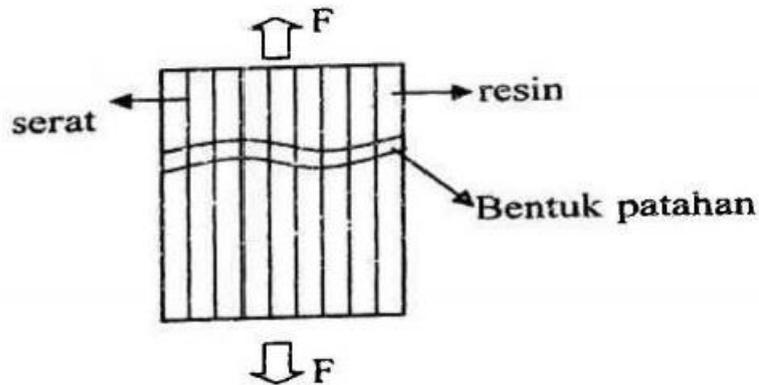
Chawla (1987) mengatakan bahwa ketika jumlah serat yang putus akibat beban tarik masih sedikit dan kekuatan interface masih baik, resin mampu mendukung beban yang diterima dengan mendistribusikan beban tersebut ke sekitarnya. Apabila resin mampu menahan gaya geser dan meneruskan beban keserat yang lain maka jumlah serat yang putus semakin banyak. Patahan terjadi lebih dari satu bidang.



Gambar 2. 9 Patah Banyak (Schwartz, 1984)

b. Patah tunggal

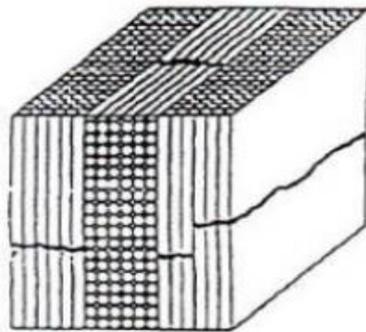
Patah tunggal adalah patah yang disebabkan ketika serat putus akibat beban tarik, matriks tidak mampu menerima lagi beban tambahan. Patah terjadi pada satu bidang kontak secara linier



Gambar 2. 10 Patah Tunggal (Schwartz, 1984)

c. Delaminasi

Delaminasi (*interlaminar*) adalah perpatahan yang terjadi akibat terlepasnya ikatan antar lapisan penguat. Penyebab utama perpatahan ini adalah gaya adhesi antara penguat dan matriks yang lemah. Selain itu kemampuan matriks untuk mengisi ruang antara serat juga menjadi pengaruhnya.

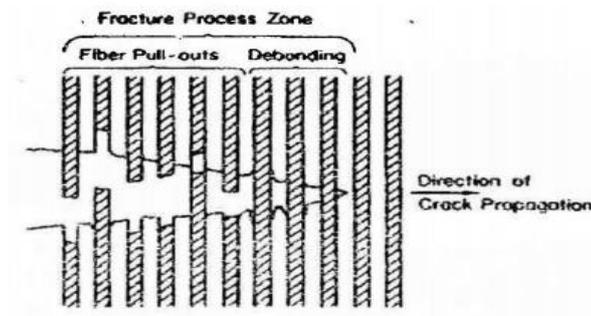


Gambar 2. 11 Delaminasi (Schwartz, 1984)

d. *Fiber Pull Out*

Fiber pull out adalah tercabutnya serat dari resin yang disebabkan ketika resin retak akibat beban tarik, kemampuan untuk menahan beban akan segera berkurang. Komposit masih mampu menahan beban walau beban yang ditahan relatif kecil dari beban maksimal. Saat resin retak, beban akan ditransfer dari resin keserat di tempat persinggungan retak. Kemampuan untuk mendukung beban

berasal dari serat. Seiring dengan bertambahnya deformasi, serat akan tercabut dari resin (akibat *debonding* dan patahnya serat).



Gambar 2. 12 Fiber pull out (Schwartz, 1984)

2.2.9 Pengujian Kekerasan *Brinell*

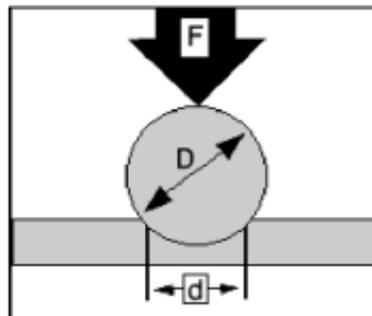
Kekerasan adalah ukuran ketahanan suatu material terhadap deformasi plastis lokal. Nilai kekerasan tersebut dihitung hanya pada tempat dilakukannya pengujian tersebut (lokal), sedangkan pada tempat lain bisa jadi kekerasan suatu material berbeda dengan tempat yang lainnya. Tetapi nilai kekerasan suatu material adalah homogen secara teoritik akan sama untuk tiap-tiap titik.

Pengujian kekerasan *Brinell* menggunakan penumbuk (penetrator) yang terbuat dari bola baja yang diperkeras (*tungsten carbide*). Diameter bola adalah 2,5 mm, pembebanan 15,652 kg, selama pembebanan beban ditahan 10 sampai 15 detik. Pemilihan beban tergantung dari kekerasan material, semakin keras material maka beban yang diterapkan juga semakin besar. Pengujian kekerasan dengan metode *Brinell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (*indentor*) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Besar pemberian pembebanan bergantung kepada *ball indentor* yang digunakan, menurut ASTM E10 pemberian pembebanan seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.4

Tabel 2. 4 Gaya yang diterapkan menurut ASTM E10

D (mm)	Force-diameter ratio (F/D ²)				
	30	10	5	2,5	1
10	3000	1000	500	250	100
5	750	250	125	62,5	25
2,5	187,5	62,5	31,25	15,625	6,25
1	30	10	5	2,5	1
	A	B	C	D	E

A: Steels and iron alloys; B: Heat treated Cu/Al light alloys; C: No heat treated Cu/AL light alloys; D-E : soft metallic materials



Gambar 2. 13 Bentuk indenter brinell (ASTM E10)

$$HB = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

HB = Brinell hardness number BHN (kg/mm²)

F = Beban yang diberikan (kg)

D = Diameter indenter (mm)

d = Diameter lekukan rata-rata hasil indentasi (mm)

ASTM E10 seharusnya digunakan pada material logam akan tetapi banyak penelitian komposit menggunakan ASTM E10, maka penelitian ini tidak tepat seharusnya untuk pengujian kekerasan komposit plastik menggunakan Shore D.