

## Perbandingan Ketebalan Serat Terhadap *Tensile Strength* pada Komposit Plastik Daur Ulang(PET,PP DAN PE) dengan Menggunakan Penguat *Fiber Glass*

Zulnazri

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara  
Corresponding Author: zoelnazri@yahoo.co.id

**Abstrak** – Penelitian ini memaparkan tentang perbandingan kualitas komposit yang diolah dari limbah plastik Polietilenteraptalat (PET), Polipropilen (PP) dan Polietilen (PE) dengan menggunakan penguat fiber glass dan bahan pelunak softening agent o-kloro fenol serta xilena. Penelitian ini dilakukan di laboratorium USU dengan menggunakan metode pengepresan dengan hot press. Temperatur leleh maksimum yang didapatkan untuk masing-masing limbah plastik tersebut yaitu PET 265 °C, PP 167 °C, dan PE 135 °C. *Tensile Strength* yang terbaik diperoleh terhadap masing-masing komposit antara lain, untuk komposit PET - 1 lapis serat 121.70 Mpa, PET - 2 lapis serat 209.40 Mpa, PET - 3 lapis serat 394,96 Mpa, sedangkan untuk komposit PP – 1 lapis serat 142.50 Mpa, PP - 2 lapis serat 254,40 Mpa, PP - 3 lapis serat 197.50 Mpa, serta untuk komposit PE - 1 lapis serat 110.00 Mpa, PE - 2 lapis serat 122.20 Mpa, komposit PE - 3 lapis serat 227,5 Mpa. Copyright © 2013 Department of industrial engineering. All rights reserved.

**Kata Kunci:** Komposit, Termoplastik, Polietilenteraptalat (PET), Polipropilen (PP), Polietilen (PE), Fiber Glass

### 1 Pendahuluan

#### 1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan suatu limbah bahan polimer yang tidak mudah terdekomposisi oleh mikroorganisme pengurai, sehingga penumpukan limbah plastik akan menimbulkan masalah bagi lingkungan hidup. Penumpukan limbah plastik terus bertambah disebabkan oleh sifat-sifat yang dimiliki plastik, antara lain tidak dapat membusuk, tidak terurai secara alami, tidak dapat menyerap air, dan tidak dapat berkarat, sehingga pada akhirnya menjadi masalah bagi lingkungan hidup.

Ditinjau dari sifat-sifat kimia-fisika dan mekanis. polimer digolongkan dalam dua golongan besar yaitu termoset dan termoplastik. Termoset adalah jenis plastik yang berpolimerisasi kembali apabila dipanaskan, dimana panas akan menimbulkan set tambahan. Plastik jenis ini tidak akan menjadi lunak bila dipanaskan karena telah membentuk jaringan dikarenakan adanya ikatan silang, sehingga tidak dapat didaur ulang, plastik ini sering dipakai sebagai alat listrik dan elektronik, perekat

plywood, bahan konstruksi dan lain-lain. Sedangkan termoplastik adalah jenis plastik yang dapat didaur ulang atau dibentuk kembali dengan cara pemanasan. Jenis polimer termoplastik diantaranya Polipropilen (PP), Polietilen Tereftalat (PET), Polietilen (PE) dan lain-lain. PET, PP dan PE adalah jenis yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari diantaranya sebagai kemasan botol plastik, ember plastik, kantong plastik, suku cadang kendaraan bermotor, bahan elektronik, peralatan rumah tangga dan lain sebagainya yang sifatnya *disposable*.

Upaya untuk menekan penumpukan plastik bekas seminimal mungkin dapat dilakukan dengan daur ulang limbah plastik tersebut untuk dijadikan suatu produk yang mempunyai nilai secara ekonomis, salah satunya dibuat sebagai komposit.

Komposit merupakan gabungan antara matrik sebagai bahan dasar dengan bahan pengisi (*interface*) yang memiliki sifat-sifat mekanis dan termal yang lebih bagus dari sifat dasar bahan tunggal. *Interface*

merupakan bahan penguat yang dicampur atau dilapisi diantara matrik yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan daya tahan suatu bahan. *Interface* dapat berupa serbuk maupun serat, *interface* yang paling baik digunakan adalah dalam bentuk serat. Serat dapat berupa serat buatan seperti serat kaca (*fiber glass*) maupun serat alam seperti serat kayu dan lain-lain. *Fiber glass* merupakan suatu serat buatan yang paling baik digunakan sebagai bahan *interface* karena memiliki titik leleh yang sangat tinggi dan daya tahan yang lama, sehingga bila dilelehkan pada suhu tinggi bersama matrik, serat tersebut tidak ikut meleleh. Untuk meningkatkan kualitas produk komposit perlu ditambahkan bahan pelunak (*softening agent*) dan bahan pembasah (*wating agent*) yang tujuannya untuk meningkatkan gaya adhesi antara matrik dengan serat sehingga komposisi komposit semakin kuat.

Pemanfaatan kembali limbah plastik jenis termoplastik merupakan suatu upaya untuk menjawab permasalahan diatas, dimana plastik ini akan dijadikan sebagai matrik dalam pembuatan komposit sebagai bahan teknik otomotif yang memiliki nilai secara ekonomis.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tensile strength pada komposit sebagai bahan teknik otomotif yang dibuat dari limbah termoplastik PP, PE dan PET

## 2 Tinjauan Pustaka

Komposit adalah bahan dengan gabungan dua atau lebih komponen yang berbeda untuk menghasilkan sifat dan ciri-ciri spesifik yang tidak dapat dicapai salah satu komponen tanpa dipadukan dengan bahan lainnya. Banyak contoh bahan komposit untuk aplikasi yang berbeda-beda, misalnya beton dengan batang baja sebagai penguat adalah komposit yang paling terkenal [1-7]. Contoh komposit yang lebih tua adalah penambahan jerami pada tanah liat atau batu bata untuk peningkatan kekuatan sebagai bahan struktural atau konstruksi.

Contoh yang umum lainnya adalah plastik berpenguat, dimana unsur-unsur penguat adalah serat karbon, *glass*, atau boron. Serat-serat ini berbeda dengan partikel lain, bila di jajarkan akan memberikan sifat-sifat anisotropik pada produknya. Penguat yang demikian juga mempunyai pengaruh penting pada kekuatan retak komposit. Kekuatan ikatan antara berbagai komponen dalam komposit mempunyai pengaruh yang berarti pada sifat-sifatnya [2-6].

Banyak teknik yang digunakan dalam pembuatan komposit yang memadukan sifat-sifat yang diinginkan

dari dua bahan. Disatu sisi, bahan dua fase juga merupakan komposit, tetapi secara umum komposit menyatakan suatu struktur yang terbuat dari dua bahan awal yang berbeda, dimana identitas keduanya terpertahankan sampai komponen terbentuk sepenuhnya [3-8-9].

Sifat mekanik suatu bahan seperti kekuatan tarik dapat diukur dengan Alat Uji Tarik atau dinamometer. Kekuatan tarik merupakan salah satu sifat penting yang sering digunakan untuk karakterisasi polimer. Banyak polimer selama deformasi, spesimen mulai memanjang tidak seragam. Ada bagian spesimen menjadi lebih tipis dari bagian lainnya dan kemudian membentuk leher.

Ketergantungan beban terhadap perpanjangan dikenal sebagai kurva beban terhadap perpanjangan (*stress vs strain*) dan bentuknya tergantung pada sifat fisika dan keadaan fasa bahan yang diuji [4-5].

## 3 Metode Penelitian

### 3.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Media cetak untuk pembuatan matrik dan komposit, Aluminium foil, Alat Pengepresan dan Alat pengujian kualitas: Alat Uji Tarik Statis, uji impact, Digital Microscopy, dan alat-alat laboratorium lainnya yang diperlukan dalam penelitian ini.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Serat kaca (*fiber glass*), kemasan plastik bekas golongan termoplastik yang terdiri dari PET, PP, PE dan polimer komersial PET, PP, PE sebagai bahan pembanding untuk menguji kualitas, minyak hidrokarbon sebagai *softening agent*.

### 3.2 Persiapan Plastik sebagai Matrik

Kemasan plastik ini dipotong dalam bentuk lembaran. Ditimbang x gram masing-masing plastik (PET, PP, PE) dan di masukkan dalam cetakan ukuran: (P x L x T = 115 x 115 x 1) mm, (tergantung ukuran cetakan). Kemudian dimasukkan dalam alat pengepresan di set temperatur sesuai dengan titik leleh masing-masing plastik. Waktu pengepresan divariasikan mulai 1 menit sampai dengan diperoleh waktu optimum. Selanjutnya didinginkan dan dibuka cetakannya.

Perhitungan berat matrik yang digunakan adalah:

$$V = P.L.T \quad (1)$$

$$V = (115 \times 115 \times 1) \text{ mm} = 13.225 \text{ mm}^3 = 13,225 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat jenis } (\eta) = \frac{m}{V} \rightarrow m = \eta \cdot V \quad (2)$$

Untuk PET :

$$\eta = 1,41 \text{ gr.cm}^{-3}$$

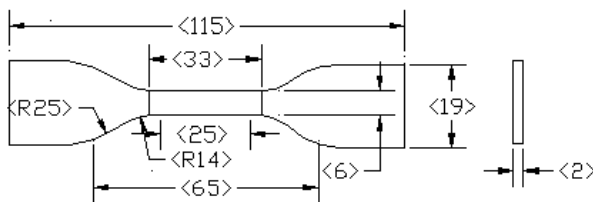
$$m = 1,41 \text{ gr.cm}^{-3} \cdot 13,225 \text{ cm}^3 = 18,64 \text{ gr}$$

### 3.3 Pembuatan Komposit

Fiber glass dipotong dengan ukuran (15x15)mm. Selanjutnya di basahi dengan bahan kimia untuk melembutkan matrik dengan komposisi seperti ditabel hasil. ( untuk matrik PET digunakan o-klorophenol yang dilarutkan dlm alkohol, untuk PP dan PE digunakan xilena yang dilarutkan dlm benzen/heksane). Kemudian disusun diantara dua lapisan matrik dan diletakkan dalam cetakan ukuran (115 x 115x2) mm. Dimasukkan dalam alat pengepresan diset temperatur pada titik leleh, untuk PET 265 °C, PP 167 °C, PE 135 °C.

### 3.4 Pembuatan Spesimen

Spesimen dibuat menggunakan ASTM D 638 Type IV.



### 3.5 Uji Tensile strength (ASTM D638 Type IV) Tebal spesimen : 2 mm

Perhitungan Tegangan (Mpa) :

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3)$$

dimana :

$F$  = Gaya (N)

$A$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

$A$  = Tebal spesimen (mm) x Lebar spesimen (mm)

Elongasi/ Regangan (%) :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \times 100 \quad (4)$$

dimana:

$\Delta L$  = Pertambahan panjang (mm)

$L$  = Panjang awal (mm)

Modulus Elastis (Mpa) :

$$y = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (5)$$

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Uji Tensile strength komposit PET

Tabel 1. Uji Tarik Komposit PET untuk 1 lapis Fiber Glass

Komposit (%)				o-klorofenol (%)	Tensile strength (Mpa)	Elongasi (%)
PET Gram	PET %	Fiber Glass Gram	Fiber Glass %			
				1.0	73.30	2.60
				2.0	85.80	3.00
36	90	1 Lapis (4 gr)	10	<b>3.0</b>	<b>121.70</b>	<b>3.80</b>
				4.0	85.00	2.30
				5.0	63.30	3.00

Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk konsentrasi o-clorofenol 3,0 % memiliki nilai tegangan yang paling tinggi yaitu 121,70 Mpa dengan regangan sebesar 3,80 %, ini menunjukkan sebagai nilai kekuatan tarik yang maksimum yang diperoleh dari komposit PET untuk 1 lapis (10 %) fiber glass. Dimana nilai ini sangat tinggi menahan terhadap uluran namun memiliki sifat kaku dan rapuh hal ini ditunjukkan pada elongasi yang rendah.

Tabel 2. Uji Tarik Komposit PET untuk 2 lapis Fiber Glass

Komposit (%)				o-klorofenol (%)	Tensile strength (Mpa)	Elongasi (%)
PET Gram	PET %	Fiber Glass Gram	Fiber Glass %			
				1.0	112.10	6.00
				2.0	183.00	4.00
32	80	2 Lapis (8 gr)	20	3.0	196.85	4.50
				<b>4.0</b>	<b>209.40</b>	<b>3.60</b>
				5.0	194.33	1.50

Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk konsentrasi o-clorofenol 4,0 % memiliki nilai tegangan yang paling tinggi yaitu 209,40 Mpa dengan regangan sebesar 3,60 %, ini menunjukkan sebagai nilai kekuatan tarik yang maksimum yang diperoleh dari komposit PET untuk 2 lapis (20 %) fiber glass. Dari tabel ini juga terlihat bahan ini sangat tinggi menahan terhadap uluran atau tarikan namun memiliki sifat kaku dan rapuh yang ditunjukkan pada elongasi yang rendah.

Tabel 3. Uji Tarik Komposit PET untuk 3 lapis Fiber Glass

Komposit (%)				o-klorofenol (%)	Tensile strength (Mpa)	Elongasi (%)
PET Gram	PET %	Fiber Glass Gram	Fiber Glass %			
				1.0	236.32	6.00
				2.0	307.23	2.40
28	70	3 Lapis (12 gr)	30	3.0	374.21	4.00
				<b>4.0</b>	<b>394.96</b>	<b>9.00</b>
				5.0	394.22	11.20

Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk konsentrasi o-clorofenol 4,0 % memiliki nilai tegangan yang paling tinggi yaitu 394,96 Mpa dengan regangan sebesar 11,20

%, ini menunjukkan sebagai nilai kekuatan tarik yang maksimum yang diperoleh dari komposit PET untuk 3 lapis (30 %) fiber glass. Komposit ini juga memiliki sifat kaku dan rapuh hal ini ditunjukkan pada elongasi yang rendah.

#### 4.2 Uji Tensile strength Komposit PP

Tabel 4. Uji Tarik Komposit PP untuk 1 lapis Fiber Glass

Komposit (%)				Xylene (%)	Tensile strength (Mpa)	Elongasi (%)
PP Gram	%	Fiber Glass Gram	%			
36	90	1 Lapis (4 gr)	10	5	80.80	10.20
				10	77.50	5.20
				15	<b>142.50</b>	<b>7.10</b>
				20	125.00	6.90
				25	50.80	15.20

Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk konsentrasi xylene 15 % memiliki nilai tegangan yang paling tinggi yaitu 142,50 Mpa, ini menunjukkan sebagai nilai kekuatan tarik yang maksimum yang diperoleh untuk komposit PP dengan campuran 1 lapis atau 10 % fiber glass.

Tabel 5. Uji Tarik Komposit PP untuk 2 lapis Fiber Glass

Komposit (%)				Xylene (%)	Tensile strength (Mpa)	Elongasi (%)
PP Gram	%	Fiber Glass Gram	%			
32	80	2 Lapis (8 gr)	20	5	150.00	7.70
				10	<b>254.40</b>	<b>3.10</b>
				15	<b>241.10</b>	<b>13.00</b>
				20	129.20	5.40
				25	90.80	12.10

Dari tabel diatas terlihat bahwa pada penggunaan xylene dengan konsentrasi 10 % dan 15 % sebagai bahan pengikat berfungsi dengan baik dimana menunjukkan nilai tegangan yang tinggi yaitu 254,40 dan 241,10 MPa dengan regangan 3,1% dan 13,00 %. Namun yg paling tepat digunakan adalah 15 % xylene karena nilai elongasinya yang dicapai cukup tinggi yaitu 13%.

Tabel 6 Uji Tarik Komposit PP untuk 3 lapis Fiber Glass

Komposit (%)				Xylene (%)	Tensile strength (Mpa)	Elongasi (%)
PP Gram	%	Fiber Glass Gram	%			
28	70	3 Lapis (12 gr)	30	5	146.70	16.80
				10	190.00	5.10
				15	<b>197.50</b>	<b>29.10</b>
				20	116.70	12.80
				25	136.70	4.00

Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk konsentrasi xylene 15 % memiliki nilai tegangan yang paling tinggi yaitu 197,50 Mpa, ini menunjukkan sebagai nilai kekuatan tarik yang maksimum yang diperoleh untuk komposit PP dengan filer 3 lapis (30 %) fiber glass.

#### 4.3 Uji Tensile strength komposit PE

Tabel 7. Uji Tarik Komposit PE untuk 1 lapis Fiber Glass

Komposit (%)				Xylene (%)	Tensile strength (Mpa)	Elongasi (%)
PE Gram	%	Fiber Glass Gram	%			
36	90	1 Lapis (4 gr)	10	5	80.80	23.80
				10	93.30	17.20
				15	94.80	13.80
				20	<b>110.00</b>	<b>24.60</b>
				25	10.33	17.10

Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk konsentrasi xylene 20 % memiliki nilai tegangan yang paling tinggi yaitu 111,0 Mpa dengan regangan sebesar 24,60%, ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi xylene 20 % sebagai bahan pengikat berfungsi dengan baik dimana menunjukkan nilai tegangan yang tinggi.

Tabel 8 Uji Tarik Komposit PE untuk 2 lapis Fiber Glass

Komposit (%)				Xylene (%)	Tensile strength (Mpa)	Elongasi (%)
PE Gram	%	Fiber Glass Gram	%			
32	80	2 Lapis (8 gr)	20	5	74.20	21.40
				10	107.50	13.30
				15	109.20	13.60
				20	<b>122.20</b>	<b>30.60</b>
				25	90.80	12.10

Dari tabel diatas menunjukkan untuk konsentrasi xylene 20 % memiliki nilai tegangan yang paling tinggi yaitu 122.2 Mpa dengan regangan sebesar 33,60%, ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi xylene 20 % sebagai bahan pengikat berfungsi dengan baik dimana menunjukkan nilai tegangan yang tinggi. Semua nilai regangan yang diperoleh untuk PE menunjukkan nilai yang besar ini membuktikan bahwa PE memiliki sifat ulur yang cukup tinggi.

Tabel 9 Uji Tarik Komposit PE untuk 3 lapis Fiber Glass

Komposit (%)				Xylene (%)	Tensile strength (Mpa)	Elongasi (%)
PE Gram	%	Fiber Glass Gram	%			
28	70	3 Lapis (12 gr)	30	5	141.70	25.10
				10	174.20	16.90
				15	219.20	30.00
				20	<b>227.50</b>	<b>32.90</b>
				25	188.30	21.10

Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk konsentrasi xylene 20 % memiliki nilai tegangan yang paling tinggi yaitu 227,50 Mpa dengan regangan sebesar 30,0%, ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi xylene 20 % sebagai bahan pengikat berfungsi dengan baik dimana menunjukkan nilai tegangan yang tinggi. Semua nilai regangan yang diperoleh untuk PE menunjukkan nilai yang besar ini membuktikan bahwa PE memiliki sifat ulur yang cukup tinggi. Sama halnya dengan PE 2 lapis serat dan 1 lapis menunjukkan elongasi yang tinggi juga.

## 5 Kesimpulan

1. Pada Komposit PET softening agent (o-clorofenol) mencapai maksimum penggunaannya pada 3 % dan 4 %, hal ini terlihat dari nilai Tensile strength yang tinggi didapatkan, yaitu untuk komposit 1 lapis serat 121.70 Mpa, untuk 2 lapis serat 209.40 Mpa, untuk 3 lapis serat 394,96 Mpa.
2. Untuk komposit PP softening agent (xilena) mencapai maksimum penggunaannya pada 15 %, dimana nilai tensile strength yang tinggi diperoleh pada 2 lapis serat yaitu 241.10 Mpa dengan elongasi 13%, pada penggunaan xilena diatas 15% menunjukkan nilainya semakin menurun karena komposit mulai terdegradasi oleh bahan pelunak.
3. Komposit PE, penggunaan xilena mencapai maksimum pada 20%, dengan tensile strength yang tertinggi diperoleh pada 3 lapis serat yaitu 227,50 Mpa, ini merupakan nilai yang baik diperoleh dari komposit PE, penggunaan xilena diatas 20% dapat menyebabkan komposit terdegradasi oleh bahan pelunak hal ini terlihat dari nilai tensile strength yg semakin menurun.
4. Kualitas terbaik yang diperoleh dari ketiga komposit adalah komposit PET dengan 3 lapis fiber glass dengan nilai tensile strength 394,96 Mpa

## Daftar Pustaka

- [1] ASM Handbook, *Fractography*. Vol. 12. United States of America: ASM International. 1992.
- [2] ASTM, 2000. *American Society for Testing and Materials Information Handling Services. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. (D 638-99): 1-13. (1 Desember 2006)
- [3] Basuki Wirjosentono, *Analisa dan Karakterisasi Polimer*. Uneversitas Sumatera Utara, Medan: Penerbit USU Press, 1996.
- [4] Cowd, M.A., *Kimia Polimer*. Terj. Firman, H. Bandung: Penerbit ITB, 1991
- [5] Hartono ACK. *Daur Ulang Limbah Plastik dalam Pancaroba :Diplomasi Ekonomi dan Pendidikan*. Dana Mitra Lingkungan. Jakarta, 1998.
- [6] Kohler, M. & Wolfensberger, M., *Migration of Organic Component from Polyethylene Terephthalate (PET) Bottles to Water*. EMPA (Report : 429670): 1:13. [http://www.google.com/plastic/PET\\_bottles](http://www.google.com/plastic/PET_bottles). (25 April 2005), 2003.
- [7] Meier JF. *Fundamentals of plastics and elastomer*. Di dalam: *Handbook of Plastic, Elastomer and Composites*. Ed ke-3. New York: McGraw-Hill Co 1996.
- [8] Sjoerd Nienhuys, Senior Renewable Energy Advisor, SNV-Nepal, (10 November 2003), *Plastic Waste Insulation for High Altitude Areas Application in Houses, Greenhouses and Biogas Reactors*, Kathmandu (2 Februari 2007).
- [9] Syahfitri, C. *Analisis Aspek Sosial Ekonomi Pemanfaatan Limbah Plastik*. [Thesis] Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, 2001.