

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>**Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik****M. yani^{*)}, Bektisuroso^{**)}, Rajali^{***)}**Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238, Indonesia*Email : m.yani@umsu.ac.id, **bektisuroso@umsu.ac.id, ***rajalisiregar123@gmail.com**ABSTRAK**

Objek dari penelitian ini adalah rekayasa material yaitu komposit resin epoxy yang diperkuat serat plastik. Serat plastik diperoleh dari limbah cup minuman jenis polypropelen dari pengepul. Limbah cup plastik dipotong-potong sampai ukuran serat. Pemanfaatan limbah cup plastik untuk dijadikan material baru dan menjadi produk yang berguna di masyarakat masih jarang dilakukan. Material komposit yang diperkuat serat plastik dibuat dengan berdasarkan massa masing-masing penyusunnya, dimana rasio antara serat dan resin adalah 0,25%:99,55%; 0,5%:99,5% dan 0,75%:99,25%. Spesimen uji dibuat dengan cara penuangan ke dalam cetakan menurut ASTM D1621-00 dan selanjutnya dilakukan pengujian kekuatan tekan statik. Dari hasil pengujian tekan statik dan analisa data dengan cara perhitungan pada 4 buah spesimen uji, dengan rasio komposisi serat : resin = 0,25% : 99,75% diperoleh nilai rata-rata tegangan sebesar 44,59 MPa, komposisi serat : resin = 0,5% : 99,5% diperoleh nilai tegangan sebesar 17,04 MP. dan komposisi serat : resin = 0,75% : 99,25% diperoleh nilai tegangan sebesar 12,26 MPa.

Kata kunci : komposit, serat plasti, uji tekan**Mechanical Properties Of Plastic Waste Composite****ABSTRACT**

The object of this study is material engineering, namely epoxy resin composites reinforced plastic fiber. Plastic fibers are obtained from waste polypropelen type beverage cups. Plastic cup waste is cut to the size of fiber. The use of plastic cup waste to be used as new material and become a useful product in the community is still rarely done. Plastic fiber composite is made based on the mass of each constituent, where the ratio between fiber and resin is 0.25%: 99.55%; 0.5%: 99.5% and 0.75%: 99.25%. The specimens were made by pouring into the mold according to ASTM D1621-00 and then testing the static compressive strength. From the results of the static press test and data analysis by calculation on 4 test specimens, with the ratio of fiber composition: resin = 0.25%: 99.75% the average value of the stress was 44.59 MPa, fiber composition: resin = 0.5%: 99.5% obtained by the voltage value of 17.04 MP. and the composition of fiber: resin = 0.75%: 99.25% obtained a value of voltage of 12.26 MPa.

Keywords: composite, plastic fiber, compress test**PENDAHULUAN****Latar Belakang**

Pada dasarnya material komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu bentuk unit mikroskopik. Gabungan antara pengisi dan matrik terdiri dari bermacam-macam kombinasi. Pengisi dapat berupa partikel kecil atau berbentuk serat. Saat ini bahan komposit yang diperkuat dengan serat merupakan bahan teknik yang banyak digunakan karena kekuatan dan kekakuan spesifik yang jauh di atas bahan teknik pada umumnya.

*Published Maret 2019***Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi**<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

Sifat yang diinginkan dari komposit tidak didapat dari material lain apabila berdiri sendiri. Sifat material yang diinginkan diperoleh dengan membuatnya menjadi komposit, sehingga sifatnya dapat didesain sesuai kebutuhan. Bahan komposit terkenal ringan, kuat dan tidak terpengaruh korosi sehingga mampu bersaing dengan bahan logam.

Dewasa ini penggunaan material komposit mulai banyak dipakai pada industri manufaktur. Material komposit yang ramah lingkungan dan bisa didaur ulang kembali merupakan tuntutan saat ini. Untuk material pengisinya dapat berupa serat alami ataupun serat buatan. Serat buatan dapat diperoleh dari bahan plastic yang menjadi limbah yang tidak dapat diurai oleh alam. Bahan plastic ini diperoleh dari plastic bekas minuman kemasan, yang penggunaannya hanya sekali pakai. Jumlah ini sangat banyak di tempat pembuangan sampah masyarakat.

Dari data KLH 2007 (Green Press Network, 2007) menunjukkan, volume timbunan sampah di 194 kabupaten dan kota di Indonesia mencapai 666 juta liter atau setara 42 juta kilogram, dimana komposisi sampah plastik mencapai 14 persen atau enam juta ton. Dari data ini bisa dilihat bahwa, apabila limbah sampah ini tidak dapat dikurangi maka akan berdampak negative bagi lingkungan dan juga alam.

Beberapa cara untuk mengurangi limbah plastic yang makin banyak jumlahnya, diantaranya dengan melakukan metode 3R yaitu Reuse, Reduce dan Recycle. Metode ini sudah banyak dilakukan oleh beberapa industri, lembaga swadaya dan individu yang peduli lingkungan untuk membantu mengurangi dampak limbah plastik bagi lingkungan [1,2,3].

Pemanfaatan kembali limbah plastic sudah banyak dilakukan dengan menjadikan sebagai hiasan, tempat menanam tanaman dan juga untuk material teknik telah dilakukan [4,5,6]. Di industry plastic sendiri sering menggunakan campuran biji plastic yang baru diproduksi dan biji plastic daur ulang untuk menghasilkan produk rumah tangga yang berbahan plastic seperti timba, ember, kursi, meja, lemari dan lainnya.

Pada penelitian ini bahan limbah plastic dibuat menjadi serat sebagai penguat bahan komposit. Bahan komposit yang diperkuat serat plastic ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan alternative pengganti material logam.

Road map penelitian ini diawali dengan penelitian dasar dari material komposit, yaitu sifat-sifat mekanisnya. Kemudian selanjutnya dibuat menjadi produk yang sesuai untuk keperluan teknik pada alat transportasi darat, laut dan udara serta penggunaan untuk konstruksi bangunan.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk membuat bahan komposit untuk specimen uji tekan menurut standar uji ASTM D1621-00, berbentuk silinder?
2. Untuk mengetahui nilai kekuatan tekan maksimum yang dapat diterima oleh bahan komposit yang diperkuat serat plastic dengan variasi rasio massa serat plastic dan matrik 0,25%:99,75%; 0,5%:99,5%, dan 0,75%:99,25% ?

TINJAUAN PUSTAKA

Didalam dunia industri kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur menjadi satu. Menurut Kaw (1997) komposit adalah struktur material yang terdiri dari 2 kombinasi bahan atau lebih, yang dibentuk pada skala *makroskopik* dan menyatu secara fisika. Kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

makroskopik. Sedangkan menurut Triyono dan Diharjo (1999) mengemukakan bahwa kata komposit (*composite*) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. *Composite* berasal dari kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan.

Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik. Didalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan *polimer* yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi. Penggunaan serat sendiri yang diutamakan untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti : kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lainnya. Sebagai bahan pengisi serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik sendiri mempunyai fungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu, untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat, kaku dan getas, sedangkan bahan matrik dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

Secara umum pengelompokan komposit dapat dibedakan menjadi dua, yaitu berdasarkan matrik dan penguatnya. Berdasarkan matriknya komposit dapat digolongkan menjadi tiga (Courtney, 1983) yaitu:

1. Komposit matrik logam (KML), yaitu logam sebagai matrik.
2. Komposit matrik polimer (KMP), yaitu polimer sebagai matrik.
3. Komposit matrik keramik (KMK), yaitu keramik sebagai matrik.

Sedangkan berdasarkan unsur penguatnya, menurut Courtney (1983) dapat dibedakan menjadi tiga:

1. *Fiber composites* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik.
2. *Flake composites* adalah gabungan serpih rata dengan matrik.
3. *Particulate composites* adalah gabungan partikel dengan matrik.

Dalam menentukan perbandingan antara komponen matriks dengan serat (pengisi) material komposit ini biasanya dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu:

1. Metode Fraksi Massa, Metode ini digunakan jika massa komponen matriks dan pengisi material komposit tidak jauh berbeda atau serat yang dipakai cukup berat.
2. Metode Fraksi Volume, Metode ini digunakan apabila berat antara komponen matriks dan penguat (serat) material komposit jauh berbeda.

Serat yang digunakan juga dapat berasal dari bahan sintesis dan juga dari alam seperti serat tandan kosong kelapa sawit[7].

Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi sintetik. Mereka terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau ekonomi. Ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik dapat dibentuk menjadi film atau fiber sintetik.

Plastik dapat dikategorikan dengan banyak cara tetapi paling umum dengan melihat tulang belakang polimernya *polyethylene*, *polypropylene*, *acrylic*, *silicone*, *urethane*, dan lain – lain.

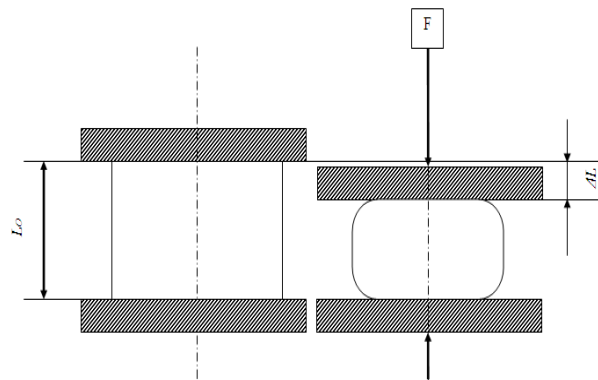
Pengujian ini dilakukan untuk mempelajari sifat mekanik dari material saat diberikan tekanan pada regangan yang relatif kecil. Biasanya dilakukan pada material yang diaplikasikan pada struktur yang mengalami beban tekan.

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

Pada pengujian ini material diberikan beban tekan hingga mengalami patah. Hasil pengujian yang didapat dari pengujian ini adalah kurva beban (kgf) vs deformasi (mm) yang kemudian dapat diolah menjadi nilai *compression strength*, *compression strain*, *compression stress* dan modulus elastisitas.

Karakteristik material dapat diketahui dari respon yang dialami material, respon diakibatkan oleh adanya gangguan (*disturbance*) yang diberikan terhadap sebuah sistem seperti F (gaya). Dalam pengujian tekan statik gaya yang diberikan terlihat pada gambar 1.3.



Gambar 1. Diagram uji tekan statik.

Berdasarkan diagram yang ditunjukkan pada gambar 2.8. dapat ditentukan respon mekanik berupa tegangan normal dan regangan akibat beban tekan statik.

Tegangan normal akibat beban tekan statik dapat ditentukan berdasarkan persamaan (1.1). sementara untuk regangan akibat beban tekan statik adalah:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (1.1)$$

Regangan akibat beban tekan statik adalah perbandingan antara ΔL perubahan panjang spesimen (m) dan L_0 panjang awal spesimen (m). Berdasarkan respon yang dialami oleh material maka karakteristik material tersebut dapat diketahui, seperti modulus elastisitas. Modulus elastisitas secara matematis (Hukum Hooke) dapat ditentukan berdasarkan persamaan. (1.2) atau (1.3).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (1.2)$$

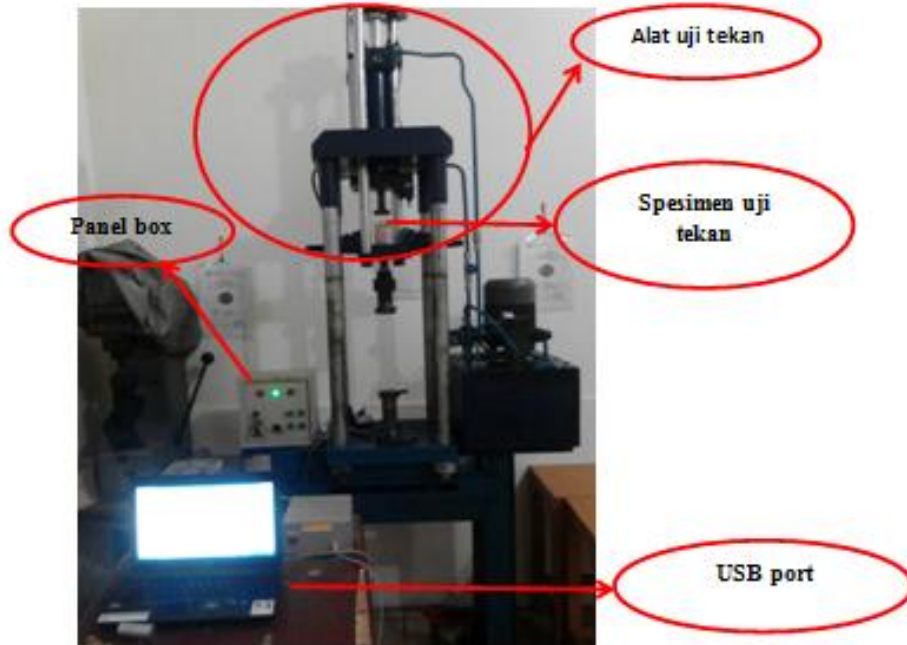
Atau

$$E = \frac{F.L_0}{A.\Delta L} \quad (1.3)$$

METODA PENELITIAN

Secara umum ada 4 tahapan utama dalam Tahapan-tahapan tersebut yaitu tahap persiapan, pembuatan, pengujian dan penyelesaian.

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

Gambar 2. Set Up pengujian tekan

HASIL DAN PEMBAHASAN**Hasil dari penelitian.**

Dalam penelitian ini, spesimen dibuat dengan jumlah tertentu dan dengan komposisi yang berbeda-beda guna mendapatkan hasil yang diinginkan.

Hasil Pembuatan Spesimen Berbentuk silinder

Pembuatan spesimen berbentuk silinder dibagi menjadi 4 komposisi serat yang berbeda, dengan masing-masing komposisi dibuat dengan 4 spesimen. Bentuk dari spesimen uji disesuaikan dengan standard ASTM D1621-00.

Tabel 1. Spesimen uji tekan berbentuk silinder menurut standard ASTM D1621-00 dengan rasio komposisi serat : resin = 0,25% : 99,75%.

No.	Spesimen	Dimensi		
		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (g)
1.	1a	35	75	150
2.	1b	35	75	150
3.	1c	35	75	150
4.	1d	35	74	146
	Rata-rata	35	74,75	149

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

Tabel 2. Spesimen uji tekan berbentuk silinder menurut standard ASTM D1621-00 dengan rasio komposisi serat : resin = 0,5% : 99,5%.

No.	Spesimen	Dimensi		
		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (g)
1.	2a	35	73	148
2.	2b	35	75	153
3.	2c	35	75	153
4.	2d	35	75	152
Rata-rata		35	74,5	151,5

Tabel 3. Spesimen uji tekan berbentuk silinder menurut standard ASTM D1621-00 dengan rasio komposisi serat : resin = 0,75% : 99,25%.

No.	Spesimen	Dimensi		
		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (g)
1.	3a	35	75	150
2.	3b	35	75	152
3.	3c	35	75	150
4.	3d	35	75	152
Rata-rata		35	75	151

Pembahasan

Pembahasan spesimen uji berbentuk silinder.

Dari beberapa spesimen uji berbentuk silinder dengan komposisi serat : resin yang berbeda maka didapatkan lah hasil-hasil berikut ini.

- 1). komposisi serat : resin = 0,25% : 99,75%.

Pada komposisi ini, penulis mendapatkan nilai rata-rata spesimen uji dengan hasil pembahasan sebagai berikut:

$$\text{Dimensi, } d = 35 \text{ mm} \\ t = 74,5 \text{ mm}$$

$$\text{Luas penampang } A = \pi \cdot r^2 \\ = (3,14) \times (17,5)^2 \\ = 961,625 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Rata-rata } \bar{F} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3} \qquad \bar{\Delta L} = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3}{3} \\ = \frac{3707,12 + 2574,20 + 4134,29}{3} \qquad = \frac{3,85 + 2,68 + 4,30}{3} \\ = 4371,87 \text{ kgf} \qquad = 3,61 \text{ mm}$$

$$\text{Tegangan, } \sigma = \frac{F}{A} = \frac{\bar{m} \cdot g}{A} \\ = \frac{(4371,87 \text{ kgf}) \cdot (9,81 \text{ m/s}^2)}{961,625 \text{ mm}^2} \\ = 44,59 \text{ MPa}$$

$$\text{Regangan, } \varepsilon = \frac{\bar{\Delta L}}{L} \\ = \frac{3,61}{74,5}$$

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

$$= 0,0484$$

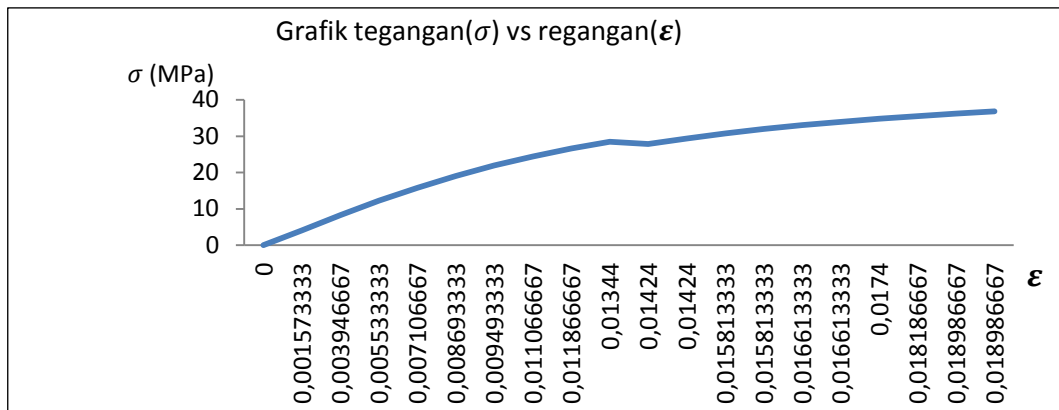
Jadi,

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$= \frac{44,59}{0,0484}$$

$$= 921,28 \text{ MPa.}$$

Sehingga didapat grafik tegangan yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar.4.6. Grafik tegangan spesimen uji berbentuk silinder dengan komposisi serat : resin = 0,25% : 99,75%.

2). komposisi serat : resin = 0,5% : 99,5%.

Pada komposisi ini, penulis mendapatkan nilai rata-rata spesimen uji dengan hasil pembahasan sebagai berikut.:

$$\text{Dimensi, } d = 35 \text{ mm}$$

$$t = 74,5 \text{ mm}$$

$$\text{Luas penampang } A = \pi \cdot r^2$$

$$= (3,14) \times (17,5)^2$$

$$= 961,625 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Rata-rata } \bar{F} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3}$$

$$= \frac{1815,38 + 1719,86 + 1478,42}{3}$$

$$= 1671,22 \text{ kgf}$$

$$\bar{\Delta L} = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3}{3}$$

$$= \frac{1,89 + 1,79 + 1,54}{3}$$

$$= 1,74 \text{ mm}$$

Tegangan,:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{\bar{m} \cdot g}{A}$$

$$= \frac{(1671,22 \text{ kgf}) \cdot (9,81 \text{ m/s}^2)}{961,625 \text{ mm}^2}$$

$$= 17,04 \text{ MPa}$$

Regangan,:

$$\epsilon = \frac{\bar{\Delta L}}{L}$$

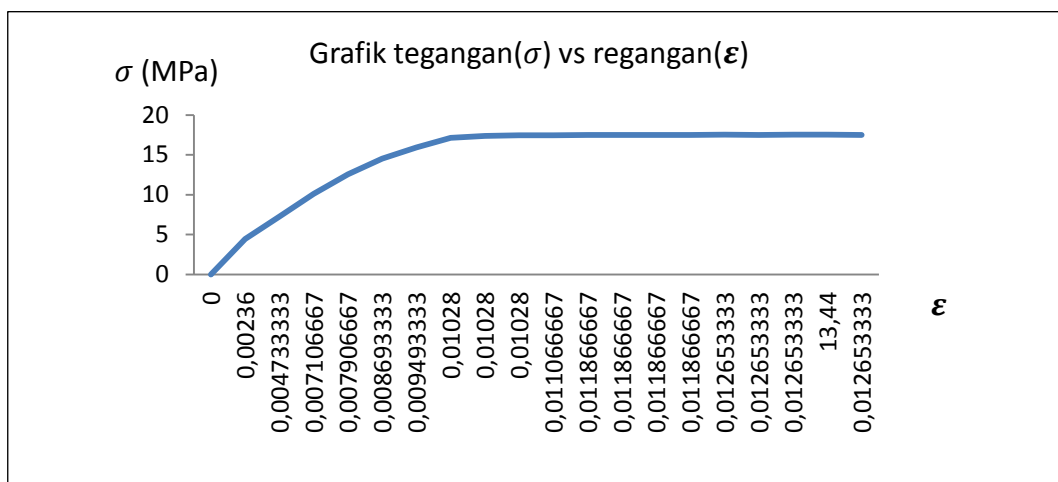
$$= \frac{1,74}{74,5}$$

Published Maret 2019

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

$$\begin{aligned}
 &= 0,0233 \\
 \text{Jadi,} \\
 E &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\
 &= \frac{17,04}{0,0233} \\
 &= 731,33 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat grafik tegangan yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar.4.7. Grafik tegangan spesimen uji berbentuk silinder dengan komposisi serat : resin = 0,5% : 99,5%.

3). komposisi serat : resin = 0,75% : 99,25%.

Pada komposisi ini, penulis mendapatkan nilai rata-rata spesimen uji dengan hasil pembahasan sebagai berikut.:

$$\text{Dimensi, } d = 35 \text{ mm}$$

$$t = 75 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penampang } A &= \pi \cdot r^2 \\
 &= (3,14) \times (17,5)^2 \\
 &= 961,625 \text{ mm}^2.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata } \bar{F} &= \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3} & \bar{\Delta L} &= \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3}{3} \\
 &= \frac{970,33 + 1493,01 + 1142,79}{3} & &= \frac{1,01 + 1,55 + 1,19}{3} \\
 &= 1202,04 \text{ kgf} & &= 1,25 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tegangan,:

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{F}{A} = \frac{\bar{m} \cdot g}{A} \\
 &= \frac{(1202,04 \text{ kgf}) \cdot (9,81 \text{ m/s}^2)}{961,625 \text{ mm}^2} \\
 &= 12,26 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Regangan,:

$$\begin{aligned}
 \varepsilon &= \frac{\Delta L}{L} \\
 &= \frac{1,25}{75}
 \end{aligned}$$

Published Maret 2019

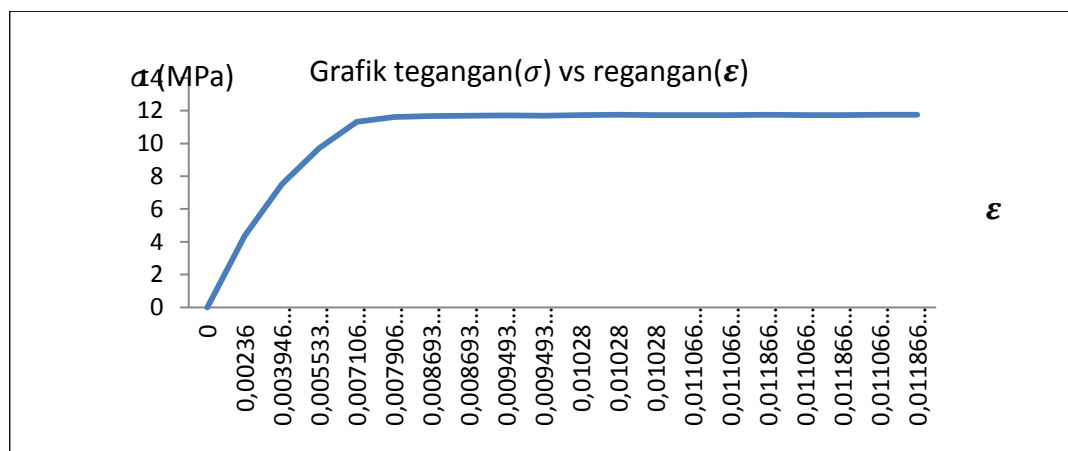
Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>

= 0,0166

Jadi,

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\
 &= \frac{12,26}{0,0166} \\
 &= 738,55 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat grafik tegangan yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar.4.8. Grafik tegangan spesimen uji berbentuk silinder dengan komposisi serat : resin = 0,75% : 99,25%.

KESIMPULAN**Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah :

1. Spesimen uji tekan bahan komposit yang diperkuat dengan serat plastik dapat dibuat dengan cara penuangan dalam cetakan dengan rasio komposisi antara serat plastik dan resin epoxy 0,25% : 99,75% , 0,5% : 99,5% , dan 0,75% : 99,25%.
2. Dari hasil pengujian tekan statik dan analisa data dengan cara perhitungan pada 4 buah spesimen uji,dengan rasio komposisi serat : resin = 0,25% : 99,75% diperoleh nilai rata-rata tegangan sebesar 44,59 MPa, komposisi serat : resin = 0,5% : 99,5% diperoleh nilai tegangan sebesar 17,04 MP. dan komposisi serat : resin = 0,75% : 99,25% diperoleh nilai tegangan sebesar 12,26 MPa.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan pendanaan dalam penelitian ini, melalui APB UMSU tahun anggaran 2018/2019

*Published Maret 2019***Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi**<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>**DAFTAR PUSTAKA**

- [1]Nasution, Reni Silvia, *Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik*, Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology Vol. 1, No.1, Juni 2015.
- [2]Naimah, Siti, dkk, *Dekomposisi Limbah Plastik Polypropylene dengan Metode Pirolisis*, Jurnal SainsMateri Indonesia, Vol. 13, No. 3, , hal : 226 – 229, Juni 2012.
- [3]Sahwan, L Firman, dkk, *Sistem Pengolahan Limbah Plastik di Indonesia*, Journal Teknik Lingkungan, BP3TL-BPPT, Vol. 6 (1), 311-318, 2005.
- [4]Soebandono, Bagus, dkk, *Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, Vol. 16, No. 1, 76-82, Mei 2013.
- [5]Sofiana, Yudiana, *Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Alternatif Bahan Pelapis (Upholstery) Pada Produk Interior*, INASEA, Vol. 11 No.2, 96-102, Oktober 2010.
- [6]Wardani, Lucita, dkk, *Pemanfaatan Limbah Pelelah Sawit Dan Plastik Daur Ulang (RPP) Sebagai Papan Komposit Plastik*, Jurnal Hutan Tropis Volume 1 No. 1, Maret 2013.
- [7]Yani, M, dkk, *Pembuatan dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Polymeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Akibat Beban Tekan Statik*, Journal Reintek, Vol. 27. No.2, 39-45, 2013.