

Uji Stress-Strain Mekanik Komposit Polymeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Akibat Pembebanan Statis

Zulfahmi

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh

Corresponding Author: fahmihania@gmail.com

Abstrak – Polimer resin BQTN – Ex 157, isosianate, dan poliol sebagai matriks formulasi kompositas polymeric foam, selanjutnya memanfaatkan bahan reinforced serat alam Serat Tandan Kelapa Sawit (TKKS) yang merupakan limbah industri Pabrik Kelapa Sawit diproses secara alkalisasi 1% NaOH menghasilkan benang serat yang terbebas dari unsur sellulosa dan unsur lain yang melekat pada geometri TKKS. Penelitian ini fokus mengetahui nilai ketangguhan tegangan yang terjadi akibat pembebanan mekanik pada spesimen komposit polymeric foam ASTM D-620 menggunakan alat uji servopulser. Hasil pengujian diporeleh tegangan $\sigma_{max} = 9,863$ MPa, rengangan $\epsilon_{max} = 0,04581$ mm/mm, modulus elastisitas $E_{max} = 215,2368$ MPa, elongasi maksimum sebesar 4,271 %, Rerata nilai stress-strain mekanik komposit polimeric foam diperkuat serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebesar $\sigma = 6,5537$ MPa, serta $\epsilon = 0,039705$ MPa. Copyright © 2017 Department of Mechanical Engineering. All rights reserved.

Keywords: Serat.TKKS, komposit polimer, polymeric foam, stress – strain

1 Pendahuluan

Material komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu bentuk unit mikroskopik, yang terbuat dari bermacam-macam kombinasi sifat atau gabungan antara serat dan matriks. Jones, R.M. (2013), menyebutkan bahwa secara umum material komposit tersusun atas komponen matriks dan komponen bahan pengisi (fillers).

Pemanfaatan sifat mekanik yang dimiliki serat TKKS sebagai bahan penguat matrik komposit polymeric foam dalam variasi komposisi fraksi serat dan fraksi volume memiliki keunggulan, terciptanya sebuah bahan baku dari alam yang mampu menggantikan keberadaan serat sintesis. Secara teknologi rekayasa formulasi dari komposisi bahan kompositas polymeric foam diperkuat serat TKKS akan memiliki sifat ketangguhan mekanik terhadap pembebanan, dan ringan.

Stress-strain hasil pengujian uji tarik menggunakan mesin servopulser pada spesimen ASTM D-628 diporeleh variabel tegangan, rengangan, modulus elastisitas, elongasi, massa jenis, dan deformasi. Aplikasi dari variabel hasil pengujian sifat mekanik bahan komposit polymeric foam dalam penelitian ini menjadi data

referensi ketangguhan material pada proses manufaktur kriteria produk industri otomotif, perlengkapan olahraga, dll.

K. Van Rijswijk et.al dalam bukunya *Natural Fibre Composites* (2001) menjelaskan komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik.

Kandungan selulosa pada anatomi serat TKKS memberikan kekuatan, kekakuan dan stabilitas spesimen serat dan merupakan komponen kerangka utama serat (Leonard & Martin, 2002). komparasi sifat-sifat fungsional beberapa tipe serat alam pada kekuatan tarik, modulus elastisitas, elongation dan densitasnya masing-masing ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1. Comparison of functional properties of various types of natural fibres and glass fibres

Tipe Serat	Young's modulus (E, Gpa)	Tensile strength (Mpa)	Elongation (%)	Density (g/cm ³)	Specific strength km
Glass	72	2000–3400	1.8–3.2	2.56	78–132
Flax	45–100	600–1100	1.5–2.4	1.4–1.5	42–76
Ramie	128	500–1000	1.2–4.0	1.4–1.5	36–69
Hemp	35	389	1.1–1.6	1.4–1.5	28
Jute	43	320–550	1.7	1.3–1.45	24–39

Menurut jenis seratnya, selulosa memiliki sendiri geometri sel yang bertanggung jawab untuk penentuan mekanis sifat serat. Hemiselulosa terbentuk di primer dinding sel polimer polimer dan karbon bercabang dengan beragam struktur kimia. Lignin amorf dan memiliki struktur aromatic (Fakirov & Bhattacharya, 2007).

2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan penelurusan pecimen e terkait material polimer termoset blowing agent sebagai matrik dan serat TKKS sebagai penguat komposit. Limbah TKKS dari pabrik elapa sawit diproses secara alkali dengan larutan NaOH 1% dalam air bersih, TKKS dicacah secara manual sampai kandungan lemak dan unsur lainnya yang terkandung pada struktur serat TKKS bersih melalui pencucian memakai air bersih, lalu serat yang dihasilkan dikeringkan menggunakan sinar matahari.

Komposisi material komposit *polymeric foam* diformulasikan seperti pada Tabel 2.8 terdiri dari unsur *blowing agent isosianate, polioliol, resin poliester*, katalis MEKPO dan diperkuat serat TKKS. Masing-masing unsur dikomposisikan dalam presentase volume terukur diaduk dalam wadah, kemudian dicetak sebagai spesimen mengacu pada dimensi ukuran standar ASTM D-638 (Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics).

Spesimen komposit *polymeric foam*, ketangguhan stress-strain material tersebut diperoleh setelah pengujian uji statis menggunakan alat uji HT-9502 *Computer Hidrolic Universal Testing Machine* dengan kapasitas 10 ton, sehingga diperoleh harga rata-rata kekuatan tarik maksimum (σ_{max}), regangan (ϵ_{max}), elongasi dan modulus elastisitas (E) dari material komposit.

Komposisi bahan – bahan komposit *polymeric foam* diproses variasi formulasi yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Variasi komposisi komposit *polymeric foam*.

No.	Prosentase Komposisi
1.	70% Resin BQTN-Ex 157
2.	10% Blowing Agent: - 55% Polioliol - 45% Isosianate
3.	10% Serat
4.	10% Katalis

Cetakan spesimen diolesi mirror glaze secara merata keseluruhan bidang rongga cetakan. Selanjutnya, bahan komposit dituang ke dalam cetakan spesimen, agar spesimen yang dihasilkan memenuhi dimensi geometri yang uniform serta tidak mengalami *crack* maka permukaan atas cetakan spesimen diberikan beban timpa.

Perlakuan cacahan TKKS menjadi serat siklusnya seperti diperlihatkan pada gambar 1. Waktu perendaman

cacahan serat dikondisikan selama 24 jam. Pasca perendaman, serat dibersihkan dengan penyiraman air bersih, lalu serat dikeringkan selama 48 jam, dan digiling menggunakan mesin penghancur sampai menjadi serat pendek dengan panjang serat berkisar 2 mm sampai dengan 5 mm.



Gambar 1. Rangkaian perlakuan TKKS menjadi serat

Formulasi resin dan serat TKKS dituang dalam wadah I, kemudian diaduk sampai merata selama cacatan waktu 00:00:24, Selanjutnya, dituang katalis ke dalam wadah I dan diaduk selama waktu 00:01:07. Pengadukan polioliol dan isosianat memiliki catatan waktu tersendiri secara cepat dalam wadah II selama cacatan waktu 00:00:15.

Setelah penuangan, bahan *polymeric foam* di dalam cetakan spesimen mulai membentuk gelembung busa dalam interval waktu 00:03:30 sampai 00:06:10. Reaksinya ditandai perubahan temperatur maksimum 88 °C – 96 °C. Gelembung *foam* terus memberi tekanan keseluruhan bidang rongga cetakan selama waktu reaksi. Selanjutnya, ketika reaksi berhenti mengembang akan dibarengi penurunan temperatur. Bahan akan mengembang maksimal 50% dari volume cetakan. Spesimen *polymeric foam* dengan menggunakan standar ASTM D-638 ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Spesimen *polymeric foam* standar ASTM D-638.

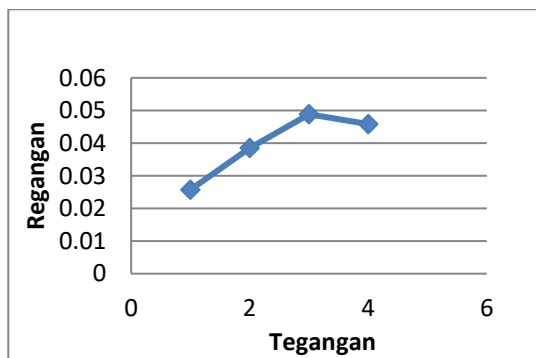
3 Hasil dan Pembahasan

Pengujian *stress-strain* material *polymeric foam* diperkuat serat TKKS dimulai dengan tegangan tarik pada spesimen, maka terjadi regangan sepanjang spesimen sampai pada titik dimana kekuatan maksimum bahan tercapai dan timbulnya *necking*. Gaya kemudian akan mulai turun. Bentuk *specimen* bahan komposit *polymeric foam* setelah pengujian tarik ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Specimen bahan komposit PF setelah uji statis.

Gambar 4 menunjukkan grafik stress-strain hasil pengujian mekanik *polymeric foam*. Pada pengujian spesimen uji tarik statis komposisi 70% Resin, 10% Blowing Agent, 10% Serat, 10% Katalis, ρ (kg/m³) = 1096 diperoleh *stress-strain* mekanik dengan spesifikasi: tegangan (stress) sebesar 7,427 Mpa, Regangan (strain) sebesar 0,02571 mm/mm, modulus elastisitas sebesar 288,8759 Mpa (0,288 Gpa), Elongasi sebesar 2,571%. Sedangkan tegangan tertinggi $\sigma=9,863$ Mpa regangannya $\epsilon=0,04581$ mm/mm, modulus elastisitas sebesar 4812,3876 Mpa (0,481 Gpa), Elongasi sebesar 4,271 %.

Gambar 4. Kurva *stress-strain* mekanik *polymeric foam*

Mechanical properties bahan *polymeric foam* diperkuat serat TKKS diperoleh dari hasil pngujian uji statis, diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Stress-strain mekanik komposit polymeric foam.

Tegangan (MPa)	Regangan (mm/mm)	Modulus Elastisitas (MPa)	Elongasi (%)
7,427	0,02571	295,8964	2,571
9,653	0,04882	197,7263	2,739
8,925	0,03848	231,9386	3,991
9,863	0,04581	215,2368	4,271

4 Kesimpulan

Hasil pengujian diperoleh nilai stress-strain mekanik pada kondisi minimum dan maksimum, young modulus dan elongasi: Stress minimum $\sigma_{\min} = 7,427$ MPa., Stress maximum $\sigma_{\max} = 9,863$ MPa , Regangannya $\epsilon_{\min} = 0,02571$ mm / mm, Regangannya $\epsilon_{\max} = 0,04581$ mm / mm.

Modulus elastisitas $E_{\min} = 295,8964$ MPa., Modulus elastisitas $E_{\max} = 215,2368$ MPa., Elongasi minimum sebesar 2,571 %, Elongasi maksimum sebesar 4,271 %, Rerata nilai stress-strain mekanik komposit *polimeric*

foam diperkuat serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebesar $\sigma = 6,5537$ MPa, serta $\epsilon = 0,039705$ MPa.

5 Referensi

- Fakirov & Bhattacharya, 2007. Fibrillar polymer–polymer composites: morphology, properties and applications, *Journal of Materials Science* volume 43, pages 6758–6770 (2008).
- Handbook of Engineering Biopolymers Homopolymers, Blends, and Composites Author: *Fakirov, Stoyko and Bhattacharyya*, Debes Year: 2007.
- Jones, Eldo, 2013. Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Serat Kulit Jagung dengan Matriks Epoksi.. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- K. Van Rijswijk et.al, 2001. *Natural Fibre Composites*.
- Leonard & Martin, 2002 “Properties of Natural Fiber Cement Materials Containing Coconut Coir and Oil Palm Fibers for Residential Building Application”. (2015) 664-669
- Roe P.J. dan Ansel M.P., “Jute-reinforced 23polyester Composite”, UK., *Journal of Materials Science* 20, 1985. Pp. 4015-4020, 2010.