

## ANALISA SIFAT MEKANIS MATERIAL KOMPOSIT POLIMER BUSA DENGAN BLOWING AGENT SODIUM BICARBONAT DAN DIPERKUAT SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Ade Irwan

Program Studi Teknik Mesin Universitas Harapan Medan, Medan, adeirwan006@gmail.com

---

### Abstract

Empty palm fruit bunch fiber reinforced polymeric foam has been developing as alternative engineering material. This material uses unsaturated polyester resin (UPR) as its matrices, and treated empty palm fruit bunch fiber as its reinforcement element. Environmental friendly blowing agent has been used to get foamy structure in this material. This material tested to get properties of density, tension strength, static compression strength, and foams distribution. The result of this research is that A composition has the highest density for 665 kg/m<sup>3</sup>, with tension strength 0.05 MPa, compression strength 6.802 MPa and elastic modulus 37.859 Mpa. Eventhough additon of fiber could decrease mass of material, but in other side it could decrease the strenght of material too.

### Keywords:

*Composite; polymeric foam; natural fiber; palm; lightweight material.*

---

### Abstrak

Telah dikembangkan komposit busa polimer diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan teknik alternatif. Komposit ini menggunakan *unsaturated polyester resin* (UPR) sebagai matrik dan serat TKKS yang telah di-*treatment*, sebagai penguat. Untuk mendapatkan busa (*foam*), digunakan jenis *blowing agent* yang ramah lingkungan dan hemat energi. Dilakukan uji densitas, *brazilian test*, tekan statik, dan foto makro. Dari hasil penelitian diperoleh komposisi A memiliki densitas paling tinggi yaitu 665 kg/m<sup>3</sup>, dengan nilai kuat tarik bahan sebesar 0,05 MPa, kuat tekan 6,802 MPa dan modulus elastisitas 37,859 MPa. Penambahan jumlah serat walaupun dapat menurunkan bobot bahan, tapi terbukti menurunkan kekuatan tarik dan tekan bahan.

### Kata Kunci:

*Komposit; polimer busa; serat alam; kelapa sawit; material ringan.*

---

## 1. PENDAHULUAN

Studi material komposit busa polimer diperkuat serat TKKS didasari oleh kebutuhan akan material yang ringan, kuat dan ramah lingkungan. Umumnya, material polimer busa diaplikasikan sebagai material insulasi thermal, *acoustic damping*, konstruksi ringan, peredam beban impact, dan lainnya.

Sejak penggunaan blowing agent konvensional seperti *mono fluoro trichloro methane* (R11) dan *difluoro dichloro methane* (R12) dinyatakan mengakibatkan penipisan ozon jika terlepas ke udara terbuka dalam jumlah besar [1]. Penggunaan blowing agent yang ramah lingkungan dalam rekayasa material busa polimer menjadi isu yang penting. Sehingga pada penelitian ini digunakan blowing agent berupa sodium bikarbonat dan asam asetat yang biasanya digunakan dalam industri makanan dan tentu aman bagi lingkungan dan kesehatan.

Dalam aplikasinya material teknik tentu akan mengalami beban tekan dan tarik, baik statik maupun impact. Sehingga, untuk meningkatkan kekuatan dan ketangguhan, material busa polimer diberi penguat berupa partikel serat TKKS. Dipilihnya serat TKKS sebagai penguat pada studi material ini karena merupakan sumber daya yang murah, terbarukan, tidak beracun, serta ketersediaannya yang melimpah. PT. Perkebunan Nusantara III (PTPN-III) menghasilkan TKKS hingga mencapai 1350 ton basah perhari [2].

Serat TKKS telah digunakan untuk memperkuat polimer resin dan menghasilkan material komposit yang memiliki sifat getas dengan kekuatan tekan 65,45 MPa dan modulus elastisitas 926,34 MPa [3]. Pada penelitian lain, material polimer busa berpenguat serat TKKS dikembangkan dengan menggunakan polyurethane sebagai *blowing agent*, memiliki modulus elastisitas 17,22 MPa dan kekuatan tekan statik 0,106 MPa [4]. Material tersebut telah diteliti untuk dimanfaatkan sebagai bahan dari produk-produk transportasi seperti helmet sepeda dan *parking bumper* [5],[6]dan[7]. Bahan ini memiliki keunggulan berupa bobot yang ringan dan mampu menyerap beban dinamik, namun masih menggunakan blowing agent yang beracun[8].

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi sifat mekanis bahan berupa kekuatan tarik, tekan dan modulus elastisitas. Selain itu, dilakukan pula pengamatan distribusi busa secara makroskopis dibandingkan dengan densitas bahan.

## 2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Polyester resin tak jenuh yang digunakan adalah tipe BQTN 157-EX. Serat TKKS yang digunakan, sebelumnya di-treatment untuk menghilangkan lemak, lalu kemudian digiling dengan mesin penggiling. Proses pembuatan polimer busa komposit dilakukan pada suhu kamar, dan dicetak dengan metode tuang (*casting*). Untuk mempercepat proses curing digunakan hardener sebanyak 3% dari berat penggunaan resin. Spesimen uji divariasikan ke dalam tiga komposisi seperti diperlihatkan pada Tabel 2.1.

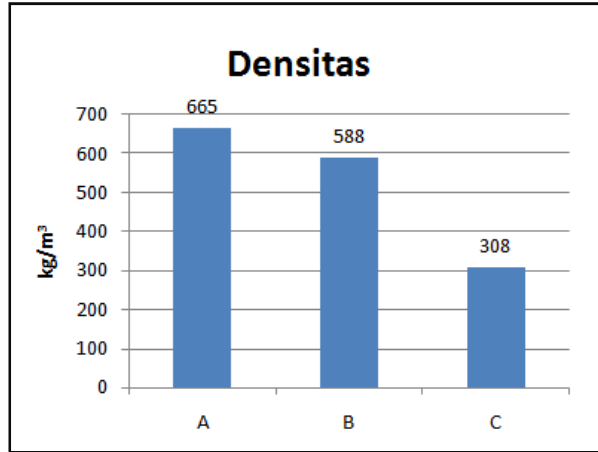
Tabel 2.1 Komposisi spesimen

Spesimen	Resin (wt%)	Serat TKKS (wt%)	Blowing agent (wt%)
A	80	5	15
B	77.5	7.5	15
C	75	10	15

Untuk menghitung densitas dan distribusi foam, material dibentuk menjadi bentuk kubus dengan dimensi 15×15×15mm. Perhitungan densitas dilakukan menggunakan metode ASTM D 1622. Sedangkan untuk mengamati distribusi foam, spesimen diambil foto makronya pada luas penampang 5×5mm. Spesimen uji tekan dan brazilian dibentuk berdasarkan standar ASTM D 1621-00. Pengujian dilakukan menggunakan alat uji Shimadzu Servopulser SC-2DE. Semua proses pembuatan dan pengujian spesimen pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Impact and Fracture Research Center, Departemen Teknik Mesin, FT USU, Medan.

### 2.1 Densitas

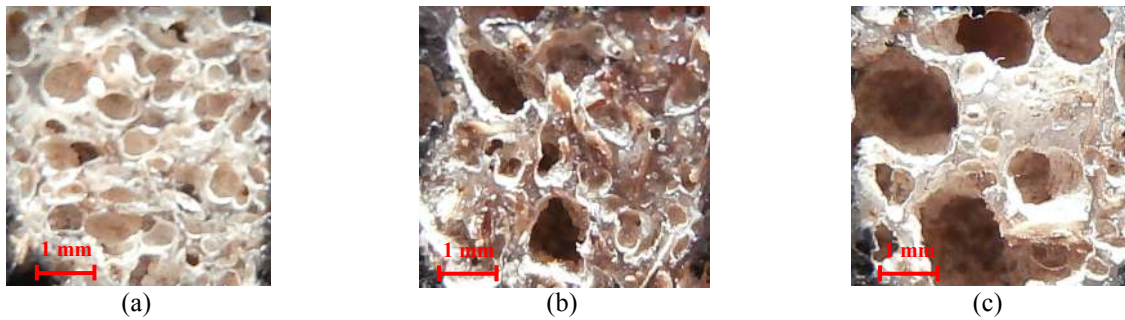
Seperti diperlihatkan pada gambar 1, dari hasil uji densitas diketahui bahwa peningkatan densitas berbanding lurus dengan penambahan massa serat TKKS.



Gambar 2.1 Hasil uji densitas

### 2.2 Distribusi Foam

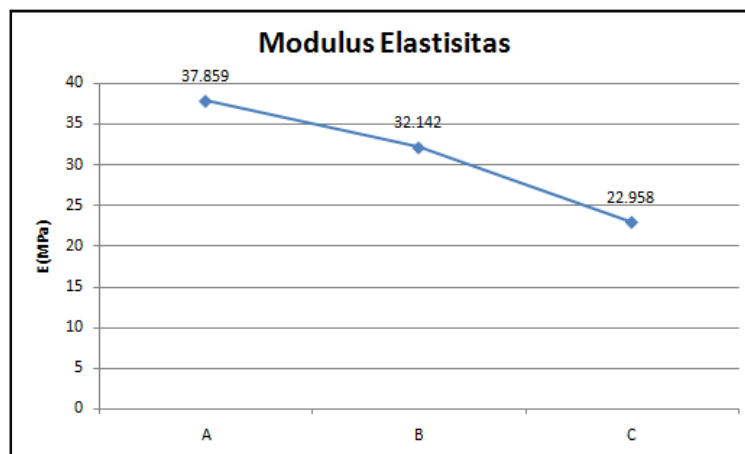
Hasil pengamatan distribusi foam melalui foto makro spesimen diperlihatkan pada gambar 2.2. Dari pengamatan secara makro, diketahui bahwa distribusi foam pada spesimen A adalah yang paling merata dan dengan ukuran foam yang lebih seragam (diameter foam maksimum pada spesimen A; 0,75 mm). Sedangkan diameter foam maksimum 1,17 mm pada spesimen B, dan 2,67 mm pada spesimen C.



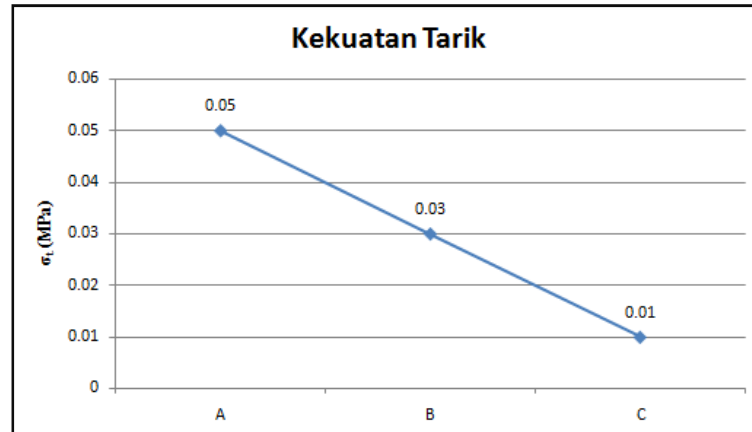
Gambar 2.2 Pengamatan distribusi foam; (a). Spesimen A, (b). Spesimen B, dan (c). Spesimen C.

### 2.3 Pengujian Kekuatan Material

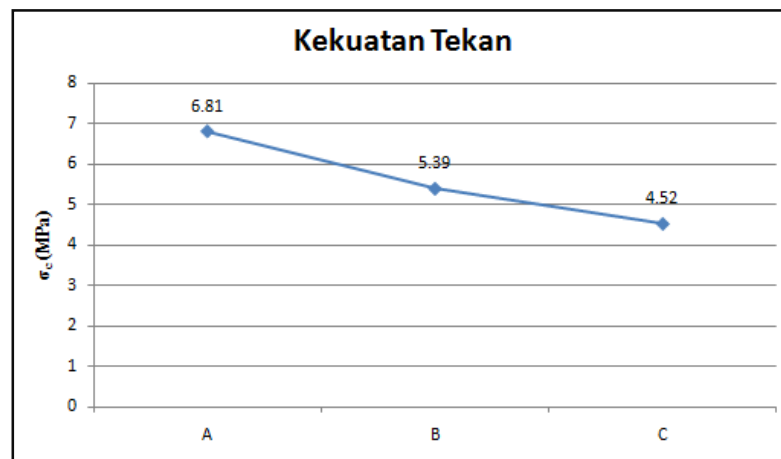
Dari hasil uji Brazilian diperoleh harga Modulus elastisitas untuk masing-masing komposisi seperti diperlihatkan pada gambar 2.3, dan nilai kekuatan tarik material diperlihatkan pada gambar 2.4. Berdasarkan dua grafik tersebut, didapati bahwa penambahan jumlah komposisi serat TKKS mengakibatkan penurunan nilai modulus elastisitas. Jika dibandingkan dengan distribusi foam pada gambar 2.2, didapati bahwa material dengan bentuk rongga yang lebih kecil dan merata mampu menahan beban tarik dengan lebih baik.



Gambar 2.3 Hasil uji brazilian test, nilai Modulus elastisitas (E)

Gambar 2.4 Hasil uji brazilian test, nilai Kekuatan tarik ( $\sigma_t$ )

Dari uji tekan statik diketahui bahwa penambahan serat berbanding terbalik terhadap kekuatan tekan material, seperti diperlihatkan pada gambar 2.5. Kekuatan tekan material yang diperoleh jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan kekuatannya, mengindikasikan bahwa material ini memiliki sifat mekanik yang getas.

Gambar 2.5 Hasil uji brazilian test, nilai Kekuatan tekan ( $\sigma_c$ )

### 3. KESIMPULAN

Berdasarkan perilaku mekanik yang timbul akibat pengujian dapat diketahui bahwa komposisi yang memiliki bobot paling ringan ialah komposisi C, dengan nilai densitas  $308 \text{ kg/m}^3$ . Komposisi C memiliki struktur bahan dengan diameter rongga yang lebih besar dari dua komposisi lain, yaitu  $2,67 \text{ mm}$ . Hal tersebut menjadikan komposisi tersebut memiliki bobot yang paling ringan. Walaupun demikian komposisi A merupakan komposisi dengan sifat mekanik terbaik, namun spesimen tersebut memiliki densitas paling tinggi yaitu  $665 \text{ kg/m}^3$ . Komposisi A memiliki modulus elastisitas (E)  $37,859 \text{ MPa}$ , kekuatan tarik ( $\sigma_t$ )  $0,05 \text{ MPa}$  dan kekuatan tekan ( $\sigma_c$ )  $6,81 \text{ MPa}$ . Hal tersebut dipengaruhi oleh distribusi dan ukuran diameter foam pada spesimen. Dari penelitian ini juga diperoleh hubungan antara distribusi dan ukuran diameter foam dengan komposisi serat TKKS yang digunakan pada material polimer busa. Jika dibandingkan dengan material polimer busa komposit konvensional (menggunakan BA polyurethane), material komposit busa polimer yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki bobot yang lebih ringan (densitas rendah) namun memiliki sifat mekanik yang jauh lebih getas.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Bolaji, B.O., and Z. Huan, "Ozone depletion and global warming: Case for the use of natural refrigerant – a review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol.18, pp.049-054, Feb. 2013.
- [2] Nuryanto, E., "Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Sumber Bahan Kimia", *Warta PPKS*, pp.137-144, 2004.
- [3] Ali, Syurkarni and Rusman, A.R., "Kuat Tekan Material dari Bahan Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)", *Jurnal Mekanova*. vol.3 no.5, pp.128-136, Oct. 2017.
- [4] Badri, Muftil, et al., "Respon Polymeric Foam yang Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Akibat Beban Tekan Statik dan Impak (Simulasi Numerik)", *Jurnal Dinamis*. vol. 1 no. 7, pp.045-060, Jun. 2010.
- [5] Yani, M., "Desain dan Pembuatan Helmet Sepeda Bahan Komposit Polymeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit". *Prosiding Seminar Ilmiah Dies Natalis Universitas Sumatera Utara ke-60*, 2012.
- [6] Mahadi, "Respon Helmet Sepeda Tipe Bmx Material Polymeric Foam Diperkuat Serbuk Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Beban Impak Metode Jatuh Bebas". *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*. vol. 1 issue 1, pp.109-116, 2018.
- [7] Arif, Zainal and Nasruddin, "Respon Parking Bumper Bahan Komposit Polymeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Akibat Beban Tekan Statik dan Dinamik (Simulasi Numerik)", *Jurnal Ilmiah JURUTERA*. vol.1 no.2, pp.041-051, Nov. 2014.
- [8] Yani, M., "Kekuatan Komposit polymeric foam diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit pada pembebanan dinamik", *Jurnal Ilmiah MEKANIK Teknik Mesin ITM*, vol. 4 no. 2, pp.067-076, Nov. 2016.