

ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN KEKUATAN IMPAK KOMPOSIT SERAT SERABUT KELAPA DAN FIBERGLASS

Iqbal Syaiful Hidayat¹⁾, Hisyam Ma'mun²⁾, Gotsa Khusnun Naufal³⁾
^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Gedung B Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : Iqbalsyaiful24@gmail.com¹⁾, Hisyamma'mun@upgris.ac.id²⁾,
Gotsakhusnunnaufal@upgris.ac.id³⁾

Abstrak

Dalam pemanfaatan limbah serabut kelapa sendiri masih kurang diperhatikan, karena kurangnya pengetahuan pengelolaan dan minat masyarakat dalam memanfaatkan serat serabut kelapa. Penulis melihat peluang memanfaatkan serat serabut kelapa sebagai bahan material komposit, selain ramah lingkungan serabut kelapa sangat mudah ditemukan disekitar kita. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan penulis memanfaatkan serat serabut kelapa sebagai material ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh variasi fraksi volume terhadap kekuatan tarik dan impak komposit. Berdasarkan pengujian tarik menunjukkan fraksi volume 20% serat serabut kelapa, 10% fiberglass, dan 70% resin polyester yang memiliki tegangan maksimum tertinggi sebesar 41.839 MPa dengan elongasi sebesar 6.100%. Sedangkan untuk ketahanan impak tertinggi sebesar 0.172 J/mm² menggunakan fraksi volume serat 20% serabut kelapa, 10% fiberglass, dan 70% resin polyester. Dari pengujian yang sudah dilakukan bisa dijadikan kandidat kuat untuk aplikasi spakbor motor. Komposit dengan fraksi serabut kelapa yang lebih besar terbukti memiliki sifat mekanik yang optimal, sekaligus menjadi solusi ramah lingkungan terhadap limbah serabut kelapa.

Kata Kunci: serabut kelapa, fiberglass, uji tarik, uji impak

I. PENDAHULUAN

Serbuk alami dijadikan sebagai bahan komposit, serbuk alami memiliki keunggulan diantaranya lebih kuat terhadap korosi, sifat mekanik dari serbuk alami cukup memadai untuk pembebanan yang tidak terlalu tinggi. Serbuk alami bisa didapatkan pada buah-buah yang berserabut dan bisa diproduksi dengan memanfaatkan limbah serabut buah, salah satunya serabut kelapa yang bisa ditemui disekitaran masyarakat seluruh wilayah Indonesia. Serabut yang dimanfaatkan peneliti yaitu serabut buah kelapa hijau yang hidup ditanah yang tidak memiliki kandungan kadar air asam yang tinggi.

Dari data kementerian pertanian Republik Indonesia pada angka estemasi (*Estimation Figure*) lima tahun terakhir dari 2014-2018, pada sektor perkebunan dengan luas area pohon kelapa 3,500,726 ha dengan produksi kepala sebanyak 2,922,190 ton dan produktivitas kelapa sebanyak 1,119 kg/ha. Dalam pemanfaatan limbah sabut kelapa sendiri masih kurang diperhatikan, karena masih kurangnya pengetahuan pengolahan dan produktivitas dari sabut kelapa itu sendiri. (Ferdianto & Suhardiman, 2020)

Serat sabut kelapa yang dikenal dengan nama latinnya *Cocos nucifera L.*(coir) saat ini sudah dimanfaatkan dan berkembang sebagai bahan baku produk komposit di bidang industri. Sabut kelapa merupakan hasil samping dan bagian terbesar dari buah kelapa. Karakteristik unggulan serat sabut kelapa adalah modulus elastisitasnya cukup rendah dan daya elastisitas sangat tinggi dibandingkan dengan serat alam yang lain. Sifat seratnya tidak kaku, sangat lentur, dan paling ulet. Struktur permukaan seratnya berongga menyerupai busa/*sponge*, keunggulan lainnya adalah kuat, ringan, tahan panas, tahan air garam, tahan cuaca, murah, dan mudah didapat. Melihat karakteristik, sifat dan strukturnya serat sabut kelapa bisa memenuhi sebagai salah satu syarat bahan yang bersifat peredam di bidang kedokteran gigi (Prof. Dr. Adioro Soetojo, drg., Sp.KG., 2022). Teknis pemrosesan serat adalah faktor yang paling penting untuk menentukan struktur dan sifat dari serat yang akan digunakan, setiap serat memiliki tingkat elastisitas yang berbeda pilihlah serat yang cocok sesuai kegunaan.

Penggunaan material untuk bahan komponen atau *spare-part* otomotif dari serat alami belum banyak memanfaatkan, terutama pada spatbor motor, Proses pembuatan produk spatbor (*fender*) depan motor keseluruhan dilakukan secara manual atau dengan metode *hand lay up* (Shomad & Sofyan, 2020). Penulis membuat spesimen pengujian impak dan pengujian tarik dengan menata serat searah secara manual, dengan urutan resin, serat, resin serat dan ditutup resin.

Dalam penelitian sebelumnya dilakukan penelitian yang membahas komponen atau *spare-part* otomotif pada motor yang terbuat dari bahan serat alami (serat sabut kelapa) yang dikombinasikan (*hybrid*) dengan serat *Fiberglass*. Pengujian komposit yang dilakukan yaitu pengujian mekanis impak dan pengujian tarik, pengujian impak digunakan karena untuk menguji ketahanan benturan saat terjatuh, sedangkan pengujian tarik digunakan karena untuk menguji ketahanan terdapat gesekan yang terjadi pada *spare-part*.

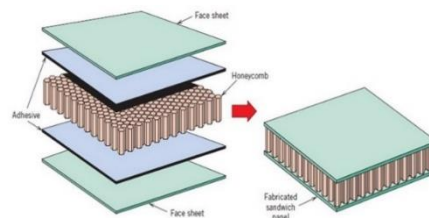
Kelebihan dari serat alami sabut kelapa yang berasal dari kulit kelapa tersusun 35% dari berat buah kelapa yang mengandung lignoselulosa, sedangkan Serat kaca (*Fiberglass*) kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0.005 mm-0.01 mm. Serat ini dapat dipintal menjadi benang atau ditunen menjadi kain, *Fiberglass* sering juga dikenal dengan nama *Glass Reinforced Plastic* (GRP) atau *Glass Fiber Reinforced Plastic* (GFRP) (Shomad & Sofyan, 2020).

Tujuan dari penelitian ini yaitu: 1.Untuk mendapat pengaruh fraksi volume serat serabut kepala dan *fiberglass* terhadap sifat mekanik bahan komposit terhadap beban kejut. 2.Untuk mengetahui pengaruh fraksi volume serat serabut kelapa dan *fiberglass* terhadap sifat mekanik bahan komposit terhadap tegangan yang bisa ditahan. 3.Membuat sampel komposit serat serabut kelapa dan *fiberglass*.

Pada penelitian terdahulu bertujuan untuk mengetahui pengaruh karakterisasi komposit gelas dan serat TKKS pada variasi fraksi volume 30% dengan perbandingan serat 10g:20t, 15g:15t, dan 20g:10t. pengujian yang dilakukan adalah pengujian Tarik dengan densitas (ASTM D3039) dan pengujian Bending dengan densitas (ASTM D7264). Berdasarkan hasil dari penelitian dengan variable fraksi volume 30% didapatkan data nilai rata-rata kekuatan tarik maksimal pada variasi 20k:10t sebesar 36.72 MPa. Sedangkan nilai terendah rata-rata kekuatan tarik pada variasi 10% kelapa:20t sebesar 12.4 MPa. Selanjutnya hasil rata-rata maksimal tegangan bending pada variasi 15k:15t sebesar 169.6154 MPa. Sedangkan nilai rata-rata terendah pada variasi 10% kelapa:20t sebesar 129.4832 MPa. Untuk mengetahui struktur patahan maka dilakukan foto makro. (Shaleh & Mujiyanto, 2023)

1. Komposit

Komposit adalah sistem material multi fasa yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material dengan sifat yang berbeda. Komposit terdiri dari serat dan matriks. Serat berfungsi sebagai material rangka yang menyusun komposit. Sedangkan matriks berfungsi untuk merekatkan serat dan menjaganya agar tidak berubah posisi. Matriks memiliki sifat yang mudah untuk diubah bentuknya dengan cara dipotong atau juga dicetak sesuai dengan kebutuhan desainnya.



Gambar 1 Komposit (Sumber: Eticon, 2023)

Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat yang lebih ringan, kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi, dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah.

Unsur utama penyusun komposit yaitu pengisi (filler) yang berupa serat sebagai kerangka dan unsur pendukung lainnya yaitu matriks. Pengisi (filler) dan matriks merupakan dua unsur yang diperlukan dalam pembentukan material komposit.

2. Pegujian Tarik

Tractable testing adalah metode pengujian mekanis untuk menentukan karakteristik suatu bahan. Pengujian tarik dilakukan dengan cara melakukan penarikan terhadap suatu bahan sampai bahan itu putus atau patah. Benda uji diletakkan sejajar garis sumbu kemudian diberi gaya statis. Diperoleh hasil sifat mekanik dari pengujian ini berupa kekuatan, elastisitas, kekuatan luluh, keuletan material dan kelentingan dari bahan yang telah diuji. (Asmeati et al., 2022). Sifat mekanik yang paling umum pada pengujian tarik diantaranya

Tegangan Tarik Maksimum adalah tegangan terbesar yang bisa ditahan oleh material sebelum patah atau pecah. Ini menggambarkan seberapa kuat material tersebut dalam menahan gaya tarik yang diberikan.

Elongasi atau titik patah adalah parameter dalam pengujian tarik yang mengukur seberapa jauh material dapat meregang sebelum akhirnya patah. Elongasi merupakan indikasi keuletan suatu bahan.

Modulus elastis atau *modulus young* adalah ukuran kekakuan material yang didefinisikan sebagai rasio antara tegangan dan regangan dalam batas elastis material atau seberapa baik material tersebut dapat kembali ke bentuk aslinya setelah diberikan gaya tarik. Material dengan modulus elastis yang tinggi akan lebih kaku dan tidak mudah mengalami deformasi, sedangkan material dengan modulus elastis rendah akan lebih mudah berubah bentuk.

Tegangan Luluh adalah tegangan dimana material mulai menunjukkan tanda-tanda deformasi permanen tanpa peningkatan berkelanjutan dalam beban. Ini adalah grafik tegangan regangan dimana material mulai menunjukkan perilaku plastis. Pada titik ini, material akan tetap terdeformasi meskipun beban yang diterapkan tidak bertambah.



Gambar 2 Mesin Uji Tarik

3. Pengujian Impak

Uji impact adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Dalam pengujian mekanik, terdapat perbedaan dalam pemberian jenis beban kepada material. Uji tarik, uji tekan, uji puntir adalah pengujian yang menggunakan beban statik. Sedangkan uji impact menggunakan beban dinamik. Pada pembebanan cepat atau disebut juga beban impact, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. Proses penyerapan energi ini akan diubah dalam berbagai respon pada material seperti deformasi plastis, efek isterisis, gesekan dan efek inersia (Francisco, 2013).

Satuan energi impact dalam joule, sedangkan satuan joule per mm persegi (J/mm^2) setelah mendapat hasil nilai perhitungan pada saat mencari luas permukaan (A), lalu kita bisa mengetahui seberapa besar harga impact (HI) maka hasil tergantung dari luas spesimen dan energi impact yang telah diketahui seperti pada tabel di atas, karena setiap spesimen energi impact (E) dan luas permukaan spesimennya tidak sama. Untuk mencari harga impact yaitu dengan menggunakan rumus:

$$HI = E/A \quad (1)$$

Keterangan:

HI = Harga Impact (J/mm^2)

E = Usaha yang diperlukan untuk mematahkan benda uji (J)

A = Luas penampang diluar takikan (mm^2)



Gambar 3 Mesin Uji Impak

II. METODOLOGI PENELITIAN

21. Metodologi Penelitian

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisis data penelitian ini adalah statistik deskriptif. Metode ini menghasilkan gambaran tentang data yang telah dikumpulkan dengan membuat kesimpulan dalam menganalisis data.

Nilai ini meliputi nilai rata-rata, nilai minimum dan maksimum yang ditampilkan dalam bentuk angka. Nilai-nilai tersebut ditampilkan dalam berbagai tampilan seperti visual, tabel dan grafik. Kemudian dapat dideskripsikan dalam kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan (Sugiono, 2007), pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban dari permasalahan yang akan diteliti agar mudah dipahami oleh banyak orang yang tidak melakukan penelitian.

Tujuan dari pengujian tarik ini adalah untuk mengetahui beberapa karakter penting dari bahan serat serabut kelapa dan *Fiberglass* tersebut, diantaranya adalah kekuatan luluh, kekuatan tarik maksimum, elongasi dan parameter lainnya yang relevan. Setelah dilakukan pengujian tarik pada bab ini akan memaparkan hasil yang diperoleh serta analisis mendalam terhadap data tersebut. Hasil dari pengujian tarik serat serabut kelapa dan *fiberglass*

Tabel 1. Spesifikasi Alat Dan Spesimen

Alat dan bahan Spesimen	Keterangan
Spesimen Komposit	Serat yang digunakan yaitu serat serabut kelapa dan <i>fiberglass</i> resin yang digunakan yaitu resin polyester.
Variasi	Variasi yang digunakan yaitu variasi serat 30% dan resin 70%, berikut variasi yang digunakan serabut kelapa 10% + <i>fiberglass</i> 20% + resin 70%, serabut kelapa 15% + <i>fiberglass</i> 10% + resin 70%, dan serabut kelapa 20% + <i>fiberglass</i> 10% + resin 70%.
Jenis Pengujian	Pengujian tarik dan pengujian impak
Jenis Mesin	Tarik: GOTECH GT-7001-LC10 Impak: GOTECH GT-7052-30

Pengambilan dan Pengujian Data

Lokasi pembuatan sampel dilakukan di Gedung Pusat Universitas PGRI Semarang yang Untuk pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Material Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, sedangkan untuk pengujian impak dilakukan di laboratorium Teknik Universitas PGRI Semarang. Setiap variasi berjumlah 3 spesimen jumlah semua spesimen yang akan diuji berjumlah 18, dari ketiga variasi akan dikelompokkan menjadi dua yaitu rata-rata nilai tertinggi dan nilai rata-rata terendah selanjutnya dapat disimpulkan variasi mana yang paling cocok dikembangkan menjadi sebuah produk.



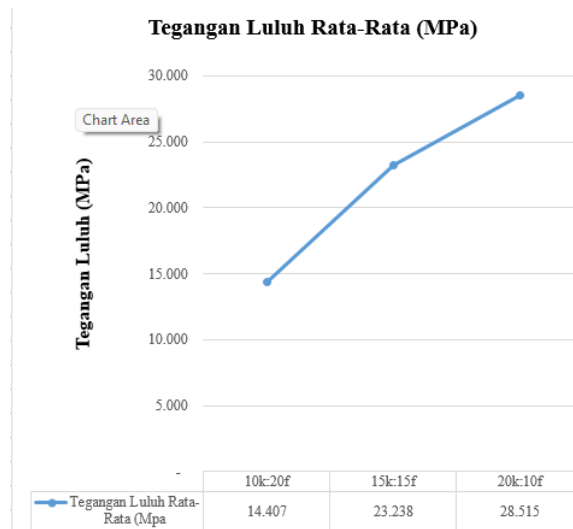
Gambar 4 Pengujian Tarik Dan Pengujian Impak

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tabel Pengujian Tarik

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik

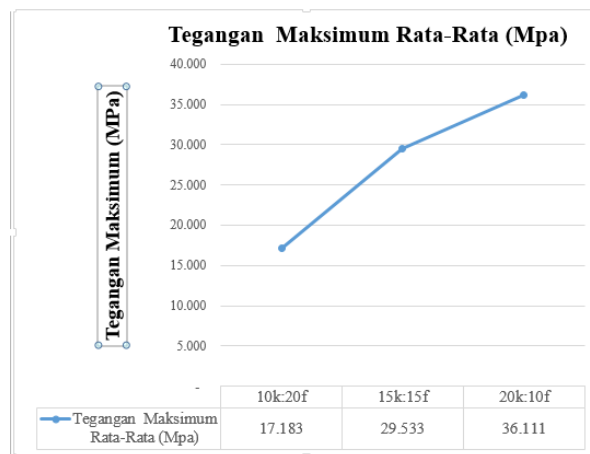
Spesimen	Yield stress (Mpa)	Max Stress(Mpa)	Elongation (%)
serabut kelapa 10% dan <i>fiberglass</i> 20%	15.929	17.616	5.850
	15.375	20.452	5.550
	11.918	13.167	6.580
serabut kelapa 15% dan <i>fiberglass</i> 15%	21.318	29.153	7.900
	28.435	31.470	7.900
	19.962	27.975	6.575
serabut kelapa 20% dan <i>fiberglass</i> 10%	27.434	30.382	5.700
	29.596	41.839	6.100



Gambar 5 Tegangan Luluh Rata-Rata

Tujuan mengukur tegangan luluh adalah untuk memahami batas elastis material, yaitu titik dimana material akan mulai mengalami deformasi permanen. Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada gambar tersebut, mendapat nilai tegangan luluh yang bervariasi dengan perbandingan serat kelapa 10% + *fiberglass* 20%, serat kelapa 15% + *fiberglass* 15% dan serat kelapa 20% + *fiberglass* 10%.

Berdasarkan data pengujian tarik yang diperoleh yang diolah menggunakan diagram garis pada gambar 5, spesimen dengan nilai rata-rata tegangan luluh yang paling tinggi adalah pada spesimen dengan variasi 20% serat kelapa dan 10% *fiberglass* sebesar 29.596 MPa. Sedangkan spesimen dengan nilai rata-rata tegangan luluh paling rendah adalah pada spesimen serat kelapa 10% dan *fiberglass* 20% sebesar 11.918 MPa.

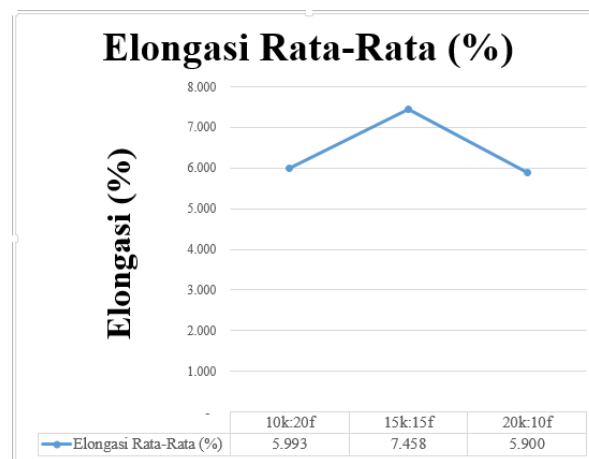


Gambar 6 Tegangan Maksimun Rata-Rata

Tujuan mengukur tegangan tarik maksimum adalah untuk membantu dalam menentukan seberapa kuat spesimen dapat menahan beban tarik. Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada gambar tersebut, mendapatkan nilai

rata-rata tegangan maksimum yang bervariasi serat kelapa 10% + *fiberglass* 20%, serat kelapa 15% + *fiberglass* 15% dan serat kelapa 20% + *fiberglass* 10%.

Berdasarkan data pengujian tarik yang diperoleh yang diolah menggunakan diagram garis pada gambar 6, spesimen dengan nilai rata-rata tegangan maksimum yang paling tinggi adalah pada spesimen dengan variasi serat kelapa 20% dan *fiberglass* 10% sebesar 36.111 MPa. Sedangkan spesimen dengan nilai rata-rata tegangan maksimum paling rendah adalah pada spesimen dengan variasi serat kelapa 10% dan *fiberglass* 20% sebesar 17.183 MPa.



Gambar 7 Elongasi Rata-Rata

Tujuan mengukur elongasi adalah menentukan keuletan material, yaitu seberapa besar material tersebut dapat meregang sebelum akhirnya patah. Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada gambar tersebut, mendapatkan nilai rata-rata elongasi yang bervariasi serat kelapa 10% + *fiberglass* 20%, serat kelapa 15% + *fiberglass* 15% dan serat kelapa 20% + *fiberglass* 10%.

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian tarik yang diolah menggunakan tabel dan diagram garis pada gambar 7 spesimen dengan nilai rata-rata elongasi yang paling tinggi adalah pada spesimen serat kelapa 15% dan *fiberglass* 15% sebesar 7.458%. Sedangkan spesimen dengan nilai rata-rata elongasi paling rendah adalah pada spesimen serat kelapa 20% dan *fiberglass* 10% sebesar 5.900%.

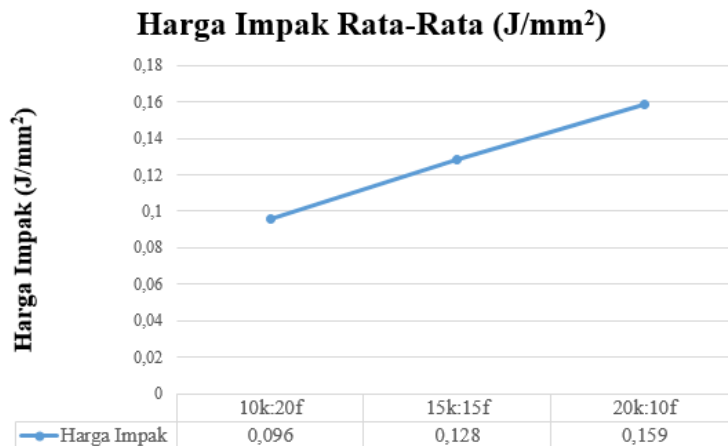
B. Pengujian Impak

Tabel 3 Hasil Pengujian Impak

Spesimen	Sudut α	Sudut β	Luas (mm)	Harga Impak (J/mm ²)	Energi Impak (Joule)
serabut kelapa	146	38	80	0.094	7.5
10% dan	146	38.5	80	0.102	8.125
<i>fiberglass</i> 20%	146	38	80	0.094	7.5
serabut kelapa	146	40	80	0.125	10
15% dan	146	39.5	80	0.125	10
<i>fiberglass</i> 15%	146	39.5	80	0.133	10.625

serabut kelapa	146	41	80	0.172	13.75
20% dan	146	40.5	80	0.148	11.875
<i>fiberglass</i> 10%	146	41	80	0.156	12.5

Dari tabel 3 bisa kita lihat hasil pengujian impak metode charpy dengan ukuran spesimen yang digunakan adalah 10 x 10 x 55 mm, sudut pendulum yang digunakan adalah 146°.



Gambar 8 Harga Impak

Tujuan mengukur impak adalah mengukur ketahanan spesimen uji dalam menerima beban kejut. Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan gambar 8, mendapat nilai rata-rata harga impak yang bervariasi serat kelapa serat kelapa 10% + *fiberglass* 20%, serat kelapa 15% + *fiberglass* 15% dan serat kelapa 20% + *fiberglass* 10%.

Berdasarkan data pengujian impak yang diperoleh yang diolah menggunakan tabel dan diagram garis pada gambar 8, spesimen dengan nilai rata-rata harga impak yang paling tinggi adalah pada spesimen dengan variasi serat kelapa 20% dan *fiberglass* 10% sebesar 0.159 J/mm². Sedangkan spesimen dengan nilai rata-rata harga impak terendah adalah pada spesimen dengan variasi serat kelapa 10% dan *fiberglass* 20% sebesar 0.096 J/mm².

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen dan penelitian yang telah dilakukan mengenai karakteristik kekuatan tarik dan kekuatan impak komposit serabut kelapa dan *fiberglass*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Nilai tegangan maksimum tertinggi sebesar 41.839 MPa terletak pada variasi serat serabut kelapa 20% dan *fiberglass* 10%, sedangkan nilai maksimum terendah sebesar 13.167 MPa terletak pada variasi serat serabut kelapa 10% dan *fiberglass* 20%.

Nilai harga impak tertinggi sebesar 0.172 J/mm^2 terletak pada variasi serat serabut kelapa 20% dan *fiberglass* 10%, sedangkan Nilai harga impak terendah sebesar 0.094 J/mm^2 terletak pada variasi serat serabut kelapa 10% dan *fiberglass* 20%. Komposit dengan fraksi serabut kelapa yang lebih besar terbukti memiliki sifat mekanik yang optimal, sekaligus menjadi solusi ramah lingkungan terhadap limbah serabut kelapa.

VI. REFERENSI

- Asmeati, Ali, M. Y., Purnama, I., & Paloboran, M. (2022). *Jurnal MEKOM (Media Komunikasi Pendidikan Kejuruan)*. 9(2), 91–102.
- Chapman, P. (2020). *Resin poliester*. Resin Library. https://www-resinlibrary-com.translate.google/knowledge/article/polyester-resin/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc
- Dosoputranto, E., Musanif, I., Bawano, F., & Sumolang, E. (2021). Karakteristik Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Hybrid Serat Dan Lidi Kelapa. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 15(2), 136. <https://doi.org/10.24853/sintek.15.2.136-142>
- Dwi A, M. R., Karmiadji, D. W., & Prasetyo, E. (2020). Komposit Sandwich Hybrid Kombinasi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Serat Kaca Dengan Matrix Polyurethane. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 5(2), 57–64. <https://doi.org/10.25105/pdk.v5i2.7360>
- Eticon. (2023). *Apa Itu Struktur Komposit yang Wajib Dipahami dalam Dunia Konstruksi*. PT Eticon Rekayasa Teknik. <https://eticon.co.id/struktur-komposit/>
- Farrel, D. A., Yuliyanto, & Zulfitriyanto. (2022). Kata kunci : Komposit, Poliester, Uji Tarik, Fraksi Volume. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(2), 219–230.
- Ferdianto, F., & Suhardiman, S. (2020). Analisa Komposit Diperkuat Serbuk Serabut Kelapa Bermatrik Epoxy Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 4(2), 78. <https://doi.org/10.30811/jmst.v4i2.2011>
- Francisco, A. R. L. (2013). Pengujian Impact. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1–20.
- Gunandar, A. W. (2021). *Analisis Kekuatan Tarik Dan Impak Bahan Komposit Hybrid Berpenguat Serbuk Kayu Alkasia Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit*. 1–60.
- Gunari, G. T. (2020). Ta: Analisa Komposit Polimer Polypropylene High Impact (Pphi) Berpenguat Serat Rami Dengan Fraksi Volume 15% Menggunakan Metode Hand Lay-Up. *Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Nasional Bandung*, 10–17.
- Kreatif, I. (2023). *Fiberglass – Serat Kaca*. Industri Kreatif. <https://fcfibreglass.com/fiberglass-serat-kaca/#:~:text=Fiberglass adalah suatu material yang,payung promosi%2C booth fiberglass dll>
- Martua Napitupulu, A., Yudo, H., & Joko Sisworo, S. (2018). Analisa Teknik Penggunaan Serat Pandan Wangi Dan Serat Ampas Tebu Dengan Filler Serbuk Gergaji Kayu Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Di Tinjau Dari Kekuatan Lentur Dan Tekan. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 6(1), 91–100. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Maryanti, B., Arifin, K., Nugroho, A., Saputro, P., Fakultas,), Industri, T., Balikpapan, U., Pupuk, J., & Balikpapan, R. (2019). Karakteristik Kekuatan Impak Komposit Serabut Kelapa Dengan Variasi Panjang Serat. *Prosiding SENIATI*, 5(4), 339–343.
- Narek, E. M., Un, F. P., Koten, B. B., Wea, R., & Aoetpah, A. (2021). Komposisi Nutrien dan

- Mineral Silase Sabut Kelapa Muda pada Berbagai Level Penambahan Dedak Padi. *Jurnal Ilmu Peternakan Dan Veteriner Tropis (Journal of Tropical Animal and Veterinary Science)*, 11(1), 61. <https://doi.org/10.46549/jipvet.v11i1.154>
- Nuruddin, M., Santoso, R. A., & Hidayati, R. A. (2018). *Desain Komposisi Bahan Komposit yang Optimal Berbahan Baku Utama Limbah Ampas Serat Tebu (Baggase)*. 3(2502). *Pengertian dan Jenis Uji Impact*. (2023). Mechanical Engineering. <https://www.teknikmesin.my.id/2022/06/pengertian-dan-jenis-uji-impact.html>
- Prof. Dr. Adioro Soetojo, drg., Sp.KG., M. . (2022). *Serat Selulosa dari Sabut Kelapa sebagai Bahan filler Komposit di Bidang Kedokteran Gigi*. Newsunair. [https://news.unair.ac.id/2022/03/02/serat-selulosa-dari-sabut-kelapa-sebagai-bahan-filler-komposit-di-bidang-kedokteran-gigi/?lang=id#:~:text=Serat sabut kelapa yang dikenal,bagian terbesar dari buah kelapa.](https://news.unair.ac.id/2022/03/02/serat-selulosa-dari-sabut-kelapa-sebagai-bahan-filler-komposit-di-bidang-kedokteran-gigi/?lang=id#:~:text=Serat%20sabut%20kelapa%20yang%20dikenal,bagian%20terbesar%20dari%20buah%20kelapa.)
- Samlawi, A. K., Firmana Arifin, Y., & Permana, P. Y. (2018). PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MATERIAL KOMPOSIT SERAT IJUK (*Arenga pinnata*) SEBAGAI BAHAN BAKU COVER BODY SEPEDA MOTOR Preparation and Characterization of Composite Materials of Ijuk Fiber (*Arenga pinnata*) as a Motorcycle Body Cover Raw Material. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 3(2), 380–383.
- Shaleh, Y., & Mujiyanto, A. (2023). *Naskah Publikasi (Manuscript) Karakterisasi Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Hybrid Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Serat Gelas Characterization of Tensile Strength and Bending of Hybrid Composites of Empty Palm Oil Fruit Fiber With Glass Fiber*.
- Shomad, M. A., & Sofyan, A. (2020). Analisis Karakterisasi Komposit Hybrid pada Spatbor Depan Motor Matic. *Energi, Manufaktur, Dan Material*, 4(2), 68–75.
- Siregar, A. (2021). *Pemanfaatan Serat Alami (Sabut Kelapa) Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pada Spakbor Depan Motor*. 1–51. <http://repository.uir.ac.id/id/eprint/8998>
- Triyono. (2019). Perancangan dan Pembuatan Cetakan Komposit Untuk Metode Vacuum Infusion Menggunakan Penekan Elastomer Bag. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*, 1–46.