

PERANCANGAN POLIMER KOMPOSIT DENGAN SERAT TEBU DAN FIBER GLASS UNTUK PENINGKATAN KEKUATAN TERHADAP UJI TARIK

Firman Affri Putra Hardiansyah¹, Sutrisno¹, Nur Candra Dana Agusti¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Merdeka Madiun, Jl.Serayu No.79 Madiun , 63131

E-mail: firmanaffriputrahardiansyah@gmail.com, sutrisno@unmer-madiun.ac.id, dana@unmer-madiun.ac.id

Abstract— This study investigates the effect of varying weight fractions of sugarcane fiber and fiberglass on the mechanical properties of polyester resin-based composite, with a focus on improving tensile strength. Sugarcane fiber, a lignocellulosic natural reinforcement with a length of 3 cm, was used alongside fiberglass as a synthetic reinforcement to evaluate the performance of hybrid composites. Specimens were fabricated using the hand lay-up method with five combinations of sugarcane fiber (0–10%) and fiberglass (0–10%), while the polymer resin and catalyst comprised 90% of the total composite weight. Tensile testing was conducted according to ASTM D638-01 using a Universal Testing Machine. The evaluated parameters include maximum tensile stress, strain, and elastic modulus. Experimental results showed the highest tensile strength of 88,186 MPa at 0% sugarcane fiber and 10% fiberglass, and the lowest value of 27,154 MPa at 10% sugarcane fiber with no fiberglass. The maximum strain observed was 0.0050 mm/mm, and the minimum was 0.0012 mm/mm. The highest elastic modulus was 71,287 MPa, while the lowest was 5,384 MPa. These results confirm that an optimal combination of natural and synthetic fibers significantly enhances the mechanical performance of the composite. This research highlights the potential of sugarcane fiber as a sustainable reinforcement alternative in the development of environmentally friendly composite materials.

Keywords : polymer composite, sugarcane fiber, fiberglass, tensile test, weight fraction, hand lay-up

I. PENDAHULUAN

Polimer komposit merupakan salah satu jenis bahan yang menarik dalam dunia material. Konsep dasarnya adalah penggabungan dua atau lebih bahan yang berbeda untuk menciptakan sifat-sifat yang diinginkan. Dalam konteks ini, polimer menjadi matriks yang membentuk struktur dasar, sementara bahan pengisi lainnya, seperti serat atau partikel, ditambahkan ke dalam matriks polimer (Minah F, 2017). Hasilnya adalah material yang memiliki kombinasi sifat dari masing-masing komponen, serta sifat-sifat tambahan yang tidak dimiliki oleh bahan tunggal. Polimer komposit telah mendapatkan perhatian yang signifikan dalam berbagai aplikasi, mulai dari industri otomotif hingga bidang kedirgantaraan, karena kemampuannya untuk meningkatkan kekuatan, kekakuan, ketahanan aus, dan berbagai sifat lainnya (Minah F, 2017).

Penelitian tentang perancangan polimer komposit dengan serat tebu untuk peningkatan kekuatan terhadap uji tarik memiliki urgensi yang tinggi dalam berbagai aspek. Pertama-tama, kebutuhan akan bahan konstruksi yang lebih kuat dan ringan semakin meningkat di berbagai industri, seperti otomotif, penerbangan, dan konstruksi. Dengan memanfaatkan serat tebu sebagai bahan penguat dalam polimer komposit, penelitian ini dapat menyediakan solusi inovatif untuk memenuhi permintaan akan material yang lebih tangguh dan efisien.

Selain itu, dengan meningkatnya minat industri terhadap penggunaan polimer komposit, penelitian tentang penggunaan serat tebu sebagai bahan penguat dapat membuka peluang baru dalam pengembangan produk-produk inovatif dan berkinerja tinggi. Penelitian yang menyeluruh tentang karakteristik mekanis dan proses manufaktur polimer komposit dengan serat tebu dapat memberikan wawasan yang berharga bagi perancang dan insinyur untuk mengembangkan aplikasi yang lebih luas dan efektif dari material ini.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, penelitian tentang perancangan polimer komposit dengan serat tebu untuk peningkatan kekuatan terhadap uji tarik tidak hanya penting

Website : <http://pilar.unmermadiun.ac.id/index.php/pilarteknologi>

dalam konteks teknis dan industri, tetapi juga memiliki dampak yang positif dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan dan menghasilkan inovasi yang bermanfaat bagi masyarakat secara luas. Sebagai peneliti merumuskan judul penelitian yaitu “Perancangan Polimer Komposit Dengan Serat Tebu Dan *fiber glass* Untuk Peningkatan Kekuatan Terhadap Uji Tarik”.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini pembuatan spesimen dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun Jl. Serayu No 79 Madiun 63131. Adapun alat dan bahan penelitian yang digunakan untuk mendapatkan data pada penelitian ini. Alat dan bahan yang digunakan antara lain :

A. Alat

1. Cetakan kaca
2. Timbangan digital
3. Kuas
4. Plastik mika
5. Gerinda tangan
6. Mesin uji tarik
7. Alat bantu lainnya, berupa pisau, kikir, penggaris, spidol, amplas dan sarung tangan.

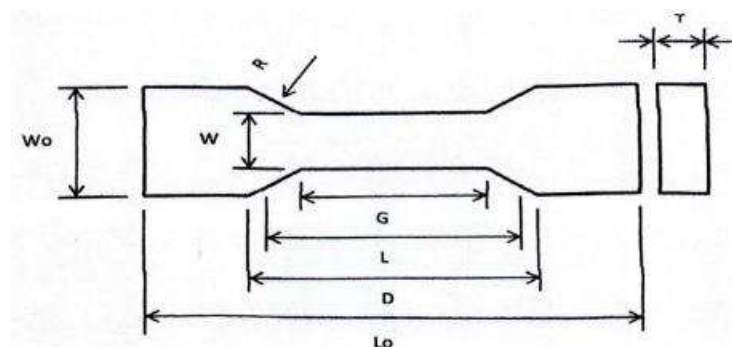
B. Bahan

1. Serat tebu
2. *fiber glass*
3. Resin
4. Katalis
5. Mirror Glaze/Wax

C. Variabel spesimen

1. Spesimen A serat tebu 0%, *fiber glass* 10%, resin polyester 90%
2. Spesimen B serat tebu 2,5%, *fiber glass* 7,5% resin polyester 90%
3. Spesimen C serat tebu 5%, *fiber glass* 5%, resin polyester 90%
4. Spesimen D serat tebu 7,5%, *fiber glass* 2,5%, resin polyester 90%
5. Spesimen E serat tebu 10%, *fiber glass* 0%, resin polyester 90%

D. Spesimen



Spesimen komposit dengan standar ASTM D-638 01

Website : <http://pilar.unmermadiun.ac.id/index.php/pilarteknologi>

Langkah-langkah pengujian kekuatan tarik :

1. Ukur Panjang spesimen uji dan beri garis batas uji pada spesimen sebelum di uji.
2. Siapkan mesin uji tarik yang akan digunakan.
3. Masukkan dan setting pada monitor computer yang sudah terpasang.
4. Pasang spesimen tarik pada jig dan pastikan terjepit dengan benar.
5. Pasang pada mesin uji tarik
6. Jalankan mesin uji tarik
7. Setelah spesimen patah, catat gaya tarik maksimum dan pertambahan panjangnya.
8. Ambil hasil rekaman mesin pada printer dari proses penarikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tegangan tarik

Dari hasil pengujian kuat tarik komposit serat tebu dan *fiber glass* bermatrik resin *polyester* didapatkan data tegangan tarik sebagai berikut.

Fraksi volume	Tegangan (Mpa)					Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	
S01	95,816	67,725	107,988	73,342	96,059	88.186
S02	51,423	60,682	64,244	55,513	102,878	66.948
S03	31,524	36,871	46,279	31,001	34,923	36.119
S04	25,054	26,214	9,494	51,251	30,909	28.585
S05	18,275	32,989	26,352	22,669	35,485	27.154

B. Regangan Tarik

Dari hasil pengujian kuat tarik komposit serat tebu dan *fiber glass* bermatrik resin *polyester* didapatkan data regangan tarik sebagai berikut.

Fraksi volume	Regangan (mm/mm)					Rata-rata
	Sampel 1	Sampe 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	
S01	0,0012	0,0011	0,0012	0,0013	0,0014	0,0012
S02	0,0018	0,0020	0,0021	0,0019	0,0020	0,0020
S03	0,0031	0,0030	0,0029	0,0033	0,0030	0,0030
S04	0,0043	0,0040	0,0038	0,0044	0,0041	0,0041
S05	0,0052	0,0049	0,0050	0,0051	0,0051	0,0050

C. Modulus elastisitas

Dari hasil pengujian kuat tarik komposit serat tebu dan *fiber glass* bermatrik resin *polyester* didapatkan data Modulus elastisitas sebagai berikut.

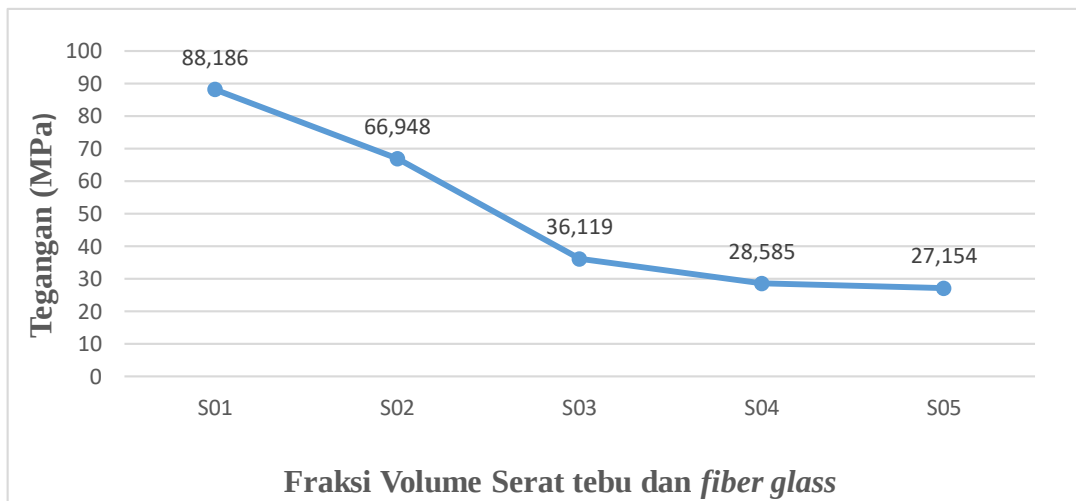
Fraksi volume	Modulus elastisitas (Mpa)					Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	
S01	79,847	61,568	89,990	56,417	68,613	71,287
S02	28,568	30,341	30,593	29,217	51,439	34,032
S03	10,169	12,290	15,959	9,394	11,641	11,891
S04	5,827	6,554	2,499	11,648	7,539	6,813
S05	3,515	6,733	5,270	4,445	6,958	5,384

D. Rata-rata

Dari nilai tegangan, regangan dan *modulus elastisitas* di dapat nilai rata-rata sebagai berikut.

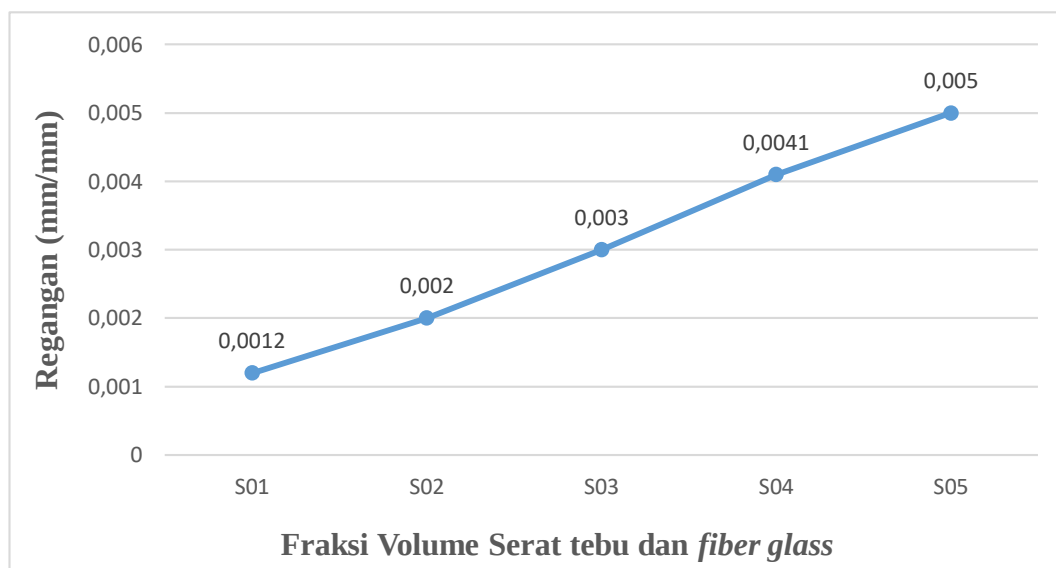
Fraksi volume	Rata-rata		
	σ (N/mm ²)	ε (mm/mm)	E (N/mm ²)
S01	88,186	0,0012	71,287
S02	66,948	0,002	34,032
S03	36,119	0,003	11,891
S04	28,585	0,0041	6,813
S05	27,154	0,005	5,384

E. Pembahasan tegangan tarik



menunjukkan bahwa spesimen komposit mendapat nilai tertinggi variasi S01 (0% serat tebu : 10% *fiber glass*) dengan nilai 88,186 Mpa dan spesimen komposit mendapat nilai terendah pada variasi S05 (10% serat tebu : 0% *fiber glass*) dengan nilai 27,154 Mpa. Hal ini dikarenakan kekuatan tegangan *fiber glass* lebih besar dari pada serat tebu, sehingga semakin besar persentase penambahan serat tebu disetiap variasi mengurangi kekuatan tegangan Tarik. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ratih Purnama Sari, 2020) yang menyatakan bahwa nilai kekuatan Tarik *fiber glass* memiliki nilai yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan komposit serat alam. Serat tebu, sebagai serat alami, memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan fiberglass, namun Serat tebu merupakan sumber daya terbarukan yang berasal dari limbah pertanian, sehingga lebih ramah lingkungan dan memiliki potensi biaya produksi yang lebih rendah.

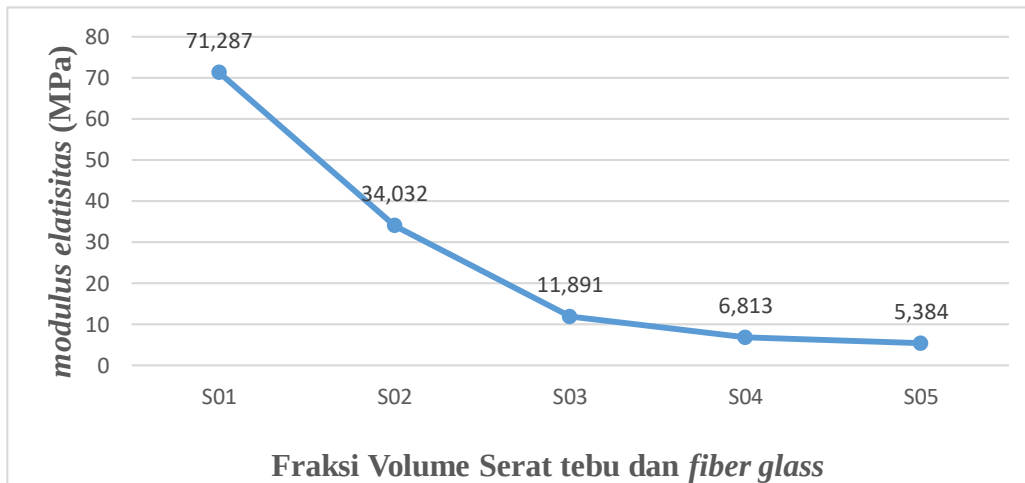
F. Pembahasan regangan tarik



Website : <http://pilar.unmermadiun.ac.id/index.php/pilarteknologi>

Pada gambar 4.4 di atas menunjukkan bahwa spesimen komposit mendapat nilai tertinggi variasi S05 (10% serat tebu : 0% *fiber glass*) dengan nilai 0,005 mm/mm dan spesimen komposit mendapat nilai terkecil variasi S01 (0% serat tebu : 10% *fiber glass*) dengan nilai 0,0012 mm/mm. Hal ini dikarenakan kekuatan regangan serat tebu lebih besar dari pada *fiber glass*, sehingga semakin besar persentase penambahan serat tebu disetiap variasi meningkatkan nilai regangan.

G. Pembahasan *modulus elastisitas*



Pada gambar 4.5 di atas menunjukkan bahwa spesimen komposit mendapat nilai *modulus elastisitas* tertinggi variasi S01 (0% serat tebu : 10% *fiber glass*) dengan nilai 71,287 Mpa dan spesimen komposit mendapat nilai terkecil variasi S05 (10% serat tebu : 0% *fiber glass*) dengan nilai 5,384 Mpa. Hal ini dikarenakan *modulus elastisitas fiber glass* lebih besar dari pada serat tebu, sehingga semakin besar persentase penambahan serat tebu disetiap variasi mengurangi *modulus elastisitas*. Semakin tinggi tegangan dan semakin rendah regangan suatu material komposit maka menghasilkan *modulus elastisitas* yang tinggi, begitu pula sebaliknya. Walaupun memiliki keunggulan, *fiber glass* juga memiliki beberapa kekurangan dibandingkan serat kulit waru. Salah satu kelemahan utamanya adalah dampak lingkungan, karena *fiber glass* merupakan material sintetis yang sulit terurai secara alami. Selain itu, bobotnya lebih berat dibandingkan serat alami, dan biaya produksinya relatif lebih tinggi.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian dan analisis dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tegangan tarik tertinggi pada spesimen variasi S01, sedangkan tegangan terendah pada spesimen komposit variasi S05. Ini dikarenakan serat tebu memiliki tegangan Tarik lebih rendah dari *fiberglass*, keunggulan Serat tebu merupakan sumber daya terbarukan yang berasal dari limbah pertanian, sehingga lebih ramah lingkungan dan memiliki potensi biaya produksi yang lebih rendah serta mudah terurai secara alami dari pada serat sintetis.
2. Regangan tertinggi pada spesimen variasi S05, sedangkan tegangan terendah pada spesimen komposit variasi S01. Ini dikarenakan serat tebu memiliki nilai regangan lebih tinggi dari *fiberglass* sehingga variasi dengan kandungan serat tebu terbanyak memiliki nilai regangan tertinggi.

Website : <http://pilar.unmermadiun.ac.id/index.php/pilarteknologi>

3. *Modulus elastisitas* tertinggi pada spesimen variasi S01, sedangkan tegangan terendah pada spesimen komposit variasi S05. Ini dikarenakan serat tebu memiliki nilai *modulus elastisitas* lebih rendah dari *fiberglass* sehingga variasi dengan kandungan serat tebu terbanyak memiliki nilai *modulus elastisitas* terendah.

Dari penelitian dan analisis yang telah dilakukan ada beberapa saran untuk penelitian berikutnya yaitu :

1. Dalam pembuatan spesimen komposit dapat menggunakan metode molding press untuk mengurangi terjadinya *void* / rongga udara yang terjebak pada material komposit tersebut.
2. Pengujian komposit dengan variasi campuran serat tebu dan *fiber glass* dapat dikembangkan lagi dengan variasi orientasi arah serat, panjang serat dan dengan perlakuan alkali (NaOH).

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih peneliti sampaikan kepada Rektor Universitas Merdeka Madiun Dr. Ir. Luluk Sulistyono Budi, M.P. yang telah memberikan fasilitas berupa Laboratorium sehingga peneliti dapat melakukan pengujian dengan baik. Peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ir. Sutrisno, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Nur Candra Dana Agusti S.Tr.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada peneliti hingga terselesaikannya penelitian ini. Tak lupa peneliti ucapkan terimakasih kepada kedua orangtua yang telah memberikan dukungan dan semangat serta kepada pihak-pihak yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- ABDILLAH, I. (2020). A: Analisis Komposit Polimer Polypropylene High Impact (Pphi) Berpenguat Serat Nanas Dengan Fraksi Volume 20% Menggunakan Metode Hand Lay-Up. . *Diss. Institut Teknologi Nasional Bandung*.
- Agus, Hariyanto. (2021). "Rekayasa Bahan Komposit Hybrid Sandwic Berpenguat Seat Kenaf Dan Serat Gelas Dengan core Kayu Pinus". Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Asep Prihatno. (2020). "Analisa Pengaruh Letak Susunan Serat Ampas Tebu (Baggase) Terhadap Kekuatan Tarik Menggunakan Epoxy". *Jurnal Teknik Mesin. Politeknik Negeri Bengkalis*
- Astrom, B. (1997). "Manufacturing of Polymer Composite". *Chapman & Hall London*.
- Dwiyati, S. T. (2014). "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Tebu/Poliester". *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ, Edisi terbit III –Terbit 51 halaman*
- Hermawan, Y. a. (2016). "Analisa Sifat Mekanis Biokomposit Laminat Serat Tebu "Polyester". *Prosiding* .
- Hesti Istiqlaliyah, A. S. (2022). "Analisa Pengaruh Proses Alkali Pada Komposit Serat Tebu Bermatrik Polimer". *Jurnal Mesin Nusantara, e-ISSN : 2621-9506, p-ISSN : 2775-7390*
- Lohdy Diana. (2020). " Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer". *jurnal. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*.
- Marhamah, L. a. (2022). "Sintesis Lapisan Hidrofobik Komposit ZnO/PS-SiO₂ untuk Aplikasi Self-cleaning Material.". *Jurnal Fisika Unand 11.4*, 508-514.
- Maryanti B, S. A. (2011). "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik". *Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 2 No.2*, 123-129.
- Minah F, A. S. (2017). "Karakteristik Material Komposit Polimer Polystyrene Dan Serat Tebu". *Jurnal Institut Teknologi Nasional Malang, Vol. 7. No. 1*.

Website : <http://pillar.unmermadiun.ac.id/index.php/pilarteknologi>

- Napitupulu, A. M. (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.
- Nilna Minah, F. a. (2017). "Karakterisasi Material Komposit Polimer Polistyrene Dan Serat Tebu". *jurnal. Vol. 7, No. 1, : 1 -6*
- Nuriyana, F. W. (2020). "Studi Alternatif Perencanaan Dengan Metode Komposit Gedung Fisip Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.". *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)* 8.6.
- Pratama, M. A. (2018). Uji Rheology Lumpur Menggunakan CMC Berbahan Dasar Ampas Tebu Untuk Mengurangi Lost Circulation. *Diss. Universitas Islam Riau*.
- Prihatno, A., & Haripriadi, B. D. (2020). Analisa Pengaruh Letak Susunan Serat Ampas Tebu (Baggase) Terhadap Kekuatan Tarik Menggunakan Epoxy. *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 173-179
- Rambe, M. A. (2017). "Pemanfaatan limbah serat ampas tebu (*saccharum officinarum*) sebagai bahan baku genteng elastis.". *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 5.2, 61-74.
- Ratih Purnama Sari. (2020). Studi perbandingan sifat mekanik fiber glass dan komposit serat rami bermatriks epoxy aplikasi kapal perikanan. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, Vol. 6 No. 2
- Sari, N. H. (2019). Teknologi Papan Komposit Diperkuat Serat Kulit Jagung. *Deepublish. Teknik dan Arsitektur*. 978-623-02-0117-2
- Schwartz, M. (1984). *Composite Materail Handbook*. Singapura: MC.Graw-Hil.
- Sephanie, D. W. (2020). "Studi Perencanaan Alternatif Gedung Laboratorium Terpadu Dengan Metode Komposit Universitas Jember.". *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)* 8.7.
- Siswanto. (2023). "Studi Rekayasa Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Polyester Berpenguat Serat Ampas Tebu dengan Menggunakan Silane Coupling Agent.". *Teknika* 8.1, 65-71.
- Siska Titik Dwiwati .(2020) .*Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Tebu/Poliester*" *Jurnal Fisika Unad, Vol. 3, No. 1*, 30-36
- Sriwita, D. A. (2014). "Pembuatan dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Polyester Ditinjau dari Fraksi Massa dan Orientasi Serat". *Jurnal Fisika Unad, Vol. 3, No. 1*, 30-36.
- Syaputra, R. E. (2022). Pembuatan Plat Komposit Konduktor Polimer Menggunakan Metode Laminating. *Diss. Universitas Islam Riau*.
- Wijaya, D. a. (2022). "Pengaruh Fraksi Volume Serat pada Komposit Hibrid Serat Tebu dan Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik." . *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar. Vol. 13. No. 01*.
- Zainal Arif, H. N. (2021). "Pengaruh Pembebanan Tekan Terhadap Kekuatan Material Komposit diperkuat Serat Ampas Tebu". *JURNAL ILMIAH JURUTERA. VOL.05 No.01 001-008*.