

ISSN 2087-3336 (Print) | 2721-4729 (Online)

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 10, Nomor 1, Januari 2023, hlm 51-58

<http://jurnal.sttcileungsi.ac.id/index.php/tekno>

DOI: 10.37373

Pengaruh campuran plastik *waste* LDPE dan PET bermatrik resin polyester terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro

The effect of mixed LDPE and PET waste plastic polyester resin matrix against tensile strength and microstructure

Imam Mukhamad Asyrofi*, Wawan Trisnadi Putra, Yoyok Winardi

*Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Jawa Timur, Indonesia, 63471

*Jl. Budi Utomo, No 10 Ponorogo, Jawa Timur Indonesia

*Koresponden Email: rofiimam30@gmail.com

Artikel dikirim: 03/08/2022

Artikel direvisi: 28/08/2022

Artikel diterima: 28/08/2022

ABSTRAK

Peningkatan penggunaan plastik dalam kebutuhan sehari-hari menjadi salah satu penyebab dari permasalahan lingkungan yang patut untuk di minimalisir. Sampah plastik menjadi penyumbang terbesar dalam permasalahan ini karena sifatnya yang sulit terurai atau tidak mudah terurai. Daur ulang sampah plastik yang sudah tak terpakai menjadi material jenis baru (komposit) yang dapat dilakukan sebagai usaha untuk meminimalisir penimbunan sampah plastik yang menyebabkan permasalahan lingkungan. Dalam penelitian yang dilakukan kali ini yaitu untuk mengetahui kekuatan tarik dan struktur mikro dari komposit berbahan dasar plastik PET, LDPE, dan resin polyester. Metode yang digunakan dalam eksperimen diawali dengan pemotongan serat plastik PET dan LDPE sesuai dengan spesifikasi masing masing serat kemudian dicampur menjadi satu dan di ikat menggunakan resin polyester berjenis SHCP 2668. Pembuatan spesimen mengacu pada standar pengujian tarik ASTM D368-14. Instrumen uji yang dipakai *TRIPOD* dengan tipe AEV (*electric Double Column Vertical Test Stand*) yang memiliki maksimal beban yang diberikan yaitu 500N sebagai alat uji tarik serta pada pengujian foto mikro alat yang digunakan yaitu *Metallurgical Microscope 4XC* dan kemudian data hasil pengujian dianalisa. Hasil dari pengujian tarik tertinggi sebesar 10.679 N/mm^2 yang didapatkan dari komposit dengan komposisi 85%:15% dan untuk nilai kekuatan tarik terendah komposit yaitu 5.172 N/mm^2 yang di dapat oleh komposit dengan komposisi 70%:30%, selain memiliki nilai terendah campuran ini juga memiliki tingkat kerapatan rendah ditandai dengan adanya gelembung udara atau void yang cukup banyak dari hasil uji foto mikro sedangkan untuk komposit dengan dengan tingkat kerapatan baik ditunjukkan pada campuran 85%:15% karena tidak terdapat gelembung atau void pada hasil uji foto mikro. Dari hasil penelitian atau pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa jumlah atau persentase void (gelembung udara) sangat mempengaruhi kekuatan tarik dari suatu komposit. Akumulasi serat dalam jumlah yang banyak menyebabkan matrik tidak dapat mengikat serat secara menyeluruh sehingga timbul gelembung udara atau void akibat kekosongan ruang dari spesimen.

Kata Kunci: Uji Tarik; PET; LDPE; Resin polyester.

ABSTRACT

One of the causes of environmental issues that needs to be reduced is the rise in the usage of plastic in daily necessities. The majority of this problem's trash is made up of plastic because it decomposes slowly or not at all. In an effort to reduce the buildup of plastic trash that harms the environment, discarded plastic debris can be recycled into a new form of material (composite). This time, research was done to ascertain the microstructure and tensile strength of composites manufactured from PET, LDPE, and polyester resins. The experiment's



TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi & Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

methodology starts with cutting PET and LDPE plastic fibers in accordance with each fiber's specifications. After that, the fibers are combined and bound with polyester resin of the SHCP 2668 type. The specimens were created in accordance with ASTM D368-14, the tensile test standard. As a tensile test tool, the TRIPOD with the AEV (electric Double Column Vertical Test Stand) type is utilized, and as a tool for microphoto testing, the Metallurgical Microscope 4XC is employed. The test result data is then examined. Results of the highest tensile test, 10,679 N/mm², were obtained from composites with a composition of 85%:15%, while the lowest tensile strength value of composites, 5.172 N/mm², was obtained by composites with a composition of 70%:30%. In addition to having the lowest value, this mixture also has a low density level, which is indicated by the presence of air bubbles or voids that deviate significantly from the results of the micro photo test. It is clear from study or testing results that a composite's tensile strength is significantly influenced by the quantity or percentage of voids (air bubbles). Large fiber accumulation makes the matrix unable to completely bind the fibers, leading to air bubbles or voids due to the specimen's empty space.

Keywords: Tensile Test; PET; LDPE; Polyester resin

1. PENDAHULUAN

Peningkatan penggunaan plastik dalam kebutuhan sehari-hari menjadi salah satu penyebab dari permasalahan lingkungan yang patut untuk di minimalisir. Sampah plastik menjadi penyumbang terbesar dalam permasalahan ini karena sifatnya yang sulit terurai atau tidak mudah terurai. Daur ulang sampah plastik yang sudah tak terpakai menjadi material jenis baru (komposit) yang dapat dilakukan sebagai usaha untuk meminimalisir penimbunan sampah plastik yang menyebabkan permasalahan lingkungan.

Penggabungan dari dua atau lebih material yang memiliki karakter berbeda dengan tujuan mendapatkan sifat dan karakter yang baru biasa disebut juga dengan komposit [1]. Penggunaan komposit dapat diaplikasikan pada spare part mobil maupun motor, bagian turbin angin, peredam suara dan masih banyak contoh pengaplikasian yang dapat dilakukan pada penggunaan komposit. Bahan baku penyusun komposit yaitu pengikat dan serat penguat, resin polyester adalah salah satu bahan pengikat yang kerap digunakan. Tetapi ada kekurangan pada sifat resin polyester yaitu getas, maka fungsi dari serat disini adalah untuk meningkatkan kekuatan dari resin polyester. Bentuk, ukuran, dan homogenitas sebuah serat sangat mempengaruhi kekuatan yang dihasilkan dari suatu komposit [2].

Polyethylene Terephthalate (PETE/ PET) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE/PE-LD) merupakan dua jenis plastik yang bisa dipergunakan sebagai serat penguat pada komposit. Plastik PET merupakan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan botol air mineral, minuman ringan, dan saus yang sering ditemukan di kehidupan sehari hari, untuk LDPE biasa digunakan pada plastik sampah, jas hujan, dan peralatan komputer.

Untuk mendapatkan material komposit yang memiliki sifat ringan, berkualitas baik, murah, dan mudah ditemukan, maka penelitian terhadap komposit terus dikembangkan [3]. Penelitian bertemakan komposit yang menggunakan komposisi alami maupun sintesis sering dilakukan, seperti penelitian yang dilakukan [4] dengan penelitian mengenai analisis kekuatan tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer dengan hasil regangan tertinggi terjadi pada serat PET dengan nilai 1,87 %. Pada penelitian kedua terkait karakteristik komposit berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit menggunakan NaOH dengan fraksi volume 4 %, 6 % Dan 8 % dari [5] yang memperoleh hasil 36,3 Mpa yang menjadi kekuatan tarik tertinggi serta regangan tertinggi yaitu 1,95% yang terjadi pada komposisi serat 4%. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa penurunan kekuatan terjadi dikarenakan penumpukan serat yang mengakibatkan matrik tidak dapat merata pada sela-sela serat.

Penelitian [4], [5] akan menjadi referensi pada penelitian ini. Dimana komposit serat plastik PET dikombinasikan dengan plastik LDPE yang dilakukan dengan merajang sampah plastik sehingga berukuran makro serta memanjang dan diikat oleh matrik berjenis resin polyester dengan cetakan serta pengujian tarik mengacu pada ASTM D638-14. Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik

material komposit, yang menggunakan sampel dari setiap komposisi sebagai pembanding. dalam penentuan jumlah persentase ketiga komposisi material komposit didapat dari hasil studi literatur dari penelitian sebelumnya.

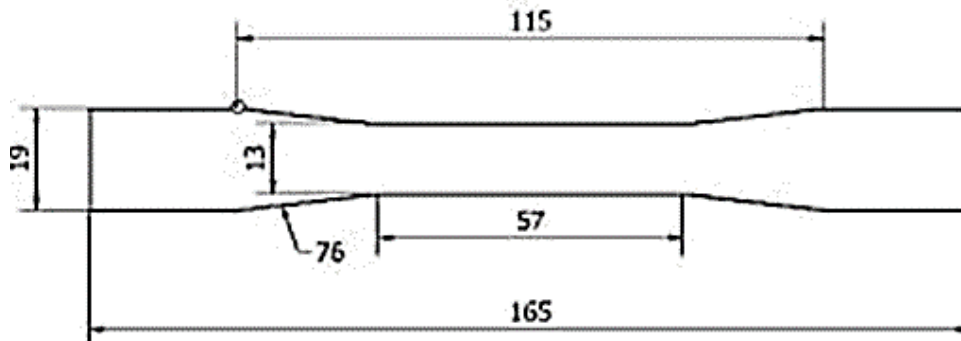
2. METODE.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Percobaan ini dilakukan dengan pembuatan komposit yang diawali dengan pemotongan serat dengan bahan *waste plastic* PET dicampur dengan *waste plastic* LDPE yang berperan sebagai serat, dan Sedangkan resin polyester berperan sebagai pengikat dengan memadukan antara serat acak dan serat bersambung dengan spesifikasi serat sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi serat

Serat	Bersambung		Acak		Tebal (mm)
	P (mm)	L (mm)	P (mm)	L (mm)	
PET	165	2	2	2	0,5
LDPE	165	2	2	2	0,04

Kemudian dilanjutkan dengan penimbangan antara serat dan matrik sesuai persentase, pencetakan dilakukan dengan metode *head lay-up* dengan spesifikasi cetakan yang mengacu pada standar [6] sebagai berikut:



Panjang (p)	: 165 mm
Lebar (l)	: 19 mm
Tebal (t)	: 3 mm
Lebar dalam	: 13 mm
Panjang dalam	: 57 mm

Gambar 1. Desain spesimen uji tarik

Sebelum proses pencetakan cetakan spesimen dibersihkan dan diolesi wax anti lengket. Pencetakan dilakukan selama 6 jam dengan pemberian beban pada penutup cetakan sebesar 1 kg dan dilakukan finishing dengan merapikan hasil cetakan menggunakan cutter. kemudian dilakukan tahap uji tarik sesuai standar pengujian ASTM D638-14 dan ditutup dengan pengamatan struktur mikro atau uji mikro pada produk tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian ini dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Ponorogo. Dengan standar pengujian ASTM D638-14 untuk mengetahui kekuatan maksimum dari komposit terhadap beban tarik yang diberikan. Pengujian ini menggunakan 12 buah sampel spesimen, hasil uji dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. spesimen setelah diuji tarik

Hasil pengujian tarik disajikan dalam bentuk tabel dapat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian tarik

Sampel Spesimen	Komposisi Spesimen Resin			T (mm)	W (mm)	Beban Max (N)
	PET	LDPE				
1						272.9
2	70%	15%	15%	3	13	186.1
3						146.2
					Rata-rata:	201.7
1						257.8
2	75%	12.5%	12.5%	3	13	250.5
3						291.3
					Rata-rata:	266.4
1						322.7
2	80%	10%	10%	3	13	369.2
3						375.6
					Rata-rata:	355.8
1						421.4
2	85%	7.5%	7.5%	3	13	419.7
3						408.5
					Rata-rata:	416.5
1	100%	-	-	3	13	454.2

Campuran 1 dengan perbandingan antara matrik resin polyester dan serat PET serta LDPE adalah 70% :30% memiliki nilai rata-rata 201.7 N yang merupakan nilai rata-rata terendah sedangkan pada campuran ke 4 dengan perbandingan 85%:15% menghasilkan nilai rata-rata 416.5 N dimana ini merupakan nilai rata-rata tertinggi dari keempat campuran. Kemudian hasil rata-rata dari setiap campuran dimasukkan dalam rumus persamaan sebagai berikut:

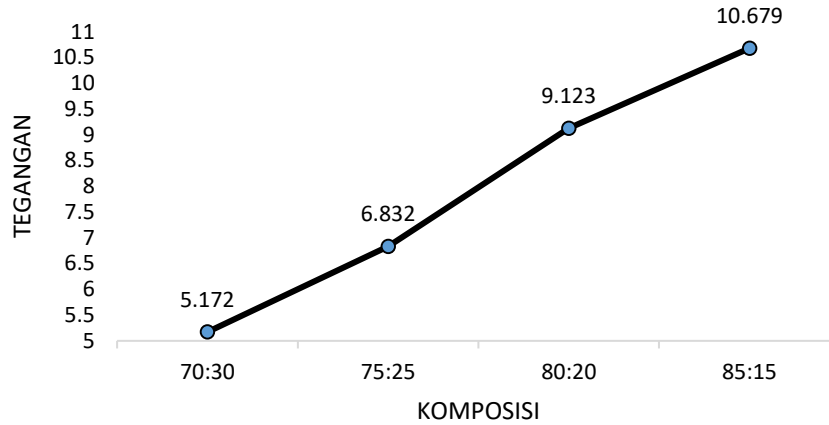
$$(1) \quad (\sigma) = \frac{F}{A} (N/mm^2)$$

σ = Tegangan (N)

F = Gaya yang bekerja (N)

A = Luas Penampang Spesimen (mm^2) [7].

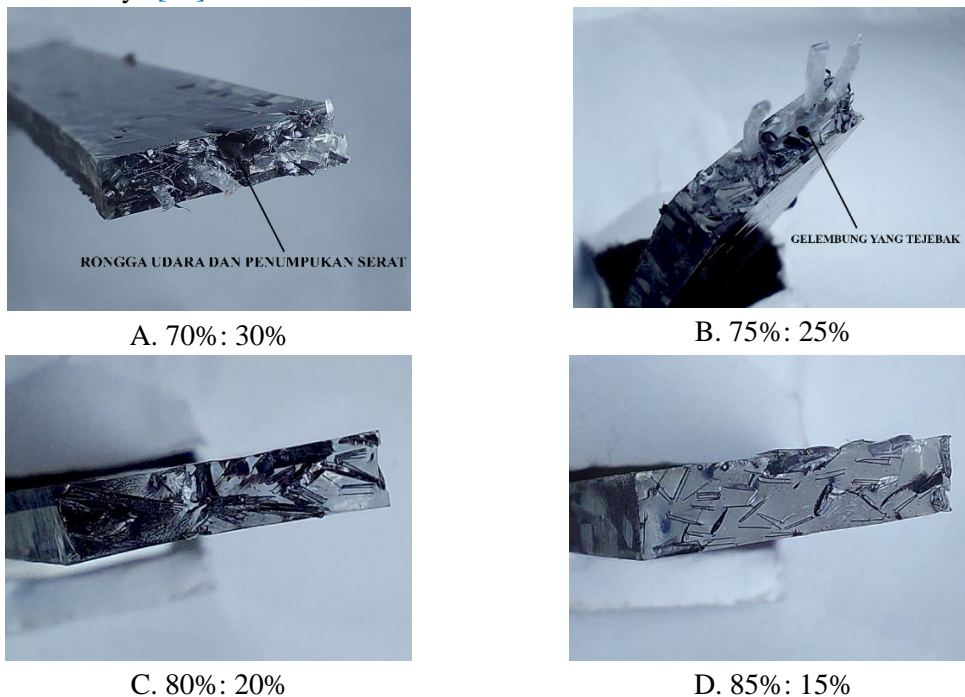
Hasil dari persamaan tersebut disajikan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik tegangan uji tarik

Gambar 3 dapat diketahui bahwa rata-rata tertinggi di dapat dari campuran ke empat dengan komposisi perbandingan resin dan serat 85%:15% dengan nilai 10.679 (N/mm^2) kemudian mengalami penurunan pada campuran 3 dengan perbandingan 80%:20% dengan nilai 9.123 (N/mm^2) dan grafik terus menurun pada campuran 2 dengan komposisi perbandingan 75%:25% dengan nilai 6.832 (N/mm^2), pada campuran ke satu nilai yang didapat yaitu 5.172 (N/mm^2) yang merupakan nilai terendah dari perbandingan komposisi 70%:30%.

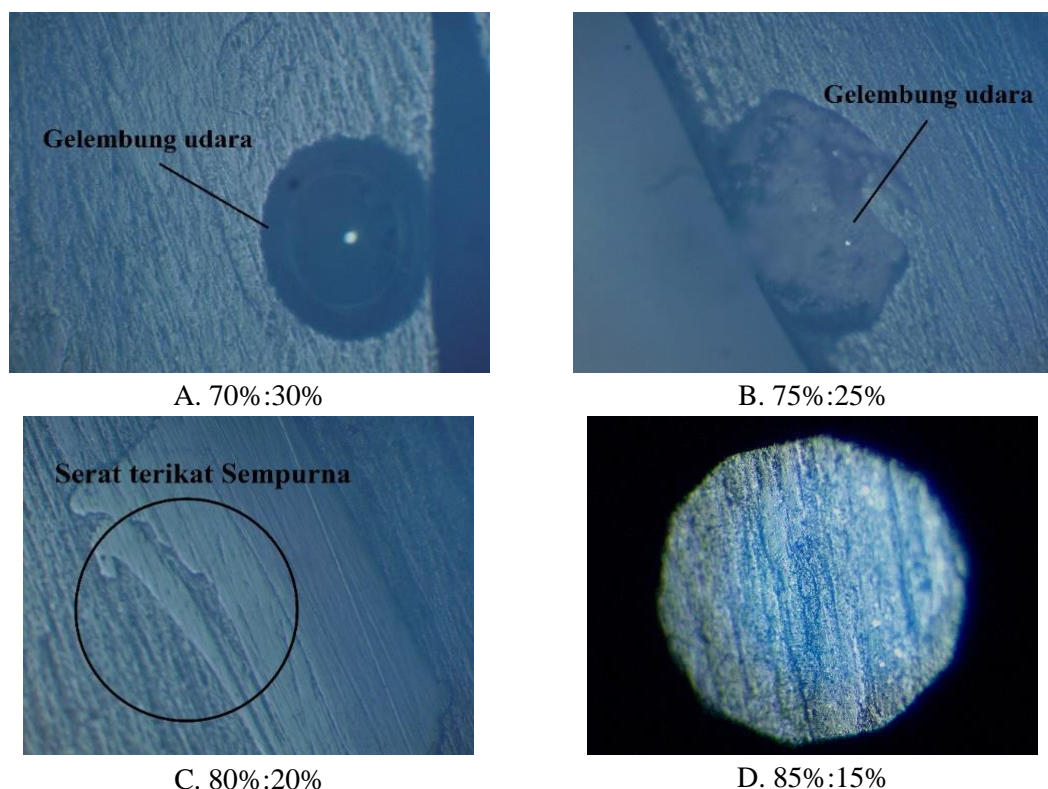
Secara garis besar fraksi volume sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik [8], serat penguat yang semakin bertambah tanpa diikuti penambahan pengikat dalam hal ini adalah resin polyester dan tanpa diikuti penambahan dimensi dari spesimen maka dapat mengakibatkan kepadatan dari komposit berkurang sehingga gelembung udara dapat muncul dalam jumlah yang banyak [9]. Hal ini tentunya dapat mempengaruhi kekuatan dari komposit di tambah dengan penataan yang sulit saat pencetakan, membuat serat menumpuk sehingga resin tidak dapat merata ke seluruh bagian serat dan gelembung akan muncul di dalamnya [10].



Gambar 4. uji foto makro

Terlihat pada gambar 3 bahwa campuran A 70%:30% memiliki kerapatan yang kurang baik karena banyak gelembung yang terdapat di antara serat, serat menumpuk sehingga resin tidak dapat sepenuhnya mengikat, tentu campuran ini memiliki nilai kekuatan tarik paling rendah [11]. Pada campuran B. 75:25% masih terdapat gelembung udara yang cukup lebar di tengah patahan hal ini sangat berpengaruh terhadap kekuatan komposit. Pada campuran ke C 80%:20% terlihat lebih banyak sisi serat yang dapat terikat oleh matrik sehingga gelembung udara mulai tak nampak pada foto makro diatas, hal ini dapat meningkatkan kekuatan tarik dari komposit [12].

Pada campuran D 85%:15% memiliki kerapatan yang baik tidak terdapat gelembung udara dan menghasilkan patahan yang mengkilap, campuran D memiliki kekuatan tarik paling tinggi daripada ketiga campuran sebelumnya karena matrik mengikat serat dengan kuat [4]. Secara keseluruhan patahan yang terlihat dari foto makro tidak terjadi pengecilan diameter dan perpanjangan, permukaannya pun relatif rata dan mengkilap. Hal ini menunjukkan bahwa spesimen ini bersifat getas [13].



Gambar 5. Uji foto mikro

Gambar 4 dapat dilihat bahwa campuran A. 70%:30% memiliki kerapatan yang buruk dan banyak terdapat gelembung udara, lalu pada campuran ke B. 75%:25% terdapat gelembung namun kepadatan pada campuran ini baik sehingga membuatnya memiliki kekuatan tarik sedang. Pada campuran C. 80%:20% serat PET menyatu sempurna dengan dimana semakin besar nilai kepadatan serat dan matrik maka akan semakin besar pula kekuatan tarik dari komposit [14]. Pada campuran D memiliki kerapatan paling baik, tidak terdapat gelembung, menghasilkan permukaan yang sangat halus dan padat, matrik dan serat menyatu dengan sempurna sehingga campuran D. 85%:15% memiliki kekuatan paling maksimal [15], [16].

4. SIMPULAN

Setelah dilakukan proses mulai dari pembuatan spesimen hingga pengujian tarik dan struktur mikro pada campuran antara waste plastik LDPE dan PET serta *resin polyester* serta telah melakukan analisis dari data yang telah diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan bahwa komposit dengan tingkat

tegangan tarik tertinggi diperoleh dari komposisi resin polyester 85%, PET 7.5%, dan LDPE 7.5% dengan nilai 10.679 (N/mm²) dan untuk spesimen dengan nilai uji tarik terendah dari spesimen dengan komposisi resin polyester 70%, PET 15%, dan LDPE 15% dengan nilai tarik 5.172 (N/mm²). Sedangkan nilai rata-rata pada tegangan tarik adalah 7.858 (N/mm²). Pada hasil foto mikro dapat disimpulkan bahwa kuat atau tidaknya komposit di tentukan dari kerapatan, kesempurnaan pengikatan matrik terhadap serat, serta gelembung udara yang minim atau tidak ada sama sekali. Dari keempat campuran spesimen yang diteliti tingkat homogenitas yang rendah disebabkan oleh matrik yang tidak dapat menyatu dengan serat secara sempurna baik dari segi sifat maupun ukuran dari material sehingga besar kemungkinan hal tersebut mempengaruhi tingkat kekuatan tarik suatu komposit.

REFERENSI

- [1] jonathan oroh, "ANALISIS SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT DARI SERAT SABUT KELAPA," *Music. Times*, vol. 126, no. 1712, p. 583, 1985, doi: 10.2307/964910.
- [2] A. Taka, F. Kristianta, and I. Sholahuddin, "Variasi Ukuran terhadap Kekerasan dan Laju Keausan Komposit Epoxy Alumunium-Serbuk Tempurung Kelapa untuk Kampas Rem," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 8, no. 3, pp. 149–153, 2017, doi: 10.21776/ub.jrm.2017.008.03.5.
- [3] F. Azharul, Rahmawati, Harno, Wilarso, and Mujiarto, "Additionalto Synthetic Fiber on Materials Plastic Injection to Minimize Product Defects," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1764, no. 1, doi: 10.1088/1742-6596/1764/1/012153.
- [4] L. Diana, A. Ghani Safitra, and M. Nabel Ariansyah, "Analisis kekuatan tarik pada material komposit dengan serat penguat polimer," vol. 4, no. 2, pp. 59–60, 2020.
- [5] G. Estu Nugroho, "TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN NaOH THE CHARACTERISTIC OF FIBER COMPOSITE EMPTY BUNCH OF PALM OIL USED NaOH WITH VOLUM FRACTION," vol. 4, 2017.
- [6] ASTM D638-14, "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics 1," no. January 2004, pp. 1–15, 2006, doi: 10.1520/D0638-14.1.
- [7] Omega, "Force-Related Measurements: Pressure • Strain • Weight • Acceleration • Torque," *Transactions*, vol. 3, p. 86, 2000.
- [8] R. Raliannoor and D. Rahmalina, "Pengaruh Fraksi Volume Penguat 2, 2,5 Dan 3% Serat Bambu Haur Dan Fiberglass Terhadap Kekuatan Tarik Matriks Poliester," *Info-Teknik*, vol. 20, no. 2, p. 141, 2020, doi: 10.20527/infotek.v20i2.7710.
- [9] D. C. Malessy, "Karakteristik Mekanis Dari Variasi Koomposit Polimer Dengan Fraksi Berat Fiberglass 20% Dengan Arah Serat Discontinuous Sebagai Penguat Bahan," 2021.
- [10] I. M. Septayana, "ANALISA UJI TARIK PADA PEMBUATAN PLAT KOMPOSIT SERAT FIBER DENGAN METODE VACUUM ASSISTED RESIN INFUSION (VARI)," *Syria Stud.*, vol. 7, no. 1, pp. 37–72, 2015, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625.
- [11] I. D. G. A. Subagia, "Studi Eksperimen Sifat Mekanis Hibrid Komposit Epoxy dengan Penguat Serat Karbon dan Serat Basalt pada Beban Tarik," no. Snttm Xiv, pp. 7–8, 2015.
- [12] L. Prabowo, "Pengaruh perlakuan kimia pada serat kelapa (Coir fiber)," *Tek. mesin Univ. sanata dharma*, pp. 7–17, 2007.
- [13] H. Hestiawan and A. Fauzi, "Studi Pengaruh Fraksi Volume dan Susunan Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Resin Berpenguat Serat Rotan (Calamus Trachycoleus)," *J. Mech.*, vol. 5, no. 1, pp. 3–6, 2014.
- [14] Amarudin, "Pengujian yang dilakukan antara dua material untuk mengetahui kecocokan antara bahan satu dengan bahan yang lain untuk di jadikan komposit . Pada penelitian ini adalah kecocokan antara serat dengan matrik resin polyester nilai kecocokan dapat dilakukan de," no. 2005, 2016.
- [15] N. Fitriadi and A. S. Polytechnic, "Analisa Pengaruh Gelembung Udara terhadap Perilaku Mekanik Material Concrete Foam Dicampur Serat TKKS," no. December 2014, 2018.

- [16] dan M. F. S. Kristomus Boimau, Ishak S. Limbong, “Seminar nasional sains dan teknik fst undana (sainstek),” *Kaji. Awal Ekstraksi Silika Dari Pasir Noeltoko Menggunakan X-Ray Fluoresc.*, no. June, pp. 278–289, 2019.