

# Pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan tarik hibrid komposit serat pelepah pisang - serat kaca bermatriks epoksi

Muhammad Galih<sup>1</sup>, Hilmi Iman Firmansyah<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang  
Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141  
Email korespondensi: [firmanyahilmi@polinema.ac.id](mailto:firmanyahilmi@polinema.ac.id)

## Abstrak

Pelepah pisang merupakan bagian dari pisang yang jarang dimanfaatkan bahkan dijadikan limbah oleh masyarakat Indonesia. Didalam pelepah pisang, terdapat serat yang dapat digunakan sebagai material penguat hibrid komposit. Pemilihan serat kaca dikarenakan memiliki nilai kekuatan yang baik, ringan, dan harga yang murah. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan tarik komposit hibrid serat pelepah pisang dan serat kaca bermatriks epoksi. Serat direndam kedalam larutan NaOH 5%. Fraksi volume yang digunakan adalah 40%, 50%, dan 70% serat. Dengan perbandingan jumlah serat pelepah pisang dan serat kaca 1 : 1. Standar ukuran spesimen yang digunakan adalah ASTM D638-14 dan metode pembuatan komposit menggunakan metode Hand lay-up. Setelah melakukan proses pengujian tarik yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa fraksi volume 70% memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi dengan nilai tegangan sebesar 80,2 MPa dengan nilai regangan sebesar 0,07%. Kata kunci: Komposit hibrid, pelepah pisang, serat kaca, uji tarik.

**Kata kunci:** Komposit hibrid, pelepah pisang, serat kaca, uji tarik.

## Abstract

Banana leaf is a part of the banana that is rarely utilized and even used as waste by the Indonesian people. Inside the banana leaf there are fibers that can be used as a hybrid composite reinforcement material. The choice of glass fiber is because it has good strength value, light weight, and low price. This study has a goal to determine the effect of volume fraction on the tensile strength of hybrid composites of banana leaf fibers and epoxy-matrixed glass fibers. The fibers were soaked in 5% NaOH water. The volume fractions used were 40%, 50%, and 70% fiber. The specimen size standard used is ASTM D638-14 and the composite manufacturing method uses the Hand lay-up method. After conducting the tensile testing process, it was found that the 70% volume fraction had the highest tensile strength value with a stress value of 80.2 MPa and a strain value of 0.07%.

**Keyword:** Hybrid composite, banana leaf, glass fiber, tensile test

## 1. Pendahuluan

Perkembangan industri manufaktur membuat kebutuhan terhadap material semakin meningkat. Dampak dari hal tersebut adalah memicu kelangkaan material sehingga menyebabkan kenaikan harga material dan biaya produksi. Salah satu solusi untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan penggunaan material alternatif yang memiliki sifat yang hampir sama, baik dari sifat fisik maupun mekanik. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka material alternatif yang dapat digunakan adalah komposit. Komposit merupakan perpaduan dari dua ataupun lebih material yang memiliki sifat berbeda yang digabung menjadi satu menghasilkan material yang mempunyai sifat fisik, mekanik maupun karakteristik yang beda dari material pembentuknya [1].

Material pembentuk komposit adalah matriks sebagai pengikat dan serat sebagai penguat. Serat memiliki dua jenis yaitu serat alami dan serat buatan. Kedua serat memiliki keunggulan dan kekurangan masing – masing bergantung kepada kebutuhan dan

kondisi yang diperlukan. Uji tarik bertujuan untuk mengukur kekuatan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas bahan dengan kecepatan konstan. Ukuran Spesimen uji memiliki standart yang bertujuan untuk membandingkan hasil pengujian dengan hasil pengujian yang lain di tempat yang berbeda [2].

Penelitian ini menggunakan gabungan serat sintesis dan serat alami yaitu serat pelepah pisang batu (*Musa Balbisiana Colla*) dan serat kaca (*Fiberglass*). Matriks yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin epoksi dan dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui sifat mekanik dari komposit. Sebelumnya terdapat penelitian yang meneliti tentang hibrid komposit. akan tetapi penelitian tersebut mengarah ke hibrid dengan serat sejenis serat alami serat pisang kepok (*Musa Paradisiaca*) dan serat pinang (*Areca Catechu L*) dengan melakukan pengujian tarik. Didapatkan hasil bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi didapatkan dengan fraksi volume 15% : 15% dengan nilai

kekuatan tarik sebesar 16,33 MPa [3]. Terdapat penelitian lain yang serupa tetapi menggunakan perpaduan serat alami berupa serat kenaf dengan serat buatan berupa serat *E-glass* anyam dan dilakukan pengujian tarik. Diperoleh Kesimpulan nilai kekuatan tarik berbanding lurus dengan fraksi volume [4].

Alasan penggunaan serat pelepah pisang adalah karena ketersediaan di alam yang melimpah dan juga kurang dimanfaatkan oleh masyarakat sehingga menjadi limbah. Penggunaan serat kaca dalam hal ini dikarenakan salah satu serat sintesis dengan nilai kekuatan mekanik yang tinggi, memiliki sifat isolasi yang baik tetapi memiliki harga yang murah [5]. Pemanfaatan serat kaca sering digunakan dalam industri otomotif seperti *body* mobil [6]. Pemilihan fraksi volume dimaksudkan untuk menemukan komposisi dari kedua serat dan matriks yang pas, sehingga menghasilkan nilai kekuatan tarik yang maksimal. Kedua serat di gabungkan dengan menggunakan serat epoksi. Epoksi merupakan kelompok polimer yang digunakan sebagai perekat dan pelapis pada material komposit dan sangat banyak diaplikasikan pada otomotif, perkapalan, luar angkasa, serta peralatan elektronika [7]. Kelebihan epoksi adalah memiliki adhesi yang baik, memiliki daya tahan (*durability*), dan mempunyai sifat sebagai penghalang korosi. Akan tetapi epoksi juga mempunyai kelemahan, yaitu memiliki sifat getas, mempunyai ketahanan cuaca yang buruk, dan lambat mengering pada suhu rendah [8]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui fraksi volume apakah mempengaruhi kekuatan dari hibrid komposit. Dan juga untuk memanfaatkan pelepah pisang yang merupakan bagian dari pisang yang kurang dimanfaatkan sebagai penguat dari komposit Bersama dengan serat kaca.

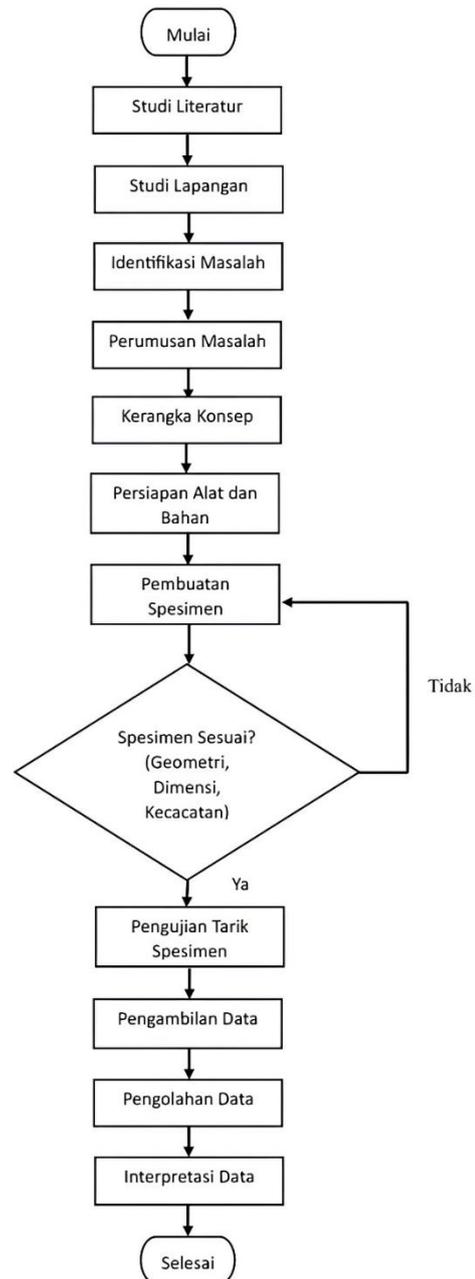
## 2. Metode

Penelitian ini termasuk kedalam penelitian kuantitatif dengan pemilihan variabel bebas fraksi volume serat sebesar 40%, 50% dan 70%. Variabel terikat yang digunakan adalah nilai kekuatan tarik. Dan dilakukan analisis hubungan kekuatan tarik dengan fraksi volume.

Spesimen uji memiliki dimensi yang sesuai berdasarkan ASTM D638-14 dengan ketebalan ukuran 4 mm. dalam pembuatan komposit, perbandingan serat pelepah pisang dan serat kaca adalah 3 : 2. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Serat kaca (*Fiberglass*), Serat Pelepah Pisang (*Musa Balbinasa Colla*) Resin Epoksi, Alat Potong, Pengunci Cetakan, Cetakan, NaOH, *Mirror Glaze*, Timbangan Digital.

Tahap awal dalam penelitian ini adalah studi literatur yang berkaitan dengan penelitian tentang komposit. Pembuatan kerangka konsep penelitian ini berdasarkan pengamatan sekitar dan penelitian terdahulu yang berkaitan. Tahap awal pembuatan

spesimen adalah persiapan alat dan bahan, spesimen dibuat harus sesuai dengan geometri, dimensi ataupun tanpa adanya kecacatan pada spesimen. Setelah semua spesimen dibuat dilakukan pengujian tarik sehingga didapatkan data dari pengujian tarik spesimen. Setelah memperoleh data dilakukan pengolahan data dan interpretasi data berdasarkan data dari pengujian tarik.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik *Tarno Grocki* yang berada di bengkel Perlakuan Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Hasil dari pengujian tarik berupa angka dan grafik. Angka disini merupakan beban tarik (kgf) dan pertambahan panjang spesimen

(mm). Pengujian dilakukan dengan menggunakan variabel fraksi volume sebesar 40%, 50%, dan 70%. Data yang diperoleh dirubah kedalam nilai tegangan dan regangan.

Data yang diperoleh dalam bentuk beban tarik (kg) dan pertambahan panjang (mm). beban tarik dirubah dalam bentuk Newton agar dapat di masukkan kedalam rumus tegangan tarik

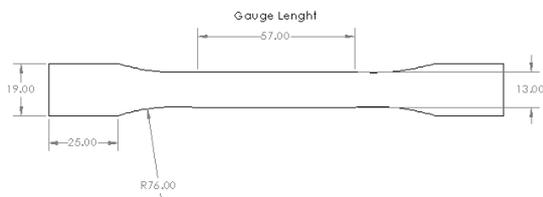
$$F = Kgf \times 9,80665 \dots \dots \dots (1)$$

Setelah mengetahui nilai F, maka langkah selanjutnya adalah mencari mencari luas penampang dari spesimen. Luas penampang dalam standar ASTM D6438-14 adalah

$$A = \text{lebar gauge length} \times \text{tebal spesimen} \dots \dots \dots (2)$$

$$A = 13 \times 4$$

$$A = 52 \text{ mm}^2$$



**Gambar 2.** Ukuran Spesimen Berdasarkan ASTM D638-14

Setelah mengetahui luas penampang spesimen maka dapat dimasukkan kedalam rumus tegangan (3)

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (3)$$

keterangan :

$\sigma$  = Tegangan (MPa)

F = Gaya / beban tarik (N)

A = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)

Untuk mencari regangan dari spesimen dapat menggunakan rumus :

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

$$\epsilon = \frac{(L_1 - L_0)}{L_0} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

$\epsilon$  = Regangan (%)

L<sub>1</sub> = Panjang setelah dilakukan pengujian tarik (mm)

L<sub>0</sub> = Panjang mula – mula (mm)

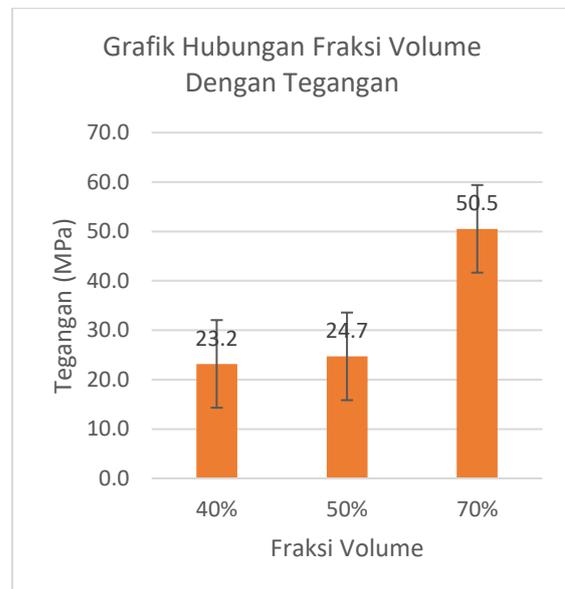
Setelah mengolah data dari nilai mentah yang berupa beban tarik dan pertambahan panjang, data yang

didapat berupa tegangan dan regangan dari semua spesimen. Berikut merupakan hasil dari pengolahan data :

**Tabel 1.** Hasil Pengujian tarik pada spesimen tarik.

Fraksi Volume	Spesimen	Tegangan (MPa)	Regangan (%)
40%	1	13,5	0,03
	2	27,6	0,04
	3	8,10	0,02
	4	12,8	0,05
	5	27,9	0,06
50%	1	25,8	0,07
	2	29,3	0,04
	3	21,8	0,03
	4	29,5	0,08
	5	18,2	0,06
70%	1	55,8	0,03
	2	51,8	0,03
	3	80,2	0,05
	4	34,5	0,04
	5	71,1	0,04

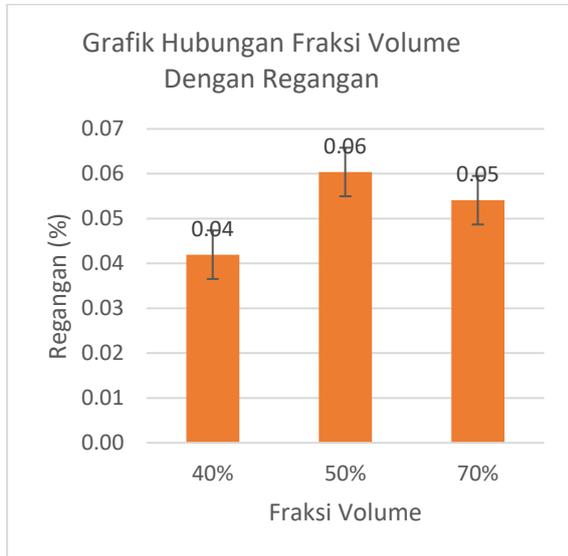
Berdasarkan **Tabel 1.** diketahui nilai tertinggi didapatkan fraksi volume 70% dengan nilai tegangan sebesar 80,2 MPa dengan regangan sebesar 0,05%. Nilai terendah didapatkan fraksi volume 40% sebesar 8,10 MPa dengan nilai regangan tertinggi sebesar 0,06%. Berikut merupakan grafik hubungan antara fraksi volume dengan tegangan dan regangan.



**Gambar 3.** Grafik hubungan fraksi volume dengan tegangan

Pada **Gambar 3.** Diketahui nilai tegangan rata – rata dari fraksi volume 40% adalah sebesar 18,1 Mpa. Fraksi volume 50% memiliki nilai tegangan rata –

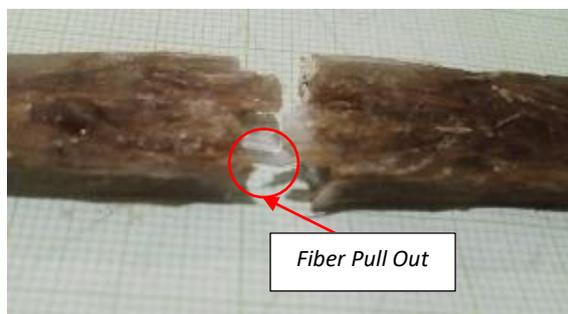
rata sebesar 24,9 Mpa. Sedangkan fraksi volume 70% memiliki nilai tegangan tertinggi dengan rata - rata sebesar 58,6 MPa. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui pertambahan tegangan berbanding lurus dengan fraksi. Hal ini disebabkan karena banyaknya serat yang berfungsi sebagai penguat berjumlah lebih banyak sehingga komposit mampu menahan beban yang lebih besar.



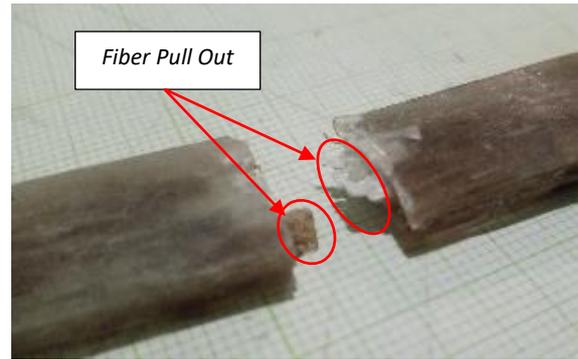
**Gambar 4.** Grafik hubungan fraksi volume dengan regangan

Berdasarkan grafik diketahui bahwa fraksi volume 70% memiliki nilai regangan terendah sebesar 0,04%. Fraksi volume 50% memiliki nilai regangan paling tinggi sebesar 0,05% fraksi volume 40% mempunyai nilai regangan yang lebih tinggi dibandingkan fraksi volume 70% sebesar 0,04%. Penyebab tingginya nilai regangan pada fraksi volume 50% dikarenakan berbagai faktor. Kondisi spesimen yang sedikit basah atau kurang kering sehingga spesimen tidak getas akan tetapi ulet menyebabkan nilai regangan lebih tinggi tetapi nilai tegangan yang lebih rendah.

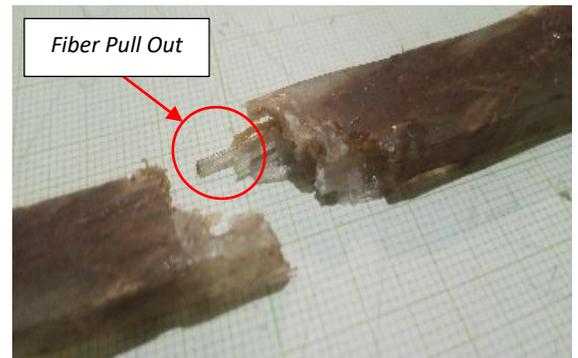
Berikut merupakan contoh patahan yang terjadi pada sampel dari tiap fraksi volume :



(a)



(b)



(c)

**Gambar 5.** Gambar Patahan (a) Fraksi Volume 40% (b) Fraksi Volume 50% (c) Fraksi Volume 70%

Berdasarkan hasil patahan diketahui hasil patahan fraksi volume 40% (a) adalah *fiber pull out*. Penyebab *fiber pull out* dikarenakan ikatan antara matriks dengan serat yang kurang kuat sehingga ketika diberi beban menyebabkan serat terlepas dari ikatan.

Fraksi volume 50% (b) memiliki patahan *fiber pull out*. terlihat terdapat serat kaca dan serat pelepah yang terlepas dari matriks, penyebabnya adalah karena kegagalan matriks dalam mengikat serat sehingga ketika diberi beban tarik maka serat akan terlepas.

Berdasarkan hasil gambar (c) fraksi volume 70% menghasilkan patahan getas yang terdapat *fiber pull out* dan terdapat *void*. Penyebab *void* dikarenakan terdapat udara yang terperangkap dalam spesimen sehingga menyebabkan gelembung pada spesimen [9]. *Fiber pull out* disebabkan oleh ikatan antara serat dengan matriks tidak kuat sehingga terlepas atau tercabut [10]. *Void* mempengaruhi nilai kekuatan tarik. Hal ini terjadi karena ikatan yang terbentuk kurang sempurna, baik karena gelembung maupun serat itu sendiri.

Data yang didapatkan kemudian di olah kedalam *Analysis of Variance* (ANOVA) menggunakan bantuan *software statistic*.

**Tabel 2.** Hasil ANOVA menggunakan bantuan Software statistic.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Fraksi Volume	2	7082	3541.2	18.33	0.0001
Error	42	8114	193.2		
Total	44	15197			

Analisis data menggunakan bantuan software statistic didapatkan hasil bahwa nilai P-Value sebesar 0,0001. Dikarenakan nilai P-Value < 0,05 maka H0 ditolak dan H1 diterima sehingga terdapat pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan tarik Hybrid komposit.

#### 4. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian terhadap semua spesimen, didapatkan hasil bahwa :

- Fraksi volume memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik Hybrid komposit. Pertambahan fraksi volume berbanding lurus dengan pertambahan kekuatan tarik Hybrid komposit.
- Nilai kekuatan tarik terendah didapatkan fraksi volume 40% adalah sebesar 18,1 Mpa. Fraksi volume 50% memiliki nilai tegangan rata – rata sebesar 24,9 Mpa. Sedangkan fraksi volume 70% memiliki nilai tegangan tertinggi dengan rata - rata sebesar 58,6 MPa.

#### Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penyusun haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia kesehatan, kesempatan, dan semangat yang tinggi sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan lancar. Sekaligus berterimakasih kepada : 1) Bapak Supriatna Adhisuwignnjo, ST., MT., selaku Direktur Politeknik Negeri Malang. 2) Bapak Ir. Pipit Wahyu Nugroho, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. 3) Bapak Kris Witono, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Mesin Produksi dan Perawatan 4) Bapak Hilmi Iman Firmansyah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis. 5) Dosen, Tenaga Kependidikan dan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, khususnya Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, yang memberikan dukungan atas terselesaikannya Skripsi. 6) Semua pihak yang telah membantu penyelesaian Skripsi.

#### Daftar Pustaka

- Fuazzidin R, Dewi Anjani R, Naubnome V. Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Pelepah Pisang Kepok Dengan Polyester Dan Filler Terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha* [Internet]. 2023;11(2):226. Tersedia pada: <http://10.23887/jptm.v11i2.66002>
- Hadi S. *Teknologi Bahan*. 1 ed. C aditya A, editor. Yogyakarta: CV. ADI OFFSET; 2016. 51–68 hlm.
- Paundra F, Setiawan AD, Muhyi A, Qalbina F, Mesin T, Teknologi I, dkk. Analisis Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Berpenguat Serat Batang Pisang Kepok Dan Serat Pinang. *Journal Mechanical Engineering (NJME)*. 2022;11(1):9–13.
- Hariyanto A. Peningkatan Kekuatan Tarik Dan Impak Pada Rekayasa Dan Manufaktur Bahan Komposit Hybrid Berpenguat Serat E-Glass Dan Serat Kenaf Bermatrik Polyester Untuk Panel Interior Automotive. *SNST*. 2015;1–6.
- Layang S. Fiber Reinforced Polymer As A Reinforcing Material For Concrete Structures. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 30 Juni 2021;9(1):41–8.
- Iksan Koto M, Erizon N, Nurdin H. Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Serat Fiber Glass Menggunakan Metode Hand Lay Up Dengan Berbagai Variasi Fraksi. *Vomex*. 2023;5(1):26–31.
- Irfa'i MA, Robiansyah K. Pengaruh Orientasi Arah Serat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat Karbon Dengan Matrik Epoxy. *Jurnal Jurusan Teknik Mesin UNESA*. 2021;9(03):47–51.
- Triwulandari E, Ghozali M. Pembuatan Epoksi Termodifikasi Poliuretan Dari Polioliol Akrilik Dengan Variasi Suhu Dan Komposisi Poliuretan. *Indonesian Journal of Materials Science*. 2012;14(2):120–4.
- Fu yotong, yao xuefeng. A review on manufacturing defects and their detection of fiber reinforced resin matrix composites. *sciencedirect.com*. 2022;1–24.
- Gusti DI, Dwijana K. Karakteristik Sifat Tarik Dan Mode Patahan Komposit Polyester Berpenguat Serat Tapis Kelapa I Made Astika. Vol. 4, *Dinamika Teknik Mesin*. 2014.