

Pengaruh Komposisi Limbah Botol Plastik Terhadap Kekuatan Mekanik Material Komposit

Rizky Febrianto¹, Marhadi Budi Waluyo^{2*}, Hadi Santoso³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan

E-mail: ¹rizkyfebrianto678@gmail.com, ²marhadibw@borneo.ac.id, ³hadisantoso@borneo.ac.id
*Corresponding author**

ABSTRACT

The increased use of plastics in daily life contributes significantly to environmental issues that must be minimized. This case has become a major contributor to the accumulation of plastic waste. Therefore, recycling plastic waste is essential to reduce environmental pollution. This research aimed to analyze the recycling of plastic waste into composites and to investigate the effect of PET composition on the impact strength of epoxy matrix composites. This study used an experimental method by creating specimens using plastic bottle waste as the main filler in composite production. The analysis results indicated that in composite materials made from plastic bottle waste fibers combined with epoxy resin, reducing the epoxy resin composition and increasing the plastic bottle waste fiber composition enhances the mechanical strength of the composite. This demonstrated that plastic bottle waste fibers serve as the primary filler in improving mechanical strength. The impact strength of the composite material with a composition of (10%/90%) has an impact strength of 0.0053 J/mm². The highest impact strength is found in the composite with a composition of (20%/80%), with an impact strength of 0.0099 J/mm².

Keywords: composites, epoxy, impact test, plastic waste

ABSTRAK

Peningkatan penggunaan plastik dalam kebutuhan sehari-hari menjadi salah satu penyebab dari permasalahan lingkungan yang patut untuk diminimalisir. Hal ini menjadi penyumbang terbesar menumpuknya sampah plastik. Oleh karena itu memanfaatkan kembali limbah sampah plastik perlu dilakukan untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisa hasil daur ulang sampah plastik menjadi komposit serta menganalisa pengaruh komposisi PET terhadap kekuatan impact komposit bermatrix epoxy. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode eksperimen, melakukan pembuatan spesimen menggunakan sampah botol plastik sebagai filler utama dalam pembuatan komposit. Berdasarkan analisa, peneliti menemukan kesimpulan bahwa pada material komposit serat sampah botol plastik dengan paduan resin epoxy dimana menurunnya komposisi resin epoxy dan bertambahnya komposisi serat sampah botol plastik dapat menaikkan kekuatan mekanik komposit. Hal ini menunjukkan bahwa serat sampah botol plastik menjadi filler utama dalam meningkatkan kekuatan mekanik. Kekuatan impact pada material komposit. komposit dengan komposisi (10%/90%) memiliki kekuatan impact sebesar 0.0053 j/mm². Kekuatan impact tertinggi berada pada komposit dengan komposisi (20%/80%) memiliki kekuatan impact sebesar 0.0099 j/mm².

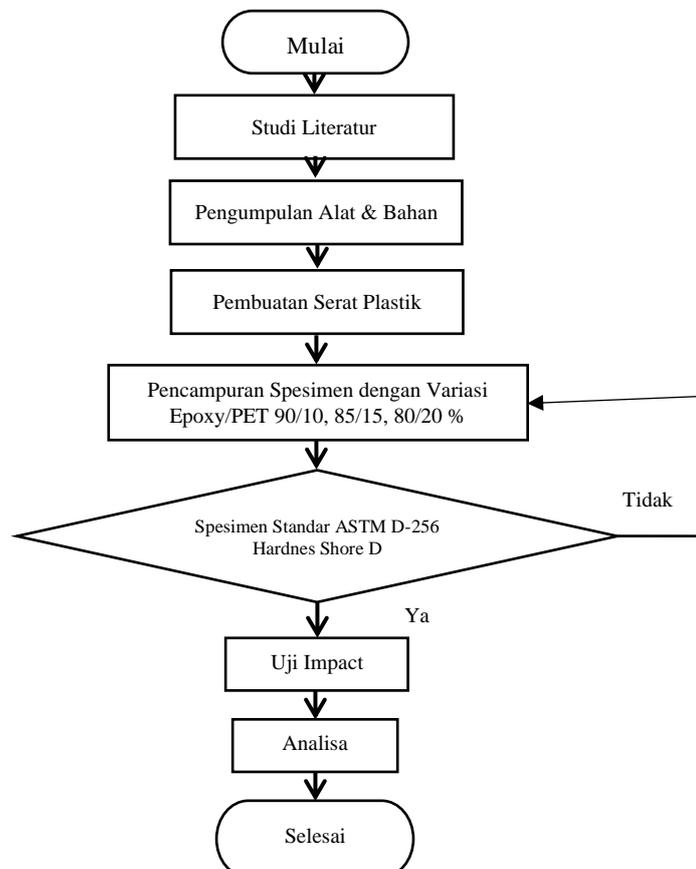
Kata kunci: epoxy, komposit, sampah plastik, uji impact

I. PENDAHULUAN

Sampah plastik menjadi penyumbang terbesar dalam permasalahan lingkungan 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 [1,2].

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 [3]. Bentuk, ukuran, dan homogenitas sebuah serat sangat mempengaruhi kekuatan yang dihasilkan dari suatu komposit [4,10]. Sifat yang diinginkan dari komposit tidak didapat dari material lain apabila berdiri sendiri. Sifat material yang diinginkan diperoleh dengan membuatnya menjadi komposit, sehingga sifatnya dapat didesain sesuai kebutuhan [6,7]. Komposit adalah gabungan dari dua atau lebih komponen, dengan sifat dan batas yang berbeda pada dua komponen yaitu komponen penyusun komposit yang terdiri dari material pengisi dan material pengikat. Sifat dari material komposit sangat bergantung pada material pengisi dan metrial pengikat [8,9].

II. METODE PENELITIAN



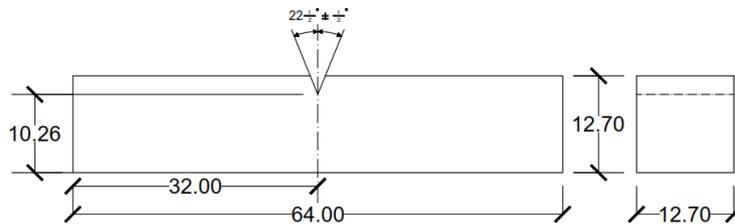
Gambar 1. Alur Penelitian

Partikel serat yang digunakan sebagai bahan pengisi pada komposit memiliki komposisi sekitar 10, 15, dan 20 persen berat, dan matriks resin memiliki komposisi sekitar 90, 85, dan 80 persen berat. Sebelum komposit dicetak dan ditentukan seberapa besar volume komposit tersebut, dilakukan estimasi terlebih dahulu dengan memanfaatkan kondisi tersebut.

Sebelum membuat cetakan komposit, perlu diperhatikan karakteristik material komposit, khususnya persentase atau kandungan matriks dan serat. Penentuan proporsi antara bagian grid dan untaian (pengisi) material komposit ini pada umumnya dilakukan dengan menggunakan teknik mengubah pembagian volume seluruhnya menjadi bagian berat [5].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan untuk menentukan kekuatan benturan pada material berbahan plastik dengan menggunakan standar internasional yaitu ASTM D 256 (*American Society for Testing and Material*). Ukuran spesimen uji *impact* memiliki spesifikasi ukuran yaitu panjang 6.4 cm, lebar 1.27 cm, dan tebal 1.27 cm, sehingga volume komposit sebesar 10.32 cm³. Kedalaman takikan pada spesimen komposit sekitar ± 2 mm.



Gambar 2. Dimensi ASTM D 256

Komposisi spesimen komposit yang diberikan bergantung dari fraksi volume *filler*. Nilai komposit ini digunakan saat proses pencampuran bahan dasar komposit. Komposisi *filler* pada penelitian ini digunakan untuk pencampuran dalam pembuatan spesimen yaitu, 10%, 15%, 20%. Apabila V_c adalah volume komposit, V_f adalah volume fiber atau sebagai komposisi *filler* dan W_f sebagai fraksi berat fiber, maka akan dicari nilai perhitungan untuk mengubah nilai persen volume fiber menjadi persen berat.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan maka diperoleh fraksi berat sebesar 0.10, 0.15, dan 0.20. Pengubahan persen volume *fiber* menjadi persen berat fiber dilakukan untuk mencari perhitungan nilai-nilai selanjutnya. Pada penelitian ini menggunakan perhitungan persen berat untuk memudahkan dalam menentukan komposisi *filler* yang digunakan sebagai campuran dalam pembuatan spesimen. Setelah dilakukan perhitungan fraksi berat *fiber* akan dilakukan perhitungan fraksi berat matriks.

1. Komposisi Yang Digunakan Sebagai Matriks

Perhitungan komposisi pada penelitian ini digunakan dalam menentukan fraksi berat matriks atau W_m yaitu mengubah persen fraksi volume matriks V_m menjadi persen fraksi berat matriks. Komposisi volume matriks yang digunakan adalah 90%, 85%, dan 80%, Perhitungan volume matriks dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Volume Komposit } V_c = 100\%$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan maka diperoleh fraksi berat sebesar 0.9%, 0.85%, dan 0.8%. Setelah nilai persen volume fraksi matriks diubah menjadi persen fraksi berat matriks akan digunakan sebagai bahan dasar campuran pembuatan spesimen. Langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan nilai densitas paduan komposit atau ρ_c .

Tabel 1. Hasil Perhitungan Komposisi Spesimen Komposi

ρ PET	% V_f	P_{epoxy}	% V_m
1.38	0.10	1.13	0.9
1.38	0.15	1.13	0.85
1.38	0.20	1.13	0.8

Diketahui hasil dari perhitungan fraksi berat *filler* dan fraksi berat matriks, serta massa jenis sampah botol plastik jenis PET atau PETE (Polyethylene terephthalate) dan massa jenis resin epoxy yang sudah diketahui massa jenisnya. Maka nilai perhitungan setelah persen fraksi volume diubah menjadi persen fraksi berat dijabarkan melalui Tabel 1.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan maka diperoleh densitas paduan komposit ρ_c sebesar 1,1617 gram. Perhitungan densitas paduan komposit yang telah diperoleh akan digunakan untuk menentukan beberapa perhitungan selanjutnya.

2. Mencari Fraksi Berat *Filler* (PET)

Perhitungan fraksi volume *filler* dimana densitas paduan komposit sudah diketahui nilai ρ_c sebesar 1,1617 gram dengan volume spesimen 17 g/m^3 . Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka diperoleh fraksi volume *filler* sebesar 0.1262 gram yang akan dikalikan dengan volume spesimen sebesar 17 g/m^3 sehingga mendapatkan nilai volume *filler* sebesar 2,1454 gram.

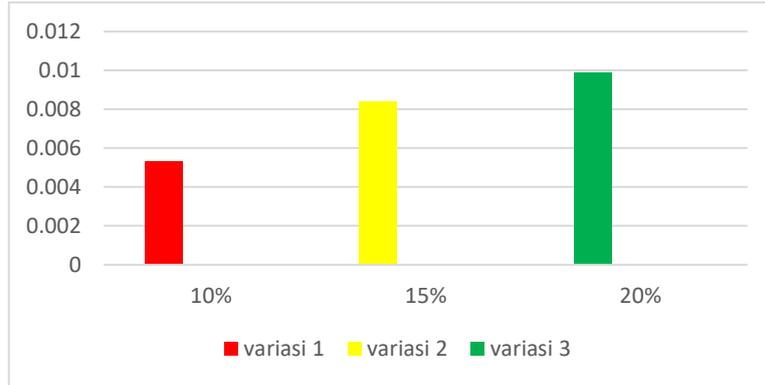
3. Pengujian *Impact*

Dari hasil pengujian *impact* yang telah didapat data yaitu energi yang terserap oleh spesimen uji untuk material komposit dengan beberapa komposisi *filler* sebesar, 10%, 15%, dan 20% menggunakan matrik *Epoxy*. Besar *impact* adalah angka yang menunjukkan besarnya energi untuk mematahkan spesimen yang diketahui dari selisih perbedaan tinggi massa pada kedudukan atas dengan tinggi massa pada kedudukan bawah (tinggi jatuh).

Tabel 2. Hasil Pengujian *Impact*

V_f	Lebar, L(Mm)	Tebal, T(Mm)	Luas, A(Mm ²)	Energi <i>Impact</i> , E_{srp} (J)	Ketangguhan <i>Impact</i> , I_s (J/mm ²)
10%	12.7	12.7	161.29	0,87	0.0053
15%	12.7	12.7	161.29	1,37	0.0084
20%	12.7	12.7	161.29	1,60	0.0099

Dari hasil Tabel 2 dapat diketahui bahwa nilai ketangguhan *impact* material komposit serat sampah botol plastik tersebut cenderung mengalami kenaikan seiring dengan penambahan fraksi volume partikel. Karena semakin tinggi fraksi volumenya maka semakin banyak partikelnya.



Gambar 3. Energi Impact Serat Material Komposit

Gambar 3 menjelaskan bahwa dapat diketahui energi serap atau kekuatan impact pada komposit mengalami kenaikan energi serap yang dimana seiring dengan penambahan fraksi volume pada partikel.



Gambar 4. Bentuk Patahan Material Komposit Spesimen A

Gambar 4 menunjukkan bentuk patahan yang terjadi setelah benda uji *impact* matriks *epoxy* pengikat mengalami pengujian. Dilihat dari bentuk patahannya, benda uji matriks *epoxy* pengikat mengalami patah ulet.



Gambar 5. Bentuk Patahan Material Komposit Spesimen B

Gambar 5 menunjukkan bahwa harga keuletan dan tenaga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji komposit dengan komposisi (15%/85%) lebih rendah dari pada komposit (10%/90%). Sehingga dapat disebutkan bahwa komposit dengan komposisi (15%/85%) lebih kuat dan ulet dari pada komposit (10%/90%).



Gambar 6. Bentuk Patahan Material Komposit Spesimen C

Data pengujian menunjukkan bahwa keuletan dan tenaga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji komposit dengan komposisi (20%/80%) lebih tinggi kekuatannya dan keuletannya dari pada komposit dengan komposisi (10%/90%), dan (15%/85%) sehingga dapat dikatakan bahwa komposit dengan komposisi (20%/80%) sangat lebih kuat dan lebih ulet dari pada komposisi (10%/90%), dan (15%/85%).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dan pembahasan dari hasil penelitian, didapatkan kesimpulan bahwa komposisi serat sampah botol plastik jenis PET mempengaruhi kekuatan mekanik dan sifat fisik komposit. Penambahan serat sampah botol plastik dapat meningkatkan kekuatan impact pada material komposit. Kekuatan Impact terendah berada pada komposit dengan komposisi (10%/90%) memiliki kekuatan impact sebesar 0.0053 J/mm^2 . Kekuatan impact tertinggi berada pada komposit dengan komposisi (20%/80%) memiliki kekuatan impact sebesar 0.0099 J/mm^2 . Dari hasil uji impak juga menunjukkan semakin banyak komposisi PET menurunkan ikatan antar muka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asyrofi, I. M., Putra, W. T., Winardi, Y. 2022. Pengaruh campuran plastik waste LDPE dan PET bermatrik resin polyester terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro, *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, Vol. 10 (1), hal. 51-58, ISSN 2087-3336.
- [2] Handayani, Faradila, Juari, Larasati, 2021, Perilaku Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Penambahan Serat Botol Plastik Jenis PET, *Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palangkaraya*.
- [3] Sutarto dan Badri, M., 2017, Manufaktur Bodi Kendaraan Shell Eco Marathon (SEM) Tipe Urban Bahan Komposit Serat Karbon, *Jom FTEKNIK*, Vol. 4 (2), hal. 1-7.
- [4] Mukhtar, D., 2016, Analisis Kekuatan Tarik Komposit dengan Penguat Serat Pelepah Kelapa Sawit, *Jurnal Teknik Mesin UBL*, Vol. 3 (2), hal. 7-15.
- [5] Diana, L., Safitra, A.G., Ariansyah, M.N., 2020, Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer, *Jurnal Engine : Energi, Manufaktur, dan Material*, Vol. 4 (2), hal. 59-67.

- [6] Zarviansyah, P., Juanda, Pranandita, N., 2023, Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Sabut Kelapa Matrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik, *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, Vol. 1 (2), hal. 440-446. E-ISSN : 3026-0213.
- [7] Sanudin (2022). Analisis pengaruh komposisi limbah plastik terhadap kekuatan mekanik material komposit bermatriks epoxy sebagai body kendaraan. Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan.
- [8] Muhammad, M., Putra, R. (2017). Uji Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri dan Resin Polyester dengan Variasi Komposisi Metoda Fraksi Berat. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6(2), 63-72. doi:10.29103/jtku.v6i2.476
- [9] Wirawan, W. A., Setyabudi, S. A., Widodo, T. D. (2017). Pengaruh Jenis Matriks terhadap Sifat Tarik pada Natural Fiber Komposit. *Seminar Nasional Teknologi Terapan (MESIN)*, 3(1), 29-34.
- [10] Badrawada, I. G., Purwanto, A., & Firlanda, E. R. (2019). Analisa Aerodinamika Bodi Kendaraan Mataram Proto Diesel dengan ANSYS 15.0. *Jurnal Engine: Energi, Material, dan Manufaktur*, 3(1), 8-14. doi:10.30588/jeemm.v3i1.481.

