



Al Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin

Journal homepage:
<https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JZR/index>
p-ISSN 2502-4922, e-ISSN 2615-0867



Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Penguat Pada Material Komposit Bermatriks Epoxy

Marhadi Budi Waluyo ^{1,a*}, Shinta Tri Kismanti ^{2,b}, Sanudin ^{3,c}

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

^a marhadibw@borneo.ac.id, ^b kismanti88@gmail.com, ^c sanudinmali99@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:
Diterima: 11 Oktober 2023
Diterima dalam bentuk revisi: 27 Oktober 2023
Diteima/publis: 7 Nopember 2023

Kata Kunci:
Komposit, Sampah Botol Plastik, Uji Impact, Uji Kekerasan

Abstrak

Sampah botol plastik merupakan sampah yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat baik individu, toko, maupun perusahaan besar. Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh sampah plastik sangat tinggi. Salah satu pemanfaatan sampah plastik sebagai komposit. Dalam penelitian ini komposit tersusun dari epoxy sebagai matriks dan sampah botol plastik jenis PET sebagai pengisi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi komposisi pengisi terhadap kekuatan impact dan kekerasan material komposit. Proses pembuatan spesimen komposit menggunakan variasi cacahan botol plastik dengan persen berat. Komposisi pengisi yang digunakan dimulai dari 2.5%, 5%, 7.5%, 10%. Penambahan filler diiringi pengurangan matriks yang digunakan dari 100% epoxy. Komposit dibuat dengan proses hand lay-up. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa semakin besar variasi filler yang digunakan maka nilai kekuatan impact dan kekerasan meningkat. Kekuatan impact tertinggi berada pada variasi 10% wt sebesar 16.91 Joule. Hal ini disebabkan karena variasi 10% wt lebih mampu menahan benturan kejut dari pada variasi 2.5%wt. Hasil data tertinggi uji kekerasan pada penelitian ini berada pada variasi 1 (100%/0) sebesar 80,5 shore D dan variasi 5 (90%/10%) yang nilai kekerasannya tidak berbeda jauh dari variasi 1 sebesar 80 shore D.

Abstract

Plastic bottle waste is the waste that is mostly consumed by the public, both individuals, shops and large companies. Environmental pollution caused by plastic waste is very high. One way is to use plastic waste as a composite. In this study, the composite was composed of epoxy as a matrix and PET plastic bottle waste as a filler. This study aims to determine the variation of filler composition on the impact strength and hardness of the composite material. The process of making composite specimens used variations in the weight percent of plastic bottles. The use of filler composition starts from 2.5%, 5%, 7.5%, and 10%. The addition process of filler is accompanied by a reduction of the matrix used from 100% epoxy. Composites were made by hand lay-up process. From the research results, it was found that the greater the variation of filler used, the impact strength and hardness values increased. The highest impact strength was at a variation of 10% wt of 16.91 Joules. This was because the 10% wt variation was better able to withstand shock impacts than the 2.5% wt variation. The highest hardness test data results were in variation 1 (100%/0%) of 80.5 shore D and variation 5 (90%/10%) whose hardness value did not differ much from variation 1 of 80 shore D.

<http://dx.doi.org/10.31602/al-jazari.v8i2.12764>

@UNISKA 2023. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

Jurnal Al Jazari is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Salah satu Permasalahan yang timbul ialah pencemaran lingkungan. pencemaran tersebut disebabkan oleh jumlah sampah plastik yang semakin

meningkat dari hari ke hari seiring meningkatnya konsumsi masyarakat terhadap produk kemasan. Dari sekian banyak jenis sampah yang ada plastik polimer merupakan sampah yang paling dominan dikarenakan sulit untuk terurai kembali ke lingkungan. Zat yang

terkandung didalam plastik salah satunya adalah *vinilklorida* dan akrilonitril. Zat ini dapat menyebabkan gangguan Kesehatan. Plastik merupakan bahan anorganik buatan yang tersusun dari bahan-bahan kimia yang cukup berbahaya bagi lingkungan. Untuk menguraikan sampah plastik itu sendiri membutuhkan kurang lebih 100 hingga 500 tahun agar dapat terdegradasi dengan sempurna [Sujita & Sajuri, 2009].

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 pengisi yang menyusun komposit. Sedangkan matriks berfungsi untuk mengikat serat dan menjaganya agar tidak berubah posisi. Hal tersebut dapat dimanfaatkan untuk mendapatkan sifat komposit sesuai dengan parameter yang dibutuhkan.

Berdasarkan kombinasi tersebut, dihasilkan material baru yang memiliki sifat dan karakteristik berbeda dari material penyusunnya. Berdasarkan sifat tersebut komposit banyak diaplikasikan pada berbagai keperluan, antara lain: *body* mobil, *body* motor, bilah turbin angin, dinding peredam suara, serta sebagai material penyimpanan panas dan dingin. Komposit juga banyak digunakan sebagai salah satu cara untuk memanfaatkan Kembali sampah plastik baik sebagai matrik maupun penguat. [Muhajir et al., 2016].

Penelitian komposit dengan memanfaatkan serat alami sebagai filler telah dilakukan dengan menganalisis kekuatan mekanik material. Hasil uji menunjukkan kekuatan bending dan dampak meningkat seiring bertambahnya fraksi volum serat. Serat yang dengan perlakuan NaOH lebih ulet dan kaku dibandingkan dengan serat tanpa NaOH. Komposit tanpa perlakuan NaOH dengan fraksi volume serat 60% dan matriks 40% memiliki kekuatan bending tertinggi sebesar 87,9243 kgf dan fraksi volum serat 40% dan matrik 60% kekuatan bending rendah sebesar 61,27173333 kgf. Pada komposit dengan perlakuan NaOH fraksi volum serat 60% dan matrik 40% sebesar 118,4081333 kgf sedangkan yang terendah pada fraksi volum serat 40% dan matrik 60% sebesar 68,17976667 kgf. [Aladin., 2018]

Penelitian lain tentang pemanfaatan limbah plastik sebagai filler komposit telah dilakukan. Penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil uji tarik komposit dengan filler fiberglass, HDPE dan PET. Hasil uji tarik menunjukkan semua komposit bersifat getas terlihat dari pola grafik uji tarik. komposit dengan serat fiberglass memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 17,31 MPa. Sedangkan, komposit dengan serat HDPE memiliki kekuatan tarik terendah yaitu sebesar 11,36 MPa. Pada komposit dengan serat PET memiliki regangan tertinggi yaitu sebesar 21,87 %. Hasil simulasi berupa distribusi regangan dan tegangan menunjukkan fenomena yang relatif sama dengan hasil eksperimen. [Lohdy et al., 2020]

Penelitian lain dalam pemanfaatan limbah plastik HDPE digunakan sebagai matrik komposit. Serat ampas tebu (*baggase*) dimanfaatkan sebagai penguat telah

dilakukan. Komposit dibuat dengan cara *pressured sintering* dengan variasi fraksi volume antara 40% : 60%, 50% : 50%, dan 60% : 40%. Hasil pengujian mekanik menunjukkan komposit dengan variasi 60% : 40% memiliki nilai tertinggi. Nilai kekuatan tarik pada variasi ini sebesar 15,5 Mpa sedangkan nilai kekuatan bending sebesar 16,8 MPa. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sampah plastik dapat dimanfaatkan sebagai matriks pada komposit. [Bambang et al., 2020]

Dari uraian di atas mendorong penulis untuk melakukan penelitian memanfaatkan sampah botol plastik sebagai pengisi atau penguat komposit. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan cacahan sampah botol plastik jenis PET pada komposit terhadap kekerasan permukaan dan kekuatan dampak komposit. Dengan harapan data hasil penelitian ini dapat mendukung dalam pemanfaatan Kembali sampah botol plastik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini yang digunakan adalah eksperimental dimana sampah plastik dibentuk menjadi komposit dengan variasi berbeda kemudian diuji mekanik. Diawali dengan mengumpulkan sampah botol plastik kemudian dicacah dengan mesin pencacah. Hasil cacahan dan resin epoksi disiapkan untuk dijadikan komposit dengan variasi komposisi sampah plastik/resin seperti ditunjukkan pada table 1 dalam %berat. Untuk mempermudah penamaan pada spesimen disingkat menjadi Epoxy/PET.

Tabel 1. Komposisi komposit

No	Epoxy [%wt]	PET [%wt]	Spesimen
1	100	0	3
2	97,5	2,5	3
3	95	5	3
4	92,5	7,5	3
5	90	10	3

Komposit dibentuk dengan cetakan sesuai ukuran spesimen uji dampak ASTM D 256 Bentuk cetakan ditunjukkan pada gambar 1. Kemudian spesimen diuji kekerasan dan dampak. Untuk menentukan komposisi epoxy dan PET yang dilakukan perhitungan volume untuk mengetahui masa jenis komposit. Perhitungan volume cetakan dihitung menggunakan aplikasi autocad. Cetakan dibuat dengan silikon rubber, ditunjukkan pada gambar 1. Dimulai dengan membentuk sterofoam menjadi spesimen kemudian dijadikan inti pada saat proses pencetakan silikon rubber. Setelah kering sterofoam dilepas. Setelah itu dilakukan penimbangan dari hasil perhitungan volum. Setelah volume cetakan diperoleh kemudian dikonversi ke berat berdasarkan massa jenisnya menggunakan persamaan 1 dan 2.



Gambar 1. Cetakan
Sumber : Koleksi Pribadi

Sehingga kebutuhan epoxy dan PET dapat ditentukan dengan timbangan digital.

$$\rho_c = \frac{1}{\left(\frac{W_f}{\rho_f}\right) + \left(\frac{W_m}{\rho_m}\right)} \quad (1)$$

$$V_m = \frac{\rho_c}{\rho_{\text{epoxy}} \times \%W_m} \quad (2)$$

Pada proses pembuatan spesimen menggunakan peralatan. Peralatan yang digunakan adalah timbangan digital, wadah plastik untuk pencampuran resin dan spatula. Setelah spesimen dibentuk, dilanjutkan dengan pengambilan data. Pengambilan data menggunakan beberapa alat ukur. Alat ukur kekerasan shore D dan alat uji impact.

Proses pengujian dilakukan 3 kali pengulangan untuk masing-masing pengujian. Spesimen di uji kekerasan terlebih dahulu kemudian dilanjutkan uji impact. Sehingga untuk memenuhi pengulangan pada pengujian total spesimen yang disiapkan sebanyak 15 buah.



Gambar 2. Uji Kekerasan
Sumber : Koleksi Pribadi

Pengujian kekerasan dilaksanakan di Lab Material Teknik Mesin FT Universitas Borneo Tarakan. Untuk uji Impact dilakukan di Universitas Brawijaya tepatnya di Jurusan Teknik Mesin. Uji kekerasan menggunakan alat uji yang ditunjukkan pada gambar 2 dan uji impact pada gambar 3.



Gambar 3. Uji Impact
Sumber : Koleksi Pribadi

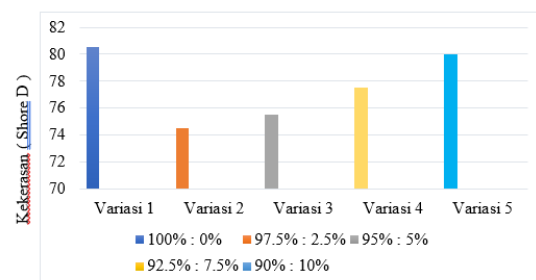
HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksperimen dilakukan pengulangan 3 kali pada uji impact dan uji kekerasan. Berikut hasil data pengujian yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kekerasan

No	Epoxy/PET [%wt]	Kekerasan [Shore D]
1	100 / 0	80,5
2	97,5 / 2,5	74,5
3	95 / 5	75,5
4	92,5 / 7,5	77,5
5	90 / 10	80

Dari tabel diatas dapat diamati perubahan kekerasan yang dihasilkan dari rentan 0–10% penambahan PET pada komposit. Nilai kekerasan epoxy digunakan sebagai acuan pada komposit. Nilai kekerasan yang paling rendah yaitu 74,5 Shore D, nilai kekerasan ini diperoleh dari variasi kedua. Dimana penambahan PET hanya sebanyak 2,5 %wt. Kekerasan meningkat seiring penambahan PET pada komposit. Kekerasa tertinggi berada di variasi 5 dengan pembahan PET 10%wt sebesar 80 Shore D. Adapun grafik nilai kekerasan ditunjukkan pada gambar 4. Pengujian kekerasan diambil pada 5 titik yang berbeda dari tiap variasi. Nilai yang diperoleh kemudian dirata-rata dan disajikan pada tabel 2. Dari hasil pengujian menunjukkan semakin banyak penambahan PET nilai kekerasan semakin meningkat. Fenomena ini dapat diamati pada gambar 4 grafik nilai kekerasan.



Gambar 4. Grafik Uji Kekerasan
Sumber : Koleksi Pribadi

Dalam penelitian ini uji impact yang digunakan adalah impact *charpy*. Uji Impact digunakan untuk

mengetahui ketagguhan suatu material komposit menerima beban kejut. Dapat dilihat pada gambar 5 menunjukan spesimen komposit yang siap diuji.



Gambar 5. Spesimen komposit
Sumber : Koleksi Pribadi

Pemberian kode pada spesimen uji impact dilakukan agar mempermudah identifikasi berdasarkan komposisi %wt yang telah ditentukan. Dari hasil pengujian *impact*, diperoleh data yaitu energi yang terserap oleh spesimen uji untuk material komposit dari masing-masing komposisi *filler* sebesar 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, dan 10% 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). Hasil uji Energi *impact* pada material komposit dihitung menggunakan persamaan (3). Persamaan untuk menghitung kekuatan *impact* pada material dengan standar ASTM D 256 adalah sebagai berikut :

$$I_s = \frac{E_{srp}}{A} \quad (3)$$

Dimana :

I_s = Ketangguhan *Impact* (J/mm^2)

E_{srp} = Energi *Impact* (J)

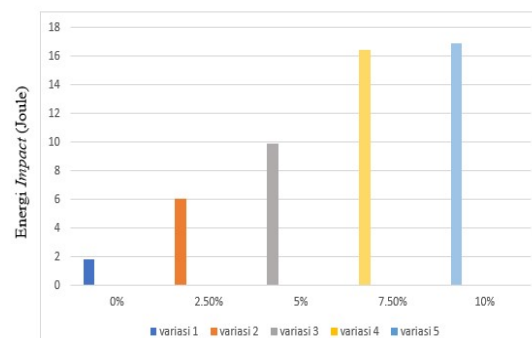
A = Luas Penampang (mm^2)

Dari hasil olah data pengujian menggunakan persamaan diatas diperoleh besar energi terserap material komposit yang tersaji pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian *impact*

Vf	Lebar, L (mm)	Tebal, T (mm)	Luas, A (mm^2)	Energi <i>Impact</i> , E_{srp} (J)	Kekuatan <i>Impact</i> , I_s (J/mm^2)
0%	12.7	12.7	161.29	1.84	0.015
2.5%	12.7	12.7	161.29	6.06	0.037
5%	12.7	12.7	161.29	9.90	0.061
7.5%	12.7	12.7	161.29	16.45	0.102
10%	12.7	12.7	161.29	16.91	0.104

Dari hasil tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai ketangguhan *impact* material komposit partikel cacahan sampah botol plastik tersebut cenderung mengalami kenaikan seiring dengan penambahan komposisi partikel.



Gambar 10. Energi Serap Material Komposit
Sumber : Koleksi Pribadi

Gambar diatas menjelaskan bahwa dapat diketahui energi serap atau kekuatan *impact* pada komposit mengalami kenaikan energi yang diserap komposit seiring dengan penambahan komposisi partikel cacahan sampah botol plastik.

Pada variasi satu dimana pada material ini hanya terdiri dari epoxy saja tidak ada penambahan PET. Energi yang dapat diserap hanya sebesar 1,84 joule. Nilai ini menunjukkan karakter epoxy getas, saat menerima beban impact material tidak mengalami deformasi hanya sedikit menyerap energi. Berbeda dengan material komposit dengan penambahan PET sebagai filler. Material dengan penambahan PET ini dapat menyerap energi impact namun bervariasi mengikuti jumlah komposisi PET. Hal ini ditunjukkan dari hasil uji yang nilainya lebih tinggi dari pada tanpa PET.

Penambahan PET menunjukkan peningkatan serapan energi seiring meningkatnya komposisi PET. Material komposit dengan kemampuan menyerap energi impact terbesar berada pada variasi 5 dengan komposisi 90/10 %wt sebesar 16,91 joule. Pada komposisi 97,5/2,5 %wt energi impact yang terserap sebesar 6,06 Joule. Dari hasil pengujian ini maka dapat disimpulkan penambahan PET dapat meningkatkan sifat mekanik komposit. Hal ini menunjukkan bahwa sampah plastik khususnya jenis PET dapat dimanfaatkan Kembali menjadi komposit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji dan analisa data maka dapat disimpulkan bahwa komposisi partikel cacahan sampah botol plastik jenis PET mempengaruhi kekuatan mekanik dan sifat fisik komposit. Penambahan partikel cacahan sampah botol plastik meningkatkan kekerasan permukaan pada komposit. komposit matriks 90% dengan campuran *filler* 10% menunjukkan hasil kekerasan yang tidak berbeda jauh dari material komposit matriks 100% dengan *filler* 0%. Hasil penelitian menunjukkan komposit memiliki nilai kekerasan tertinggi berada pada komposit variasi 1 (100%/0%) dan variasi 5 (90%/10%) dengan nilai sebesar 80,5 Shore D dan 80 Shore D. Hasil tertinggi dari uji *impact* berada pada variasi 5 dengan komposisi resin epoxy 90% banding 10% serpihan sampah botol plastik sebesar 16.91 joule. Hasil ini menunjukkan bahawa

penambahan partikel PET dapat meningkatkan kekuatan dampak komposit.

REFERENSI

- Sujita, Hadi S.G., (2015). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Bekas Terhadap Karakteristik Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending Material Polimer Komersil, *Dinamika Teknik Mesin*, 5(1),
- Muhajir, M., Mizar, M.A., & Sudjimat, D.A., (2016). Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam dengan Berbagai Varian Tata Letak, *Jurnal Teknik Mesin*, No.2,
- Purkuncoro, A.E., (2018). Analisis Pengaruh Penggunaan Naoh 5% Pada Serat Pelepah Pisang Dengan Fraksi Volume 40%, 50% Dan 60% Terhadap Kekuatan Mekanis, *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, 3(2),
- 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*, 4(2)
- Margono, B., Haikal, Widodo, L. (2020) Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Plastik HDPE Serat Ampas Tebu Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Bending, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(2)