



Analisa Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash Terhadap Kekuatan Impact Pada Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Kulit Jagung

Analysis of the Effect of Variations in the Addition of Fly Ash to the Strength of the Impact on Polyester Resin Composite Materials Reinforced by Corn Skin Fiber

Tito Arif Sutrisno^{1)*} Nanang Dwi Cahyono^{2)*} I Komang Astana Widi^{3)*} Febi Rahmadianto^{4)*} Rosadila Febritasari^{5)*} Gerald Adityo Pohan^{6)*}
Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia

Diterima:

Disetujui:

Dipublikasikan:

*Corresponding author: Email: titoarifsutrisno@lecturer.itn.ac.id

Abstrak

Komposit adalah suatu jenis paduan material yang dikembangkan berbagai macam aplikasi. Dalam pembuatan komposit, resin merupakan salah satu bahan material yang sering digunakan sebagai matrik yang disebut dengan Polimer Matrix Composite. Keunggulan bahan polimer dibandingkan dengan keramik dan logam adalah mudah dibentuk sesuai aplikasi yang dibutuhkan. Bahan polimer juga memiliki kekurangan yaitu kurang baik apabila diaplikasikan pada suhu dan beban tinggi. Adanya kekurangan tersebut perlu ditambahkan material lain untuk memperbaiki sifat material polimer. Resin polyester memiliki sifat diantaranya kaku dan rapuh, perlu adanya pengembangan untuk meningkatkan sifat mekanik dengan menambahkan serat kulit jagung. Penggunaan partikel fly ash memiliki fungsi untuk meningkatkan ketangguhan komposit dalam menahan beban kejut. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan variasi 0, 5, 10, 15 % fly ash. Untuk memperoleh data dilakukan pengujian impact dan foto makro. Berdasarkan data yang telah dianalisa, rata-rata harga impact secara berturut-turut 0,0450 J/mm², 0,0543 J/mm², 0,0600 J/mm², dan 0,0411 J/mm². Spesimen terbaik pada penambahan 10% fly ash dengan harga impact sebesar 0,0600 J/mm². Hal ini dikarenakan kandungan kimia didalam fly ash membuat material komposit menjadi tangguh dalam menahan beban impact. Foto makro patahan spesimen mengalami patahan getas. Pada variasi 15% mengalami penurunan harga impact dikarenakan terdapat porositas yang membuat ketangguhan komposit menurun.

Kata Kunci: Fly ash; Foto makro; Impact; Komposit

Abstract

Composite is a type of alloy material that has been developed for various applications. In the manufacture of composites, resin is one of the materials that is often used as a matrix called Polymer Matrix Composite. The advantage of polymer materials compared to ceramics and metals is that they are easy to shape according to the required application. Polymer materials also have the disadvantage that they are not good when applied at high temperatures and loads. The existence of these deficiencies needs to be added with other materials to improve the properties of the polymer material. Polyester resin has properties such as rigid and brittle, it is necessary to develop it to improve its mechanical properties by adding corn husk fiber. The use of fly ash particles has a function to increase the toughness of the composite to withstand shock loads. The study used experimental methods with variations of 0, 5, 10, 15 % fly ash. To obtain data, impact testing and macro photos were carried out. Based on the analyzed data, the average impact price is 0.0450 J/mm², 0.0543 J/mm², 0.0600 J/mm², and 0.0411 J/mm², respectively. The best specimen with the addition of 10% fly ash with an impact price of 0.0600 J/mm². This is because the chemical content in fly ash makes the composite material tough to withstand impact loads. Macro photo of the fracture of the specimen experiencing brittle fracture. In the 15% variation, the impact price decreases because there is porosity which makes the composite toughness decrease.

Keywords: Fly ash; Macro photo; Impact; Composite

Tito Arif Sutrisno, Analisa Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash Terhadap Kekuatan Impact Pada Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Kulit Jagung

How to Cite: Sutrisno, T. 2022, Analisa Pengaruh Variasi Penambahan *Fly Ash* Terhadap Kekuatan *Impact* Pada Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Kulit Jagung, JMEMME (Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy), Vol (No): Halaman.

PENDAHULUAN

Komposit adalah suatu jenis paduan material yang digunakan untuk berbagai macam aplikasi. Komposit merupakan material yang diperoleh dengan cara menggabungkan dua material atau lebih yang mempunyai perbedaan secara makroskopik [1]. Bahan komposit ini menjadi salah satu alternatif pengganti bahan logam [2]. Dalam pembuatan komposit, resin merupakan salah satu bahan material yang sering digunakan sebagai matrik pada pembuatan komposit yang disebut dengan *Polimer Matrix Composite* (PMC). Salah satu keunggulan dari bahan polimer dibandingkan dengan keramik dan logam adalah mudah dibentuk sesuai aplikasi yang dibutuhkan [3]. Akan tetapi bahan polimer juga memiliki kekurangan yaitu kurang baik apabila diaplikasikan di suhu dan beban yang tinggi [4]. Sifat mekanik komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya (suhu, massa, tekanan) dan bahan penyusun komposit [5].

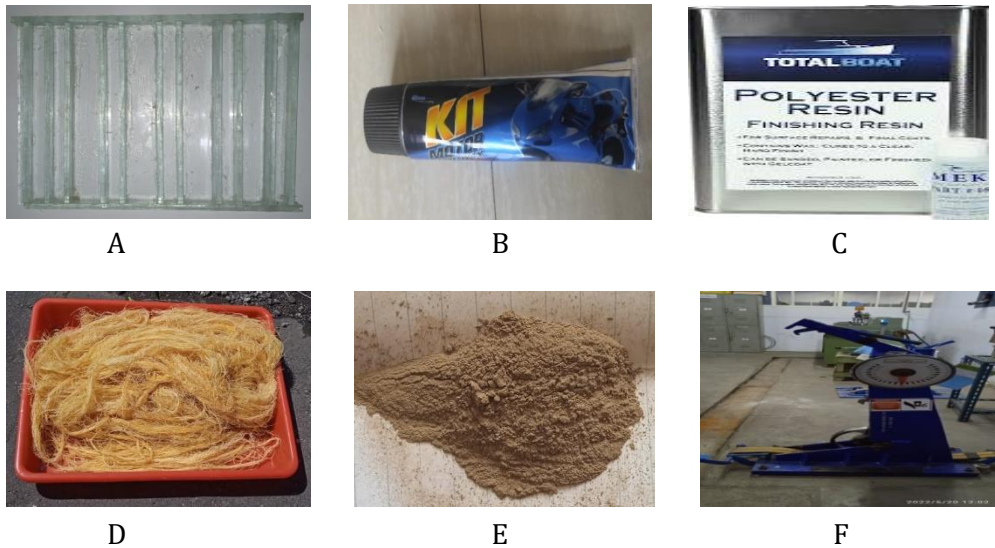
Jagung merupakan salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat yang penting di dunia, selain padi dan gandum. Tanaman jagung terdiri dari batang, daun jagung, kulit jagung, isi jagung, dan tongkol jagung. Tanaman jagung menghasilkan limbah diantaranya kulit jagung [6]. Kulit jagung merupakan bagian yang menutupi isi dan tongkol jagung (kelobot). Kulit jagung memiliki kandungan senyawa kimia meliputi lignin 15%, abu 5,09%, alkohol-sikloheksana 4,57% dan selulosa 44,08% [7]. Pemanfaatan serat kulit jagung dapat digunakan sebagai penguat dalam sebuah komposit [8]. Penggunaan serat alami sebagai bahan penguat dalam komposit bertujuan untuk mendapatkan hasil yang efisien [9].

Fly ash merupakan sisa dari hasil pembakaran batu bara. Pemanfaatan abu terbang sebagai penguat pada komposit yang disebut PMC (*Polimer Matriks Composite*) menguntungkan. *Fly ash* memiliki kandungan silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), ferro oksida (Fe_2O_3), dan Kalsium oksida (CaO) dan juga mengandung unsur lain seperti magnesium oksida (MgO), titanium oksida (TiO_2), alkalin (Na_2O dan K_2O), sulfur terioksida (SO_3), pospor oksida (P_2O_5) dan carbon [10]. Penambahan *Fly ash* pada material komposit dapat meningkatkan ketangguhan pada komposit [11]. Resin *polyester* merupakan salah satu jenis resin cair yang memiliki viskositas rendah dan akan mengeras pada temperatur kamar dengan menggunakan katalis. Selain harga yang murah resin polyester juga memiliki sifat yang kaku, rapuh, ketahanan terhadap cuaca yang baik, tahan terhadap kelembaban, transparan, dan kuat terhadap asam kecuali asam pengoksid [12].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dipakai adalah metode eksperimen dengan pengujian impact. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1. Tahap yang dilakukan pada penelitian ini yaitu membandingkan hasil dari hasil uji *impact*.

Tito Arif Sutrisno, Analisa Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash Terhadap Kekuatan Impact Pada Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Kulit Jagung



Gambar 1. Alat dan Bahan Penelitian A). Cetakan, B). Pelumas Cetakan, C). *Resin Polyester*, D). Serat Kulit Jagung, E). *Fly Ash*, F). Alat Uji *Impact*

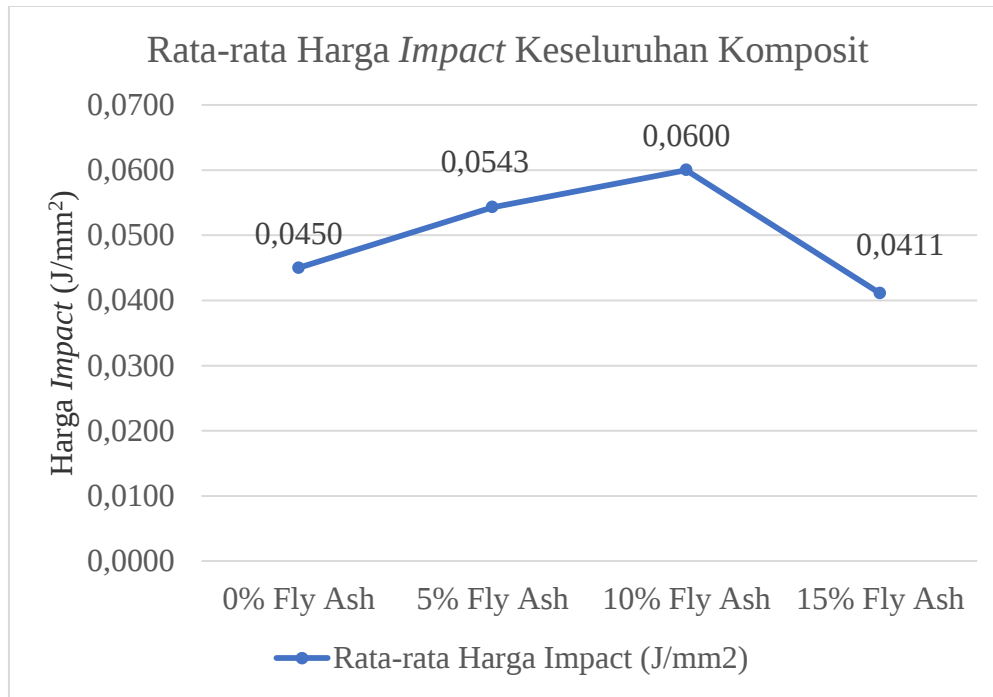
Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Presentase Serat	Presentase Fly ash	Presentase Resin
1	5% Serat Kulit Jagung	0%	95%
2		5%	90%
3		10%	85%
4		15%	80%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Data hasil uji Impact

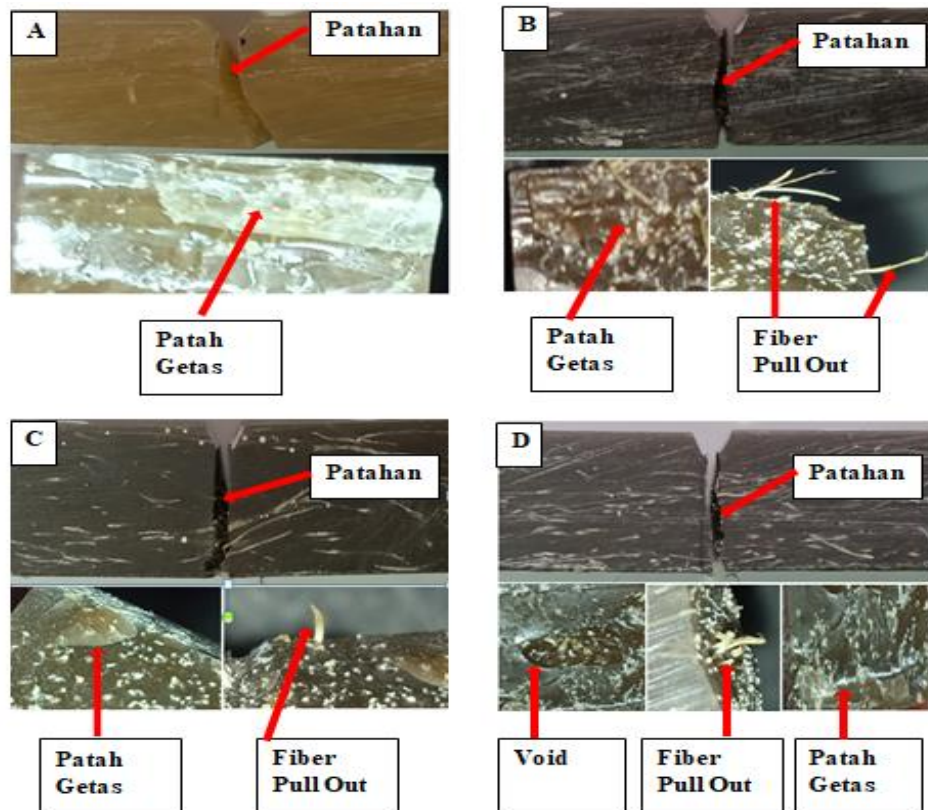
Spesimen	P (mm)	L (mm)	T (mm)	H (mm)	A (mm ²)	A (°)	B (°)	Energi Impact (J)	Harga Impact (J/mm ²)	Rata – rata HI
A1	127	10	12,7	10,16	101,6	50	43	4,380	0,0431	0,0450
A2	127	10	12,7	10,16	101,6	50	42	4,970	0,0489	
A3	127	10	12,7	10,16	101,6	50	43	4,380	0,0431	
B1	127	10	12,7	10,16	101,6	50	41	5,512	0,0542	0,0543
B2	127	10	12,7	10,16	101,6	50	40	6,102	0,0600	
B3	127	10	12,7	10,16	101,6	50	42	4,970	0,0489	
C1	127	10	12,7	10,16	101,6	50	40	6,102	0,0600	0,0600
C2	127	10	12,7	10,16	101,6	50	40	6,102	0,0600	
C3	127	10	12,7	10,16	101,6	50	40	6,102	0,0600	
D1	127	10	12,7	10,16	101,6	50	43	4,380	0,0431	0,0411
D2	127	10	12,7	10,16	101,6	50	44	3,789	0,0372	
D3	127	10	12,7	10,16	101,6	50	43	4,380	0,0431	



Gambar 2. Grafik Harga Impact

Dari hasil pengujian impact pada material komposit serat kulit jagung dan *fly ash* dengan matriks resin polyester dengan variasi campuran *fly ash* 0%, 5%, 10%, dan 15%, didapatkan rata-rata harga impact tertinggi pada presentase campuran *fly ash* sebanyak 10% dengan hasil 0,0600 J/mm². Didalam gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya presentase *fly ash* yang digunakan didalam material komposit semakin meningkatkan harga *impact* dari komposit tersebut, hal ini disebabkan karena ada unsur atau kandungan senyawa yang ada didalam *fly ash* memiliki ketangguhan yang lebih baik dari matriks [11]. *Fly ash* memiliki kandungan kimia Silika, alumina, ferro oksida, kalsium oksida [10], dari kandungan yang dimiliki *fly ash* tersebut mempengaruhi kenaikan harga impact pada material komposit. Akan tetapi pada fraksi volume *fly ash* sebesar 15% mengalami penurunan harga *impact*, hal ini kemungkinan disebabkan karena penambahan *fly ash* yang terlalu banyak sehingga harga impact mengalami penurunan. *Fly ash* sendiri memiliki sifat kekerasan yang tinggi akan tetapi memiliki sifat yang getas, karena didalam *fly ash* terdapat kandungan kimia yang salah satunya terdapat unsur carbon sehingga membuat material tersebut menjadi keras [13]. Penurunan harga *impact* bisa juga disebabkan oleh kurang baiknya ikatan permukaan antara resin dan serat kulit jagung sehingga mengakibatkan penurunan sifat mekanis pada material komposit [14].

Tito Arif Sutrisno, Analisa Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash Terhadap Kekuatan Impact Pada Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Kulit Jagung



Gambar 3. Foto Patahan Uji Impact A). 0% Fly ash, B). 5% Fly ash, C). 10% Fly ash, D). 15% Fly ash

Pada gambar 3. A dapat dilihat bentuk patahan spesimen uji impact material komposit resin polyester dengan penguat serat kulit jagung merupakan patah getas (*Brittle Fracture*), karena pada permukaan patahan spesimen uji mengkilap dan tanpa adanya *fiber pull out* [15]. Terlihat bahwa didalam patahan tidak terjadi *fiber pull out* maupun porositas, karena pada spesimen ini ikatan antara serat dengan matrik cukup baik sehingga tidak adanya serat yang terlepas dari matrik.

Berdasarkan gambar 3. B spesimen uji *impact* tersebut mengalami patah getas, karena didalam gambar spesimen tersebut terdapat kilauan cahaya berwarna putih mengindikasikan bahwa komposit mengalami patah getas [16]. Spesimen dengan 5% *fly ash* lebih sedikit area yang mengalami patahan getas dibandingkan dengan spesimen yang tanpa menggunakan campuran *fly ash*. Pada spesimen uji *impact* dengan penambahan 5% *fly ash* hanya mengalami sedikit *fiber pull out* dan didalam gambar tersebut tidak adanya kekosongan (*void*) hal ini dimungkinkan karena saat pencampuran resin dengan *fly ash* tidak banyak menghasilkan gelembung udara sehingga tidak terdapat kekosongan pada komposit. Proses terjadinya patahan tersebut secara bersamaan antara serat dengan resin. Akan tetapi didalam gambar 2. B tersebut dapat dilihat terdapat *fiber pull out* yang terjadi antara serat kulit jagung dengan resin *polyester* karena tidak menyatunya antara serat dengan matrik dengan sempurna [17].

Berdasarkan gambar 3. C diatas spesimen uji *impact* tersebut mengalami patah getas, karena didalam gambar foto makro penampang patahan uji *impact* tersebut memiliki ciri – ciri patah getas, pada gambar foto makro penampang uji *impact* tersebut terdapat warna yang mengkilap [18]. Pada spesimen uji *impact* dengan penambahan 10% *fly ash* hanya mengalami sedikit *fiber pull out* dan didalam spesimen tersebut area yang mengalami patah getas lebih sedikit dibandingkan dengan penambahan *fly ash* 5% sehingga harga *impact* mengalami kenaikan pada presentase *fly ash* 10%. Proses terjadinya patahan tersebut secara bersamaan antara serat dengan resin. Akan tetapi didalam gambar 3. C tersebut masih terdapat *fiber pull out* yang terjadi antara serat kulit jagung dengan resin *polyester* karena matrik tidak mampu menahan beban yang diterima sehingga menyebabkan serat terlepas dan kemudian terjadi kegagalan/patah [19].

Berdasarkan gambar 3. D diatas spesimen uji *impact* tersebut mengalami patah getas, karena didalam gambar tersebut terdapat kilauan cahaya berwarna putih / terlihat mengkilap sehingga termasuk kedalam patah getas [15]. Pada spesimen uji *impact* dengan penambahan 15% *fly ash* didalam gambar 3. D dapat dilihat adanya kekosongan (*void*) hal ini karena saat proses pembuatan komposit dengan terdapat gelembung udara yang terjebak didalam matrik sehingga terdapat kekosongan (*Void*) pada komposit. Keberadaan *void* didalam komposit menyebabkan harga *impact* pada komposit mengalami penurunan. Proses terjadinya patahan tersebut secara bersamaan antara serat dengan resin. Akan tetapi didalam gambar 3. D tersebut dapat dilihat terdapat *fiber pull out* yang terjadi antara serat kulit jagung dengan resin *polyester* karena matrik tidak mampu menahan beban yang diterima sehingga menyebabkan serat terlepas dan kemudian terjadi kegagalan/patah [19]. Ikatan antarmuka antara matrik dengan serat tidak mampu menahan kenaikan laju tegangan, sehingga saat matrik mengalami patah harga *impact* menurun [20].

KESIMPULAN

Penambahan *fly ash* 15% dapat menyebabkan harga *impact* komposit semakin menurun dengan harga *impact* sebesar 0,0411 J/mm². Hal ini disebabkan karena *fly ash* sendiri memiliki sifat yang keras akan tetapi getas. Pada presentase 0% *fly ash* memiliki harga *impact* sebesar 0,0450 J/mm², kandungan *fly ash* 5% mengalami kenaikan harga *impact* sebesar 0,0543 J/mm², dan pada kandungan *fly ash* 10% juga mengalami kenaikan harga *impact* sebesar 0,0600 J/mm². Kenaikan harga *impact* tersebut disebabkan adanya beberapa kandungan senyawa yang ada didalam *fly ash* sendiri. Jenis patahan yang dihasilkan berdasarkan foto makro termasuk ke dalam jenis patah getas.

REFERENSI

- [1] Zulfikar, "ANALISA EKSPERIMENTAL MODULUS ELASTISITAS BAHAN KOMPOSIT GLASS FIBER REINFORCED PLASTIC (GFRP) BERDASARKAN VARIASI DIAMETER SERAT AKIBAT BEBAN IMPAK LAJU REGANGAN TINGGI," (*Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and*

Tito Arif Sutrisno, Analisa Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash Terhadap Kekuatan Impact Pada Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Kulit Jagung

Energy), vol. 2, no. 1, hal. 47–56, 2017.

- [2] F. T. S. Sihombing, C. Hutasoit, dan T. I. Padang, “Desain dan Pembuatan Papan Tiruan dari Bahan Komposit Laminate Diperkuat Lembaran Batang Pisang,” *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, vol. 5, no. 1, hal. 1–7, 2021, doi: 10.31289/jmemme.v5i1.4094.
- [3] H. Hermawan, “Pengenalan pada biomaterial,” hal. 1–8, 2019, doi: 10.31227/osf.io/v3z5t.1/8.
- [4] R. Manurung, S. Simanjuntak, J. Sembiring, R. A. M. Napitupulu, dan S. Sihombing, “Analisa Kekuatan Bahan Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Menggunakan Resin Polyester Dengan Memvariasikan Susunan Serat Secara Acak Dan Lurus Memanjang,” *Sprocket Journal of Mechanical Engineering*, vol. 2, no. 1, hal. 28–35, 2020, doi: 10.36655/sproket.v2i1.296.
- [5] N. H. Sari, I. Yudhyadi, dan S. Emmy, “Karakteristik Kekuatan Bending Kayu Komposit Polyester Diperkuat Serat Pandan Wangi dengan Filler Serbuk Gergaji Kayu,” *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, vol. 6, no. 2, hal. 157–164, 2014.
- [6] E. C. F. REDA, “EFEK FRAKSI VOLUME DAN ARAH SERAT TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT KULIT JAGUNG,” UNIVERSITAS MATARAM, 2019.
- [7] T. K. Fagbemigun, O. D. Fagbemi, O. Otitoju, E. Mgbachiuzor, dan C. C. Igwe, “Pulp and paper-making potential of corn husk,” *International Journal of AgriScience*, vol. 4, no. 44, hal. 209–213, 2014.
- [8] N. H. Sari, J. Fajrin, dan I. P. Lokantara, “Komposit Poliester Diperkuat Serat Kulit Jagung : Analisa Sifat Mekanik dan Morfologi,” *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan X*, vol. 2019, hal. 6–11, 2019.
- [9] Darianto, A. Siregar, B. Umroh, dan D. Kurniadi, “Simulasi Kekuatan Mekanis Material Komposit Tempurung Kelapa Menggunakan Metode Elemen Hingga,” *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, vol. 3, no. 1, hal. 39, 2019, doi: 10.31289/jmemme.v3i1.2443.
- [10] S. Wardani, “Pemanfaatan Limbah Batu Bara (Fly Ash) Untuk Stabilitas Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Manggurangi Pencemaran Lingkungan,” *Penguikuan Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Diponogoro*, hal. 1–71, 2008.
- [11] Q. Hadi dan Gunawan, “PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME ABU TERBANG (FLY ASH) SEBAGAI PENGUAT AL 6061 MATRIX COMPOSITE TERHADAP SIFAT MAKANIK DAN FISIK METAL MATRIX COMPOSITE AL 6061-FLY ASH,” *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9*, hal. 119–205, 2010.
- [12] T. Surdia dan S. Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*. Balai Pustaka (Persero), 2013.
- [13] Y. Sari dan C. D. C. Prasetyo, “PENGARUH PENAMBAHAN CARBON DAN PROSES QUENCHING DENGAN COOLANT PADA HASIL PENGELASAN ELEKTRODA E6013 TERHADAP TINGKAT KEKERASAN,” no. April, hal. 9–12, 2019, doi: <https://doi.org/10.21009/JKEM.6.1.3>.
- [14] N. H. Sari, I. N. G. Wardana, Y. S. Irawan, dan E. Siswanto, “Corn Husk Fiber-Polyester Composites as Sound Absorber : Nonacoustical and Acoustical Properties,” *Hindawi*, vol. 2017, hal. 1–8, 2017, doi: <https://doi.org/10.1155/2017/4319389>.
- [15] Rendy dan Syahrizal, “KEKUATAN MATERIAL KOMPOSIT TERMOSET,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 10, no. 1, hal. 51–55, 2021.
- [16] Sunardi, M. Fawaid, R. Lusiani, dan Cahyadi, “Matrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Impak Untuk Aplikasi Body Kendaraan Motor,” hal. 151–160, 2014.
- [17] M. I. Taufik, Sugiyanto, dan Zulhanif, “PERILAKU CREEP PADA KOMPOSIT POLYESTER DENGAN SERAT KULIT BAMBU APUS,” *Jurnal FEMA*, vol. 1, hal. 8–15, 2013.
- [18] Yeni, E. D. Sulistyowati, dan Sugiman, “UJI IMPACT DAN BENDING PAPAN KOMPOSIT SERAT PANDAN DURI DENGAN VARIASI CARA PENGAMBILAN SERAT DAN JENIS PEREKAT,” *Tugas Akhir*, no. September, hal. 1–15, 2016.
- [19] Muhammad Agung Lutfinandha, “PENGARUH WAKTU PERENDAMAN SERAT PADA LARUTAN Natrium Bikarbonat (NaHCO₃) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Komposit Serat Kulit Batang Kersen - Poliester,” *Jurnal JTM*, vol. 08, hal. 9–18, 2020.

- [20] A. Y. Leiwakabessy, A. Purnowidodo, dan R. Soenoko, "Perubahan Sifat Mekanis Komposit Hibrid Polyester yang Diperkuat Serat Sabut Kelapa dan Serat Ampas Empulur Sagu," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 3, hal. 235–240, 2013.