

Analisis Efek Material Bodi Terhadap Pengujian Impak Pada Motor Listrik Roda 3 E-Niaga Geni Biru

Wardian Andrie Nurzamzam

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Indonesia

Article Info

Article history

Received July 19, 2022

Revised April 12, 2023

Accepted May 17, 2025

Keywords

Composite;
Fiberglass;
Impact Test;
Material selection;

ABSTRACT

The body is a very important part of the vehicle, in addition to protecting other parts of a vehicle, it can also protect the driver. The choice of body material must be taken into account, therefore the selection of composite material as a material for the manufacture of the body has many advantages such as corrosion resistance, a very large hardness, and a very small density. This research was conducted to find out the impact toughness and fracture shape of the polymer matrix composite material using different volume variance fractions. The matrix used in Unsaturated Polyester Resin (UPRs). SHCP 2668 WNC uses a Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKPO) catalyst and as a reinforcement using fiberglass CSM 300 with volume fraction variance 10%, 13%, 16%. The specimens were made using the ISO 179 standard with dimensions of 80 mm × 4mm × 10 mm and has a Notch standard of 45° with a depth of 2 mm. Making specimens using the Hand Lay Up using a mold. Furthermore, the impact test of the Charpy and photos of the microstructure was carried out on the fractures of each specimen variation. The results of the analysis of composite materials with glass fiber content concluded that in the impact test using the ISO 179 standard, the maximum impact strength occurred at 16% fiber volume with an average impact strength of 48.96 kJ/mm², and the minimum impact strength occurred at a fiber volume of 10 % with an average impact strength of 17.81 kJ/mm².

This is an open-access article under the [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



*Corresponding Author

Wardian Andrie Nurzamzam
Jurusan Teknik Mesin,
Fakultas Teknik,
Universitas Mercu Buana,
Jl. Meruya Selatan No. 1, Kembangan, Jakarta Barat 11650, Indonesia |
Email: wardian.andrie82@gmail.com |

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi untuk transportasi juga terus menerus pasti akan meningkat terutama pada kendaraan bermotor berbahan bakar fosil (*fossil fueled-based motor vehicle*). Bahan bakar fosil yang digunakan merupakan energi tidak terbarukan yang semakin banyak digunakan, maka cadangan bahan bakar fosil akan semakin menipis, maka dari itu solusinya yaitu kendaraan listrik [1]. Pemerintah di Indonesia melalui Perpres No. 55 Tahun 2019 terus mendorong untuk mengembangkan kendaraan listrik sebagai salah satu sarana transportasi yang tidak memiliki emisi gas buang atau ramah lingkungan [1] Saat ini alternatif yang sedang banyak dikembangkan dan digalakkan adalah Sepeda Motor listrik untuk menggantikan sepeda motor berbahan bakar minyak, dan juga sudah banyak model dan tipe motor listrik yang ada di pasaran [2].

Komponen utama dalam sepeda motor listrik seperti mesin atau penggerak, bodi kendaraan dan rangka kendaraan, Bodi kendaraan adalah satu komponen yang penting dalam kendaraan maka dalam pembuatan bodi kendaraan perlu di perhitungkan [3]. Bodi motor listrik perlu di buat ringan supaya mengurangi beban kerja dari motor listrik, sehingga mobil listrik dapat bekerja secara maksimal, selain ringan, bodi harus dibuat fleksibel dan kuat demi keamanan serta kenyamanan pengendara, dan dapat menutupi pengendara maupun penumpang dari kontak secara langsung dengan alam seperti terik matahari, terpaan angin, hujan, dan hal-hal lain yang dapat menyebabkan kecelakaan baik ringan maupun berat [4]. Material komposit ialah kombinasi dari beberapa material yang terdiri dari pengikat (matriks) dan penguat (*reinforcement*). Material Komposit yang bermatriks polimer adalah material yang paling umum dan banyak digunakan. Dikarenakan sifatnya yang lebih ringan dan lebih tahan terhadap karat (korosi). Dalam pembuatan komposit polimer, polimer *thermoset* yang banyak digunakan adalah Poliester dan Epoksi [5].

Serat Kaca adalah salah satu material yang biasa digunakan dalam pembuatan komposit sebagai penguat (*reinforcement*). Serat kaca mudah untuk diproduksi dikarenakan pasokan bahan baku yang tersedia hampir tak terbatas. Serat kaca menunjukkan sifat massal yang berguna seperti kekerasan, stabilitas, transparansi, dan *inertness* (kelembaman), ketahanan terhadap serangan kimia, serta sifat serat yang diinginkan seperti kekakuan, kekuatan, dan fleksibilitas [6]. Material komposit juga memiliki sifat mekanik, Sifat mekanik bahan juga merefleksikan hubungan antara gaya/ energi/beban yang diterima suatu bahan dengan reaksi yang diberikan atau deformasi yang akan terjadi. Beberapa sifat mekanik bahan diantara-Nya; Kekenyalan (*elasticity*), Kekakuan (*stiffness*), Kekerasan (*hardness*), Kekuatan (*strength*), Kelelahan (*fatigue*), Ketangguhan (*toughness*), Plastisitas (*plasticity*), dan Keretakan – merangkak (*creep – crack*). Salah satu sifat penting untuk menggambarkan kinerja mekanik material yaitu kuat impak. Prinsip dari pengujian impak yaitu penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi. Pada pengujian impak, akan didapati besarnya kekuatan, kekerasan, serta keuletan material yang dialami sebuah material [7].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Iswan *et al*, pada tahun 2018 tentang Perbandingan Kekuatan Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Ijuk Terhadap Sifat Mekanis Komposit Dengan Matriks Resin Epoksi yang memiliki variasi volume fraksi 0%, 3%, 6%, 9% menggunakan pengujian impak dan Tarik [8]. Pada penelitian sebelumnya membahas tentang sifat mekanis komposit dengan matriks epoksi dan serat ijuk yang memiliki variasi volume fraksi 0%, 3%, 6%, 9% menggunakan pengujian impak namun penelitian tentang sifat mekanis komposit menggunakan matriks poliester dan serat kaca yang memiliki variasi volume fraksi 10%, 13%, 16%, dengan pengujian impak dan foto struktur mikro belum pernah di aplikasikan untuk pembuatan bodi motor listrik.

Dengan latar belakang di atas maka peneliti tertarik untuk membahas tentang pembuatan bodi motor listrik dengan menggunakan material komposit bermatriks polimer polyester dengan penguat serat kaca dengan volume fraksi yang berbeda yaitu 10%, 13%, 16% sekaligus melakukan uji impak dan foto struktur mikro pada spesimen komposit untuk mengetahui ketangguhan dan struktur mikro dari material komposit.

Uji impak yang di gunakan ialah uji impak Metode *Charpy* yang banyak digunakan di Amerika Serikat. Pada pengujian metode *Charpy*, beban diayun dari ketinggian tertentu untuk memukul benda uji, yang kemudian diukur energi yang diserap oleh per patahannya. Batang uji *Charpy* kemudian diletakkan horizontal pada batang penumpu dan diberi beban secara tiba-tiba di belakang sisi takik oleh pendulum berat berayun [9]. Setiap material yang diuji dibuat dalam bentuk spesimen atau sampel kecil. spesimen pengujian dapat mewakili seluruh material apabila berasal dari jenis, komposisi, dan perlakuan yang sama. Pengujian yang tepat hanya didapatkan pada spesimen yang memenuhi aspek ketepatan pengukuran, kemampuan mesin, kualitas atau jumlah cacat pada material, dan ketelitian dalam membuat spesimen[10]. Pada pengujian impak, energi yang diserap oleh benda uji biasanya dinyatakan dalam satuan Joule dan dibaca langsung pada skala (*dial*) penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada mesin penguji [11]. Untuk mengetahui kekuatan impak /*impact strength* (Is) maka energi impak tersebut harus dibagi dengan luas penampang efektif spesimen (A) [12].

Standar ISO 179 adalah standar menetapkan metode untuk menentukan kekuatan impak *Charpy* dari bahan plastik dalam kondisi yang ditentukan. Sejumlah jenis spesimen dan konfigurasi uji yang berbeda ditentukan. Parameter uji yang berbeda ditentukan menurut jenis bahan, jenis benda uji dan jenis takik. Pembuatan spesimen komposit untuk Pengujian Impak Metode *Charpy* menggunakan standarisasi menurut ISO 179 dengan tipe spesimen 1. Yang memiliki dimensi Panjang 80 mm, lebar 10 mm, tebal 4mm dan takik standar V dengan sudut 45° dan kedalaman takik 2 mm [13]. Pengukuran lain yang biasa dilakukan dalam pengujian impak *Charpy* Adalah penelaahan permukaan per patahan untuk menentukan jenis per patahan (*fractografi*) yang terjadi [14].

Struktur mikro adalah struktur terkecil yang terdapat dalam suatu bahan yang keberadaannya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat struktur mikro di antaranya mikroskop cahaya, *mikroskop electron*, *mikroskop field emission* dan mikroskop sinar-X. [15]

2. METODE DAN BAHAN

2.1. Alat dan Bahan

Adapun beberapa Alat yang akan dipergunakan : Timbangan digital, yang digunakan untuk menimbang massa serat dan massa resin yang akan digunakan. Cetakan spesimen, memiliki dimensi yang terbuat dari 3D printer yang bahan utamanya plastik *filament*. Gelas ukur, untuk mendapatkan volume resin yang akan dipakai dan mencampur resin dengan katalis/*hardener*. Kaliper atau jangka sorong, untuk mengukur luasan serat sesuai luasan cetakan. Gunting, untuk memotong serat sesuai dengan luasan cetakan. *Mirror Glaze (Agent Release)*, digunakan sebagai pelapis pada cetakan yang berfungsi agar komposit yang telah mengering mudah dilepas dari cetakan. Kuas, digunakan untuk alat melapisi permukaan cetakan. Pengaduk kaca, untuk mengaduk campuran resin dan katalis / *hardener* sebelum dituang pada cetakan. Pengaduk kaca, untuk mengaduk campuran resin dan katalis / *hardener* sebelum dituang pada cetakan. Alat finishing : gerinda, ampelas, kikir digunakan untuk merapikan spesimen.

Bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan spesimen komposit serat kaca antara lain : Resin yang digunakan dalam penelitian ini adalah Resin Polyester SHCP 2668 WNC dengan ciri-ciri resin ini berwarna Merah Muda. Serat yang dipakai adalah Serat *Chopped Strant Mat 300* tipe *Glass-E* memiliki massa jenis $2,5 \text{ g/cm}^3$. Dalam penelitian ini digunakan Katalis yang digunakan adalah *Methyl Ethyl Ketton Peroxide* (MEKPO) untuk mempercepat laju *curing* komposit.

2.2. Pembuatan Spesimen

Beberapa tahapan pembuatan spesimen adalah : Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat komposit dipersiapkan terlebih dahulu seperti cetakan dan kaca, gunting, serat *fiberglass*, katalis, resin *polyester* tipe SHCP 2668 WNC dan lain-lain. Cetakan dibersihkan terlebih dahulu dari debu dengan menggunakan kuas. *Release agent* dioleskan pada permukaan cetakan hingga merata dan tutup cetakan hingga rata. Resin dan Katalis dituang ke dalam gelas ukur sesuai dengan perhitungan komposisi komposit. Setelah itu campuran resin dan katalis ini diaduk hingga merata, selama 2-3 menit. Campuran resin dan katalis dituang ke dalam cetakan kaca. Setelah resin dioleskan pada permukaan cetakan kaca kemudian dilapisi oleh lapisan serat *fiberglass* yang pertama lalu serat dilapisi kembali dengan resin hingga merata. Hal itu dilakukan hingga lapisan yang terakhir. Setelah komposit dicetak dengan cetakan, kemudian komposit dikeringkan di bawah sinar matahari hingga benar-benar kering. Setelah komposit benar-benar kering, lalu dikeluarkan dari cetakan menggunakan sekrap dan kemudian spesimen dirapikan menggunakan ampelas.



Gambar 1. Hasil Pencetakan Spesimen

2.3. Tahapan Pengujian Impak Metode Charpy

Ada beberapa tahapan umum pada pengujian impak metode Charpy, yaitu : Spesimen diletakkan horizontal pada batang penumpu, kemudian pendulum berat (beban) diletakkan di ketinggian tertentu, Kemudian beban diayun untuk memukul spesimen di belakang sisi takiknya, ukur energi yang diserap oleh per patahannya, Dan hitung kekuatan impaknya



Gambar 2. Alat uji Impak Metode Charpy

2.4. Tahapan Pengujian Struktur Mikro

Ada beberapa langkah-langkah dalam melakukan pengujian struktur mikro: Potong permukaan patahan yang akan diuji antara 10 mm sampai dengan 20 mm, Letakkan spesimen pada meja mikroskop dengan posisi tegak lurus, Pilih optik pembesar yang akan dipakai, Posisikan spesimen terhadap optik dengan memutar eretan, Ambil gambar yang akan dilakukan analisis.



Gambar 3. Alat Uji Struktur Mikro

3. HASIL DAN DISKUSI

Data Energi serap didapat dari hasil pengujian impact pada spesimen uji menurut ISO 179 untuk material komposit dengan menggunakan matriks *polyester* dan menggunakan serat kaca/*Fiberglass* CSM 300 dengan variasi fraksi volume serat 10%, 13%, 16%. Energi serap merupakan angka yang menunjukkan besarnya energi untuk mematahkan spesimen uji yang diketahui dari selisih perbedaan tinggi massa pada kedudukan atas dengan tinggi massa pada kedudukan bawah (tinggi jatuh). Kekuatan impact pada material komposit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$a_{cN} = \frac{E_c}{h \times b_N} \times 10^3$$

3.1. Hasil Uji Impact Metode Charpy

Data hasil dari pengujian Impact komposit bermatriks polimer *polyester* dengan penguat serat kaca untuk kandungan serat 10% adalah seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Impact Kandungan Serat Kaca 10%

| Spesimen | Panjang (mm) b_N | Lebar (mm) h | Luas penampang (mm ²) | Energi Impact (J) E_c | Kekuatan Impact (kJ/m ²) |
|------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---|
| A1 | 8 | 4 | 32 | 0,55 | 17,18 |
| A2 | 8 | 4 | 32 | 0,60 | 18,75 |
| A3 | 8 | 4 | 32 | 0,56 | 17,5 |
| Rata-rata | | | | 0,57 | 17,81 |



Gambar 4. Spesimen dengan kandungan Serat Kaca 10% Sesudah Uji Impact

Pada Gambar 4. menunjukkan bentuk patahan setelah benda uji impact mengalami pengujian. Data hasil dari pengujian Impact komposit bermatriks polimer *polyester* dengan penguat serat kaca untuk kandungan serat 13% adalah seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Impact Kandungan Serat Kaca 13%.

| Spesimen | Panjang (mm) b_N | Lebar (mm) h | Luas penampang (mm ²) | Energi Impact (J) E_c | Kekuatan Impact (kJ/m ²) |
|------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| B1 | 8 | 4 | 32 | 1,05 | 32,81 |
| B2 | 8 | 4 | 32 | 1,10 | 34,38 |
| B3 | 8 | 4 | 32 | 1,08 | 33,75 |
| Rata-rata | | | | 1,08 | 33,65 |

Pada Gambar 5. menunjukkan bentuk patahan setelah benda uji impact mengalami pengujian.



Gambar 5. Spesimen dengan kandungan Serat Kaca 13% Sesudah Uji Impact

Data hasil dari pengujian Impact komposit bermatriks polimer *polyester* dengan penguat serat kaca untuk kandungan serat 10% adalah seperti diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Impact Kandungan Serat Kaca 16%.

| Spesimen | Panjang (mm) b_N | Lebar (mm) h | Luas penampang (mm ²) | Energi Impact (J) E_c | Kekuatan Impact (kJ/m ²) |
|------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| C1 | 8 | 4 | 32 | 1,55 | 48,44 |
| C2 | 8 | 4 | 32 | 1,6 | 50 |
| C3 | 8 | 4 | 32 | 1,55 | 48,44 |
| Rata-rata | | | | 1,57 | 48,96 |

Pada gambar 6. menunjukkan bentuk patahan setelah benda uji impact mengalami pengujian.



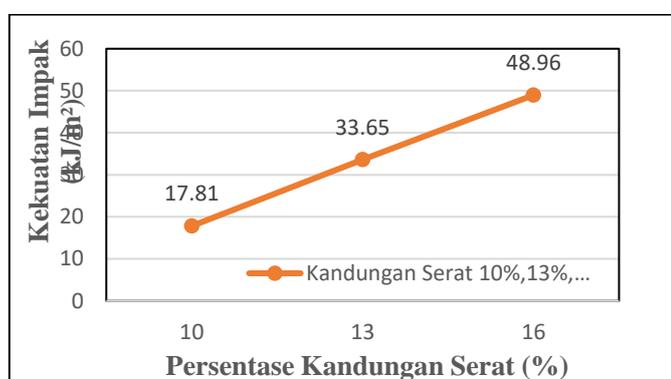
Gambar 6. Spesimen dengan kandungan Serat Kaca 16% Sesudah Uji Impact

Rekapitulasi data hasil uji Impak komposit berpenguat serat kaca dengan matriks polimer adalah seperti diperlihatkan pada tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Impak

| No | Persentase Kandungan Serat Kaca (%) | Rata – Rata Energi Impak (J) | Rata - Rata Kekuatan Impak (kJ/m ²) |
|----|-------------------------------------|------------------------------|---|
| 1 | 10 % | 0,57 | 17,81 |
| 2 | 13% | 1,07 | 33,65 |
| 3 | 16% | 1,57 | 48,96 |

Pada Tabel 4.4 menunjukkan data hasil pengujian impak material komposit dengan matriks resin *polyester* dan diperkuat serat kaca. Pada tabel 4.4 menunjukkan bahwa persentase kandungan serat kaca antara 10%, 13%, 16%, semakin tinggi persentase kandungan serat kacanya maka kekuatan impaknya semakin besar. Hasil rekapitulasi data ini akan tampak jelas jika data pada tabel 4.4 ini dibuat dalam bentuk grafik seperti diperlihatkan pada gambar 4.4.



Gambar 7. Rata – Rata Kekuatan Impak

Proses pembuatan spesimen komposit ini menggunakan standar ISO 179 dengan metode pencetakan spesimen yaitu *Hand Lay Up*. Komposit di buat menggunakan matriks *Polyester SHCP 2668 WCN* dan menggunakan serat kaca CSM 300 yaitu serat yang berupa lembaran dan arah susunannya acak dengan variasi kandungan serat 10%, 13%, dan 16% dan menggunakan Katalis MEKSPO (*Methyl Ethyl Ketton Peroxide*)

Dari Tabel 1. spesimen komposit dengan persentase 10% diperoleh kekuatan impak rata-rata yaitu sebesar 17,81 kJ/m². Data tertinggi pada spesimen A2 yaitu sebesar 18,75 kJ/m². Sedangkan nilai terendah terdapat pada spesimen A1 yaitu sebesar 17,18 kJ/m². Spesimen komposit dengan persentase 10% memiliki bentuk patahan getas dikarenakan ikatan antara matriks dan seratnya tidak mampu menahan beban kejut dari pendulum.

Dari Tabel 2. spesimen komposit dengan persentase 13% diperoleh Data tertinggi pada spesimen B2 yaitu sebesar 34,38 kJ/m². Sedangkan nilai terendah terdapat pada spesimen B1 yaitu sebesar 32,81 kJ/m². Dan diperoleh data rata-rata yaitu sebesar 33,65 kJ/m². Persentase serat 13% pada spesimen komposit memiliki bentuk patahan ulet dikarenakan serat mampu secara optimal menahan beban kejut dari pendulum sehingga serat akan putus pada ikatan yang paling lemah dan menjadikan spesimen komposit patah.

Dari Tabel 3. spesimen komposit dengan persentase 16% diperoleh data rata-rata yaitu sebesar 48,44 kJ/m². Data tertinggi pada spesimen C2 yaitu sebesar 50 kJ/m². Sedangkan nilai terendah terdapat pada spesimen C1 dan C3 yaitu sebesar 48,44 kJ/m². Spesimen komposit dengan persentase 16% memiliki bentuk patahan ulet karena jumlah persentase serat mampu secara optimal menahan beban kejut dari pendulum dan energi yang di serapnya semakin besar dibandingkan dengan spesimen dengan kandungan serat 10% dan 13%.

Dari variasi penambahan persentase serat sangat mempengaruhi Energi yang di serap spesimen dan juga mempengaruhi kekuatan impaknya. Hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah persentase serat maka serat yang diikat oleh matriks akan semakin banyak, jadi ikatan yang dihasilkan antara serat dengan matriks menjadi semakin kuat dan energi yang diserap serta kekuatan impaknya juga akan semakin meningkat.

3.2. Hasil Uji Struktur Mikro

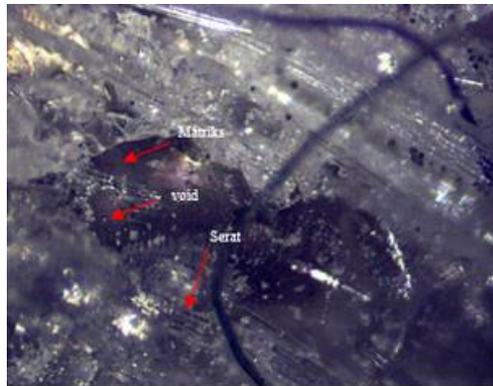
Dalam pengujian foto struktur mikro permukaan patahan diperbesar 50 kali objektif sehingga dapat diketahui bentuk permukaan dari spesimen komposit matriks resin yang diperkuat serat kaca 10% , 13%, 16%. Berikut

ini hasil foto struktur mikro permukaan patahan diperbesar 50 kali objektif pada komposit dengan kandungan penguat serat kaca 10% dan bermatriks *polyester*, seperti yang di tunjukan pada Gambar 8.



Gambar 8. Foto Struktur Mikro Komposit Serat Kaca Persentase 10%.

Gambar 9. menunjukkan hasil foto struktur mikro permukaan patahan diperbesar 50 kali objektif pada komposit dengan kandungan penguat serat kaca 13% dan bermatriks *polyester*.



Gambar 9. Foto Struktur Mikro Komposit Serat Kaca persentase 13 %.

Gambar 10. menunjukkan hasil foto struktur mikro permukaan patahan diperbesar 50 kali objektif pada komposit dengan kandungan penguat serat kaca 16% dan bermatriks *polyester*.



Gambar 10. Foto Struktur Mikro Komposit Serat Kaca persentase 16%.

Pada Gambar 8. terlihat bahwa foto struktur mikro pada permukaan patahan komposit dengan serat kaca kandungan 10% terdapat banyak gelembung udara (*void*). *Void* ini terjadi diakibatkan karena kurangnya penekanan pada saat pembuatan spesimen. Semakin banyak *Void* yang terkandung di dalam komposit maka ikatan antara serat dan matriks resin *polyester* menjadi yang kurang maksimal. Dan jumlah persentase penguat (serat) dengan matriks juga sangat mempengaruhi ikatan yang terjadi di antara keduanya seperti pada spesimen dengan kandungan serat 10% belum mampu secara optimal menahan beban kejut dari pendulum sehingga menghasilkan bentuk patahan getas

Pada Gambar 9. terlihat bahwa foto struktur mikro pada permukaan patahan komposit dengan kandungan serat kaca 13%, masih terdapat banyak gelembung udara (*void*). *Void* sangat mempengaruhi

ikatan antara penguat dengan matriks, kurangnya ikatan antara penguat (serat kaca) dengan matriks yang di akibatkan void akan sangat berpengaruh terhadap kekuatan dari material komposit. Pada spesimen dengan kandungan serat 13% bentuk patahan yang di hasilkan adalah patahan getas karena ketika spesimen di beri beban kejut oleh pendulum, matriks yang bertugas menahan gaya tersebut dan diteruskan oleh serat belum optimal sehingga serat akan putus dan menjadikan spesimen komposit patah dan patahan yang dihasilkan ialah patahan ulet.

Pada Gambar 10. hasil foto struktur mikro pada permukaan patahan komposit dengan kandungan serat kaca 16%, masih terdapat gelembung udara (*void*) akan tetapi tidak sebanyak yang ada pada komposit dengan kandungan serat 10% dan 13%. Dengan berkurangnya *void* maka ikatan antara penguat (serat kaca) dengan matriks akan semakin mengikat. Dan juga kekuatan material dari komposit tersebut akan maksimal. Patahan yang terjadi pada spesimen dengan kandungan serat 16% ialah patahan ulet karena banyaknya jumlah persentase serat (penguat) dengan matriks sehingga spesimen mampu dengan optimal menahan beban kejut yang di berikan oleh pendulum.

4. KESIMPULAN

1. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa fraksi volume serat kaca (10%) dengan serat CSM 300 memiliki kekuatan Impak paling kecil yaitu 17,81 kJ/m². Sebaliknya makin banyak volume fraksi serat kaca, maka semakin tinggi pula kekuatan impak, dan pada kandungan 16% serat kaca terbukti memiliki kekuatan Impak tertinggi di antara 3 variasi fraksi yaitu sebesar 48,44 kJ/m².
2. Dari hasil Uji Impak spesimen dengan kandungan serat kaca 10% bentuk patahan yang dihasilkan adalah patahan getas, dan 13%, 16 % bentuk patahan yang dihasilkan adalah patahan ulet.
3. Dari hasil foto struktur mikro pada bentuk patahan dari spesimen dengan kandungan serat kaca 10%, 13%, masih terdapat banyak gelembung atau *Void* dan pada kandungan serat 16% terlihat sedikit gelembung atau *Void*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Aziz, Y. Marcellino, I. A. Rizki, S. A. Ikhwanuddin, and J. W. Simatupang, "Studi Analisis Perkembangan Teknologi Dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik," *Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 45, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7898.
- [2] T. Darmana, O. Handayani, and H. Rusjdi, "Analisa Perbandingan Unjuk Kerja Pemakaian Bahan Bakar Motor Konvensional Dengan Motor Listrik ULC PLN Area Cengkareng," 2018.
- [3] Y. Prihadnyana, G. Widayana, and K. R. Dantes, "Analisis Aerodinamika Pada Permukaan Bodi Kendaraan Mobil Listrik Gaski (Ganesha Sakti) Dengan Perangkat Lunak Ansys 14.5," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 5, no. 2, 2017, doi: 10.23887/jjtm.v5i2.11246.
- [4] A. U. Rahmadiano and S. A. Widyanto, "Rancang Bangun Bodi Mobil Tipe Urban Concept Berpenumpang Tunggal Dengan Kapasitas Maksimum 70 Kg," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 85–92, 2015.
- [5] Nurato, M. Fitri, and L. A. Manalu, "Pengaruh Prosentase Serat Kelapa Sawit Terhadap Umur Fatik Beban Aksial Komposit Matriks Resin," *Rotasi*, vol. 21, no. 4, pp. 215–223, 2019, doi: 10.14710/rotasi.21.4.215-223.
- [6] L. N. Syamsu, "Pengaruh Serat Kaca Kontinu Terhadap Kekuatan Tarik Dan Sifat Thermal Komposit Polyester/Serat Kaca," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015. [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/id/eprint/74881>
- [7] R. Ruzuqi and V. D. Waas, "Analisis Kekuatan Tarik Dan Impak Material Komposit Polimer Dalam Aplikasi Fiberboat," *ALE Proceeding*, vol. 4, pp. 121–126, 2021, doi: 10.30598/ale.4.2021.121-126.
- [8] C. Iswan, B. Maryanti, and K. Arifin, "Analisis Perbandingan Kekuatan Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Ijuk Terhadap Sifat Mekanis Komposit Dengan Matriks Resin Epoksi," *Pros. Snitt Poltekba*, vol. 3, no. 1, pp. 36–43, 2018.
- [9] D. Kumar, A. Siregar, D. Ramdan, and Zulfikar, "Perancangan Alat Uji Impak Charpy Sederhana Untuk Material Logam Baja St 30," *Jmemme*, vol. 1, no. 1, p. 2017, 2017.
- [10] N. H. Sari, *Material Teknik*. Yogyakarta: Deepublish, 2018.
- [11] S. A. Jalil, Zulkifli, and T. Rahayu, "Analisa kekuatan impak pada penyambungan pengelasan smaw material ASSAB 705 dengan variasi arus pengelasan," *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 2, pp. 58–63, 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i2.376.
- [12] W. T. Putra, I. Ismono, F. Fadelan, and Y. Winardi, "Analisa Hasil Uji Impak Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan Campuran (PP + PET)," *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) J.*, vol. 2, no. 1, p. 51, 2017, doi: 10.21070/r.e.m.v2i1.751.
- [13] ISO 179-1 : 2000, "Plastics – Determination of Charpy impact properties," 2000
- [14] I. Mawardi, Azwar, and A. Rizal, "Kajian Perlakuan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanis Komposit Epoksi Serat Sabut Kelapa," *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 1, pp. 22–29, 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i1.369.
- [15] D. G. Bhakti, G. D. Haryadi, and Y. Umardani, "Analisis Struktur Mikro Dan Sifat Mekanis Hasil Las Titik Dan Brazing Untuk Industri Rumahan," *J. Tek. Mesin Undip*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2013.