

Analisis Karakterisasi Komposit *Hybrid* pada Spatbor Depan Motor *Matic*

^{(1)*}M. Abdus Shomad, ⁽¹⁾Adi Sofyan

⁽¹⁾Teknologi Mesin, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Lingkar Selatan Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183

*Email: abdusshomad@umy.ac.id; adisofyan217@gmail.com

Diterima: 11.11.2020 Disetujui: 25.11.2020 Diterbitkan: 30.11.2020

ABSTRACT

This study aims to determine the manufacturing characteristics of the fender on automatic motorbikes. The method used is a hand lay-up by combining three types of fibers used for the binding material, namely hemp fiber (natural), coconut coir fiber (natural), and glass fiber (synthesis) or hybrid composites. The hybrid composite test is done in the form of a tensile strength test and impact strength test. The matic hybrid fender product fabrication process uses the hand lay-up method with random variations in the first layer of glass fiber, woven hemp fiber as the second layer, and random coconut fiber as the last layer. The highest tensile test results for the two types of fiber arrays with the SR-SR-SK fiber arrangement of 47.67 MPa, while the lowest tensile strength value for the SR-SF-SK variation of the fiber array is 35.59 MPa. The highest impact test result was 0.0141 J/mm² for the SR-SF-SK variation, and the lowest impact strength for the SF-SR-SK variation was 0.01226 J/mm².

Keywords: hybrid composite, hand lay-up, hemp fiber, coconut coir fiber, tensile test, impact test

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pabrikasi spatbor (*fender*) pada motor *matic*. Metode yang digunakan adalah *hand lay up* dengan menggabungkan tiga jenis serat yang digunakan untuk bahan pengikat, yaitu serat rami (alami), serat sabut kelapa (alami), dan serat gelas (sintesis) atau komposit *hybrid*. Uji komposit *hybrid* dilakukan dalam bentuk uji kuat tarik dan uji kekuatan impak. Proses pabrikasi produk *matic hybrid fender* menggunakan metode *hand lay up* dengan variasi acak pada lapisan pertama serat kaca, serat anyaman rami sebagai lapisan kedua, dan serat sabut kelapa acak sebagai lapisan terakhir. Hasil uji tarik tertinggi pada kedua jenis larik serat dengan susunan serat SR-SR-SK sebesar 47,67 MPa, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah untuk variasi SR-SF-SK dari larik serat adalah 35,59 MPa. Hasil uji impak tertinggi adalah 0,0141 J/mm² untuk variasi SR-SF-SK, dan kekuatan impak terendah untuk variasi SF-SR-SK adalah 0,01226 J/mm².

Kata Kunci: komposit *hybrid*, *hand lay up*, serat rami, serat sabut kelapa, uji tarik, uji impak

I. Pendahuluan

Perkembangan zaman saat ini, dari zaman dahulu sampai sekarang terdapat macam-macam serat yang dapat dimanfaatkan dalam kebutuhan sehari-hari. Macam-macam serat tumbuhan (alami), seperti serat kayu, serat hewan, dan serat mineral. Serat yang digunakan merupakan kombinasi dari beberapa serat alami, yaitu serat rami dan serat sabut kelapa. Kedua jenis serat alami ini digunakan karena serat alami tersebut belum pernah digunakan untuk komponen pada bidang otomotif, terutama pada bagian spatbor (*fender*) motor

matic. Spatbor (*fender*) motor *matic* dengan serat *fiberglass* (buatan) yang digunakan sebagai kombinasi dari dua serat alami tersebut diterapkan dengan metode *hybrid composite* sebagai bahan penguat dari pembuatan produk spatbor (*fender*) tersebut (Bhuana & Sonong, 2019).

Dalam pemanfaatan serat alami tersebut, pada saat ini banyak peneliti atau ilmuwan terutama dalam bidang material komposit meneliti mengenai serat alami, sebagai bahan material dalam pembuatan produk. Kelebihan serat alami yaitu ringat dan mudah bahan

bakunya, terutama di negara Indonesia, sangat melimpah. Salah satu serat alam yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan komposit adalah serat kelapa muda dan serat batang pisang (Apriani, 2017). Namun penggunaan serat alami belum dilakukan secara masif untuk pembuatan komponen otomotif (*spare part*) (Arifin, 2020).

Penggunaan material untuk bahan komponen atau *spare-part* otomotif dari serat alami belum banyak memanfaatkan, terutama pada spatbor motor (Saputro, 2013). Dari telaah referensi yang ada, belum dilakukan penelitian yang membahas komponen atau *spare-part* otomotif pada motor *matic (fender)* yang terbuat dari bahan serat alami (serat rami dan serat sabut kelapa) yang dikombinasikan (*hybrid*) dengan serat *fiberglass*.

Proses pembuatan produk spatbor (*fender*) depan motor *matic* secara keseluruhan dilakukan secara manual atau dengan metode *hand lay up* (Azissyukhron & Hidayat, 2018) (Utami, Ginting, Nasution, & Istana, 2019). Pengujian komposit yang dilakukan yaitu pengujian mekanis impak dan pengujian tarik. Pengujian impak bertujuan untuk mengetahui ketahanan material komposit hasil dari *hybrid* tiga serat (serat rami, serat sabut kelapa dan *fiberglass*) terhadap besar nilai penyerapan energi yang terjadi. Pengujian tarik ini untuk mengetahui besar kekuatan tarik dan patahan pada material komposit *hybrid* tiga jenis serat tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik serat alami rami, serat sabut kelapa dan *fiberglass* pada pembuatan spatbor depan motor *matic (fender)*.

Pendalaman literatur (referensi) yang dilakukan penulis, mengenai pemanfaatan serat alami rami dan serat alami sabut kelapa yang dikombinasikan secara *hybrid* dengan serat *fiberglass* untuk pembuatan produk *part* komponen otomotif pada spatbor (*fender*) jenis motor *matic* bagian depan merupakan langkah baru (*novelty*) dalam penelitian ini, khususnya di bidang material non logam atau komposit.

Kelebihan dari karakter serat alami rami (*boehmeria nivea*) yaitu ringan, kuat, dan jauh dari bakteri yang merupakan faktor terpenting dari penelitian ini (Sarudin, Sudarsono, & Gunawan, 2019). Kelebihan dari serat alami sabut kelapa yang berasal dari kulit kelapa tersusun 35 % dari berat buah kelapa yang mengandung *lignoselulosa* adalah faktor utama untuk penelitian ini dapat dilakukan (Said,

Mangalla, & Sudia, 2019). Sedangkan, serat *fiberglass* adalah kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0,0005 mm – 0,01 mm yang kemudian dipintal menjadi benang atau ditunen menjadi kain. *Fiberglass* sering juga dikenal dengan nama *glass reinforced plastic (GRP)* atau *glass fiber reinforced plastic (GFRP)* (United States Patent No. US 6,331,350 B1, 2001).

Dalam pembuatan produk spatbor depan motor *matic* ini, dipilih metode paling sederhana dan paling sering digunakan di kalangan industri yakni metode *hand lay up*. Metode *hand lay up* merupakan proses dengan metode terbuka dari fabrikasi komposit. Kelebihan dari metode ini adalah mudah dilakukan, cocok digunakan untuk komponen yang besar, dan volumenya rendah (Sandi, 2019).

II. Bahan dan Metode

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain gunting, *cutter*, lem, gerinda, gelas plastik, gelas ukur, timbangan, pengaduk, amplas, kuas, *spray gun*, dan cetakan. Sedangkan bahan yang digunakan adalah serat gelas, serat alami rami, serat alami sabut kelapa, resin, katalis, *talk*, *mirror glaze*, *dempul*, spatbor, dan larutan NaOH.

2.2. Metode

Metode dalam proses pembuatan produk komposit ini dapat dilakukan dengan berbagai macam cara (metode) yang mempunyai kelebihan atau kekurangan masing-masing. Salah satunya adalah metode *filament winding*, metode *spray lay-up*, dan metode *hand lay up* (Kondo & Arsyad, 2019). Adapun dalam penelitian ini, metode (cara) yang digunakan dalam proses pembuatan komposit adalah dengan metode *hand lay up*.

Langkah pertama dalam pembuatan komposit dengan metode *hand lay up* yaitu merendam serat alami rami dan serat alami sabut kelapa ke dalam larutan 10% NaOH dalam waktu 2 jam. Setelah direndam, serat dibilas hingga benar-benar bersih. Kemudian dikeringkan tanpa terpapar sinar matahari langsung. Setelah kering, sisir serat rami agar serat menjadi lurus, dilanjutkan dengan serat rami dianyam dengan menggunakan alat tenun.

Selanjutnya, hasil anyaman serat dipotong sesuai ukuran spesimen. Selanjutnya membuat spesimen dengan menggunakan kaca sebagai alat cetak spesimen. Lapisi dengan *mirror glaze* sampai 3 lapis, kemudian keringkan dan campuran resin, katalis sebagai dasarnya. Kemudian menyusun urutan serat yang akan diuji. Kemudian menutupnya dengan kaca yang sudah dilapisi *mirror glaze*. Penutup kaca diberi beban di atasnya supaya serat menempel dengan baik. Setelah itu, didiamkan sampai 24 jam. Setelah menunggu sampai 24 jam, kemudian cetakan dibuka untuk dibuat pola spesimen sesuai standar yang ditentukan (Wisnujati & Yudhanto, 2018). Urutan lapisan susunan komposit hybrid dengan 3 lapisan dapat dilihat pada Gambar 1.

Rami Anyam
Fiberglass Acak
Sabut Kelapa Acak

(a) Susunan acak

Fiberglass
Rami Anyam
Sabut Kelapa

(b) Susunan tanpa acak

Gambar 1. Lapisan Material Uji

Berdasarkan dari Gambar 1, dapat dilihat hasil proses penyusunan komposit dengan tiga lapisan yang digunakan sebagai spesimen uji. Kemudian setelah spesimen tersebut jadi, lalu dilakukan pengujian tarik dan pengujian impak. Dimana pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu material ketika menerima beban tarik. Sedangkan, pengujian impak bertujuan untuk mengetahui ketahanan suatu material ketika menerima beban kejut.

2.3. Proses Pembuatan Cetakan

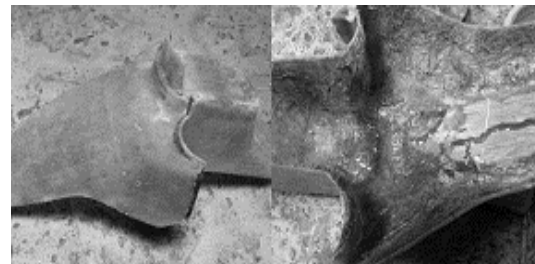
Pembuatan *moulding* dibagi menjadi dua bagian, sisi depan dan sisi belakang. Hal ini dimaksudkan agar mudah dalam pembuatan produk. Dalam proses pembuatan *moulding*, dilakukan salah satu sisi dahulu dan dibatasi dengan spons yang direkatkan pada tengah badan spatbor. Desain *moulding* dibuat menyesuaikan lekukan spatbor.



Gambar 2. Moulding spatbor depan motor matic

Proses-proses yang dilakukan dalam pembuatan produk, yaitu:

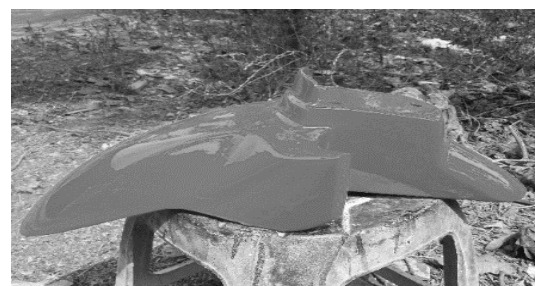
1. Pembersihan *moulding*,
2. Pelapisan *moulding* dengan *mirror glaze*,
3. Pelapisan resin,
4. Pemberian serat,
5. Pemotongan hasil pencetakan yang berlebih,
6. Penyatuan sisi depan dan sisi belakang spatbor.



Gambar 3. Penyatuan spatbor

Proses-proses dalam tahap akhir atau *finishing*, yaitu:

1. Proses pendempulan,
2. Proses *epoxy* (cat dasar),
3. Proses pewarnaan,
4. Proses pemolesan.

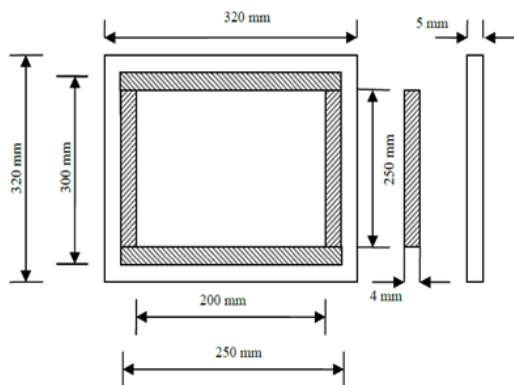


Gambar 4. Hasil akhir proses pengecatan

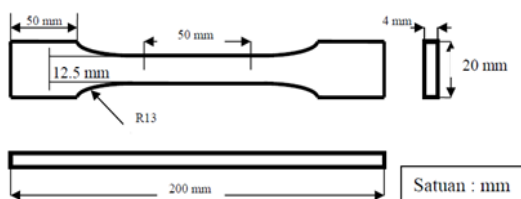
Setelah proses *finishing* dilakukan, selanjutnya dilakukan proses pengecatan. Proses ini merupakan proses bidang *artistic* (visual). Dimana tujuan dari proses pengecatan ini adalah untuk melapisi produk yang telah dibuat dengan lapisan warna, sehingga produk kelihatan lebih indah dan menarik.

2.4. Pembuatan Spesimen Uji

Spesimen uji dibuat secara mandiri dengan susunan serat yang sama pada produk spatbor (*fender*). Adapun ukuran cetakan dapat dilihat pada Gambar 5 (Fahmi & Hermansyah, 2011). Pembuatan spesimen uji tarik dengan material komposit menggunakan standar ASTM A370 dengan dimensi seperti pada Gambar 6.

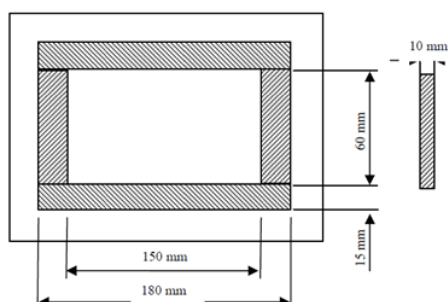


Gambar 5. Skema cetakan uji tarik (ASTM, 1990)

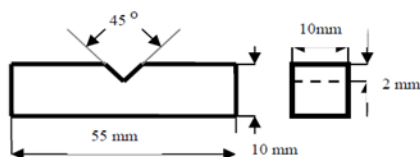


Gambar 6. Dimensi uji tarik standard ASTM A370 (ASTM, 1990)

Sedangkan cetakan uji impact dapat dilihat pada Gambar 7. Pembuatan spesimen uji impact dengan material komposit menggunakan standar ASTM A370 dengan dimensi seperti pada Gambar 8.



Gambar 7. Skema cetakan uji impact



Gambar 8. Dimensi uji impact standard ASTM A370 (ASTM, 1990)

Setelah poses mencetak spesimen selesai, proses selanjutnya adalah pemotongan. Bentuk spesimen uji tarik dan uji impact dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Spesimen uji tarik dan uji impact

2.5. Perhitungan Komposisi

Pengukuran volume cetakan dengan serat pengikat dapat dihitung dengan Rumus 1. Dimana densitas rami 1,5 gr/cm³, densitas serabut kelapa 1,5 gr/cm³, dan densitas fiberglass 2,6 gr/cm³ (Shomad, Yudhanto, & Anugrah, 2020).

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (1)$$

Dimana:

V = Volume serat (cm³)

m = Massa serat (gr)

ρ = Berat jenis serat (gr/cm³)

Berdasarkan Rumus 1, bisa dicari volume masing-masing serat, yaitu:

$$V_{rami} = \frac{m_{rami}}{\rho_{rami}} = \frac{12,3}{1,5} = 8,2 \text{ cm}^3$$

$$V_{srb \text{ kelapa}} = \frac{m_{srb \text{ kelapa}}}{\rho_{srb \text{ kelapa}}} = \frac{17,3}{1,5} = 11,53 \text{ cm}^3$$

$$V_{fiberglass} = \frac{m_{fiberglass}}{\rho_{fiberglass}} = \frac{24}{2,6} = 9,2 \text{ cm}^3$$

Sedangkan untuk ukuran cetakan spesimen, dapat dihitung dengan Rumus 2.

$$V_{cetakan} = p \times l \times t \quad (2)$$

Sehingga volume cetakan dapat dihitung dengan Rumus 2, yaitu:

$$V_{cetakan} = 25 \times 20 \times 0,3 = 150 \text{ cm}^3$$

Setelah volume masing-masing serat dan volume ukuran cetakan sudah diketahui, selanjutnya menghitung fraksi volume dengan Rumus 3 (Wahyudi & Ningsih, 2018).

$$\text{Fraksi Volume} = \left(\frac{\sum \text{Volume Serat}}{\text{Volume Cetakan}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Berdasarkan Rumus 3, maka bisa dihitung fraksi volume, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Fraksi Volume} &= \left(\frac{8,2 + 11,53 + 9,2}{150} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{28,93}{150} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{28,93}{150} \right) \times 100\% \\ &= 0,193 \times 100\% \\ &= \left(\frac{28,93}{150} \right) \times 100\% \\ &= 0,193 \times 100\% \\ &= 19,3\% \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan spesimen yang bagus, maka perbandingan resin dan katalis (Alamsyah, Hidayat, & Iskandar, 2020) adalah:

$$100 \text{ ml resin} = 1 \text{ ml katalis}$$

Sehingga didapat:

$$V_{\text{resin}} = 198,02 \text{ ml}$$

$$V_{\text{katalis}} = 1,98 \text{ ml}$$

Dalam pengambilan data, setiap jenis serat dilakukan 3 kali pengujian Tarik dan 3 kali pengujian impak, sehingga diperoleh rata-rata nilai uji tarik dan nilai uji impak. Uji tarik komposit *hybrid* pada kedua variasi yaitu serat fiber acak – serat rami anyam – serat sabut kelapa acak (SF-SR-SK) dan serat rami anyam - serat fiber acak – serat sabut kelapa acak (SR-SF-SK) dengan grafik menunjukkan kedua variasi komposit diatas.

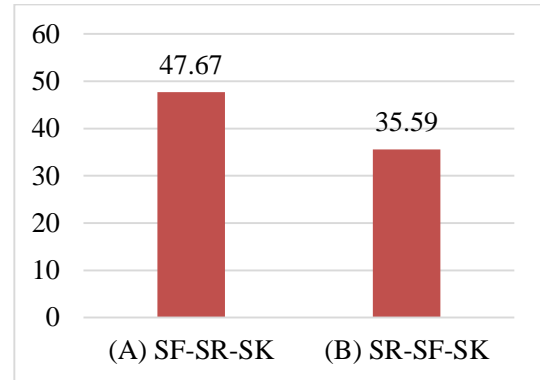
III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Tarik

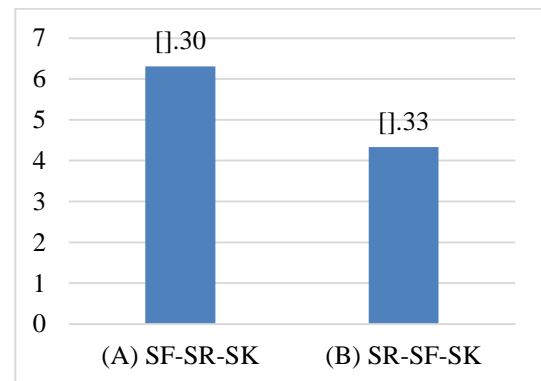
Berdasarkan hasil pengujian tarik, maka diperoleh data seperti pada Tabel 1. Kemudian dibuat grafik kekuatan Tarik seperti pada Gambar 10 dan grafik modulus elastisitas seperti pada Gambar 11.

Tabel 1. Hasil rata-rata kekuatan tarik spesimen

Variasi Komposit	Rata-rata Kekuatan Tarik (MPa)	Rata-rata Modulus Elastisitas (GPa)
SF-SR-SK	47,67	6,30
SR-SF-SK	35,59	4,33



Gambar 10. Grafik kekuatan tarik rata-rata komposit hybrid



Gambar 11. Grafik modulus elastisitas rata-rata komposit hybrid

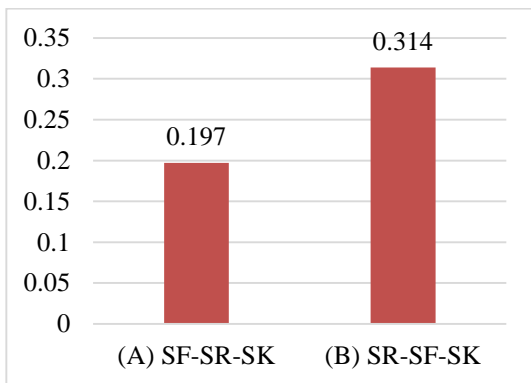
Berdasarkan Gambar 10 terlihat bahwa grafik diatas data yang diperoleh dari hasil pengujian tarik komposit hybrid pada kedua variasi yaitu serat fiber acak-serat rami anyam-serat sabut kelapa acak (SF-SR-SK) dan serat rami anyam-serat fiber acak-serat sabut kelapa acak (SR-SF-SK) dengan grafik menunjukkan kedua variasi komposit diatas. Nilai hasil kekuatan tarik rata-rata tertinggi yaitu pada variasi SF-SR-SK sebesar 47,67 MPa dan kekuatan tarik rata-rata terendah yaitu pada variasi SR-SF-SK sebesar 35,59 MPa. Pada modulus elastisitas hasil rata-rata tertinggi yaitu pada variasi SF-SR-SK sebesar 6,305 GPa dan modulus elastisitas rata-rata terendah yaitu pada variasi SR-SF-SK sebesar 4,33 GPa.

3.2. Hasil Pengujian Impak

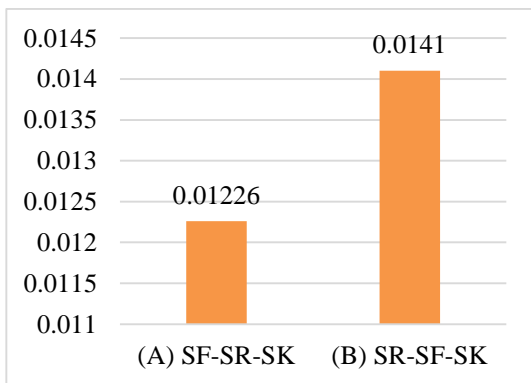
Berdasarkan hasil pengujian impak, maka diperoleh data seperti pada Tabel 2. Kemudian dibuat grafik energi yang diserap seperti pada Gambar 12 dan grafik kekuatan impak seperti pada Gambar 13.

Tabel 2. Hasil rata-rata kekuatan impak

Variasi Komposit	Rata-rata Energi yang Diserap (J)	Rata-rata Kekuatan Impak (J/mm ²)
SF-SR-SK	0,197	0,01226
SR-SF-SK	0,314	0,01410



Gambar 12. Grafik energi yang diserap rata-rata komposit hybrid



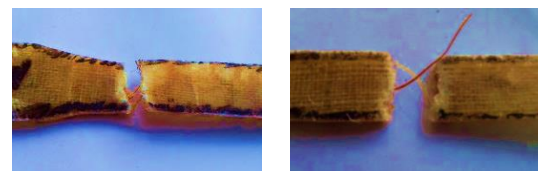
Gambar 13. Grafik kekuatan impak rata-rata komposit hybrid

Data yang diperoleh dari hasil pengujian impak komposit *hybrid* pada kedua variasi yaitu serat fiber acak – serat rami anyam – serat sabut kelapa acak (SF-SR-SK) dan serat rami anyam – serat fiber acak – serat sabut kelapa acak (SR-SF-SK) dengan grafik menunjukkan kedua variasi komposit diatas. Sehingga memperoleh hasil energi yang diserap rata-rata tertinggi yaitu pada variasi SR-SF-SK sebesar 0,314 J dan energi yang diserap rata-rata terendah yaitu pada variasi SF-SR-SK sebesar 0,197 J. Pada kekuatan impak hasil rata-rata tertinggi yaitu

pada variasi SR-SF-SK sebesar 0,0141 J/mm² dan kekuatan impak hasil rata-rata terendah yaitu pada variasi SF-SR-SK sebesar 0,01226 J/mm². Karena dalam penyusunan serat, serat *fiberglass* diletakan tidak di tengah antara serat rami dan serat sabut kelapa, sehingga penguatan serat tidak merata.

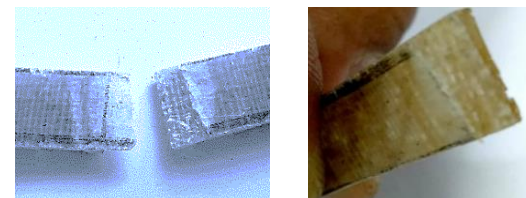
3.3. Hasil Foto Penampang Patahan

Hasil foto penampang patahan hasil uji tarik terlihat pada Gambar 14. Pada kedua variasi komposit dengan uji tarik dapat diartikan pada Gambar 14(a) adalah jenis patahan banyak (*splitting in multi area*) karena pada foto patahan tersebut tidak rata atau tidak beraturan, sehingga mengalami kegagalan di luas area patahan, serta terlepasnya serat dari matriks yang disebut dengan *fiber pull out*. Sedangkan foto pada Gambar 14(b) terlihat mengalami patah getas karena bentuk patahan terlihat tegak namun kurang rapi.

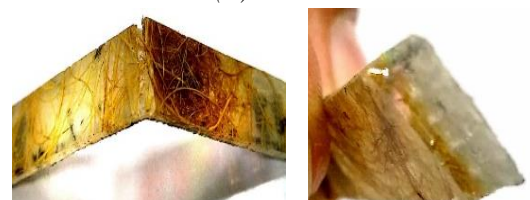


a. (A) SF-SR-SK b. (B) SR-SF-SK
Gambar 14. Penampang patahan uji tarik

Hasil foto penampang patahan hasil uji impak terlihat pada Gambar 15. Pada kedua variasi komposit pada uji impak dapat diartikan pada Gambar 15(a) bahwa jenis bentuk patahan getas karena foto patahan tersebut tidak rata atau tidak beraturan, sehingga mengalami kegagalan di luas area patahan. Sedangkan foto pada Gambar 15(b) mengalami patah ulet karena bentuk patahan terlihat tegak, namun kurang rapi.



a. (A) SF-SR-SK



b. (B) SR-SF-SK

Gambar 15. Penampang patahan uji impak

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembuatan produk spatbor depan, analisis pengujian, dan pembahasan data yang didapat, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam proses pembuatan produk spatbor depan (*fender*) pada komposit *hybrid* dengan metode *hand lay up* atau dengan metode manual yaitu dengan 2 variasi model susunan serat. Model susunan (A) terdiri; lapisan pertama rami anyam, lapisan kedua (tengah) *fiberglass* acak dan lapisan ketiga (terakhir) serat sabut kelapa acak. Susunan (A) disebut juga variasi SF-SR-SK. Sedangkan pada model susunan (B) lapisan pertama, serat fiberglas, rami anyam sebagai lapisan kedua, dan serat sabut kelapa acak pada lapisan ke tiga atau terakhir. Susunan (B) disebut juga dengan variasi SR-SF-SK.
2. Dari hasil uji Tarik variasi SF-SR-SK diperoleh hasil kekuatan tarik rata-rata tertinggi yaitu pada variasi SF-SR-SK sebesar 47,67 MPa, sedangkan pada variasi SR-SF-SK sebesar 35,59 MPa.
3. Pada kekuatan impak hasil rata-rata tertinggi yaitu pada variasi SR-SF-SK sebesar 0,0141 J/mm², sedangkan pada variasi SF-SR-SK sebesar 0,01226 J/mm².
4. Dilihat dari hasil foto penampang patahan komposit *hybrid* pada uji tarik dan uji impak, pada variasi serat (A) SF-SR-SK mengalami jenis patahan banyak atau *splitting in multi area* dan *fiber pull out* (terlepasnya serat dari matrik), sedangkan pada variasi serat SR-SF-SK mengalami patah ulet.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LP3M UMY yang telah mengupayakan dan memerikan bantuannya dari segi material dan non material, sehingga dapat menyelesaikan penelitiannya ini.

Daftar Pustaka

- Alamsyah, A., Hidayat, T., & Iskandar, A. N. (2020). Pengaruh Perbandingan Resin dan Katalis terhadap Kekuatan Tarik Komposit Fiberglass-Polyester untuk Bahan Pembuatan Kapal. *Zona Laut: Jurnal Inovasi Sains dan Teknologi Kelautan*, 1(2), 26-32.
- Apriani, E. (2017). Analisa Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Limbah dari Serat Kelapa Muda, Batang Pisang dan Kertas bekas terhadap Kekuatan Bending sebagai Papan Komposit. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 1(2), 38-46.
- Arifin, M. S. (2020). *Pengaruh Penambahan Silane terhadap Kekuatan Fleksural Fiber Reinforced Composite dengan Penguat Serat Sisal*. Semarang: Skripsi Pendidikan Kedokteran Gigi, Universitas Sultan Agung.
- ASTM. (1990). *ASTM Standards and Literature References for Composite Materials* (2nd ed.). Philadelphia, USA: ASTM International.
- Azissyukhron, M., & Hidayat, S. (2018). Perbandingan Kekuatan Material Hasil Metode Hand Lay-up dan Metode Vacuum Bag Pada Material Sandwich Composite. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 9, 216-220. doi:10.35313/irwns.v9i0.1072
- Bhuana, C., & Sonong, S. (2019). Pengaruh Pengerinan Vakum terhadap Perubahan Sifat Fisik Lapisan Kayu Teras dan Gubal dari Kayu Kumea Batu. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, 2019, 188-214.
- Fahmi, H., & Hermansyah, H. (2011). Pengaruh Orientasi Serat pada Komposit Resin Polyester/Serat Daun Nenas terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 46-52.
- Kondo, Y., & Arsyad, M. (2019). Rancang Bangun Media Cetak Komposit Serat Alam dengan Sistem Hand Lay Up. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat (SNP2M)*, 2019, 33-36.

- Said, H., Mangalla, L. K., & Sudia, B. (2019). Analisa Mampu Redam Suara Komposit Serat Sabut Kelapa dengan Matriks Polyvinyl Acetate (Lem Fox). *ENTHALPY-Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 4(1).
- Sandi, W. (2019). *Penggabungan Metode 3D Printing dan Hand Lay Up untuk Pembuatan Komposit Pada Produk Cover Velg Mobil Mikro*. Yogyakarta: Skripsi Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia.
- Saputro, R. W. (2013). *Pembuatan Bodi Chopper Electric Motorcycle*. Surakarta: Tugas Akhir Diploma III Teknik Mesin Produksi, Universitas Sebelas Maret.
- Sarudin, S., Sudarsono, S., & Gunawan, Y. (2019). Karakteristik Kekuatan Tarik Pada Komposit Hybrid, Serat Rami, Fiberglass, dan Resin Polyester. *ENTHALPY: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 4(4), 124-128.
- Shomad, M. A., Yudhanto, F., & Anugrah, R. A. (2020). Manufaktur dan Analisa Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Serat Glass/Carbon untuk Aplikasi Pembuatan Blade Turbin Savonius. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 2(1), 47-51. doi:10.18196/jqt.020122
- Taylor, T. J., Bristol, D. C., & Nedwick, P. (2001, Dec. 18). *United States Patent No. US 6,331,350 B1*.
- Utami, L. P., Ginting, D., Nasution, A. K., & Istana, B. (2019). Perbandingan Nilai Kekuatan Tarik Komposit Menggunakan Metode Hand Lay Up dan Metode Vari. *Photon: Jurnal Sain dan Kesehatan*, 9(2), 24-26. doi:10.37859/jp.v9i2.1357
- Wahyudi, D. T., & Ningsih, T. H. (2018). Pengaruh Fraksi Volume Serat Kulit Kersen terhadap Kekuatan Tekuk dan Tarik Komposit dengan Matrik Epoksi. *Jurnal Teknik Mesin UNESA*, 6(2), 7-14.
- Wisnujati, A., & Yudhanto, F. (2018). Analisis Kekuatan Mekanik Exhaust Cover Komposit Hybrid untuk Sepeda Motor dengan Metode Vacuum Infusion. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 7(1), 48-56. doi:10.24127/trb.v7i1.710