

ANALISIS UJI TARIK DAN UJI IMPAK PADA KOMPOSIT SEKAM PADI PENGISI FIBERGLASS DENGAN MATRIKS RESIN BQTN-157

Laksono Adi Wibowo¹⁾, Hisyam Ma'mun²⁾, Gotsa Khusnun Naufa³⁾

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Gedung B Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : laksonoadi75@gmail.com

Meningkatnya produksi limbah sekam padi di Kabupaten Pati sering kali tidak dimanfaatkan secara optimal, bahkan dibuang atau dibakar sehingga mencemari lingkungan. Penelitian ini memanfaatkan sekam padi sebagai bahan komposit ramah lingkungan dengan matriks resin poliester BQTN 157, pengisi fiberglass, dan perlakuan NaOH. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh variasi fraksi volume terhadap kekuatan tarik dan dampak komposit berdasarkan standar ASTM D638 dan ASTM A370. Hasil uji tarik menunjukkan spesimen C dengan fraksi volume 20% serat sekam padi, 10% serat fiberglass, dan 70% resin polyester, yang memiliki tegangan maksimum tertinggi sebesar 37.542 MPa dengan elongasi 8.916%. Ketahanan dampak spesimen C juga paling tinggi, yaitu 0.188 J/mm², menjadikannya kandidat kuat untuk aplikasi body mobil. Komposit dengan fraksi serat sekam padi yang lebih besar terbukti memiliki sifat mekanik yang optimal, sekaligus menjadi solusi ramah lingkungan terhadap limbah sekam padi.

Kata Kunci: komposit, sekam padi, uji tarik, uji dampak

I. PENDAHULUAN

Produksi limbah di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas pertanian. Salah satu limbah yang banyak ditemukan adalah sekam padi, terutama di wilayah Kabupaten Pati, yang merupakan daerah agraris. Sekam padi, yang sebagian besar hanya dibuang atau dibakar, menjadi penyebab pencemaran lingkungan akibat minimnya kesadaran dan keterampilan masyarakat dalam memanfaatkannya. Sebagian kecil sekam padi digunakan sebagai alas kandang ayam atau bahan abu gosok, namun upaya ini belum signifikan dalam mengurangi limbah secara keseluruhan. Pada saat yang sama, perkembangan teknologi material komposit telah bergeser ke arah pemanfaatan serat alam sebagai penguat. Komposit berbasis serat alam memiliki keunggulan, seperti sifat mekanik yang baik, biaya produksi yang rendah, serta ramah lingkungan. Salah satu potensi sumber serat alam yang melimpah adalah sekam padi, yang hingga kini belum dimanfaatkan secara optimal untuk aplikasi bernilai tinggi, seperti pada industri otomotif.

Komposit serat alam, termasuk yang berbahan sekam padi, memiliki prospek besar untuk diaplikasikan sebagai bahan alternatif pembuatan body mobil. Body mobil membutuhkan material dengan kekuatan mekanik dan kelenturan yang baik untuk meningkatkan keselamatan pengemudi dan penumpang. Selain itu, Indonesia memiliki ketersediaan bahan baku sekam padi yang melimpah, sehingga pemanfaatan sekam padi sebagai material komposit dapat memberikan nilai tambah baik secara ekonomi maupun lingkungan. Kombinasi sekam padi dengan bahan pengisi (filler) seperti fiberglass dan matriks resin poliester diperkirakan mampu meningkatkan sifat mekanik material komposit.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa filler dapat meningkatkan kekuatan mekanik dan sifat lainnya dari komposit. Fiberglass sering digunakan sebagai filler karena sifat mekaniknya yang unggul, sedangkan matriks resin poliester berfungsi sebagai pengikat yang memberikan kekuatan dan perlindungan pada struktur komposit. Dalam penelitian ini, resin poliester BQTN-157 digunakan sebagai matriks untuk mendukung performa komposit.

Kajian literatur sebelumnya menunjukkan bahwa material berbasis serat alam memiliki peluang besar untuk menggantikan material sintetis dalam aplikasi struktural (Siagian et al., 2024). Penelitian ini didasarkan pada pendekatan untuk meningkatkan nilai tambah limbah sekam padi dengan memanfaatkan sifat mekanik unggulnya melalui modifikasi dan penggabungan dengan material lain. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa variasi komposisi sekam padi dan fiberglass akan memengaruhi sifat mekanik, termasuk kekuatan tarik dan dampak komposit.

Rencana penyelesaian masalah dalam penelitian ini mencakup pembuatan komposit menggunakan variasi komposisi sekam padi, fiberglass, dan resin poliester, diikuti dengan pengujian sifat mekanik. Uji tarik dilakukan berdasarkan standar ASTM D638 untuk mengukur kekuatan tarik maksimum, tegangan luluh, dan elongasi. Uji dampak dilakukan sesuai standar ASTM A370 untuk mengevaluasi energi yang diserap oleh spesimen. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam pemanfaatan limbah sekam padi sebagai material komposit ramah lingkungan yang dapat diaplikasikan dalam industri otomotif.

Sekam padi sebagai salah satu sumber serat alam memiliki potensi untuk digunakan dalam pembuatan komposit. Serat sekam padi dikenal memiliki kekuatan mekanik yang cukup baik sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif, termasuk dalam pembuatan body kendaraan. Dengan melimpahnya ketersediaan sekam padi di Indonesia, pemanfaatannya untuk material komposit dapat memberikan keuntungan signifikan, baik dari aspek lingkungan maupun ekonomi. Komposit terdiri atas penguat (reinforcement), pengisi (filler), dan matriks. Dalam penelitian ini, sekam padi digunakan sebagai serat penguat, fiberglass sebagai pengisi, dan resin poliester BQTN-157 sebagai matriks. Kombinasi bahan ini bertujuan untuk menghasilkan material komposit dengan sifat mekanik yang optimal. Uji mekanik yang dilakukan meliputi uji tarik dan uji dampak untuk menilai kekuatan serta ketahanan material.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan material komposit berbasis serat sekam padi dengan pengisi fiberglass dan matriks resin poliester BQTN-157 sebagai alternatif bahan pembuatan body kendaraan. Penelitian ini juga akan mengkaji pengaruh variasi komposisi serat sekam padi dan fiberglass terhadap sifat mekanik komposit yang terdiri dari tegangan luluh, tegangan maksimum serta elongasinya melalui pengujian tarik dan dampak sesuai standar ASTM.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen untuk mengumpulkan data kuantitatif dan menganalisis pengaruh variasi komposisi serat sekam padi dan fiberglass dalam pembuatan material komposit. Metode eksperimen ini melibatkan manipulasi variabel independen untuk menilai dampaknya terhadap variabel dependen. Variabel independen pada penelitian ini adalah variasi fraksi volume serat sekam padi dan fiberglass, sedangkan variabel dependen yang diamati adalah sifat mekanis komposit yang dihasilkan, yaitu kekuatan tarik dan kekuatan dampak.

Objek penelitian ini adalah material komposit yang terbuat dari serat sekam padi dan fiberglass dengan matriks resin poliester BQTN-157. Penelitian ini dilakukan di Gedung Pusat Universitas PGRI Semarang untuk pembuatan sampel, Laboratorium Material Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang untuk uji tarik, dan Laboratorium Teknik Universitas PGRI Semarang (untuk uji dampak).

Metode penelitian ini didasari oleh kajian literatur yang mendalam untuk menentukan standar pengujian dan variasi komposisi sampel yang akan digunakan. Prosedur eksperimen meliputi persiapan sampel, pembuatan komposit, dan pengujian. Sampel komposit dibuat berdasarkan variasi komposisi serat sekam padi dan fiberglass yang ditentukan, kemudian komposit tersebut diuji untuk kekuatan tarik dan dampak. Serat sekam padi digunakan dalam tiga variasi, yaitu 10%, 15%, dan 20%, sementara fiberglass digunakan dalam komposisi 20%, 15%, dan 10%. Detail komposisi spesimen dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Detail Komposisi Spesimen untuk Uji Tarik dan Uji Impak

Nama Spesimen	Variasi Larutan NaOH	Resin Polyester	Sekam Padi	Fiberglass
Spesimen A	20%	70%	10%	20%
Spesimen B	20%	70%	15%	15%
Spesimen C	20%	70%	20%	10%

Sebelum eksperimen dilakukan, semua alat dan bahan yang diperlukan dipersiapkan. Alat dan bahan yang disiapkan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Alat dan Bahan

No	Nama Alat dan Bahan	Jumlah
1	Mesin Uji Tarik	1 buah
2	Mesin Uji Impak	1 buah
3	Timbangan Digital	1 buah
4	Gelas Ukur	1 buah
5	Sarung Tangan	1 buah
6	Spidol	1 buah
7	Kaca	1x1 meter
8	Jangka Sorong	1 buah
9	Sekam padi	250 gr
10	Fiberglass	5 lembar
11	Alkali (Naoh)	200 gr
12	Resin BQTN 157	1 Liter
13	Katalis	100 ml
14	Mesin Uji Tarik	1 buah
15	Mesin Uji Impak	1 buah

Proses pembuatan sampel spesimen meliputi langkah-langkah berikut:

1. Pembuatan Cetakan

Pembuatan cetakan menggunakan kaca dengan tebal 5 mm. Semua bagian cetakan terbuat dari kaca, kaca digunakan agar mudah melepas spesimen dari cetakan.

2. Perendaman Serat

Serat sekam padi direndam dalam larutan NaOH 20% selama 5 jam. Setelah itu, serat dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan sisa-sisa NaOH. Proses ini dikenal sebagai alkalisasi, yang bertujuan untuk menghilangkan komponen penyusun serat, seperti hemiselulosa, lignin, atau pektin, yang kurang berperan dalam menentukan kekuatan antarmuka. Dengan mengurangi kandungan tersebut, daya basah (wettability) pada material serat akan menurun, sehingga meningkatkan kekuatan ikatan (Nisa et al., 2022).

3. Pembuatan Spesimen

Spesimen dibuat dengan komposisi 70% resin poliester, 10%, 15%, 20% serat sekam padi, dan 10%, 15%, 20% *fiberglass*. Resin dicampur dengan katalis sebelum dituangkan ke dalam

cetakan. Pembuatan spesimen menggunakan metode *hand lay-up*, dimana proses pembuatan komposit dilakukan dengan cara melapisi serat yang telah ditata di cetakan menggunakan matriks.

4. Pencetakan dan Pengeringan

Material komposit dituangkan ke dalam cetakan yang telah dipersiapkan, disusun lapisan-lapisan *fiberglass* dan serat sekam padi secara bergantian. Setelah itu, cetakan diberi beban dan didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang.

5. Pemotongan Spesimen

Setelah komposit mengeras, material dipotong menjadi spesimen untuk uji tarik (ketebalan 4 mm) dan uji impak (ketebalan 10 mm) sesuai dengan standar ASTM.

Setelah dibuat beberapa spesimen, selanjutnya akan dilakukan proses pengujian yang bertujuan untuk mengukur kekuatan mekaniknya. Prosedur pengujian terdiri dari:

1. Uji Tarik

Uji tarik dilakukan menggunakan mesin uji tarik GOTECH GT-7001-LC10 sesuai dengan ASTM D638. Spesimen dipasang pada mesin dan ditarik secara perlahan hingga terjadi deformasi atau kerusakan, yang mengukur kekuatan tarik, tegangan luluh, dan elongasi.

2. Uji Impak

Uji impak dilakukan dengan mesin uji impak Charpy, mengikuti standar ASTM A370. Spesimen dipasang pada mesin dan dipukul dengan pendulum untuk mengukur energi yang diserap selama impact.



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik yang Sudah Dipotong



Gambar 2. Spesimen Uji Impak yang Sudah Dipotong

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pembuatan spesimen, selanjutnya dilakukan uji tarik untuk mengetahui beberapa sifat mekaniknya yaitu tegangan luluh, tegangan maksimum, dan elongasi. Selain itu, dilakukan juga uji impak untuk mengetahui nilai harga impaknya. Gambar spesimen setelah dilakukan pengujian, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Spesimen Setelah Uji Tarik



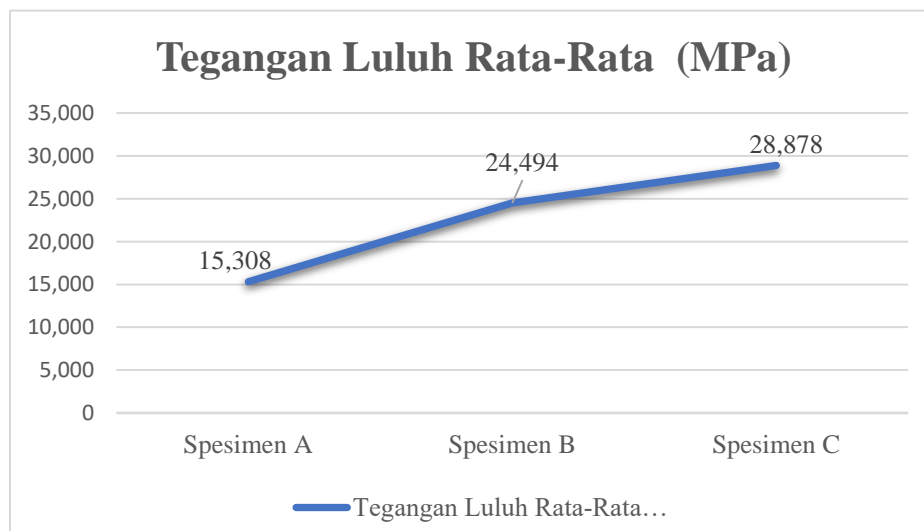
Gambar 4. Spesimen Setelah Uji Impak

I. Hasil Analisis Uji Tarik

Setelah dilakukan uji tarik dari spesimen yang telah dibuat, maka diperoleh hasil bahwa spesimen C dengan fraksi volume 20% Serat Sekam Padi, 10% Serat Fiberglass, dan 70% Resin Polyester menghasilkan kekuatan mekanik terbaik dengan rata-rata tegangan luluh, tegangan maksimum, dan elongasi tertinggi, sebagaimana dapat dilihat pada tabel hasil uji tarik, dan visualisasi melalui grafik dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Uji Tarik

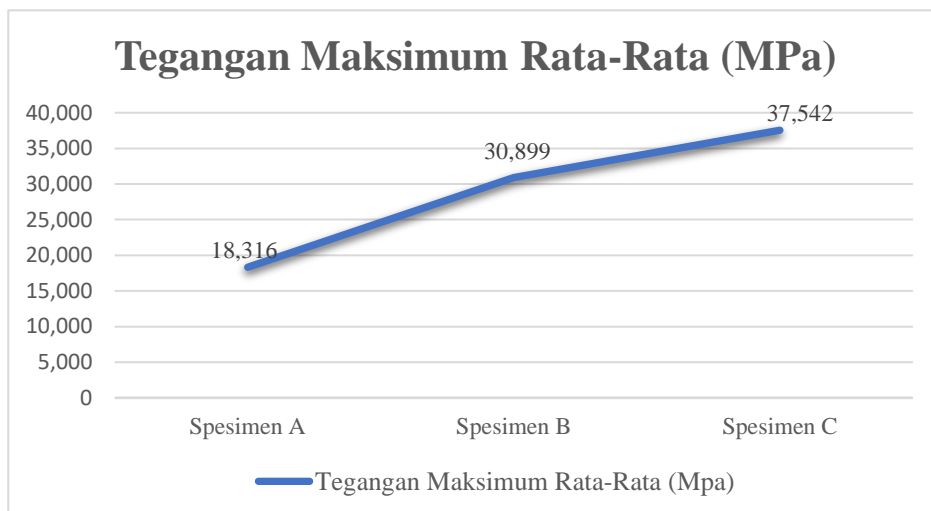
Nama Spesimen	Tegangan Luluh Rata-Rata (MPa)	Tegangan Maksimun Rata-Rata (MPa)	Elongasi Rata-Rata (Joule)
Spesimen A (Sekam Padi 10%, Fiberglass 20%)	15.308	18.316	5.450
Spesimen B (Sekam Padi 15%, Fiberglass 15%)	24.494	30.899	9.008
Spesimen C (Sekam Padi 20%, Fiberglass 10%)	28.878	37.542	8.916



Gambar 5. Grafik Tegangan Luluh Rata-Rata (Mpa)

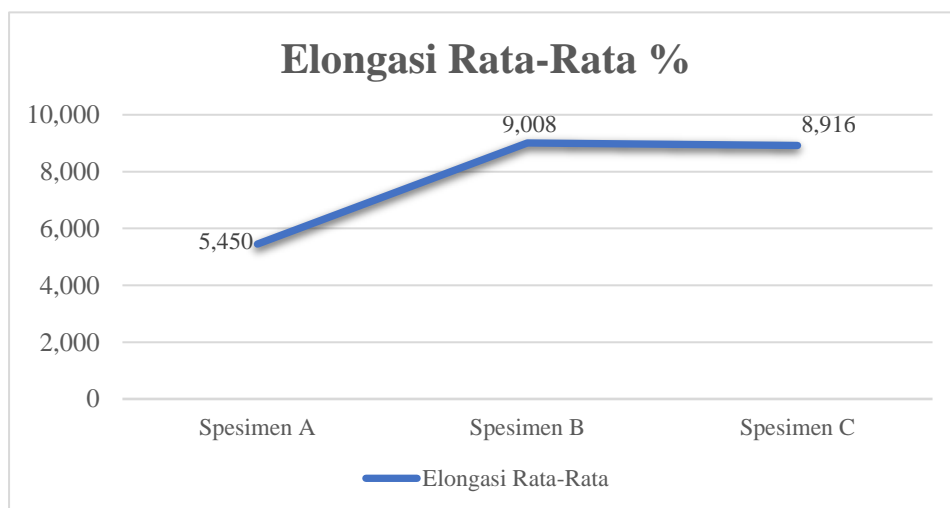
Pengukuran tegangan luluh menunjukkan batas elastis material sebelum mengalami deformasi permanen. Hasil uji tarik menunjukkan peningkatan tegangan luluh dari spesimen A hingga spesimen C. Spesimen A (10% serat

sekam padi, 20% serat fiberglass) memiliki tegangan luluh terendah (15,308 MPa) karena fraksi serat sekam padi yang rendah. Spesimen B (15% serat sekam padi, 15% serat fiberglass) meningkat menjadi 24,494 MPa, menunjukkan pengaruh positif peningkatan serat sekam padi. Spesimen C (20% serat sekam padi, 10% serat fiberglass) mencapai tegangan luluh tertinggi (28,878 MPa), menunjukkan komposisi ini memberikan kekuatan mekanik optimal.



Gambar 6. Grafik Tegangan Maksimum Rata-Rata (Mpa)

Pengukuran tegangan tarik maksimum menunjukkan kemampuan komposit menahan beban tarik. Nilai tegangan maksimum meningkat dari spesimen A hingga spesimen C. Spesimen A memiliki tegangan terendah (18,316 MPa) akibat tingginya fraksi fiberglass dan rendahnya serat sekam padi. Spesimen B mengalami peningkatan signifikan (30,899 MPa) dengan penyesuaian fraksi sekam padi dan fiberglass. Puncaknya, spesimen C mencapai tegangan maksimum tertinggi (37,542 MPa), menunjukkan fraksi serat sekam padi yang lebih tinggi meningkatkan kekuatan mekanik komposit secara optimal.



Gambar 7. Grafik Elongasi Rata-Rata (Mpa)

Pengukuran elongasi menunjukkan keuletan material, yaitu kemampuan meregang sebelum patah. Spesimen A memiliki elongasi terendah (5,450%), menunjukkan komposit yang kaku dan kurang fleksibel. Spesimen B memiliki elongasi tertinggi (9,008%), menunjukkan fleksibilitas yang lebih baik. Spesimen C, meskipun sedikit lebih rendah (8,916%), tetap menunjukkan fleksibilitas yang baik.

Berdasarkan analisis hasil uji tarik yang telah dilakukan secara keseluruhan, didapatkan bahwa Spesimen C menunjukkan hasil terbaik dalam tegangan luluh sebesar 28.878 MPa dan tegangan maksimum sebesar 37.542 Mpa. Meskipun spesimen B memiliki elongasi tertinggi, elongasi spesimen C tetap mempunyai hasil baik dengan nilai 8.916%, yang menjadikannya kandidat kuat untuk digunakan sebagai alternatif bahan body mobil karena kekuatan mekaniknya yang optimal. Hasil ini membuktikan bahwa fraksi serat sekam padi yang lebih tinggi berkontribusi signifikan pada kekuatan komposit. Hasil penelitian ini relevan dengan dalam jurnal Isro Nurul Hadi dkk, yang menyatakan bahwa penambahan serat sekam padi, memiliki kemampuan yang signifikan untuk memperkuat matriks resin, dan semakin tinggi persentase seratkan akan menjadi indikator penting dalam penentuan kekuatan material (Hadi et al., 2023). Selain itu, hasil penelitian ini juga diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Fauzan dalam penelitiannya tentang pengaruh persentase sekam padi terhadap uji tarik dengan matriks polyester, yang menyatakan bahwa penambahan serat sekam padi pada matriks polyester dapat membuat kekuatan material semakin kuat (Ahdinur, 2023).

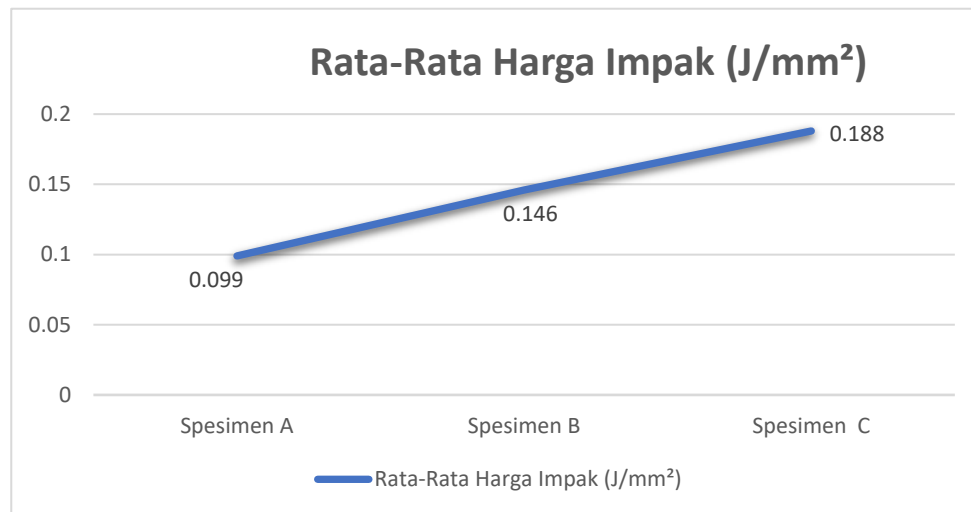
II. Hasil Analisis Uji Impak

Setelah dilakukan uji tarik dari spesimen yang telah dibuat, maka diperoleh hasil bahwa spesimen C dengan fraksi volume 20% Serat Sekam Padi, 10% Serat Fiberglass, dan 70% Resin Polyester menghasilkan kekuatan mekanik terbaik dengan rata-rata harga impact sebesar sebagaimana dapat dilihat pada tabel hasil uji tarik, dan visualisasi melalui grafik dibawah ini:

Tabel 4. Hasil Uji Impak

Nama Spesimen	Nomor Spesimen	Sudut Awal Pendulum (α)	Sudut Akhir Pendulum (β)	Luas (mm)	Harga Impact (J/mm ²)	Energi Impact (Joule)
Sekam Padi 10% dan Fiberglass 20%	1	146	39	80	0.109	8.75
	2	146	38.8	80	0.094	7.5
	3	146	38.6	80	0.094	7.5
			40.5	80		11.25
Sekam Padi 15% dan Fiberglass 15%	1	146			0.141	
	2	146	41.5	80	0.156	12.5
	3	146	40.5	80	0.141	11.25
	1	146	42.5	80		15

					0.188	
Sekam Padi 10% dan Fiberglass 20%	2	146	42.5	80	0.180	14.375
	3	146	42.9	80	0.195	15.625



Gambar 8. Grafik Tegangan Maksimum Rata-Rata (Mpa)

Mengukur nilai impact rata-rata bertujuan untuk menentukan ketahanan komposit terhadap beban kejut. Pada grafik nilai impact rata-rata, peningkatan terlihat dari spesimen A hingga spesimen C. Spesimen A, dengan nilai impact 0.099 J/mm², menunjukkan ketahanan impact yang rendah, kemungkinan disebabkan oleh tingginya fraksi serat fiberglass dan rendahnya fraksi serat sekam padi. Pada spesimen B, dengan nilai impact 0.146 J/mm², terjadi peningkatan yang menunjukkan bahwa penambahan fraksi serat sekam padi dan pengurangan fraksi fiberglass dapat meningkatkan ketahanan komposit terhadap impact. Puncak nilai impact dicapai oleh spesimen C, yaitu 0.188 J/mm², menunjukkan bahwa fraksi serat sekam padi yang lebih tinggi memberikan kontribusi positif pada ketahanan komposit terhadap benturan.

Secara keseluruhan, hasil uji impact pada penelitian ini meunjukkan bahwa Spesimen C memiliki ketahanan impact yang terbaik. Ketahanan impact yang tinggi pada spesimen C menunjukkan bahwa komposit dengan fraksi serat sekam padi yang lebih besar lebih mampu menahan energi benturan, sehingga lebih cocok untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap impact, seperti body mobil. Hasil ini juga relevan dengan penelitian yang dilakukan Agoest P Adi, bahwa semakin besar persentase berat sekam padi, semakin tinggi kekuatan impactnya dan lebih mampu menahan energi benturan, sehingga lebih cocok untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap impact, seperti bumper mobil (Adi, 2010). Namun dari hasil tersebut, evaluasi lebih lanjut masih diperlukan untuk memastikan kestabilan komposit ini dalam jangka panjang, terutama jika digunakan dalam lingkungan ekstrem.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, komposit yang terbuat dari sekam padi dan serat fiberglass dengan matriks resin BQTN-157 menunjukkan potensi yang baik untuk aplikasi material struktural, terutama dalam industri otomotif. Penelitian ini mengungkapkan bahwa variasi fraksi volume serat sekam padi dan serat fiberglass berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik dan ketahanan impact komposit yang dihasilkan. Spesimen dengan fraksi serat sekam padi 20% dan serat fiberglass 10% (Spesimen C) menunjukkan performa terbaik, dengan kombinasi tegangan maksimum 40,923 MPa dan energi impact rata-rata 14,99 joule, menjadikannya material yang ideal untuk aplikasi yang membutuhkan perlindungan dan penyerapan energi tinggi, seperti body kendaraan.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah identifikasi komposit sekam padi dan serat fiberglass sebagai material alternatif yang dapat menggantikan material konvensional dalam industri otomotif, terutama untuk bagian-bagian kendaraan yang memerlukan keseimbangan antara kekuatan struktural dan kemampuan menyerap energi benturan. Temuan ini membuka peluang pengembangan material ramah lingkungan yang juga memberikan kinerja mekanis yang memadai untuk aplikasi di dunia industri, dengan potensi untuk meningkatkan keselamatan kendaraan.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua, keluarga, dosen pembimbing, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi selama proses penulisan skripsi ini. Terima kasih juga kepada rektor, dekan, ketua program studi, dosen Program Studi Teknik Mesin, serta teman-teman yang telah membantu dan memberikan masukan berharga. Semoga karya ini bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkan. Amiin.

VI. REFERENSI

- Ahdinur, M. F. (2023). *PENGARUH PERSENTASE SERAT SEKAM PADI TERHADAP PENGUJIAN TARIK DAN FTIR (FOURIER TRANSFORM INFRA-RED) DENGAN MATRIKS POLYESTER/VINYLESTER TAK JENUH*. Universitas Andalas.
- Hadi, I. N., Hastuti, S., Nurhadi, N., Riskia, A. P., Afandi, R., & Tarigan, R. A. P. (2023). Analisa Uji Tarik dan Uji Impact Pada Komposit Sekam Padi Perlakuan NaOH dan Pengisi Plastik Polypropylene (PP) dengan Matriks Resin BQTN-157. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(2), 155. <https://doi.org/10.32497/jrm.v18i2.4016>
- Nisa, K. S., Melyna, E., & Samida, M. R. M. (2022). Sintesis Biokomposit Serat Sabut Kelapa dan Resin Poliester dengan Alkalisasi KOH Menggunakan Metode Hand Lay-Up. *Rekayasa*, 15(3), 354–361. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.16713>
- Siagian, D. E. N., Hakiem, M., & Putra, S. (2024). Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan Natural Fiber As an Environmentally Friendly Composite Material. *CIVeng*, 5(1), 55–60. <http://jurnalnasional.ump.ac.id?index.php/civeng>
- Ahdinur, M. F. (2023). *PENGARUH PERSENTASE SERAT SEKAM PADI TERHADAP PENGUJIAN TARIK DAN FTIR (FOURIER TRANSFORM INFRA-RED) DENGAN MATRIKS POLYESTER/VINYLESTER TAK JENUH*. Universitas Andalas.
- Hadi, I. N., Hastuti, S., Nurhadi, N., Riskia, A. P., Afandi, R., & Tarigan, R. A. P. (2023). Analisa Uji Tarik dan Uji Impact Pada Komposit Sekam Padi Perlakuan NaOH dan Pengisi

- Plastik Polypropylene (PP) dengan Matriks Resin BQTN-157. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(2), 155. <https://doi.org/10.32497/jrm.v18i2.4016>
- Nisa, K. S., Melyna, E., & Samida, M. R. M. (2022). Sintesis Biokomposit Serat Sabut Kelapa dan Resin Poliester dengan Alkalisasi KOH Menggunakan Metode Hand Lay-Up. *Rekayasa*, 15(3), 354–361. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.16713>
- Siagian, D. E. N., Hakiem, M., & Putra, S. (2024). Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan Natural Fiber As an Environmentally Friendly Composite Material. *CIVeng*, 5(1), 55–60. <http://jurnalnasional.ump.ac.id?index.php/civeng>