



Home:

<https://ejournalunsam.id/index.php/jurutera>



IMPACT CHARACTERIZATION OF SAFETY HELMETS MADE FROM ARECA FIBER-REINFORCED POLYESTER COMPOSITES

Nazli Ahmad¹, Zainal Arif^{2,*}, Taufan Arif Adlie³, Iskandar⁴

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh

^{2,3,4)} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirim 28 Januari 2025

Direvisi dari 30 Januari 2025

Diterima 31 Januari 2025

Dipublikasi 1 Februari 2025

Keyword's:

composite, areca fiber, safety helmet, BTQN 157 resin, impact test.

DOI:

10.55377/jurutera.v1i02.10819

ABSTRACT

Composite materials are a combination of two or more materials with different properties. Areca fiber, a natural fiber abundant in Indonesia, has the potential to be used as reinforcement in composites with Polyester BTQN 157 resin as the matrix. This study aims to analyze the effect of varying fiber-resin weight fractions (10%, 15%, 20%, 25%, and 30%) on impact strength. Specimens were fabricated using the hand lay-up method and tested using the Charpy impact method according to ASTM standards. The results show that the composite with 20% fiber content achieved the highest impact strength, at 3.193 kJ/m². However, this value remains below the Indonesian National Standard (SNI) requirement for safety helmets, which is 0.00972 J/mm². The produced helmet weighs 470 grams, exceeding the SNI standard (337 ± 5 grams). Although the helmet demonstrated resistance to impact, further research is required to optimize the material composition to fully meet SNI standards.

ABSTRAK

Material komposit adalah kombinasi dua atau lebih material yang memiliki sifat berbeda. Serat pinang, sebagai serat alami yang melimpah di Indonesia, berpotensi digunakan sebagai penguat komposit dengan resin Polyester BTQN 157. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi fraksi berat serat-resin (10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%) terhadap kekuatan impak. Spesimen dibuat menggunakan metode hand lay-up dan diuji dengan metode impak Charpy berdasarkan standar ASTM. Hasil menunjukkan bahwa komposit dengan 20% serat memiliki kekuatan impak tertinggi, yaitu 3,193 kJ/m². Namun, nilai ini masih di bawah standar helm SNI sebesar 0,00972 J/mm². Helm keselamatan yang dibuat memiliki berat 470 gram, melebihi standar SNI (337 ± 5 gram). Meskipun helm menunjukkan ketahanan terhadap benturan, diperlukan penelitian lanjutan untuk mengoptimalkan komposisi material agar memenuhi standar SNI secara penuh.

© 2024 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Sains Dan Teknologi. Hak Cipta Dilindungi.

Pendahuluan

Komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material dengan sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda [1]. Seiring perkembangan teknologi, penelitian di bidang komposit

terus berkembang untuk menghasilkan inovasi dan meningkatkan performa material dalam berbagai aplikasi industri. Salah satu penerapan komposit adalah dalam pembuatan helm berbahan serat kaca, yang dikenal ringan dan kuat. Namun, material ini memiliki kelemahan, seperti risiko delaminasi yang dapat menurunkan ketahanan terhadap tekanan dan penyerapan beban kejut. Selain itu,

biaya produksi helm berbahan serat kaca tergolong tinggi [2].

Helm keselamatan merupakan salah satu jenis Alat Pelindung Diri (APD) yang penting dan umum digunakan di berbagai industri, terutama konstruksi, manufaktur, dan industri berat lainnya. Fungsinya adalah melindungi kepala pekerja dari potensi bahaya seperti benturan, jatuhnya benda berat, panas, api, dan bahan kimia. Penggunaannya tidak terbatas pada industri, bangunan, dan pertambangan, tetapi juga di berbagai bidang lain yang berisiko cedera kepala. Salah satu alternatif bahan untuk pembuatan helm adalah komposit polimer dengan serat alam, yang lebih ramah lingkungan karena dapat terdegradasi secara alami dan memiliki biaya lebih rendah dibandingkan serat sintetis. Indonesia memiliki kekayaan serat alam yang melimpah dan beragam, sehingga memberikan peluang besar dalam pengembangan komposit polimer berbasis serat alam untuk aplikasi helm keselamatan [3].

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Muhammad Indra Ulana (2023), telah melakukan penelitian tentang pembuatan helm proyek yang dengan serat karbon dan serat kaca. Penelitian ini menghasilkan produk yang memiliki kekuatan dan ketahanan terhadap benturan. Di sisi lain, penggabungan serat Karbon dan serat kaca memiliki berat yang signifikan. Pengujian spesimen impact pada helm keselamatan menunjukkan penggunaan serat karbon dan serat kaca mampu menahan dan menyerap energi benturan diserap dengan nilai tertinggi 0,178 joule/mm² dan dengan nilai terendah 0,038 joule/mm² [4].

Penelitian juga dilakukan oleh Mila Putri Artika & Alimin Mahyudin (2019) yang meneliti tentang pengaruh prosentase serat pinang terhadap sifat mekanik dan biodegradabilitas komposit polipropilena. Penelitian ini menambahkan pati pisang sebagai variable tambahan dalam komposisi komposit. Variasi Prosentase campuran serat adalah: 0%, 3%, 5%, 7%, dan 9%. Hasil yang diperoleh dari pengujian energi kuat impact nilai tertinggi berada pada prosentase serat sebesar 7% yaitu 0,072 J/mm² [5].

Penelitian yang dilakukan oleh Cory Dian Al'farisi dkk (2018), mendapatkann hasil pengujian ketangguhan impact komposit serat sabut kelapa. Nilai ketangguhan yang terbaik diperoleh pada komposisi serat sabut kelapa adalah 50%, dan resin adalah 50%. Nilai ketangguhannya adalah: 271,311,29 J/mm². Sedangkan pada spesimen serat susunan lurus memiliki sifat mekaniknya cukup ulet atau kuat [6].

Adapun penelitian dari Bagus Tri Mulyo dan Heri Yudiono (2018) telah melakukan penelitian dengan metode volume serat komposit. Peningkatan volume komposit akan meningkatkan kekuatan bahan. Penelitian dilakukan pada komposit serat daun nanas. Serat nenas dapat digunakan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan helm SNI. Adapun pengujian impact tertinggi terjadi dengan volume serat 10%. Bersarnya kekuatan impact adalah 0,016 Joule/mm² [7].

Dari beberapa penelitian sebelumnya, maka peneliti melakukan penelitian untuk menganalisis pengaruh variasi fraksi berat komposit polimer diperkuat serat pinang terhadap kekuatan impact pada safety helmet berbahan komposit. Komposisi variasi bahan diteliti untuk mendapatkan nilai kekuatan impact tertinggi dengan komposisi serat maksimum yang dapat dibenamkan dalam campuran komposit polimer. adapun proses pembuatan safety helmet tersebut dilakukan dengan metode handley-up. Dengan penelitian ini serat ampas pinang dapat dijadikan bahan produk yang dapat menaikkan nilai ekonomis serat ampas pinang yang selama ini dibuang sia sia.

Tinjauan Pustaka

1. Komposit

Material komposit adalah gabungan dua atau lebih material dengan sifat berbeda untuk menghasilkan material dengan karakteristik mekanik yang unik [8]. Komposit terdiri dari bahan matriks, seperti logam, polimer, keramik, dan karbon, yang berfungsi mendistribusikan beban. sedangkan bahan penguat seperti serat karbon, serat kaca, aramid (Kevlar), keramik, dan serat logam, yang memberikan kekuatan dan ketahanan. Serat alam juga dapat digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit polimer. Serat alam memiliki keunggulan ramah lingkungan dan biaya lebih rendah dibandingkan serat sintetis. Kombinasi ini memungkinkan pembuatan material yang lebih ringan, kuat, dan berkelanjutan untuk berbagai aplikasi industri [9].

2. Serat

Serat dapat berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan yang memanjang yang utuh. Contoh serat yang paling sering dijumpai adalah serat pada kain. Material ini memiliki peran yang sangat penting dalam ilmu Biologi, baik hewan maupun tumbuhan yang berfungsi sebagai pengikat dalam tubuh. Seta-serat dapat dijadikan sebagai untuk membuat tali, kain, atau kertas. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat sintetis. Serat sintetis memiliki nilai biaya produksi yang tinggi dalam proses pembuatannya, sehingga harga serat sintesis sangat mahal. Keunggulan serat sintesis adalah memiliki kekuatan yang baik, dan proses mnufakturnya yang lebih kompleks. Untuk itu, jika dibandingkan dengan serat alami, serat alami memiliki kekuatan yang juga baik dengan sifat ulet yang khas, dan juga memiliki berbagai kelebihan khususnya dalam hal kenyamanan [10].

Komposisi unsur kimia serat alami dapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Unsur Kimia Serat Alam [10]

Serat	Selulosa (%)	Hemiselulosa(%)	Lignin(%)	Kadar air(%)
Pisang	60-65	6-8	5-10	10-15
Sabut	43	<1	45	10-12
Flax	70-72	14	4-5	7
Jute	61-63	13	5-13	12,5
Rami	80-85	3-4	0-5	5-6
Sisal	60-67	10-15	8-12	10-12
Sun Hemp	70-78	18-19	4-5	10-11
cotton	90	6	-	7

3. Resin Polyester

Pada penelitian ini, matrik yang dipergunakan adalah matrik jenis thermoset yaitu unsaturated polyester yulac 157 BQTN-EX. Resin poliester ini dapat digunakan pada suhu kerja mencapai 79 °C. Berat jenis resin ini 1,3-1,4 kg/cm³. Resin BQTN 157 sering dipilih untuk aplikasi yang membutuhkan material komposit yang ringan tetapi cukup kuat, terutama dalam produk industri dan komersial. Resin ini menjadi populer karena kemampuannya memberikan performa yang baik dengan biaya yang terjangkau. Dapat digunakan dengan berbagai serat penguat, seperti serat kaca, serat karbon, dan serat alami [11,12].

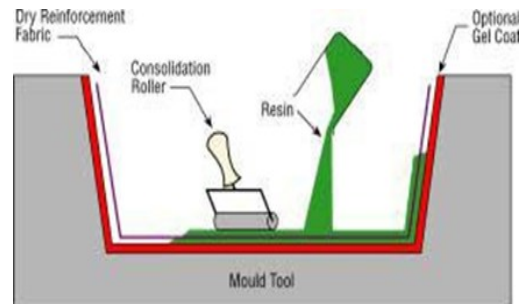
4. Perlakuan Alkali

Sifat mekanik dan fisik dari komposit yang diperkuat serat tergantung pada beberapa parameter, salah satunya adalah perlakuan pada serat yaitu perlakuan alkali (NaOH). Perlakuan NaOH pada serat dilakukan dengan tujuan untuk membersihkan permukaan serat dari kotoran dan getah yang menempel sehingga ikatan antar permukaan antara serat dan matriks menjadi lebih baik. Selain mempunyai banyak keuntungan, sesungguhnya serat alam juga banyak kelemahannya, diantaranya adalah kekuatannya yang rendah khususnya terhadap beban kejut, keandalannya juga rendah, tidak tahan pada suhu tinggi, kualitasnya sangat bervariasi tergantung dari musim, umur, kondisi tanah, dan lingkungan. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, maka serat diberi perlakuan alkali (NaOH) [13].

5. Metode Hand Lay-up

Dalam produksi material komposit, terdapat berbagai metode yang digunakan, salah satunya adalah metode hand lay-up, yang sering dipilih karena kesederhanaan prosesnya. Namun, metode ini memiliki kelemahan, seperti terbentuknya rongga akibat udara yang terperangkap di antara matriks dan serat, yang dapat mempengaruhi kekuatan komposit. Sebagai penyempurnaan, metode vacuum bag sering digunakan, di mana setelah proses laminasi, dilakukan vakum untuk menghilangkan kelebihan resin dan udara yang terperangkap. Hal ini menghasilkan komposit dengan kualitas lebih baik dibandingkan metode hand lay-up. Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas karakteristik komposit yang

dihasilkan melalui metode hand lay-up [14]. Metode Hand Lay Up disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Hand Lay-Up [14]

6. APD Helm Keselamatan

Alat Pelindung Diri (APD) adalah perlengkapan yang digunakan untuk melindungi pekerja dari cedera atau penyakit akibat kontak dengan berbagai bahaya di tempat kerja, seperti bahan kimia, radiasi, faktor fisik, listrik, dan mekanik. Penggunaan APD merupakan upaya penting dalam mengurangi risiko kerja, terutama di lingkungan dengan potensi bahaya tinggi, seperti industri pengecoran logam dan sektor lainnya. Regulasi terkait APD diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 01/Men/1981, yang mewajibkan pengusaha menyediakan APD secara gratis bagi pekerja guna mencegah penyakit akibat kerja [15].

APD kepala (Helm Proyek) adalah untuk melindungi kepala dari benturan, terantuk, kejatuhan atau terpukul benda tajam atau benda keras yang melayang atau meluncur di udara, terpapar oleh radiasi panas, api, percikan bahan-bahan kimia, jasad renik (*micro organisme*) dan suhu yang ekstrim. Penggunaan helm proyek dianggap patuh jika; 1) terpasang dengan benar, 2) tidak dipakai terbalik (depan ke belakang), dan 3) tali helm (*chain strap*) terpasang di dagu dengan sempurna [16]. Helm keselamatan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Helm Keselamatan

Metode Penelitian

1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yang dilakukan dimulai dari penulisan proposal dan seminar. Selanjutnya dilakukan pembuatan spesimen dengan persiapan material dan alat pembuatan, serta persiapan pengujian dan analisis data kemudian penulisan hasil dan kesimpulan pada skripsi. Tempat penelitian yang akan saya lakukan tahap persiapan dan pengumpulan data dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Samudra.

2. Pembuatan Spesimen

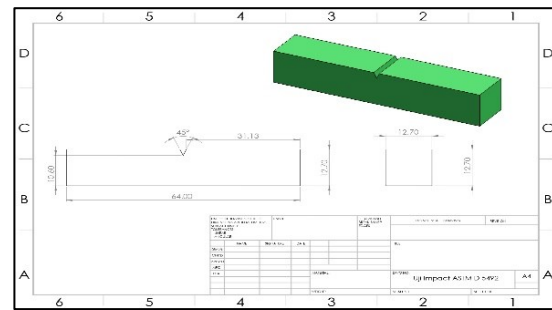
Dalam pembuatan ini terdapat beberapa langkah yaitu:

- Menyediakan serat buah pinang yang sudah di beri perlakuan alkali dengan cara di rendam dengan kandungan 5% cairan NaOH selama 2 Jam.
- Menyediakan resin dan mencampurkan katalis kedalam gelas ukur lalu diaduk hingga merata.
- Menimbang sesuai komposisi dengan fraksi berat dengan perbandingan 90% resin/10% serat, 85% resin/15% serat, 80% resin/20% serat, 75% resin/25% dan 70% resin dan 30% serat dari berat total spesimen.
- Menyiapkan cetakan yang sudah di olesi dengan Miracle Gloss.
- memasukan adonan resin dan katalis kedalam cetakan lalu meletakkan serat pinang secara berlapis sesuai berat serat yang di inginkan dengan metode han lay up hingga cetakan terisi penuh.
- Biarkan campuran mengering hingga 5- 10 menit dan menjadi material yang keras.

3. Pengujian Spesimen Uji Impact Charpy

Adapun cara pengujian Spesimen uji *impact charpy* adalah sebagai berikut:

- Periksa alat ukur dengan mengkalibrasi ulang alat uji impact.
- Mecoba ayunan dan program apakah bagus atau tidak.
- Memasang spesimen uji pada penahan yang terdapat pada alat uji impact dengan benar agar tidak mudah lepas dan bergerak.
- Kemudian angkat pola kepala uji (Pendulum) yang terdapat pada alat uji *impact charpy*.
- Lepaskan tuas penahan pola kepala uji sehingga pola kepala uji berayun (menumbuk) dan mengenai spesimen uji.
- Periksa dan ukur hasil pengujian tersebut melalui alat pencatat lalu masukan data yang telah didapatkan dari proses pengujian. Spesimen uji impact ASTM D 5492 disajikan pada Gambar 3.

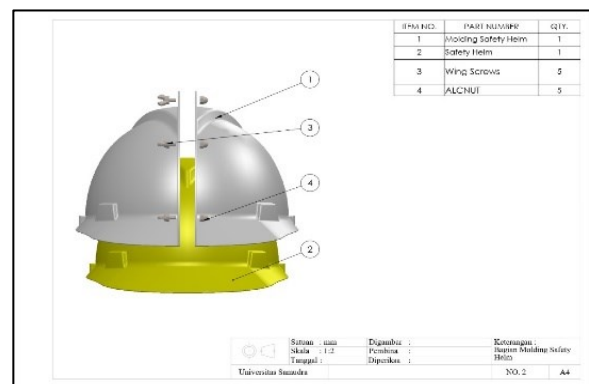


Gambar 3. Spesimen Uji Impak ASTM D 5492

4. Pembuatan Cetakan Helm

Dalam pembuatan ini ada beberapa tahapan yaitu:

- Mempersiapkan serat kaca, resin, katalis, aersil, helm proyek yang sudah di beri pembatas, wadah, pengaduk, *Miracle Gloss*, dan kuas.
- Oleskan *Miracle Gloss* secara merata pada helm yang akan dicetak.
- Menuangkan resin kedalam wadah sebanyak 800 ml, campurkan aerosil dan tuangkan katalis secukupnya kemudian aduk hingga merata.
- Oleskan bahan yang sudah tercampur pada cetakan, olesi sampai 1 sampai 2 lapisan sampai setengah kering agar cetakan kuat.
- Setelah lapisan setengah mengering, letakan serat kaca pada cetakan secara perlahan sambil mengolesi dengan resin yang sudah tercampur secara berulang-ulang Sampai ketebalan yang diinginkan.
- Diamkan bahan yang dicetak didalam suhu ruangan selama 2-3 hari.
- Rapikan cetakan menggunakan gerinda untuk memotong sisa serat dan bor bagian tengah pembatas cetakan lalu kunci cetakan menggunakan mur dan baut, supaya cetakan mudah untuk di lepaskan. Rancangan cetakan helm keselamatan disajikan pada Gambar 4.

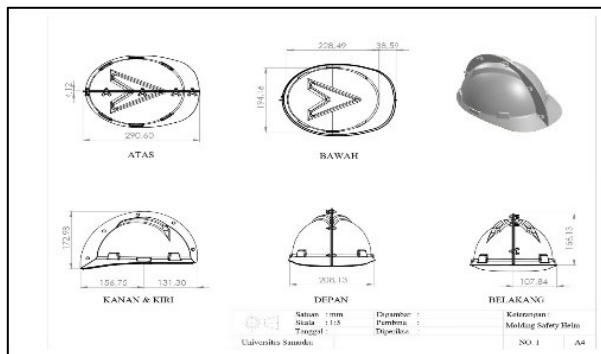


Gambar 4. Rancangan Cetakan Helm Keselamatan

5. Pembuatan Helm Keselamatan

Pembuatan helm proyek dalam penelitian ini menggunakan metode hand lay-up. Langkah langkah pembuatan helm proyek:

- persiapkan cetakan helm proyek
- Persiapan serat buah pinang yang telah diberi pelakuan alkali
- Campuran resin polyester BQTN 157 dengan katalis agar mempercepat pengeringan.
- Kemudian berikan resin yang telah di campur kedalam cetakan helm proyek sebagai lapisan pertama.
- Kemudian susun serat secara acak sesuai dengan perbandingan yang telah ditentukan kedalam cetakan helm yang telah diberi resin tunggu hingga sedikit mengering
- Beri lapisan kedua dengan resin Polyester hingga 4 lapisan
- Setelah itu lakukan pengeringan dibawah sinar matahari hingga kering
- setelah kering lepaskan helm proyek dari cetakan dan keringkan kembali hingga benar benar kering. Rancangan pembuatan helm keselamatan disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rancangan Pembuatan Helm Keselamatan

Hasil dan Pembahasan

Hasil pembuatan spesimen uji impact dengan bahan komposit serat pinang dan resin polyester BTQN 157. Hasil pembuatan spesimen uji impact disajikan pada Gambar 6.

1. Hasil Uji Impact

Kekuatan impact material adalah kemampuan untuk menahan beban mendadak yang diberikan oleh pendulum. Dalam pengujian ini menggunakan metode uji impact Charpy, standar ASTM D5942-96. Sampel yang telah dibuat selanjutnya akan diberi nama atau label dengan tujuan membedakan komposisi dan berat masing – masing sampel, untuk sub sampel pada Tabel 2.



Gambar 6. Hasil Pembuatan Spesimen Uji Impact

Tabel 2. Sub Sampel Spesimen Uji Impact

Nama	Sub- Sampel				
Fraksi Berat	10%	15%	20%	25%	30%
Kode Sampel	A	B	C	D	E
Banyak Spesimen	A.1	B.1	C.1	D.1	E.1
	A.2	B.2	C.2	D.2	E.2
	A.3	B.3	C.3	D.3	E.3
	A.4	B.4	C.4	D.4	E.4
	A.5	B.5	C.5	D.5	E.5

• Pengujian Impact A.1-5 (10%)

Berikut pada Tabel 3 adalah hasil dari pengujian spesimen komposit serat pinang, dengan fraksi berat 10 % sebanyak lima sampel.

Tabel 3. Hasil Uji Impact Spesimen A.1-5 (10%)

Spesimen	Energy (J)	Strength (kJ/m ²)
A1	0,228	2,249
A2	0,192	1,559
A3	0,389	3,158
A4	0,414	4,438
A5	0,277	2,249
Rata-rata	0,3	2,731

• Pengujian Impact B.1-5 (15%)

Tabel 4. Hasil Uji Impact Spesimen B.1-5 (15%)

Spesimen	Energy (J)	Strength (kJ/m ²)
B1	0,193	2,967
B2	0,273	2,816
B3	0,217	2,962
B4	0,758	2,929
B5	0,184	2,894
Rata-rata	0,325	2,914

Berikut pada Tabel 4 adalah hasil dari pengujian spesimen komposit serat pinang, dengan fraksi berat 15 % sebanyak lima sampel.

- Pengujian Impact C.1-5 (20%)

Berikut pada Tabel 5 adalah hasil dari pengujian spesimen komposit serat pinang, dengan fraksi berat 20 % sebanyak lima sampel.

Tabel 5. Hasil Uji Impact Spesimen C.1-5 (20%)

Spesimen	Energy (J)	Strength (kJ/m ²)
C1	0,386	3,133
C2	0,329	2,671
C3	0,631	5,122
C4	0,287	2,330
C5	0,334	2,711
Rata-rata	0,3934	3,193

- Pengujian Impact D.1-5 (25%)

Berikut pada Tabel 6 adalah hasil dari pengujian spesimen komposit serat pinang, dengan fraksi berat 25 % sebanyak lima sampel.

Tabel 6. Hasil Uji Impact Spesimen D.1-5 (25%)

Spesimen	Energy (J)	Strength (kJ/m ²)
D1	0,296	2,403
D2	0,259	2,102
D3	0,124	2,632
D4	0,273	2,216
D5	0,345	2,801
Rata-rata	0,2594	2,431

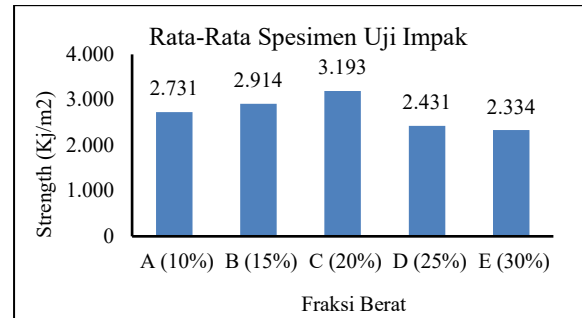
- Pengujian Impact E.1-5 (30%)

Berikut pada Tabel 7 adalah hasil dari pengujian spesimen komposit serat pinang, dengan fraksi berat 30 % sebanyak lima sampel.

Tabel 7. Hasil Uji Impact Spesimen E.1-5 (30%)

Spesimen	Energy (J)	Strength (kJ/m ²)
E1	0,273	2,216
E2	0,297	2,411
E3	0,119	2,589
E4	0,282	2,289
E5	0,128	2,663
Rata-rata	0,2198	2,334

Rata rata energi impact dan kekuatan impact komposit serat pinang dengan fraksi berat pada Spesimen A-E. Grafik Rata Rata Nilai Strength disajikan Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Rata Rata Nilai Strength

Berdasarkan data pada Gambar 8, spesimen dengan fraksi berat 20% (C) memiliki kekuatan impact tertinggi, yaitu 3,193 KJ/m², sedangkan fraksi 30% (E) terendah, yaitu 2,334 KJ/m². Kenaikan fraksi serat dari 10% hingga 20% meningkatkan kekuatan impact, tetapi menurun setelah melewati 20%. Hal ini disebabkan oleh distribusi serat dalam matriks resin—fraksi serat rendah membuat resin mendominasi, sementara fraksi tinggi (25% dan 30%) berisiko menyebabkan aglomerasi serat, mengurangi efektivitas ikatan material dan menurunkan kekuatan impact.

2. Hasil Pembuatan cetakan helm

Sebelum membuat helm komposit serat pinang, terlebih dahulu dibuat cetakan helm komposit yang terbuat dari serat fiber dan resin poliester BQTN 157. Cetakan ini tampak masih dalam tahap awal pembuatan, dengan bentuk dasar helm yang sudah terbentuk. Hasil Pembuatan Cetakan Helm Keselamatan disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pembuatan Cetakan Helm Keselamatan

3. Hasil Pembuatan helm

Gambar 9 menunjukkan helm komposit yang sudah jadi, terbuat dari serat pinang dan resin poliester BQTN 157. Bentuk helm sudah menyerupai desain akhir dengan struktur yang lebih kokoh dibandingkan tahap cetakan sebelumnya. Permukaannya tampak mengkilap. Hasil Pembuatan Helm Keselamatan disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Pembuatan Helm Keselamatan.

Kesimpulan

Pengujian impak Charpy menunjukkan bahwa spesimen C (20% serat - 80% resin) memiliki nilai impak tertinggi sebesar 3,193 kJ/m², sedangkan spesimen E (30% serat - 70% resin) memiliki nilai terendah sebesar 2,334 kJ/m². Namun, nilai impak spesimen C masih di bawah standar SNI yang ditetapkan sebesar 0,00972 J/mm². Hasil ini lebih rendah dibandingkan penelitian sebelumnya, yang dapat disebabkan oleh persentase serat pinang, tambahan matriks, serta jenis resin yang digunakan. Nilai impak tertinggi diperoleh pada komposit dengan 7% serat pinang, yaitu sebesar 0,0072 J/mm². Helm keselamatan berbahan komposit serat pinang yang dihasilkan memiliki berat 470 gram, melebihi standar SNI yang mengharuskan berat 337 ± 5 gram. Meskipun helm ini tahan terhadap benturan, penggunaannya dalam waktu lama dapat berdampak pada kesehatan pemakainya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh akademisi dari Universitas Samudra yang telah memberikan kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penelitian ini. Terima kasih juga kepada sumber-sumber referensi yang telah membantu dalam pengumpulan data dan penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Z. Arif, Husaini, N. Ali, and S. Mulyati, "Study on Mechanical Properties of Composite Polymeric Foams Reinforced by Bagasse Fibers," in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, vol. 536, no. 1. doi: 10.1088/1757-899X/536/1/012023.
- [2]. Ahmat Safa'at. Aplikasi Komposit Epoxy – Hgm – Carbon Fiber Pada Sungkup Helm Untuk Menahan Penetrasi Dan Mereduksi Energi Impact. [Surabaya]: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya; 2017.

- [3]. Sulaiman M, Rahmat Mh, Pengajar S. Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer Dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif.
- [4]. Muhammad Indra Ulana. Pembuatan Safety Helm Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid Carbon Fiber Dan Fiber Glas. [Medan]: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara; 2023.
- [5]. Artika Mp, Mahyudin A. Pengaruh Persentase Serat Pinang Terhadap Sifat Mekanik Dan Biodegradabilitas Komposit Polipropilena Dengan Penambahan Pati Pisang. Jurnal Fisika Unand. 2019;8(2).
- [6]. Dian Al C, Akbar M, Maharani C. Pembuatan Komposit Dari Serat Sabut Kelapa Dan Resin Polyester Sebagai Material Untuk Helm Article History Helmet Composite Resins Impacts Pull. Jbchees [Internet]. 2023;4(2):2023. Available from: <https://Jbchees.Ejournal.Unri.Ac.Id/Index.Php/Jbchees>
- [7]. Mulyo Bt, Yudiono H. Analisis Kekuatan Impak Pada Komposit Serat Daun Nanas Untuk Bahan Dasar Pembuatan Helm Sni. Vol. 10, Jurnal Kompetensi Teknik. 2018.
- [8]. Z. Arif et al., "Tensile Loading on Composite Polymeric Foam Reinforced by Empty Fruit Bunch Waste (EFB)," International Conference on Science, Technology and Modern Society, vol. 1, no. 1, pp. 168–171, 2017, [Online]. Available: <https://ejournalunsam.id/index.php/icstms/article/view/584>
- [9]. Fiatul A, Politeknik I, Surabaya Pn, Wangi A, Politeknik S, Negeri P, Et Al. Analisis Limbah Serat Pelepah Pisang Untuk Dijadikan Bahan Pendukung Komposit Fiber Terhadap Uji Tarik. Journal Of Student Research (Jsr) [Internet]. 2023;1(4):138–47. Available From: <https://doi.org/10.55606/Jsr.V1i4>
- [10]. Fahmi H, Hermansyah H. Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/ Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik [Internet]. Vol. 1, Jurnal Teknik Mesin. 2011. Available From: [Www.En.Wikipedia.Org/Composite](http://www.en.wikipedia.org/Composite)
- [11]. M.Z.Wahid.,Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2017;5–6.
- [12]. Arif, Z., Husain, H., Ali, N., & Mulyati, S. 2018. "Pengaruh Percedaan Tekan Terhadap Kekuatan Material Komosit Diperlukan Serat Ampas Tebu." Jurnal Umum Teknik Terapan, 5(01): 1–8.
- [13]. Nesimnasi Jjs, Boimau K, Pell Ym, Mesin Jt. Pengaruh Perlakuan Alkali (Naoh) Pada Serat Agave Cantula Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester. 2015; Available From: [Http://Ejournal-Fst-Unc.Com/Index.Php/Ljtmu](http://Ejournal-Fst-Unc.Com/Index.Php/Ljtmu)

-
- [14]. Azissyukhron M, Hidayat S. Perbandingan Kekuatan Material Hasil Metode Hand Lay-Up Dan Metode Vacuum Bag Pada Material Sandwich Composite.
- [15]. Dari D, Terhadap P, Bahaya P, Resiko D, Kerja K, Pekerja P, Et Al. Penggunaan Alat Pelindung Diri (Apd) Pada Pekerja Pengecoran Logam Pt. Sinar Semesta (Studi Kasus Tentang Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri (Apd) [Internet]. Vol. 3. 2015. Available.From: [Http://Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jkm](http://Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jkm)
- [16]. Mafra R, Zulfikri Dan, Jend Yani Ja, Palembang U, Selatan S. Analisis Kepatuhan Penggunaan Alat Pelindung Diri (Apd) Pada Peserta Pelatihan Keterampilan Tukang Dan Pekerja Konstruksi Compliance Analysis Of Personal Protective Equipment (Ppe) Uses For Workers And Construction Workers Skills Training Participants.