

Pemanfaatan Serat Bambu Apus Sebagai Bahan Pembuatan *Helm Safety*

Amri Syahputra, Ahmad Nayan*, M. Iqbal Adhya Putra, Aljufri, Suryadi

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Indonesia

*Corresponding Author: anayan@unimal.ac.id

Abstract – *The use of apus bamboo fiber material as an alternative material to fiber glass in the materials sector, especially in safety helmets, is now becoming increasingly well known to people. This is because the advantages of this natural fiber reinforced composite material are environmentally friendly, lighter weight, relatively cheap price, excellent mechanical properties, and easy to obtain. So the aim of this research is to determine the process of making safety helmets using the vacuum infusion method and to determine the strength of free fall test specimens reinforced by apus bamboo fiber. As a result of the vacuum infusion method, the safety helmet that is made has a smoother surface with the same thickness. The resulting helmet has a bottom length of 30 cm, width 22 cm, height 14 cm and top length 24 cm. The free fall test uses variations in height from a fall distance of 1 meter, 2 meters and 3 meters. Meanwhile, the loads are 0.694 kg and 1.563 kg. The results of the potential energy sensor for a load of 0.694 kg at a height of 1 meter is 5.59 joules, a load of 0.694 kg at a height of 2 meters is 12.39 joules, and a load of 0.694 kg at a height of 3 meters is 19.18 joules. Meanwhile, sensor data for a load of 1,563 kg at a height of 1 meter is 14.11 joules, a load of 1,563 kg at a height of 2 meters is 29.42 joules, and a load of 1,563 kg at a height of 3 meters is 44.74 joules.*

Keywords: *Safety Helmet, Apus Bamboo Fiber, Vacuum Infusion Method*

Abstrak - Pemanfaatan material serat bambu apus sebagai bahan alternatif dari fiber glass dalam bidang material khususnya pada helm safety kini semakin banyak dikenal orang. Hal ini dikarenakan keuntungan bahan dari material komposit berpenguat serat alam ini yaitu ramah lingkungan, beban lebih ringan, harga relatif murah, sifat mekanik yang sangat baik, dan mudah didapat. Maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pembuatan helm safety menggunakan metode vacuum infusion dan untuk mengetahui kekuatan uji gerak jatuh bebas spesimen yang di perkuat oleh serat bambu apus. Pada hasil metode vacuum infusion helm safety yang dibuat memiliki permukaan yang lebih halus dengan ketebalan yang sama. Hasil helm memiliki ukuran panjang bawah 30 cm, lebar 22 cm, tinggi 14 cm, dan panjang atas 24 cm. Uji gerak jatuh bebas tersebut menggunakan variasi ketinggian dari jarak jatuh 1 meter, 2 meter, dan 3 meter. Sedangkan untuk beban 0,694 kg dan 1,563 kg. Hasil dari energi potensial sensor beban 0,694 kg ketinggian 1 meter sebesar 5,59 joule, beban 0,694 kg ketinggian 2 meter sebesar 12,39 joule, dan beban 0,694 kg ketinggian 3 meter sebesar 19.18 joule. Sedangkan untuk data sensor beban 1,563 kg ketinggian 1 meter sebesar 14,11 joule, beban 1,563 kg ketinggian 2 meter sebesar 29,42 joule, dan beban 1,563 kg ketinggian 3 meter sebesar 44,74 joule.

Kata kunci: Helm Safety, Serat Bambu Apus, Metode Vacum Infusion.

1 Pendahuluan

Kawasan industri atau pabrik khususnya yang bergerak dibidang jasa kontruksi, sering terlihat

terjadinya kecelakaan kerja terutama bagi para pekerja di lapangan. Pada umumnya para pekerja memang selalu berhadapan dengan resiko yang sangat tinggi terhadap tingkat keselamatan.

Helm proyek merupakan perlengkapan yang wajib dimiliki oleh pekerja lapangan. Saat ini *helm* proyek yang beredar di pasaran dengan kualitas berstandar Standar Nasional Indonesia (SNI) harganya cukup mahal. Oleh karena itu perlu dilakukan inovasi untuk mendapatkan *helm* proyek dengan harga yang murah. Salah satu komponen *helm* proyek yang biaya produksinya dapat ditekan adalah bagian tempurung.

Serat bambu berpotensi sebagai penguat (filler) dan pengikat (matriks) komposit karena mudah didapatkan dan bersifat renewable. Komposit polimer yang diperkuat serat alami ini berkembang pesat karena ketahanan dan kekuatan yang sangat baik, pengolahan yang sederhana, ketahanan kimia yang baik, biaya rendah, tingkat kepadatan rendah, dan ramah lingkungan.

Serat alam biasanya didapat dari serat tumbuhan (pepohonan) seperti pohon bambu, pohon kelapa, pohon pisang serta tumbuhan lain yang terdapat serat pada batang maupun daunnya (Dantes, 2017).

Tujuan penelitian ini ialah: 1. Untuk mengetahui pembuatan *helm* safety yang diperkuat serat bambu apus dengan metode *vacuum infusion*. 2. Untuk mendapatkan nilai ketahan *helm* safety menggunakan alat uji gerak jatuh bebas dari ketinggian 1 meter, 2 meter, dan 3 meter.

2 Tinjauan Pustaka

Bambu apus atau nama spesiesnya adalah *Gigantochloa Apus* merupakan salah satu jenis bambu yang terdapat di Indonesia. Populasi yang banyak dan karakteristiknya yang cukup baik sehingga banyak masyarakat Indonesia memanfaatkan tanaman ini. Dengan tipe tumbuh rumpun dengan warna abu-abu hijau dan kuning hijau biasanya bambu apus dimanfaatkan sebagai kerajinan tangan, bahan baku tali. Bambu apus sendiri memiliki lignin sebesar 21%-22%, selulosa alfa 44%-53% dan hemiselulosa 21%-23%.

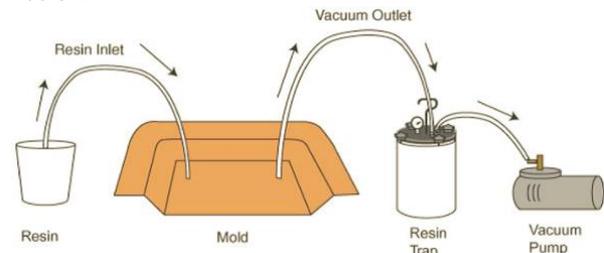
2.1 Komposit

Komposit merupakan gabungan dua material atau lebih yang berbeda sebagai suatu susunan yang kompleks. komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan, dimana sifat masing-masing bahan berbeda antara satu dengan yang lainnya, baik itu sifat kimia maupun fisika. Bahan komposit mempunyai beberapa kelebihan seperti sifat mekanik dan fisik yang baik, mudah dibentuk dan biaya produksi yang murah.

2.2 Metode *Vacuum Infusion*

Metode "*Vacuum Infusion*" adalah teknik pembuatan komposit yang melibatkan penyusupan resin ke dalam serat dengan bantuan tekanan vakum. Teknik ini

umumnya digunakan untuk menghasilkan produk komposit dengan tingkat keakuratan yang tinggi dan ketahanan struktural yang baik. Metode *Vacuum Infusion* merupakan salah satu teknik yang memberikan kontrol yang baik atas distribusi resin dalam komposit, sehingga cocok untuk aplikasi yang memerlukan keakuratan dan ketahanan struktural yang tinggi. Ini sering digunakan dalam pembuatan produk komposit berukuran besar atau dalam industri seperti pembuatan kapal, *aerospace*, dan otomotif. Adapun gambar metode *vacuum* dapat dilihat pada Gambar 1 Metode *vacuum infusion*.



Gambar 1 Metode *Vacuum Infusion*

2.3 Uji Gerak Jatuh Bebas

Uji gerak jatuh bebas adalah salah satu pengujian *helm* yang berstandar yaitu dengan menggunakan alat uji dampak jatuh bebas jatuh, *helm* yang di uji diletakkan di atas sebuah *head form* dan dihantam dengan ketinggian tertentu dengan cara jatuh bebas. Pengujian standar ini berujuan untuk melihat sejauh mana kemampuan *helm* dalam menyerap benturan.

Benda jatuh tanpa kecepatan ($v_0=0$). Semakin kebawah gerakan semakin cepat, kecepatan yang dialami benda jatuh selalu sama yakni sama dengan gravitasi bumi ($a = g$) (besar $g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$ dan diperbulat 10 ms^{-2} . Untuk kasus jatuh bebas maka $a = g$ dan $s = h$, sehingga besarnya kecepatan diperoleh dengan persamaan. (Mahyunis, dkk 2022).

$$V = \sqrt{2hg} \quad (1)$$

dimana :

V = kecepatan benda jatuh, (m/s)

g = gaya gravitasi, (m/s)

h = ketinggian jatuh benda, (m)

Energi potensial merupakan energi yang dimiliki benda karena letaknya. Secara sistematis dirumuskan:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (2)$$

$$E_p = (m \cdot g \cdot h) - m \cdot d \quad (3)$$

dimana:

E_p = energi potensial (joule)

m = massa benda (kg).

md = massa duduk (kg)
 g = gaya gravitasi benda (m/s²)
 h = kedudukan/ketinggian benda (m)

Energi kinetik merupakan energi yang dimiliki benda karena gerak yang bekerja padanya. Secara sistematis dirumuskan:

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (4)$$

dimana :

E_k = energi kinetik (joule)
 m = massa benda (kg)
 v = kecepatan benda (m/s)

$$E = E_p + E_k \quad (5)$$

dimana :

E = energi yang diserap (joule)
 E_p = energi potensial (joule)
 E_k = energi kinetik (joule)

Momentum sebuah benda bergerak dikatakan mempunyai momentum yang dinyatakan dengan hasil kali massa benda dengan kecepatan benda.

$$M = m \cdot v \quad (6)$$

dimana :

M = momentum (kg)
 m = massa benda (kg)
 v = kecepatan benda (m/s)

3 Metodologi Penelitian

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Material, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Jalan Batam, Lhokseumawe, Aceh Utara. Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan mulai dari November 2023 sampai dengan Juli 2024.

3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa variabel yang diamati, yaitu sebagai berikut.

3.2.1 Variabel Bebas (independent variable)

Dalam penelitian ini, variabel bebasnya yaitu sebagai berikut :

1. Waktu perendaman serat di dalam NaOH 5% selama 2 hari
2. Uji gerak jatuh bebas dengan beban 0,694 kg dan 1,563 kg dari ketinggian 1, 2, dan 3 meter

3.2.2 Variabel Tetap

Adapun variabel tetap pada penelitian ini berupa:

1. Bahan baku serat yang dimanfaatkan yaitu serat batang bambu.
2. Resin yang digunakan jenis resin *epoxy*.
3. Metode pembuatan komposit menggunakan metode *Vacuum Infusion*
4. Alkali yang digunakan pada penelitian komposit ini adalah NaOH 5%
5. Pengujian yang dilakukan yaitu uji jatuh bebas

3.3 Proses Penelitian

Pada penelitian ini terdiri dari beberapa proses yaitu:

3.3.1 Proses Pengambilan Serat

Proses pengambilan serat melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. Potong bambu apus dengan panjang 56 cm.
2. Belah bambu menjadi 8 bagian laulu kupas kulit luar bambu apus.
3. Masukkan bambu kedalam larutan NaOH 5% selama 2 hari.
4. Bambu dicuci kembali menggunakan air bersih untuk menghilangkan larutan NaOH.
5. Bambu dimasukkan kepenggilingan tebu untuk memudahkan kita dalam pengambilan serat bambu apus. Lalu bambu disikat menggunakan sikat kawat untuk mendapat serat bambu yang kita inginkan.
6. Serat bambu dijemur disinar matahari selama 3-4 jam hingga kering.

3.3.2 Proses Pembuatan Cetakan Helm

Proses pembuatan cetakan helm safety berdasarkan ukuran medium, cetakan terbuat dari fiber glass yang terbagi tiga bagian dan ada beberapa tahapan.pada saat pembuatan cetakan helm safety antara lain sebagai berikut:

1. Menyediakan helm safety asli dengan ukuran medium.
2. Permukaan helm dilapisi dengan wax sampai beberapa kali supaya cetakan tidak melekat.
3. Katalis diaduk dengan resin dan diratakan dipermukaan helm bagian atas dengan menggunakan kuas.
4. Tunggu sampai mengeras dan baru oleskan resin permukaan helm dan berikan serat e-glass sampai beberapa kali pengulangan.
5. Setelah sesuai ketebalan yang diharapkan lalu tunggu sampai kering.
6. Setelah mengeras cetakan baru bisa di lepas.

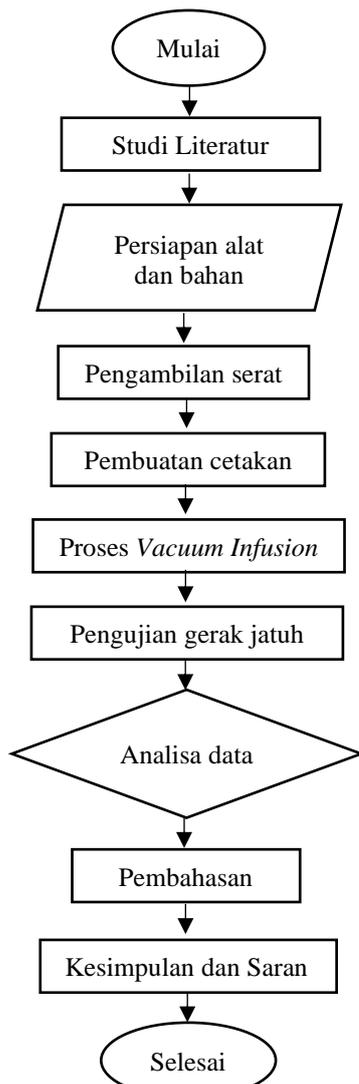
3.3.3 Proses Vacuum Infusion

Proses vacuum infusion cetakan helm safety dengan menggunakan alat pompa vakum dan tabung reservoir (catch pot) diawali dengan pemotongan bahan serat bambu apus sampai mendapatkan ketebalan yang

diinginkan karena dalam proses pembuatan produk hanya digunakan dalam pengujian cetakan dan tidak ada pengaruh signifikan dalam lapisan yang digunakan dalam proses vacuum infusio kemudian penggunaan kain peelply dan kain strimmin masing-masing 1 lapis sesuai dengan bentuk cetakan. Langkah selanjutnya yaitu pemotongan selang dan selang spiral sesuai dengan tempat selang dan selang spiral pada cetakan untuk nantinya dipasang pada saat proses infus resin. Langkah selanjutnya adalah proses pembentukan serat bambu apus dengan cara dipotong sesuai dengan bentuk cetakan helm safety. Proses terakhir pada pencetakan produk yaitu menggabungkan komposisi menjadi satu di dalam vacuum plastic bag setelah itu ditutup dan dilakukan proses tes kebocoran kemudian proses infus resin. Komposisi resin yang digunakan yaitu dengan perbandingan 100 gram resin : 50 gram katalis. Selama proses infus resin dibutuhkan waktu dengan kisaran satu sampai satu setengah menit.

3.4 Flowchart Prosedur Penelitian

Rangkaian tahapan dalam menyelesaikan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2 yang berupa flowchart penelitian adalah sebagai berikut.



Gambar 2 Flowchart Penelitian Komposit Serat Bambu

4 Hasil dan Pembahasan

Pada Gambar 3 di bawah ini adalah hasil dari proses pembuatan helm safety yang diperkuat serat bambu apus menggunakan metode vacuum infusio.



Gambar 3 Hasil Helm Safety

4.1 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui ketahanan helm safety yang dibuat dari serat bambu apus. Berikut hasil pengujian alat uji gerak jatuh bebas dengan variasi beban dan ketinggian sesuai dengan spesifikasi alat, yaitu pada beban 0,694 kg dan 1,200 kg dan pada ketinggian 1-3 meter. Untuk nilai hasil data gerak jatuh bebas nya diampikan dalam bentuk grafik, dua tabel dan grafik yang kami tampilkan disini yaitu :

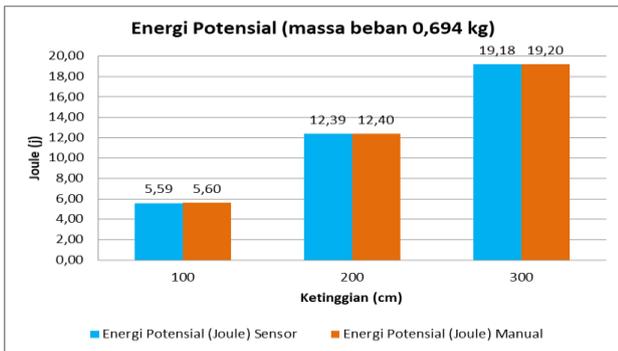
1. Pada ketinggian 1-3 meter dengan beban 0,694 kg

Data hasil pengujian pada ketinggian 1 meter, 2 meter, dan 3 meter menggunakan alat uji gerak jatuh menggunakan sensor yang terdapat pada alat uji. Adapun hasil pengujian gerak jatuh bebas dapat dilihat pada Tabel 1 Hasil Pengujian Gerak Jatuh Bebas Dari Ketinggian 1–3 meter dengan Beban 0,694 kg.

Tabel 1 Hasil Pengujian Gerak Jatuh Bebas Dari Ketinggian 1–3 meter dengan Beban 0,694 kg

Ketinggian (cm)	Energi Potensial (Joule) Sensor	Energi Potensial (Joule) Manual	Waktu Tempuh (t) s	Kecepatan Jatuh Bebas Benda (v) m/s
100	5,59	5,60	0,44	4,43
200	12,39	12,40	0,57	6,26
300	19,18	19,20	0,77	7,67

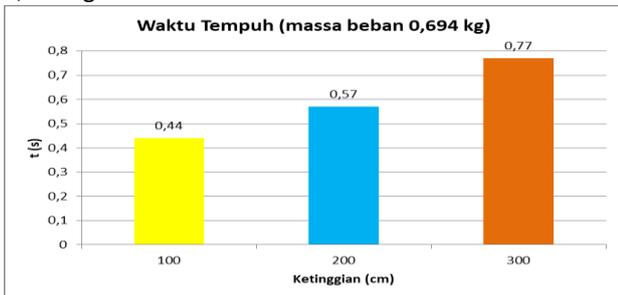
Berikut grafik energi potensial yang di hasilkan dari tabel 1 dapat dilihat pada Gambar 4 Grafik Data Energi Potensial dari Ketinggian 1-3 meter dengan Beban 0,694 kg.



Gambar 4 Grafik Data Energi Potensial dari Ketinggian 1-3 meter dengan Beban 0,694 kg

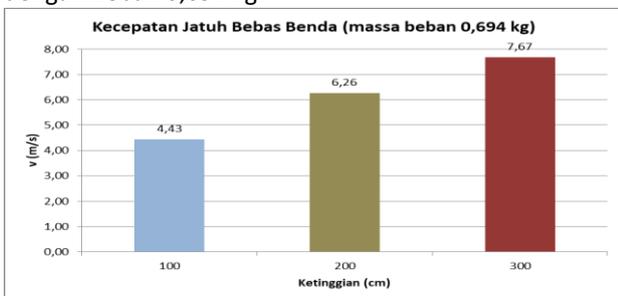
Dari penjelasan grafik dapat dilihat bahwa energi yang diserap oleh helm safety berbahan serat bambu apus pada ketinggian 1 meter dengan beban 0,694 kg sebesar 5,59 J, ketinggian 2 meter dengan beban 0,694 kg sebesar 12,39 J, dan ketinggian 3 meter dengan beban 0,694 kg sebesar 19,18 J. Sedangkan untuk helm safety asli yang didapat dari pengujian sebelumnya dengan beban yang sama dari ketinggian 1 m, 2 m, dan 3 m dengan energi potensial yang didapat sebesar 6,29 joule, 14,07 joule, dan 22,76 joule.

Berikut grafik waktu tempuh yang di hasilkan dari tabel 4.3. dapat dilihat pada Gambar 5 Grafik Data Waktu Tempuh dari Ketinggian 1-3 meter dengan Beban 0,694 kg.



Gambar 5 Grafik Data Waktu Tempuh dari Ketinggian 1-3 meter dengan Beban 0,694 kg

Berikut grafik kecepatan jatuh bebas yang di hasilkan dari tabel 1 dapat dilihat pada Gambar 6 Grafik Data Kecepatan Jatuh Bebas Benda dari Ketinggian 1-3 meter dengan Beban 0,694 kg.



Gambar 6 Grafik Data Kecepatan Jatuh Bebas Benda dari Ketinggian 1-3 meter dengan Beban 0,694 kg

Dari gambar 4.3 dan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa waktu dan kecepatan gerak jatuh benda oleh helm safety berbahan serat bambu apus pada ketinggian 1

meter dengan beban 0,694 kg membutuhkan waktu tempuh 0,44 s dan kecepatan jatuh benda 4,43 m/s, ketinggian 2 meter dengan beban 0,694 kg membutuhkan waktu tempuh 0,57 s dan kecepatan 6,26 m/s, dan ketinggian 3 meter dengan beban 0,694 kg membutuhkan waktu 0,77 s.

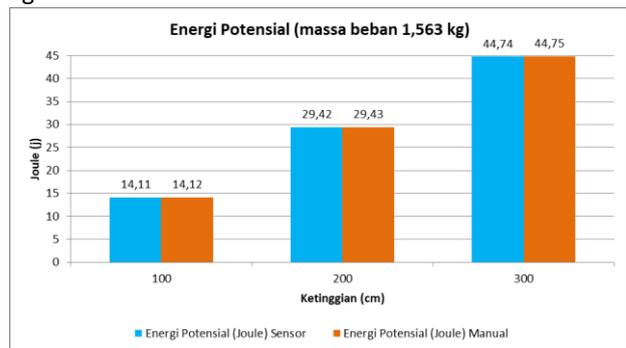
2. Pada ketinggian 1-3 meter dengan beban 1,563 kg

Data hasil pengujian pada ketinggian 1 meter, 2 meter, dan 3 meter menggunakan alat uji gerak jatuh menggunakan sensor yang terdapat pada alat uji. Adapun hasil pengujian gerak jatuh bebas dapat dilihat pada Tabel 2 Hasil Pengujian Gerak Jatuh Bebas Dari Ketinggian 1–3 meter dengan Beban 1,563 kg.

Tabel 2 Hasil Pengujian Gerak Jatuh Bebas Dari Ketinggian 1–3 meter dengan Beban 1,563 kg

Ketinggian (cm)	Energi Potensial (Joule) Sensor	Energi Potensial (Joule) Manual	Waktu Tempuh (t) s	Kecepatan Jatuh Bebas Benda (v) m/s
100	14,11	14,12	0,43	4,43
200	29,42	29,43	0,52	6,26
300	44,74	44,75	0,59	7,67

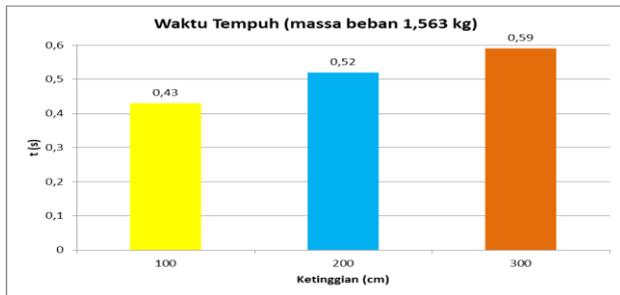
Berikut grafik energi potensial yang di hasilkan dari tabel 2 dapat dilihat pada Gambar 7 Grafik Data Energi Potensial dari Ketinggian 1-3 meter dengan Beban 1,563 kg.



Gambar 7 Grafik Data Energi Potensial Dari Ketinggian 1-3 meter dengan Beban 1,563 kg

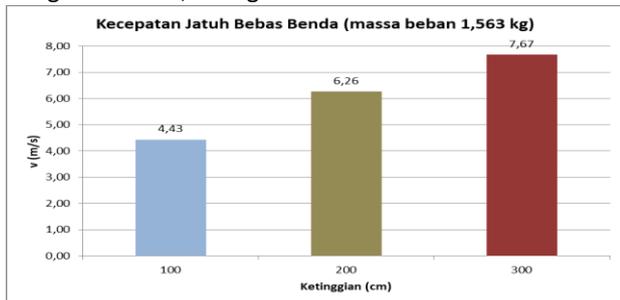
Dari penjelasan grafik dapat dilihat bahwa energi yang diserap oleh helm pada ketinggian 1 meter dengan beban 1,563 kg sebesar 14,11 J, ketinggian 2 meter dengan beban 1,563 kg sebesar 29,42 J, dan ketinggian 3 meter dengan beban 1,563 kg sebesar 44,74 J. Sedangkan untuk helm safety asli yang didapat dari pengujian sebelumnya dengan beban sama dari ketinggian 1 m, 2 m, dan 3 m dengan energi potensial yang didapat sebesar 15,27 joule, 33,47 joule dan 50,01 joule.

Berikut grafik waktu tempuh yang di hasilkan dari tabel 2 dapat dilihat pada Gambar 8 Grafik Data Waktu Tempuh dari Ketinggian 1-3 meter dengan Beban 1,563 kg.



Gambar 8 Grafik Waktu Tempuh Dari Ketinggian 1-3 meter dengan Beban 1,563 kg

Berikut grafik kecepatan jatuh bebas yang di hasilkan dari tabel 2 dapat dilihat pada Gambar 9 Grafik Data Kecepatan Jatuh Bebas Benda dari Ketinggian 1-3 meter dengan Beban 1,563 kg.



Gambar 9 Grafik Kecepatan Jatuh Bebas Beban Dari Ketinggian 1-3 meter dengan Beban 1,563 kg

Dari penjelasan grafik dapat dilihat bahwa energi yang diserap oleh helm pada ketinggian 1 meter membutuhkan waktu tempuh 0,43 s dan kecepatan jatuh benda 4,43 m/s, ketinggian 2 meter membutuhkan waktu tempuh 0,52 s dan kecepatan jatuh benda 6,26 m/s, dan ketinggian 3 meter membutuhkan waktu 0,59 s dan kecepatan jatuh benda 7,67 m/s.

5 Kesimpulan

1. Serat bambu apus dapat dimanfaatkan secara efektif sebagai bahan penguat dalam komposit untuk pembuatan helm safety yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga memiliki sifat mekanis yang baik.
2. Pada proses vacuum infusion tekanan sangat berperan penting dan komponen lain juga memiliki peranan penting seperti vacuum plastic bag dan flow media untuk membuat resin mengalir merata ke seluruh permukaan cetakan. Pada hasil benda kerja yang dibuat memiliki permukaan yang lebih halus dengan ketebalan yang sama.
3. Dari hasil dan pembuatan helm safety menggunakan bahan komposit yang diperkuat serat bambu ini, telah menunjukkan hasil dari kekuatan komposit serat bambu apus dan dapat mengetahui kekuatan mekanik dari helm berpenguat serat bambu. Helm dari serat bambu mampu menahan beban yang dijatuhkan sampai pada ketinggian 3 meter dengan

beban 1,563 kg dan mendapatkan nilai energy potensial sebesar 44,74 Joule membutuhkan waktu tempuh 0,59 s dan kecepatan yang di dapat sebesar 7,67 m/s

Daftar Pustaka

- [1] Berlin dan Estu. (2005) Jenis dan Prospek Bisnis Bambu. Penebar Swadaya. Jakarta. *Note that paper title and volume number (but not issue number) are set in italics.*
- [2] Boy Rollastin. (2018). Uji Penetrasi Spesimen Pada Sungkup Helm Berbahan Biokomposit Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Helm. Vol.10, No.1, page 10-57.
- [3] Gibson. (1994). Principles Of Composite Material Mechanis. New York: Mc Graw Hill, Inc.
- [4] Mahyunis, Nurdiana, Sari Farah Dina, dan Ahmad Wito Pirmansyah. (2022). Desain dan Pembuatan Alat Uji Impak Jatuh Bebas model Drop Weight Test, 41-50.
- [5] Siska Mardwiyani dan Bambang Dwi Haripriadi. (2022). Analisa Komposit Polimer Serbuk Kulit Kelapa Sebagai Bahan Penguat Untuk Pembuat Helm Safety. Vol. 2, No. 2, page 19 – 24.
- [6] Standar Nasional Indonesia. (2012). Helm Keselamatan Industri Skema Sertifikasi Klasifikasi dan Spesifikasi HELM Keselamatan Industri. ISO 3873-2012.
- [7] Yogi Andika Caniago. (2020). Perancangan Helm Rafting Dengan Material Komposit Serat Bambu Berbasis Aerodinamis. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [8] Putra, R., Muhammad, M., Hafli, T., Islami, N., & Nugraha, M. (2022). Analysis of the Mechanical Properties of Teak Sawdust-Reinforced Composite Boards Affected by the Alkalization Process. International Journal of Engineering, Science and Information Technology, 2(4), 11-18.