

Fabrikasi dan Uji Karakteristik Material Serat Bambu Apus untuk Bucket Seat Mobil Listrik Hemat Energi

Dodi Alfarasi Hadi, Ahmad Nayan*, Muhammad Nuzan Rizki, Zulmiardi, Edy Yusuf

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, Lhokseumawe, 24352, Indonesia

*Corresponding Author: nayan@unimal.ac.id

Abstract – This study aims to evaluate the potential use of apus bamboo fiber as a composite material for bucket seat fabrication in energy-efficient electric cars. The use of apus bamboo fiber was chosen because of its good mechanical properties and its abundant availability in Indonesia. The fabrication process was carried out using the vacuum infusion method, while the mechanical characteristics of the material were tested through tensile tests. In addition, static loading simulations were carried out using the finite element method (Finite Element Method) to determine the safety factor value of the resulting bucket seat. The results showed that the apus bamboo fiber composite material had a fairly high tensile strength with an ultimate tensile strength (UTS) value of 24.77 N/mm², which met safety standards. The simulation showed that the bucket seat had a safety factor value that was adequate for application in energy-efficient electric vehicles. This study contributes to the development of environmentally friendly composite materials that can be used in the automotive industry.

Abstrak - Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi penggunaan serat bambu apus sebagai material komposit untuk fabrikasi bucket seat pada mobil listrik hemat energi. Penggunaan serat bambu apus dipilih karena sifat mekaniknya yang baik serta ketersediaannya yang melimpah di Indonesia. Proses fabrikasi dilakukan dengan metode vacuum infusion, sedangkan karakteristik mekanik material diuji melalui uji tarik. Selain itu, dilakukan simulasi pembebanan statis menggunakan metode elemen hingga (Finite Element Method) untuk menentukan nilai safety factor dari bucket seat yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material komposit serat bambu apus memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi dengan nilai ultimate tensile strength (UTS) sebesar 24,77 N/mm², yang memenuhi standar keselamatan. Simulasi menunjukkan bahwa bucket seat memiliki nilai safety factor yang memadai untuk diaplikasikan pada kendaraan listrik hemat energi. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan material komposit ramah lingkungan yang dapat digunakan dalam industri otomotif.

Kata Kunci: serat bambu apus, komposit, bucket seat, mobil listrik, vacuum infusion, uji tarik, Finite Element Method.

1 Pendahuluan

Mobil listrik hemat energi memerlukan komponen yang ringan namun kuat untuk meningkatkan efisiensi energi. Serat bambu apus, yang memiliki sifat mekanik unggul, digunakan dalam penelitian ini sebagai material komposit untuk fabrikasi bucket seat. Tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan material alternatif

yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis untuk industri otomotif.

Indonesia merupakan negara tropis yang kaya akan flora dan fauna dengan variasi dan jenis yang beraneka ragam. Salah satunya adalah bambu. Keberadaan tanaman bambu banyak dijumpai di berbagai tempat, baik yang tumbuh secara alami maupun yang sengaja

dibudidayakan. Populasi bambu di dunia diperkirakan ada 1200-1300 jenis. Jumlah 143 jenis bambu tersebut terdapat di Indonesia, yang 60 jenisnya ada dipulau Jawa. 1 Tanaman bambu tidak terlalu banyak menuntut persyaratan untuk tumbuh. Bambu dapat tumbuh didaerah iklim basah sampai kering, dari dataran rendah hingga dataran tinggi. (Priyanto, 2011)

2 Tinjauan Pustaka

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang mempunyai sifat mekanik lebih kuat dari material pembentuknya. Komposit terdiri dari dua bagian yaitu matrik sebagai pengikat atau pelindung komposit dan filler sebagai pengisi komposit. Komposit berpenguat serat alam maupun buatan merupakan jenis komposit yang banyak dikembangkan guna menjadi bahan alternatif pengganti logam.

2.1 Komposit berpenguat partikel

Komposit partikel ialah merupakan suatu bahan penguat yang terdiri dari gabungan partikel dengan matriks. Bahan partikel ini tidak memiliki dimensi panjang namun partikel memiliki dimensi ber bentuk apapun seperti pada umumnya ialah berbentuk bola, elips, polihedral, dan serta tidak beraturan.

Pada umumnya komposit berpenguat partikel lebih lemah dibandingkan komposit berpenguat serat, namun komposit partikel memiliki keunggulan seperti tahan aus, tidak mudah retak, dan memiliki daya rekat dengan matrik yang sangat cukup baik. Komposit partikel dibedakan dalam tiga jenis berdasarkan sumber partikelnya yaitu partikel logam, partikel nonlogam, dan partikel keramik.

2.2 Komposit berpenguat serat

Komposit berpenguat serat merupakan jenis komposit yang sudah umum terdapat baik dikalangan industri maupun dikalangan peneliti. Jenis serat yang digunakan tergantung dari pemanfaatan material komposit, untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan yang tinggi jenis serat karbon adalah pilihan yang paling sesuai, untuk kebutuhan dengan kekuatan menengah serat e-glass banyak diaplikasikan oleh kalangan industri. Belakangan peneliti banyak memanfaatkan serat alam untuk penggunaan yang lebih sederhana untuk menggantikan material kayu dimana ketersediaanya semakin langka.

2.3 Body

Matriks ialah merupakan salah satu bahan pengikat suatu komposit guna mempertahankan kekuatan penyebaran retakan, tekanan, tarikan, maupun suatu

kondisi lingkungan dari suatu medianya. Berdasarkan dari kegunaan, matriks komposit dapat di kelompokkan sebagai berikut:

Matriks Polimer ialah merupakan suatu senyawa kimia yang terdiri dari molekul besar yang tersusun secara berulang antara molekul molekul kecil yang saling berikatan. Secara garis besar, polimer memiliki sifat yang dimana sifat nya mewakili jenis polimer itu sendiri yang di antara lainya ialah sebagai berikut:

a. Thermoplastic

Termoplastik ialah sebuah polimer yang banyak di aplikasikan di per industri, dikarna Kan sifat nya yang tidak tahan panas dan dapat mudah di bentuk sehingga menghemat biaya produksi dari suatu industri. Keunggulan lain nya yang terdapat dari termoplastik ialah dapat di gunakan berkali kali atau bisa di sebut juga sistem daur ulang yang dimana termoplastik akan dipanaskan kembali sehingga menjadi suatu produk atau alat bantu rumah tangga maupun kebutuhan hidup. Jenis-jenis termoplastik yang dapat digunakan adalah Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), Polyethylene (PE), dan lain – lain

b. Thermoset

Termoset adalah sebuah polimer yang memiliki sifat tahan panas yang baik dari pada termoplastik. Berbeda dengan termoplastik, termoset ini sendiri tidak dapat di daur ulang dikarna jenis polimer ini jika terkena udara akan langsung mengeras secara alami dan jika di panas kan melebihi suhu tertentu polimer ini akan langsung menjadi arang.

2.4 Bambu Apus

Bambu tali atau bambu apus (*Gigantochloa apus*) merupakan jenis bambu yang tersebar luas di Indonesia dan Asia tropis. Tanaman bambu apus dapat tumbuh merumpun atau berkelompok, tegak, dan rapat. Di bagian batangnya sering tertutup dengan bulu-bulu hitam atau coklat. Tanaman bambu ini bisa tumbuh tinggi mencapai 22 meter. Sedangkan batang bambu biasanya mempunyai diameter 4 hingga 15 cm dan panjang ruas bambu sekitar 20 hingga 60 cm. Pohon bambu ini umumnya tumbuh baik di wilayah dataran rendah yang lembap dan panas. (Prabandari, 2021)

Bambu apus memiliki sifat-sifat mekanis, berturut-turut untuk bilah dengan buku dan tanpa buku, sebagai berikut: Bambu apus memiliki kekuatan lentur 502,3 – 1240,3 kg/cm², modulus elastisitas lentur 57.515 – 121.334 kg/cm², keteguhan tarik 1231 – 2859 kg/cm². Sifat mekanis bambu apus tanpa buku lebih besar dibandingkan dengan bambu apus dengan bukunya. (Morisco, 1999) keteguhan patah 87,5 N/mm² dan 74,9 N/mm²; keteguhan tekan sejajar arah serat 37,5 N/mm² dan 33,9 N/mm²; keteguhan geser 7,47 N/mm² dan 7,65 N/mm²; serta keteguhan tarik sebesar 299 N/mm². Bambu tali telah dimanfaatkan sebagai bahan papan serat. (Elizabeth, dan Widjaja, 2001) Manik, dkk (2017)

Telah meneliti “Pengaruh Susunan dan Ukuran Bilah Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*) Dan Bambu Apus (*Gigantochloa apus*) Terhadap Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekan Dan Kekuatan Lentur Untuk Komponen Konstruksi Kapal” pada penelitian ini di jelaskan berat jenis serat bambu apus 0,60- 0,65 gr/cm.

3 Metodologi

Penelitian ini dimulai dengan fabrikasi spesimen komposit uji tarik dengan ASTM D3039 serat bambu apus menggunakan metode vacuum infusion. Uji tarik dilakukan untuk mengukur kekuatan mekanik material yang dihasilkan, Setelah Mendapatkan nilai Kekuatan material lalu melakukan desain CAD dengan 3 Geometri yang berbeda, sedangkan simulasi pembebanan statis dilakukan dengan metode elemen hingga menggunakan perangkat lunak Ansys Workbench.

4 Hasil dan Pembahasan

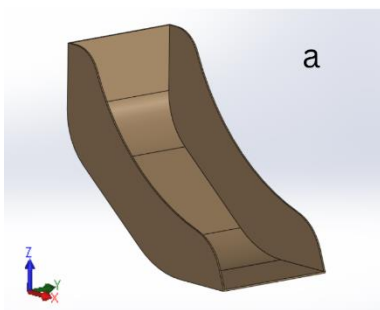
4.1. Data Uji Tarik Spesimen Serat Bambu Apus

Hasil uji tarik menunjukkan bahwa komposit serat bambu apus memiliki kekuatan tarik yang baik, dengan nilai UTS mencapai 24,77 N/mm². Data Uji Tarik dapat dilihat pada tabel 1.

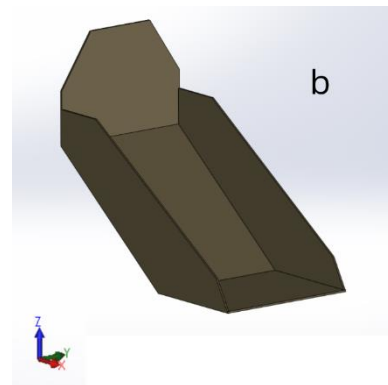
Characteristic	Value
Yield Force (n)	253,13
Max Force (n)	316
Yield Strength (n/mm ²)	19,94
Ultimate Tensile Strength (n/mm ²)	24,77
Δl (mm)	8,65
Elongation (%)	3,46
l1(mm)	258,65
Rengangan (%)	0,000346
Young Modulus (Mpa)	71710

4.2. Desain Bucket Seat

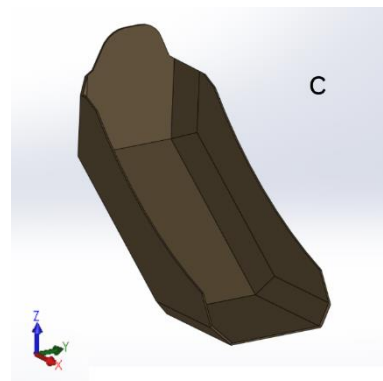
Ada 3 Geometri *Bucket Seat* yang berbeda dapat di lihat pada gambar Berikut.



Gambar 1 Geometri *Bucket Seat* a



Gambar 2 Geometri *Bucket Seat* b



Gambar 3 Geometri *Bucket Seat* c

4.3. Simulasi *Bucket Seat* Menggunakan Software FEM

Simulasi pembebanan statis menunjukkan bahwa desain bucket seat memiliki nilai safety factor yang memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa serat bambu apus dapat menjadi alternatif yang efektif dan ramah lingkungan untuk material otomotif.

A. Pre-Processing

Dalam simulasi metode elemen hingga (*finite element method/fem*) melibatkan beberapa langkah penting untuk memastikan bahwa model yang akan disimulasikan memiliki representasi yang akurat dari sistem fisik yang sebenarnya. Berikut adalah langkah-langkah utama dalam pra-pemrosesan FEM:

1. Input Geometri
2. Input *Material Properties*
3. *Fixed Support*
4. *Load*

B. Solution Process

Pada proses *solving* pemecahan persamaan yang akan dihasilkan nantinya semua data yang telah dimasukkan ke dalam *software FEM*. Berikut langkah dalam Proses ini:

C. Post-Processing

Setelah dilakukan simulasi *bucket seat* dengan 3 jenis geometri material pada *software FEM* maka akan didapatkan nilai dari *stress*, *displacement*, dan *Safety*

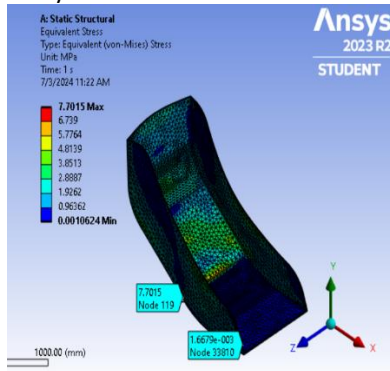
factor dari geometri bucket seat mobil listrik hemat energi kategori Prototype.

4.4. Hasil Simulasi

Berikut Hasil Simulasi dari 3 geometri Bucket Seat.

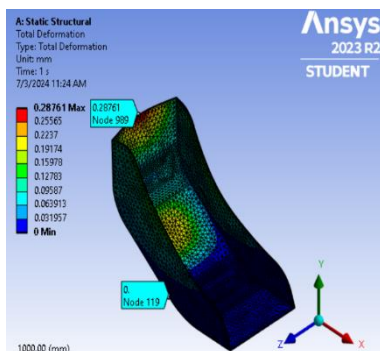
A. Bucket Seat A

Dari analisis pada software FEM dapat diketahui bucket seat geometri 1 dengan material bambu apus mengalami tegangan maksimal sebesar 7.7015 MPa yang berada di daerah yang ditunjuk oleh gambar diatas dan tegangan minimalnya adalah sebesar 0.0010624 MPa.



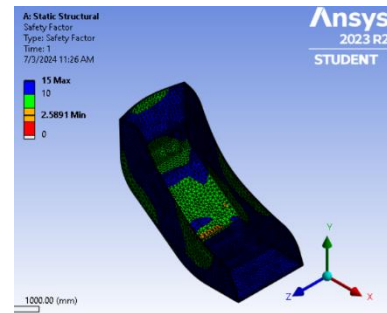
Gambar 4 Stress pada Geometri A

Dari Gambar 5 dapat diketahui besarnya nilai perpindahan maksimal dari bucket seat dengan material bambu apus adalah sebesar 0.28761 mm dan perpindahan minimal adalah 0 mm.



Gambar 5 Displacement pada Geometri a

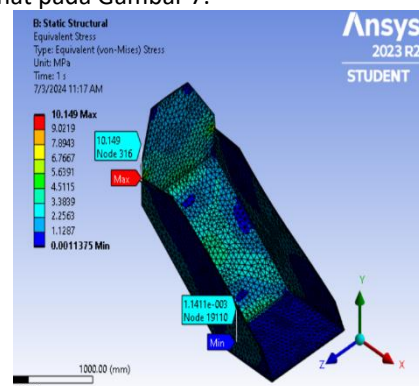
Safety factor dari geometri bucket seat yang sudah disimulasikan dapat dihitung secara manual dengan cara membagi tegangan maksimal pada bucket seat dengan nilai yield strength dari material. Dalam hal ini nilai yield strength dari serat bambu apus yang didapatkan ketika melakukan uji tarik adalah sebesar 19,94 MPa. Tegangan maksimum dari bucket seat ketika dilakukan simulasi adalah sebesar 7.7015 Mpa, Sehingga Hasil dari safety factor 2.5891. Dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Safety Factor Pada Geometry a

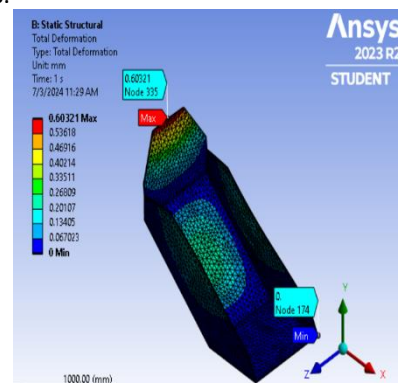
B. Bucket Seat B

Dari analisis pada software FEM dapat diketahui bucket seat dengan material serat bambu apus mengalami tegangan maksimal sebesar 10.149 MPa yang berada di daerah yang ditunjuk oleh gambar diatas dan tegangan minimalnya adalah sebesar 0.0011375 Mpa. Dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Stress Pada Geometri b

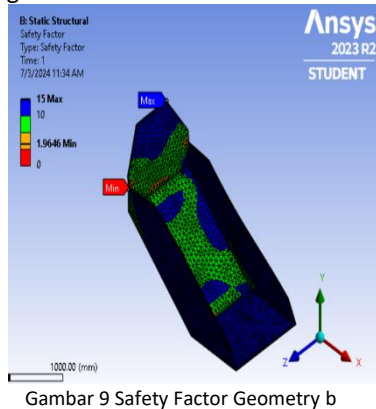
nilai perpindahan maksimal dari bucket seat dengan material bambu apus adalah sebesar 0.60321 mm dan perpindahan minimal adalah 0 mm. dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 displacement Geometri b

Safety factor dari geometri bucket seat yang sudah disimulasikan dapat dihitung secara manual dengan cara membagi tegangan maksimal pada bucket seat dengan nilai yield strength dari material. Dalam hal ini nilai yield strength dari serat bambu apus yang didapatkan ketika melakukan uji tarik adalah sebesar 19,94 MPa. Tegangan maksimum dari bucket seat ketika dilakukan simulasi

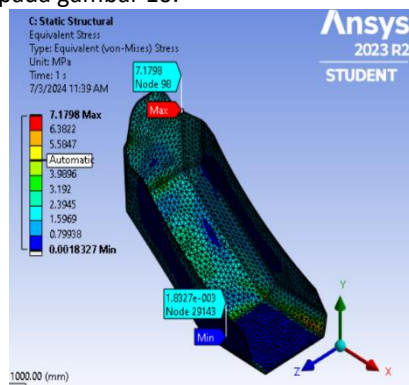
adalah sebesar 10.149 Mpa, Maka Hasilnya 1,964. Dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Safety Factor Geometry b

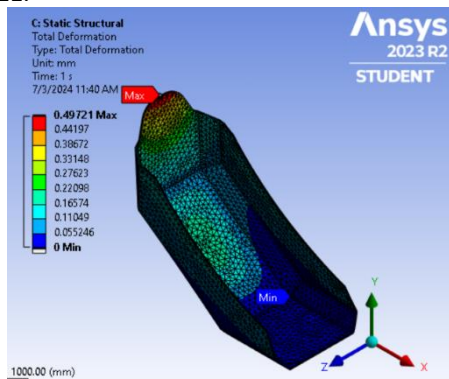
c. Bucket Seat C

Dari analisis pada *software FEM* dapat diketahui *bucket seat* dengan material serat bambu apus mengalami tegangan maksimal sebesar 7.1798 MPa yang berada di daerah yang ditunjuk oleh Gambar 4.14 dan tegangan minimalnya adalah sebesar 0.0018327 MPa. dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Stress Pada Geometry c

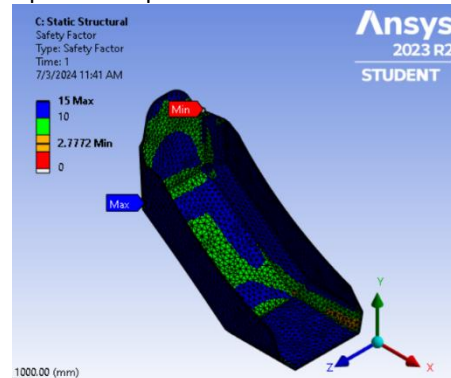
nilai perpindahan maksimal dari *bucket seat* dengan material bambu apus adalah sebesar 0.49721 mm dan perpindahan minimal adalah 0 mm. dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11 Displacement Pada Geometry c

Safety factor dari geometri bucket seat yang sudah disimulasikan dapat dihitung secara manual dengan cara membagi tegangana maksimal pada bucket seat dengan

nilai yield strength dari material. Dalam hal ini nilai yield strength dari serat bambu apus yang didapatkan ketika melakukan uji tarik adalah sebesar 19,94 MPa. Tegangan maksimum dari bucket seat ketika dilakukan simulasi adalah sebesar 7.1798 Mpa, Maka didapatkan Hasil 2,7772. Dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Safety Factor Pada Geometry c

5 Kesimpulan

Fabrikasi bucket seat dari komposit serat bambu apus berhasil dilakukan dengan hasil yang memuaskan dari segi kekuatan mekanik dan keamanan. Penggunaan serat bambu apus tidak hanya memberikan keunggulan dalam hal kekuatan dan keringanan, tetapi juga menawarkan manfaat lingkungan dengan mengurangi ketergantungan pada material sintesis. Penelitian ini membuka peluang baru untuk pengembangan material komposit berbasis serat alam dalam industri otomotif.

1. Pembebanan pada bucket seat mobil listrik kategori prototype haruslah mengikuti regulasi yang telah ditetapkan oleh penyelenggara kontes mobil listrik hemat energi. Pembebanan yang pertama yaitu berat pengemudi ketika memakai perlengkapan mengemudi yang lengkap minimal 50 kg.
2. Pada penelitian ini juga dapat diketahui nilai kekuatan tarik komposit serat bambu apus dengan fraksi volume 80 % serat bernilai 24,77 n/mm², elastis modulus 71710 n/mm², yield strength 19,94 n/mm².
3. Untuk melakukan simulasi pada *software* berbasis metode elemen hingga yang pertama yaitu input geometri atau design yang akan disimulasikan, kemudian memasukan data material properties, setelah itu menentukan fixed geometri atau titik tumpu, dan dilanjutkan dengan memberikan beban atau external load pada design yang akan disimulasikan. Langkah terakhir sebelum melakukan simulasi yaitu membagi komponen menjadi bagian bagian kecil atau biasa disebut meshing.
4. Dari hasil simulasi static structural pada bucket seat dengan jumlah 3 geometri maka di dapatkan nilai safety factor, displacement, von mises stress. Pada geometri a nilai safety factor

2,58, nilai displacement 0,28761 mm, dan nilai von mises stress 7.702 n/mm². Pada geometri b nilai safety factor 1,98, nilai displacement 0,60321 mm, dan nilai von mises stress 10,149 n/mm². Pada geometri c nilai safety factor 2.77, nilai displacement 0,49721 mm, dan nilai von mises stress 7,1798 n/mm².

Daftar Pustaka

- [1] Aji, P. (2017). Proses Manufaktur Komposit Berpenguat Serat Bambu Betung (Dendrocalamus Asper) Dan Matriks Unsaturated Polyester Dengan Metode Hand Lay-Up Untuk Aplikasi Otomotif. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] ASTM. (2002). Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials. ASTM International, 1-13.
- [3] Chandra, A., & Asroni. (2015). Pengaruh Komposisi Resin Poliyester Terhadap Kekuatan Bending Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Apus. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, 41-46.
- [4] Chauhan, S. R., Kumar, A., Singh, I., & Kumar, P. (2010). Effect of Fly Ash Content on Friction and Dry Sliding Wear Behavior of Glass Fiber Reinforced Polymer Composites - A Taguchi Approach. *Journal of Minerals and Materials Characterization and engineering*, Vol.9, No.
- [5] Defense, D. o. (2002). Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials. ASTM International, 1-13.
- [6] Dwi, I. (2013). Analisis Pengaruh Texture Serat Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Aramid Epoksi Prepreg. *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, 52-80.
- [7] Eko, N. (2003). Ergonomi Konsep Dasar Dan Aplikasinya. Surabaya: Guna Widya.
- [8] Elizabeth, & Widjaja. (2001). Identikit Jenis-Jenis Bambu di Jawa. Salatiga: Puslitbang Biologi-LIPI.
- [9] Fahmi, H., & Hermansyah, H. (2011). Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Teknik Mesin Vol.1*, No. 1, 46-52.
- [10] Manik, P., Yudo, H., & Siahaan, F. (2017). Pengaruh Susunan dan Ukuran Bilah Bambu Petung (Dendrocalamus asper) Dan Bambu Apus (Gigantochloa apus) Terhadap Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekan Dan Kekuatan Lentur Untuk Komponen Konstruksi Kapal. *Jurnal Ilmu Pengetahuan & Teknologi Kelautan*, 94-101.
- [11] Maryanti, B., Sonief, A. A., & Wahyudi, S. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 123-129.
- [12] Morisco. (1999). *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- [13] Mott, R. L., Vavrek, E. M., & Wang, J. (2004). *MACHINE ELEMENTS IN MECHANICAL DESIGN*. Ohio: Upper Saddle River.
- [14] Nayan, A., & Hafli, T. (2022). ANALISA STUKTUR MIKRO MATERIAL KOMPOSIT POLIMER BERPENGUAT SERBUK CANGKANG KERANG. *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology*, 15-24.
- [15] Nurun, N. (2013). *TEKNOLOGI MATERIAL KOMPOSIT. TEKNOLOGI MATERIAL KOMPOSIT*.
- [16] Prabandari, A. I. (2021, November Sabtu, 27). Jenis-Jenis Bambu yang Tumbuh di Indonesia Beserta Karakteristiknya. Retrieved from Merdeka.com:<https://www.merdeka.com/jateng/jenis-jenisbambu-yang-tumbuh-diindonesia-beserta-karakteristiknya-perlu-diketahui-klm.html>
- [17] Priyanto, A. (2011). Sintesis Dan Aplikasi Silika Dari Abu Daun Bambu Petung (Dendrocalamus Asper (Schult.F.) Backer Ex Heyne) Untuk Mengurangi Kadar Ammonium Dan Nitrat Pada Limbah Cair Tahu. Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- [18] Purwanto, T. (2019). Pembuatan Produk Berbahan Komposit Serat Bambu Apus Studi Kasus Aksesoris Interior Mobil Dengan Bentuk Dan Kontur Lengkung Yang Sederhana. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [19] Refiadi Gunawan, d. (2018). Serat Bambu Petung (Dendrocalamusasper) Teralkalisasi sebagai Penguat Komposit Polimer. *Jurnal Selulosa*, 1-8.
- [20] Refiadi, G., Bayu, N., Judawisastra, H., & Mardiyati. (2018). Serat Bambu Petung (Dendrocalamus asper) Teralkalisasi sebagai Penguat Komposit Polimer. *JURNAL SELULOSA*, 1-8.
- [21] Reksowardojo, I., Firmansyah, E., Dwiyantoro, B. A., Widhiyanuriawan, D., Baskoro, A. S., & Witantyo. (2022). PEDOMAN KONTES MOBIL HEMAT ENERGI (KMHE) TAHUN 2022. Jakarta Pusat: Balai Pengembangan Talenta Indonesia Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Kompleks Kemendikbud, Gedung C Lantai 19.
- [22] Saputra, R., Kardiman, Santoso, D. T., & Imran, A. (2022). Analisis Sifat Mekanis dan Sifat Fisis pada Komposit Serat Sabut Kelapa Serat Bambu Matriks Epoxy sebagai Material Bumper Mobil. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 37-48.
- [23] Sulistijono. (2012). *Mekanika Material Komposit*. Surabaya: ITS Press. Thakur, V. K., Thakur, M. K., & Kessler, M. R. (2017). *Handbook of Composites from Renewable Materials, Physico-Chemical and Mechanical Characterization*. New Jersey: Willey Scrivener Publishing.
- [24] Yeasmin, L., Ali, M. N., Gantait, S., & Chakraborty, S. (2015). Bamboo: an overview on its genetic diversity and characterization. *3 Biotech*, 1-11.
- [25] Aljufri, A., Rizki, M. N., Akmal, S., Mutia, S., & Rambe, F. W. (2024). The Influence Of Work Surface Roughness Caused By Fraising Machined With HSS Chies. *Journal of Applied Sciences and Advanced Technology*, 6(2), 49-56.
- [26] Rizki, M. N., Fikri, A., Faisal, F., & Nanda, R. A. (2023). Analisis Von-Mises Stress, Strain, Dan Total Deformasi Pada Pelat Implan Metatarsophalangeal (Mtp) Dengan Material Ti-6al-4v Menggunakan Finite Element Method. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 12(2), 178-189.
- [27] Rizki, M. N., Asnawi, A., Islami, N., Nanda, R. A., & Afandi, D. (2022). Desain Ergometer Kayak Berdasarkan Antropometri Dan Biomekanik Atlet. *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology*, 6(3), 40-47.
- [28] Hasanuddin, I., Rizki, M. N., Nasruddin, M., Amir, N., Marlina, Y., & Asmawati, L. (2020, September). The Design of Rowing Ergometer Based on the Anthropometry of Acehnese Male Athletes. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 931, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.
- [29] Aljufri, A., Sofyan, S., Rizki, M. N., Putra, R., & Mawardi, I. (2024). Influence of shielding gas flow on the TIG welding process using stainless steel 304 material. *Journal of Welding Technology*, 6(1), 38-45.