



Analisis Perbandingan Uji Tarik Antara Komposit Laminate Menggunakan Bambusa Vulgaris dan Fiber Glass dengan Metode Press Molding untuk Skin Grob 120 TP

Comparative Analysis Of Tensile Testing Between Laminate Composites Using Bambusa Vulgaris And Fiber Glass With The Pressmolding Method For Grob 120 Tp Skin

Dewangga Chandra Dirgantara¹, Dedy Eko Sulistyono²

^{1,2} Program Studi Teknik Aeronautika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara

E-mail: dewanggachandradirgantara@gmail.com

Abstract— *This study compares the tensile strength of natural fiber composites (Bambusa vulgaris bamboo) versus synthetic fiberglass composites for potential use in Grob TP 120 aircraft applications. Both composite types were manufactured using press molding with 60% epoxy resin and 40% reinforcing fiber, then tested according to ASTM D3039 standards. Results showed fiberglass composites achieved superior average tensile strength (11,263.55 N) compared to bamboo composites (7,689.21 N). However, bamboo-based composites offered advantages in lower density, environmental sustainability, and production cost-effectiveness. The findings suggest that while fiberglass remains superior for high-strength requirements, Bambusa vulgaris presents a viable eco-friendly alternative for lightweight, non-structural or secondary components in aircraft applications, contributing to sustainable composite material development in aeronautics.*

Keywords— *Bambusa vulgaris, fiber glass, press molding, laminated composite, tensile test, Grob TP 120 skin.*

Abstrak— *Penelitian ini membandingkan kekuatan tarik komposit serat alami (bambu Bambusa vulgaris) dengan komposit fiberglass sintetis untuk potensi penggunaan pada aplikasi pesawat Grob TP 120. Kedua jenis komposit diproduksi menggunakan metode press molding dengan komposisi 60% resin epoksi dan 40% serat penguat, kemudian diuji sesuai standar ASTM D3039. Hasil penelitian menunjukkan komposit fiberglass mencapai kekuatan tarik rata-rata yang lebih tinggi (11.263,55 N) dibandingkan komposit bambu (7.689,21 N). Namun, komposit berbasis bambu menawarkan keunggulan dalam hal densitas yang lebih rendah, keberlanjutan lingkungan, dan efektivitas biaya produksi. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun fiberglass tetap unggul untuk kebutuhan kekuatan tinggi, Bambusa vulgaris menghadirkan alternatif ramah lingkungan yang layak untuk komponen ringan, non-struktural, atau komponen sekunder dalam aplikasi pesawat terbang, berkontribusi pada pengembangan material komposit berkelanjutan di bidang aeronautika.*

Kata Kunci— *Bambusa vulgaris, fiber glass, press molding, komposit laminat, uji tarik, skin Grob TP 120.*

*Dewangga Chandra Dirgantara

E-mail: dewanggachandradirgantara@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan industri kedirgantaraan menuntut inovasi berkelanjutan dalam material yang digunakan, terutama yang berkaitan dengan kekuatan, berat, dan keberlanjutan lingkungan. Saat ini, material komposit, khususnya komposit serat sintetis seperti *fiber glass* (serat kaca), telah menjadi pilihan utama untuk banyak komponen struktural pesawat, termasuk kulit (*skin*) pesawat latih seperti Grob 120 TP, berkat rasio kekuatan-terhadap-beratnya yang superior. Namun, peningkatan kesadaran akan dampak lingkungan dari material sintetis yang sulit terurai telah mendorong penelitian ke arah material yang lebih ramah lingkungan. Komposit serat alam menawarkan solusi menarik karena sifatnya yang dapat diperbaharui, mudah didapat, memiliki densitas rendah, dan biaya produksi yang relatif murah. Salah satu serat alam yang memiliki potensi besar adalah serat dari *Bambusa vulgaris* (bambu betung) yang melimpah di Indonesia. Penelitian ini berfokus pada analisis perbandingan sifat mekanik dari komposit laminat yang diperkuat serat bambu *Bambusa vulgaris* dan komposit laminat yang diperkuat *fiber glass*. Kedua jenis komposit akan diproduksi menggunakan metode *press molding*, sebuah teknik yang dikenal menghasilkan produk komposit dengan kualitas permukaan yang baik dan konsolidasi yang optimal. Hasil pengujian ini akan sangat penting untuk mengevaluasi apakah komposit serat *Bambusa vulgaris* dapat menjadi alternatif yang layak dan berkelanjutan untuk aplikasi *skin* pada Grob 120 TP, tanpa mengorbankan integritas struktural yang diperlukan dalam penerbangan.

II. LANDASAN TEORI

A. Pesawat Grob 120 TP

Pesawat Grob G 120 TP adalah pesawat latih dasar bersertifikasi *Fully Acrobatic* yang diproduksi oleh Grob Aircraft SE di Jerman, dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelatihan pilot modern, baik militer maupun sipil. Pesawat ini ditenagai oleh mesin turboprop tunggal dan memiliki konfigurasi *low-wing* (sayap rendah) dengan kokpit dua tempat duduk berdampingan. Salah satu aspek paling penting dari desain G 120 TP yang relevan dengan penelitian ini adalah konstruksi materialnya. Mayoritas struktur utama pesawat, termasuk *fuselage* (badan pesawat) dan sayap, dibuat menggunakan material komposit serat canggih (seringkali berbasis serat karbon atau serat kaca) yang terintegrasi dengan teknologi modern.

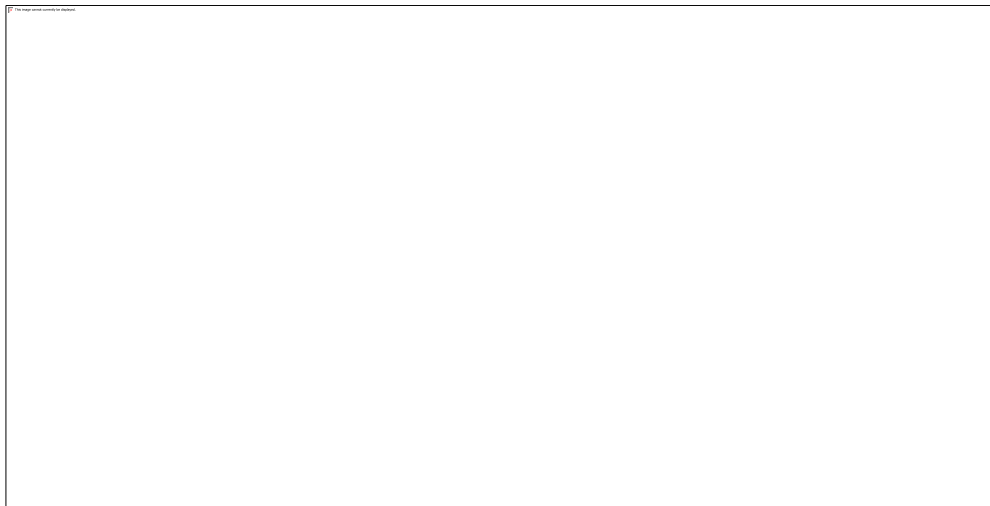
B. Serat alami

Natural Fiber merupakan serat yang berasal dari sumber daya alam, seperti tumbuhan, hewan, atau mineral. Dalam konteks material komposit, serat alami yang berasal dari tumbuhan, seperti serat bambu, rami, kenaf, kapas, dan *flax*, semakin mendapat perhatian sebagai alternatif pengganti serat sintetis karena sifatnya yang ramah lingkungan, dapat diperbarui (*renewable*), serta biaya produksinya yang relatif rendah. Serat alami memiliki struktur selulosa yang kompleks dan sering dilapisi oleh lignin dan hemiselulosa, yang memberikan kekuatan dan elastisitas pada serat. Salah satu keunggulan utama serat alami adalah keberlanjutan lingkungannya. Serat ini berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui dan mudah terurai secara alami (*biodegradable*), sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dibandingkan serat sintetis seperti *glass fiber* atau *carbon fiber*.

C. Serat Bambu

Serat bambu merupakan salah satu jenis serat alami yang memiliki banyak potensi dalam berbagai aplikasi, termasuk pembuatan komposit. Bambu terkenal karena kekuatannya yang luar biasa, ringan, elastisitas tinggi, serta sifat tahan terhadap korosi. Serat bambu juga memiliki kelebihan dalam hal keberlanjutan karena bambu cepat tumbuh dan dapat diperbaharui,

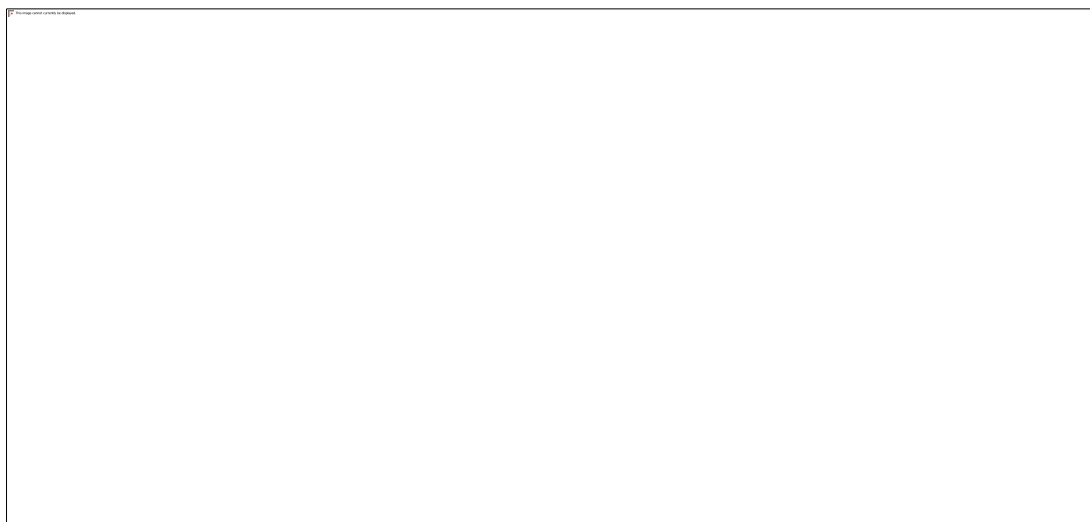
menjadikannya sumber material yang ramah lingkungan. Dalam penelitian ini, serat bambu digunakan sebagai alternatif bahan dalam pembuatan komposit laminat untuk pesawat tanpa awak (UAV). Penambahan serat bambu ke dalam komposit dapat meningkatkan kekuatan tarik dan ketahanan material, serta memberikan alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan serat sintetis seperti serat kaca.



Gambar 1. Serat Bambu

D. Serat Kaca

Pada penelitian (Praksh et al., 2015) melakukan analisis terhadap komposit yang diperkuat dengan serat alami (sisal dan pisang) serta serat sintetis (serat kaca) untuk meningkatkan sifat mekanik material. Tujuannya adalah mengurangi penggunaan serat sintetis, menurunkan biaya produksi, dan meningkatkan kekuatan mekanik komposit. Metode yang digunakan adalah *hand lay-up process*, dengan pengujian yang dilakukan sesuai standar ASTM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit hibrida serat sisal, pisang, dan serat kaca memiliki kekuatan tarik hingga 65,5 MPa, kekuatan lentur maksimum 14,356 MPa, dan kekuatan impact tertinggi 1,1 J. Kombinasi serat alami dan sintetis ini menunjukkan potensi untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan sedang, seperti pada pesawat tanpa awak, karena mampu mengurangi berat dan biaya produksi tanpa mengorbankan kekuatan struktural.



Gambar 2. Serat Kaca

E. Resin Epoxy

Dalam konteks pembuatan material komposit, resin *epoxy* sering digunakan sebagai matriks yang mengikat serat penguat, seperti serat kaca (*glass fiber*) atau serat alami (*natural fiber*). Proses pembentukan komposit biasanya melibatkan metode *press molding*, di mana resin *epoxy* dan serat dicampur, kemudian diproses dengan tekanan dan suhu tertentu untuk menghasilkan material komposit yang kuat, ringan, dan tahan lama. Metode ini memungkinkan kontrol yang presisi terhadap parameter proses, seperti suhu, tekanan, dan waktu, sehingga dapat dihasilkan material dengan sifat mekanis yang optimal.



Gambar 3. Epoxy

F. Press Molding

Press molding adalah metode yang digunakan dalam pembuatan komposit dengan cara memanaskan dan memberikan tekanan pada material yang telah dipersiapkan, seperti serat yang telah dipra-pengaruhi resin (*prepreg*). Proses ini memungkinkan pembentukan material komposit dengan bentuk yang presisi dan kekuatan yang tinggi, sangat cocok untuk aplikasi di industri penerbangan, termasuk pesawat tanpa awak. Dalam penelitian yang berfokus pada komposit berbasis serat alami dan *glass fiber*, *press molding* dapat diterapkan untuk memformasi preform yang terbuat dari serat alami atau *glass fiber* dengan cara mencetak lapisan-lapisan komposit secara presisi menggunakan suhu dan tekanan yang terkendali.



Gambar 4. Press Molding

G. Komposit

Dalam aplikasi struktural seperti pesawat tanpa awak (Unmanned Aerial Vehicle/UAV), material komposit sangat diminati karena kombinasi sifatnya yang ringan, kuat, dan tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan. Serat kaca, sebagai salah satu serat sintetis yang paling umum digunakan, memiliki kekuatan tarik tinggi (2000-3500 MPa) dan ketahanan kimia yang baik, meskipun densitasnya lebih tinggi.

TABEL I
PERBANDINGAN DATA HASIL UJI TARIK

No	Kode Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Lo (mm)	Li (mm)	ΔL (mm)	A (mm)	F (N)
1.	T FB F1	5,32	25	250	254	4	133	12228,104
2.	T FB F2	5,32	25	250	253	3	133	12116,284
3.	T FB F3	6,28	25	250	254	4	156,940	9446,254
4.	RATA-2	5,64	25	250	253,6	3,6	140,98	11263,547

No	Kode Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Lo (mm)	Li (mm)	ΔL (mm)	A (mm)	F (N)
1.	T BM K1	11,8	25	250	256	6	295	10263,323
2.	T BM K2	11,564	25	250	257	7	289,100	10916,045

3.	T BM K3	11	24,55	250	256	6	270	11792,027
4..	RATA-2	11,454	24,85	250	256,3	6,3	284,7	10990,46

No	Kode Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Lo (mm)	Li (mm)	ΔL (mm)	A (mm)	F (N)
1.	GROB 3A	2	25	250	253,1	3,1	50	4235,83
2.	GROB 3B	2	25	250	253,2	3,2	50	4368,78
3.	GROB 3B	2	25	250	253,3	3,3	50	4714,81
4.	RATA-RATA	2	25	250	253,2	3,2	50	4439,80

No	Kode Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Lo (mm)	Li (mm)	ΔL (mm)	A (mm)	F (N)
1.	T PM F123	5,64	25	250	255,3	3,6	140,98	11263,547
2.	T PM B123	11,454	24,85	250	258,3	6,3	284,7	10990,46
3	GROB	2	25	250	253,2	3,2	50	4439,80

	BENDA UJI	Tegangan (Mpa)	Regangan	Modulus (Mpa)
Spesimen 1	PRESS MOLDING FIBERGLASS	79,894	0,0144	5548,194
Spesimen 2	PRESS MOLDING BAMBU	38,61	0,0252	1452,777
Spesimen 3	KOMPOSIT GROB	88,79	0,0128	6936,71

III. METODE/MODEL YANG DIUSULKAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode perbandingan untuk menganalisis kekuatan tarik komposit laminat berbasis natural fiber (serat alami) dan glass fiber (serat kaca) yang diproses menggunakan metode press molding. Prosedur penelitian dimulai dengan persiapan bahan baku, meliputi serat alami (seperti bambu atau rami) dan serat kaca, serta resin epoksi sebagai matriks pengikat. Serat alami dipersiapkan melalui proses pembersihan, pengeringan, dan pemotongan sesuai dimensi yang diperlukan, sedangkan serat kaca dipastikan bebas dari kontaminasi. Selanjutnya, dilakukan pembuatan komposit laminat dengan metode press molding. Campuran serat dan resin epoksi dimasukkan ke dalam cetakan (mold) yang telah dipanaskan sebelumnya. Proses press molding dilakukan dengan parameter terkontrol, yaitu suhu (120–180°C), tekanan (5–10 MPa), dan waktu curing (30–60 menit) untuk memastikan homogenitas dan kualitas komposit. Setelah proses curing, sampel komposit dikeluarkan dari cetakan dan dipotong sesuai standar uji tarik (ASTM D3039).

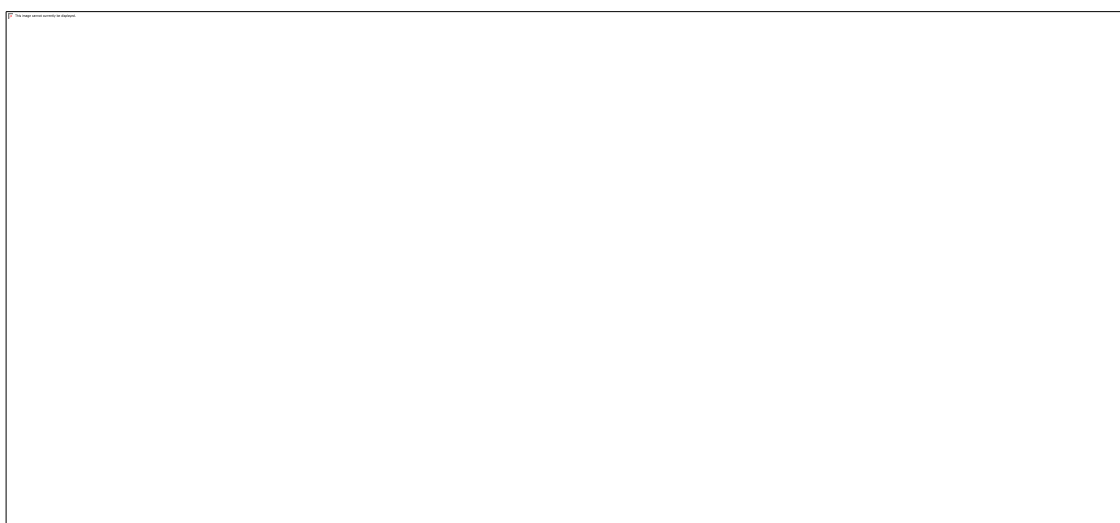
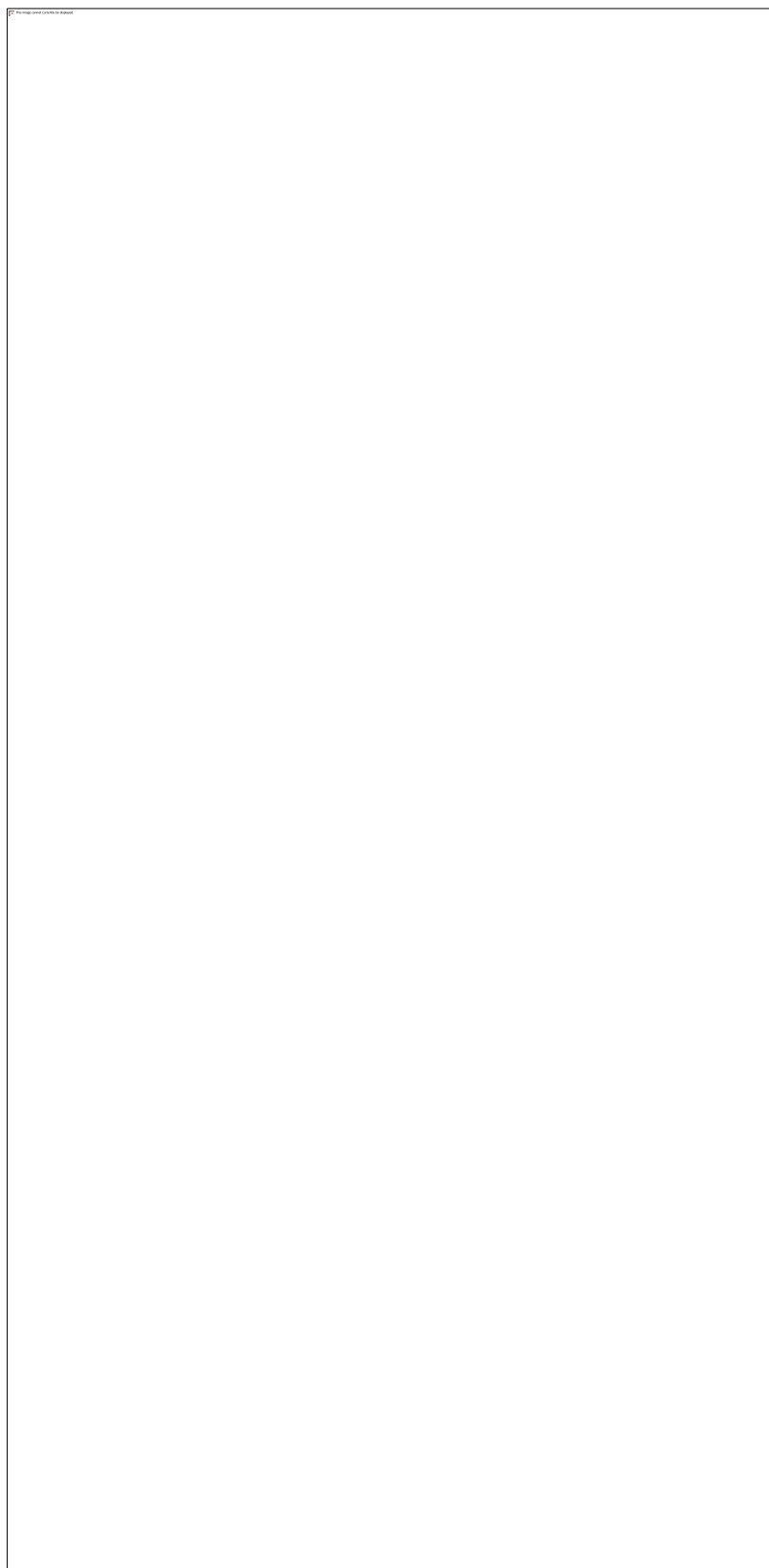


Diagram alir penyusun penelitian ini digambarkan pada gambar dibawah ini



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL/IMPLEMENTASI MODEL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian

Penelitian ini dilakukan terhadap material komposit yang memiliki variasi pada bahan komposisinya. Resin yang digunakan dalam pembuatan komposit ini adalah resin *epoxy BQTN-EX 157*, serta menggunakan serat sintesis berupa serat Fiber dan serat alami yaitu serat bambu (*Bambusa Vulgaris*). Sebagai spesimen uji, digunakan spesimen pengujian uji tarik dengan menggunakan Standard *ASTM D3039*. Proses pembuatan komposit ini menggunakan metode Press Molding yaitu suatu metode pembuatan material komposit yang menggunakan aplikasi tekanan dan panas untuk membentuk material komposit di dalam sebuah cetakan. Material pengisi (serat dan resin) ke dalam cetakan, kemudian tekanan diterapkan untuk memampatkan material tersebut sambil memanaskannya agar mengeras dan menyatu, menghasilkan komponen komposit yang kuat, ringan, dan presisi. Komposit ini dibuat dengan menggunakan cetakan dengan ukuran 15 x 30 cm sebanyak 2 spesimen. Kemudian, komposit tersebut dilakukan pengujian tarik, komposit dipotong dan dirapihkan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan untuk selanjutnya dilaksanakan pengujian tarik di Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto Komplek Lanud Adisutjipto Jogjakarta.

B. Pembahasan

V. KESIMPULAN

Komposit *Fiberglass* lebih berpotensi sebagai bahan alternatif pengganti karena memiliki sifat mekanik (kekuatan dan kekakuan) yang mendekati komposit *Grob*, sedangkan Komposit Bambu secara signifikan tertinggal dalam aspek kekuatan dan kekakuan, sehingga tidak memenuhi kriteria sebagai pengganti langsung komposit *Grob* namun tetap saja tidak bisa menggantikan struktur komposit *grob* sebagai bahan utama pembuat skin *Grob TP 120*. Komposit serat *fiberglass* memiliki tegangan tarik rata-rata yang lebih tinggi yaitu 79,894 Mpa, yang hampir dua kali lipat lebih besar dibandingkan komposit serat bambu yang hanya memiliki tegangan tarik rata-rata 38,61 Mpa. Hal ini disebabkan oleh struktur serat *fiberglass* yang lebih rapi dan padat dibandingkan serat bambu.

REFERENSI

- [1] Niskanen, S. (2009). OpenRocket: Software untuk Desain dan Simulasi Roket. Open Source Project
- [2] Prusa Research. (2023). Prusaslicer: Software Slicer untuk Pencetakan 3D. Prusa Research Official Documentation
- [3] National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2022). Rocket Propulsion Fundamentals and Design Considerations. NASA Technical Reports
- [4] Creality. (2024). Creality Ender 2 Pro: Spesifikasi dan Panduan Penggunaan Printer 3D untuk Prototyping. Creality Product Manuals
- [5] Al-Mansoori, K. A. H., & Al-Sharif, M. A. S. 2020, Design and Development of Reusable Spacecraft: A Review, *Journal of Aerospace Engineering*, vol. 233, no. 1, pp. 1-15, dilihat 10 Oktober 2023.

-
- [6] LAPAN. (2020). Roket RX-550: Pengembangan Roket Balistik untuk Riset Antariksa dan Pertahanan Nasional. LAPAN Research Journal
-