

Gerak Pro: Alat Bantu Jalan Cerdas untuk Lansia dan Pasien Rehabilitasi

Siti Nur Amalia^{1*} and Martina Puspita Sari²

^{1,2}Teknik Mesin, Institut Teknologi Kalimantan

Abstrak

Perkembangan alat bantu jalan cerdas untuk lansia menuntut pemilihan material yang optimal guna meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan daya tahan. Saat ini, material stainless steel banyak digunakan karena kekuatan dan ketahanannya, namun memiliki bobot yang relatif berat sehingga kurang nyaman untuk penggunaan jangka panjang. Sebagai alternatif, material carbon fiber menawarkan keunggulan berupa bobot ringan, kekuatan tarik tinggi, dan ketahanan korosi yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan membandingkan sifat mekanik dan karakteristik material carbon fiber dan stainless steel sebagai bahan utama alat bantu jalan cerdas. Metode penelitian meliputi kajian literatur dan simulasi menggunakan perangkat lunak CAD dan analisis mekanik untuk menguji kekuatan, kekakuan, serta ketahanan korosi kedua material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa carbon fiber memiliki kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi dengan bobot yang jauh lebih ringan dibanding stainless steel. Selain itu, carbon fiber memiliki ketahanan korosi alami yang tidak memerlukan perlakuan tambahan, berbeda dengan stainless steel yang memerlukan proses perlakuan permukaan untuk meningkatkan ketahanannya. Namun, stainless steel masih unggul dalam hal kemudahan proses bentuk dan biaya produksi yang lebih rendah. Kesimpulan penelitian ini menyatakan bahwa carbon fiber lebih cocok digunakan pada inovasi alat bantu jalan cerdas yang memprioritaskan keringanan dan kekuatan, sedangkan stainless steel menjadi pilihan ekonomis dengan kemudahan proses manufaktur.

Kata kunci: Carbon fiber; Kekuatan tarik; Ketahanan korosi; Stainless steel; Modulus elastisitas

Abstract

The development of intelligent walking aids for the elderly requires optimal material selection to improve comfort, safety, and durability. Currently, stainless steel is widely used due to its strength and durability, but its relatively heavy weight makes it less comfortable for long-term use. As an alternative, carbon fiber reinforced polymer (CFRP) offers the advantages of light weight, high tensile strength, and better corrosion resistance. This study aims to compare the mechanical properties and characteristics of CFRP and stainless steel as the main materials for intelligent walking aids. The research methods include a literature review and simulation using CAD software and mechanical analysis to test the strength, stiffness, and corrosion resistance of both materials. The results show that CFRP has higher tensile strength and elastic modulus with a much lighter weight than stainless steel. In addition, CFRP has natural corrosion resistance that does not require additional treatment, in contrast to stainless steel which requires a surface treatment process to improve its durability. However, stainless steel still excels in terms of ease of forming and lower production costs. The conclusion of this study states that CFRP is more suitable for use in intelligent walking aid innovations that prioritize lightness and strength, while stainless steel is an economical choice with ease of manufacturing.

Keywords: Carbon fiber; Tensile strength; Corrosion resistance; Stainless steel; Modulus of elasticity

1 Pendahuluan

Lansia merupakan kelompok usia yang memiliki risiko tinggi mengalami masalah kesehatan, salah satunya adalah risiko jatuh [1]. Dalam era peningkatan jumlah lansia dan pasien rehabilitasi, kebutuhan akan alat bantu mobilitas yang tidak hanya memberikan dukungan fisik tetapi juga meningkatkan keselamatan sangat penting. Lansia dan individu dengan keterbatasan fisik seringkali mengalami kesulitan berjalan yang berisiko menyebabkan jatuh dan kelelahan, yang

Article Info Open Access

Submitted 28 May 2026

Accepted 24 July 2026

*Corresponding author
03241100@student.itk.ac.id

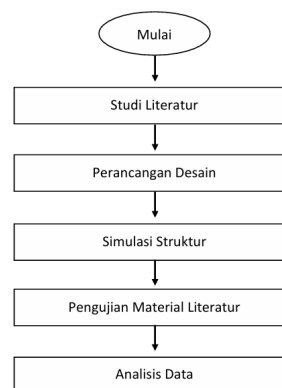
Citation
Volume 1 No. 2 (2026)
Journal of Mechanical and
Industrial
doi: 000.0000/a00000

dapat menurunkan kualitas hidup dan kemandirian mereka [2]. Alat bantu jalan seperti tongkat dan walker merupakan solusi umum yang digunakan lansia untuk menjaga keseimbangan dan mendukung mobilitas. Namun, alat bantu jalan konvensional yang digunakan saat ini umumnya terbatas pada material seperti stainless steel yang memiliki bobot cukup berat sehingga kurang nyaman dan praktis untuk digunakan dalam jangka panjang [3].

Dalam pengembangan alat bantu jalan cerdas bagi lansia, pemilihan material memiliki peranan penting untuk meningkatkan kenyamanan, keamanan, serta daya tahan produk. Material yang dipilih adalah carbon fiber dikarenakan sifatnya yang kuat tetapi ringan merupakan salah satu keunggulan yang dimiliki oleh carbon fiber dibandingkan dengan besi maupun baja, Carbon fiber atau serat karbon merupakan material komposit yang semakin banyak diminati karena keunggulannya dibandingkan stainless steel. Carbon fiber memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, membuat alat bantu jalan menjadi lebih ringan namun tetap kuat dan tahan lama. Selain itu, carbon fiber tahan korosi secara alami sehingga dapat digunakan dalam berbagai kondisi lingkungan tanpa mengalami degradasi material. Karakteristik ketahanan kelelahan dan kekakuan yang tinggi pada carbon fiber memungkinkan alat bantu jalan lebih ergonomis dan nyaman untuk penggunaan jangka panjang oleh lansia [4, 5].

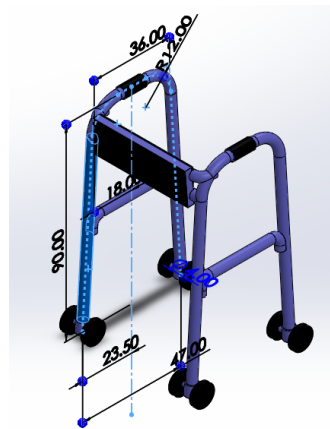
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik material carbon fiber sebagai alternatif pengganti stainless steel pada pengembangan alat bantu jalan cerdas "Gerak Pro". Fokus utama penelitian adalah mengevaluasi keunggulan carbon fiber dalam hal kepadatan yang lebih rendah, kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi, serta ketahanan korosi alami dibandingkan stainless steel. Dengan menggunakan metode simulasi dan kajian literatur, penelitian ini menguji efektivitas carbon fiber untuk meningkatkan performa alat bantu jalan dengan bobot lebih ringan dan ketahanan lebih baik, sehingga memberikan kemudahan mobilitas dan mengurangi kelelahan pada lansia dan pasien rehabilitasi. Dengan demikian, pemilihan carbon fiber diharapkan mampu mengatasi keterbatasan material pada alat bantu jalan konvensional dan meningkatkan kualitas hidup penggunanya melalui inovasi material yang lebih unggul.

2 Metode



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode simulasi dengan perangkat lunak SolidWorks untuk merancang dan menganalisis alat bantu jalan cerdas bagi lansia dan pasien rehabilitasi. Proses penelitian fokus pada pembuatan model 3D alat menggunakan SolidWorks, kemudian dilakukan simulasi untuk mengevaluasi kekuatan, deformasi, dan stabilitas desain alat. Penelitian ini menggunakan metode desain dan simulasi untuk mengembangkan alat bantu jalan cerdas bagi lansia dengan material carbon fiber. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan desain alat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Gerak Pro

Adapun Tabel 1 menyajikan perbandingan sifat-sifat material antara carbon fiber dan stainless steel yang digunakan dalam perancangan alat bantu jalan cerdas.

Tabel 1. Perbandingan sifat material

Tabel 1. Perbandingan sifat material

Sifat Material	Carbon Fiber	Stainless Steel
Kepadatan(g/cm ³)	1.6 g/cm ³	7.9 g/cm ³
Kekuatan Tarik	Mencapai 4000 Mpa	Hingga 600 Mpa
Modulus Elastisitas	230 - 240 Gpa	193 Gpa
Ketahanan Korosi	Tahan terhadap korosi	Daya tahan korosi yang baik
Berat	Ringan	Berat
Kemampuan Bentuk	Mudah Dibentuk	Mudah Dibentuk
Biaya Produksi	Lebih Tinggi	Lebih Rendah

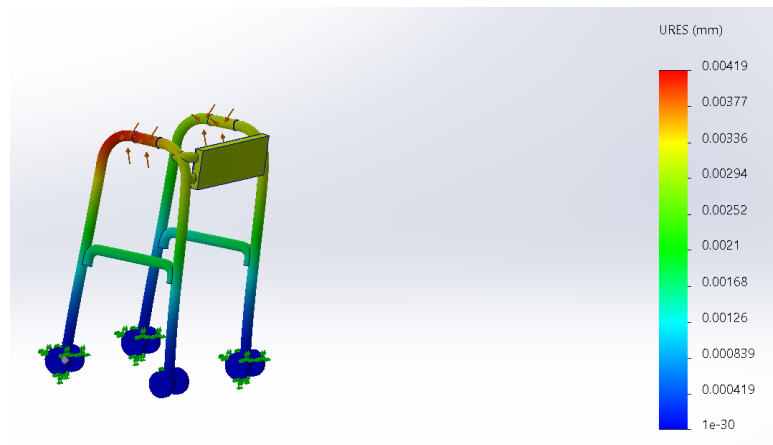
3 Hasil dan Pembahasan

Material carbon fiber menonjol karena kepadatannya yang rendah sekitar 1,6 g/cm³ sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, jauh lebih ringan dibanding stainless steel yang memiliki kepadatan sekitar 7,9 g/cm³ sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Hal ini memberi keuntungan signifikan pada keringanan alat bantu jalan yang menggunakan Carbon Fiber. Kekuatan tarik carbon fiber bisa mencapai 4000 MPa, sedangkan stainless steel memiliki kekuatan tarik hingga 600 MPa. Modulus elastisitas carbon fiber berada di kisaran 230-240 GPa, dengan nilai ini menunjukkan kekakuan tinggi yang membuat alat tidak mudah mengalami deformasi. Sebaliknya, stainless steel memiliki modulus elastisitas sekitar 193 GPa dengan kekakuan yang baik namun bobot lebih berat.

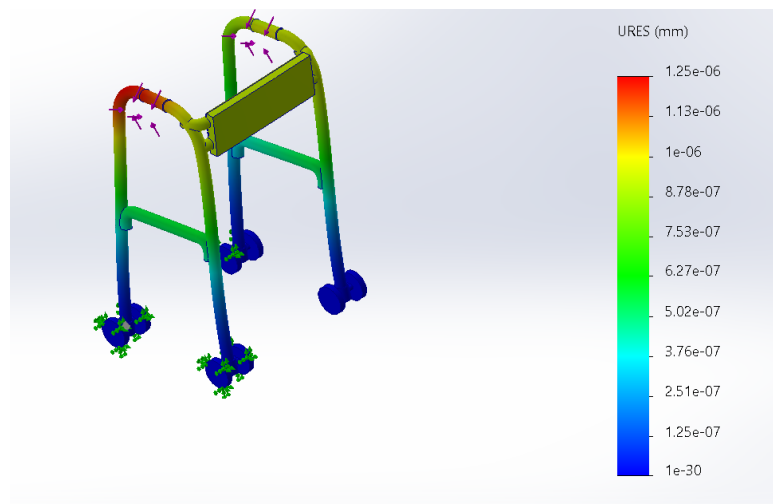
Dari sisi ketahanan korosi, carbon fiber secara alami tahan terhadap oksidasi dan keausan kimia tanpa perlu perlakuan tambahan, sedangkan stainless steel menunjukkan ketahanan korosi baik. Namun, stainless steel rentan mengalami karbida kromium yang dapat menurunkan ketahanan korosi di batas butir jika tidak diolah dengan tepat.

Kemampuan bentuk stainless steel lebih mudah dibanding carbon fiber karena sifat logamnya yang plastis dan dapat dibentuk dengan proses fabrikasi standar seperti pengelasan, bending, dan stamping. Carbon fiber lebih sulit dibentuk dan memerlukan proses manufaktur khusus seperti *lay-up* dan *curing*.

Dari segi biaya produksi, carbon fiber memiliki biaya bahan dan proses yang jauh lebih tinggi dibanding stainless steel karena kompleksitas fabrikasi dan harga bahan baku serat karbon. Namun,



Gambar 3. Simulasi Perpindahan Resultan (Kekakuan) material carbon fiber



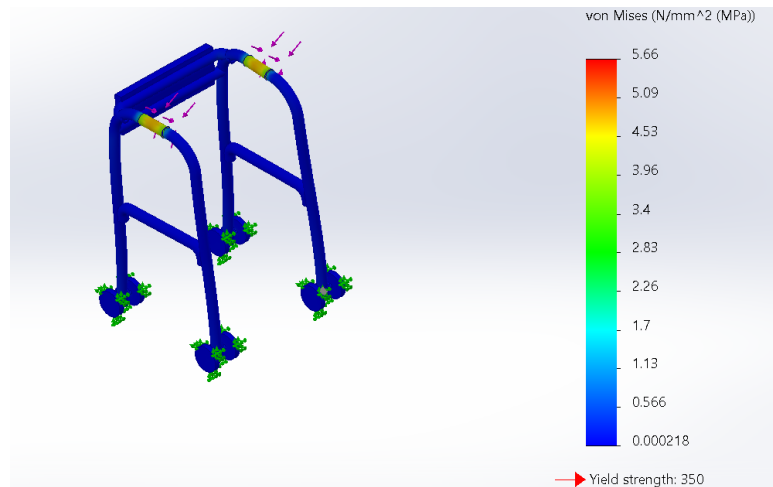
Gambar 4. Simulasi Perpindahan Resultan (Kekakuan) material stainless steel

peningkatan performa mekanik dan pengurangan bobot membuat penggunaan carbon fiber lebih efisien dalam aplikasi yang membutuhkan ringan dan tahan lama. Secara keseluruhan, pemilihan material tergantung prioritas desain. Carbon fiber unggul di aspek keringanan, kekuatan, dan ketahanan korosi, sedangkan stainless steel lebih unggul pada biaya, kemudahan bentuk, dan ketersediaan material. Adapun hasil-hasil simulasi yang diperoleh dalam penelitian ini menggunakan material carbon fiber yang dibandingkan dengan stainless steel.

Defleksi maksimum yang terekam adalah 0.00419 mm nilai perpindahan yang sangat kecil ini menggarisbawahi bahwa struktur tersebut sangat stabil karena deformasi yang timbul tidak akan memengaruhi fungsi atau kenyamanan pengguna. Visualisasi hasil simulasi memperlihatkan penyebaran defleksi yang seragam dan terdistribusi merata, menegaskan bahwa pembagian beban yang efektif menghasilkan transfer gaya yang seimbang dan meminimalisir risiko kegagalan fungsional lokal.

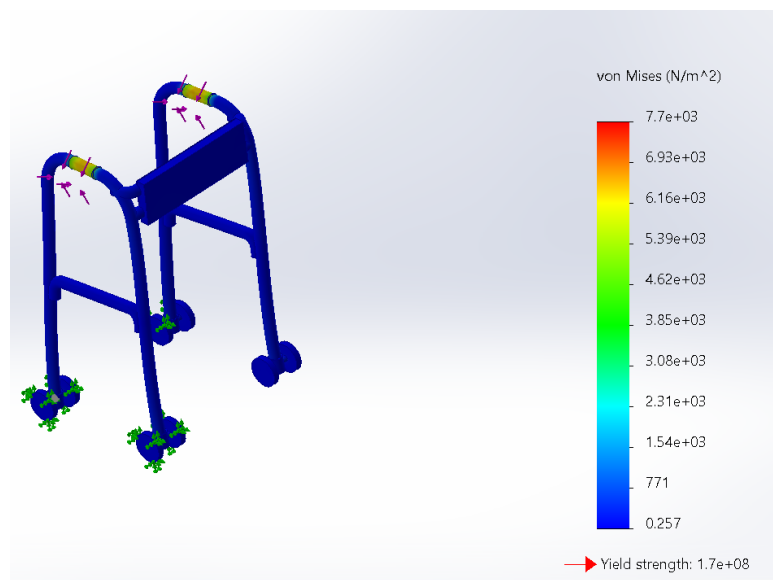
Defleksi maksimum yang tercatat adalah sekitar 1.25×10^{-6} mm. Nilai perpindahan yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa struktur ini aman karena deformasi yang dihasilkan praktis tidak dapat terdeteksi secara kasat mata maupun sentuhan, karena nilai perpindahan maksimum yang hampir mendekati nol, hal ini membuktikan bahwa material Stainless Steel memberikan kekuatan yang luar biasa, yang memungkinkan struktur menahan beban tekan tanpa mengalami perubahan bentuk yang signifikan.

Hasil simulasi yang ditunjukkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa tingkat tegangan Carbon



Gambar 5. Simulasi Tegangan Von Mises material carbon fiber

Fiber memiliki rasio kekuatan-berat yang sangat baik, tingkat tegangan Von Mises maksimum (5.66 MPa) yang timbul pada struktur alat bantu jalan ini sangat rendah dibandingkan dengan kekuatan leleh material (350 MPa).

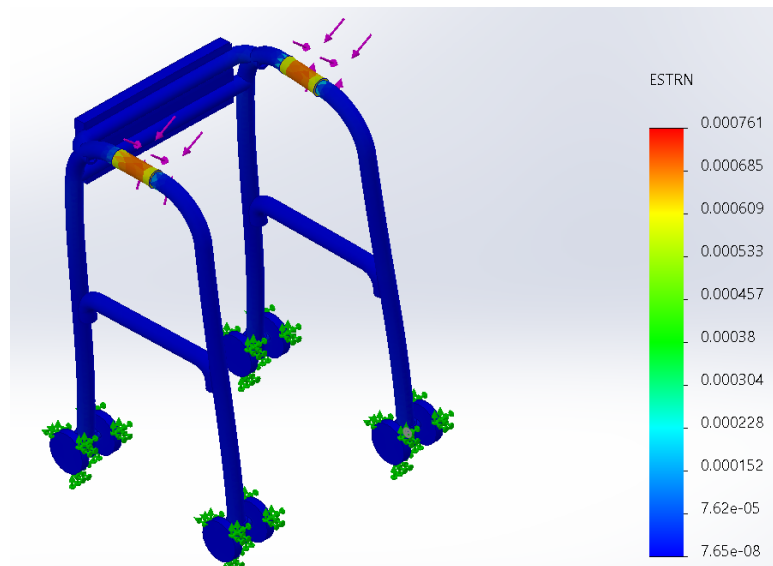


Gambar 6. Simulasi Tegangan Von Mises material stainless steel

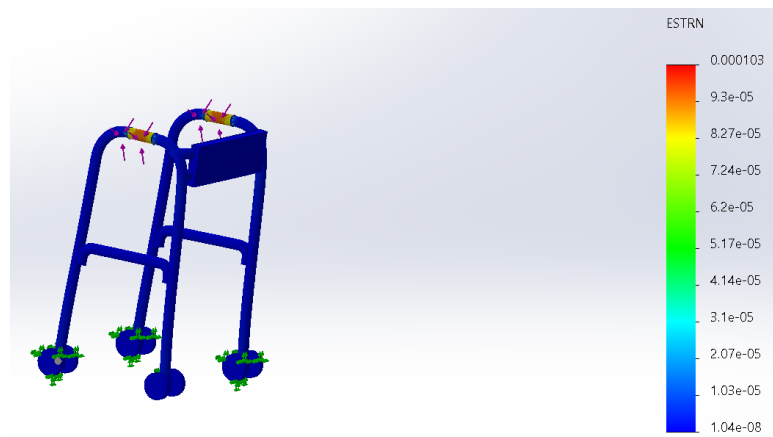
Hasil simulasi tegangan Von Mises untuk alat bantu jalan yang menggunakan material Stainless Steel, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6 menunjukkan performa struktural yang ekstrem. Berdasarkan analisis konversi unit yang ketat, nilai tegangan Von Mises maksimum yang timbul adalah hanya 0.0077 MPa, Dengan kekuatan luluh (*Yield Strength*) material sebesar 170 MPa.

Regangan maksimum dengan material stainless steel dapat dilihat pada Gambar 7, yaitu sekitar 0.000103. Nilai regangan ini sangat aman karena jauh di bawah batas regangan kegagalan (*Ultimate Strain*) material Stainless Steel. Nilai maksimum regangan berada jauh di bawah ambang batas regangan kegagalan material, menunjukkan bahwa struktur mampu menahan gaya tekan tanpa risiko kerusakan permanen.

Regangan maksimum dengan material carbon fiber dapat dilihat pada Gambar 8 yang muncul adalah sekitar 0.000761. Nilai ini sangat aman karena jauh di bawah batas regangan kegagalan (*Ultimate Strain*) material Carbon Fiber yang umumnya berada di atas 0.010. Visualisasi menunjukkan



Gambar 7. Simulasi regangan material stainless steel



Gambar 8. Simulasi regangan material carbon fiber

sebaran regangan yang rata, sesuai pernyataan bahwa distribusi regangan yang merata menunjukkan perpindahan beban yang stabil dan menurunkan risiko kegagalan lokal nilai maksimum regangan berada jauh di bawah ambang batas regangan kegagalan.

Tabel 2. Hasil Simulasi perbandingan material

Parameter Hasil	Carbon Fiber	Stainless Steel	Keunggulan
Tegangan Maksimum	5.66 Mpa	0.0077 Mpa	SS memiliki tegangan maksimum lebih rendah
Kekuatan Luluh	350 MPa	170 MPa	CFRP memiliki kekuatan luluh lebih tinggi
Regangan	0.000103	0.000761	Material CF sangat aman dari kegagalan deformasi.
Defleksi	0.00419	0.00000125	SS lebih kaku

Hasil simulasi perbandingan material carbon fiber dan stainless steel dapat dilihat pada Tabel 2. Meskipun stainless steel lebih kaku, Carbon Fiber tetap menjadi pilihan unggul untuk alat bantu jalan karena mencapai tingkat keamanan dan kekakuan yang memadai dengan bobot yang jauh lebih ringan, yang merupakan faktor krusial untuk mobilitas pengguna.

4 Kesimpulan

Material carbon fiber menunjukkan keunggulan signifikan dibanding stainless steel dalam beberapa aspek penting untuk aplikasi alat bantu jalan cerdas. carbon fiber memiliki kepadatan yang lebih rendah sehingga menghasilkan bobot alat yang jauh lebih ringan, sangat menguntungkan bagi kenyamanan dan kemudahan penggunaan lansia. Selain itu, carbon fiber menunjukkan kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi, memberikan kekakuan dan daya tahan yang optimal serta mengurangi risiko deformasi selama penggunaan. Ketahanan korosi carbon fiber secara alami sangat baik tanpa perlu perlakuan tambahan, menjadikannya cocok untuk lingkungan penggunaan yang beragam. Sebaliknya, stainless steel memiliki keunggulan pada biaya produksi yang lebih rendah dan kemampuan bentuk yang lebih mudah melalui proses fabrikasi standar, serta ketahanan korosi yang baik terutama tipe Austenitic. Namun, bobot material yang lebih besar dan modulus elastisitas yang lebih rendah dibanding carbon fiber membuat stainless steel kurang ideal jika prioritas utama adalah keringanan dan kekakuan tinggi. Pemilihan antara carbon fiber dan stainless steel harus mempertimbangkan kebutuhan spesifik aplikasi dan anggaran. Untuk inovasi alat bantu jalan cerdas yang memprioritaskan keringanan, kekuatan, dan daya tahan, carbon fiber merupakan pilihan material unggul. Namun, untuk produksi massal dengan biaya efektif dan kemudahan fabrikasi, stainless steel tetap menjadi alternatif yang layak. Dan dari simulasi ini memvalidasi bahwa desain alat bantu jalan aman untuk digunakan dengan kedua material, tetapi Carbon Fiber memberikan keseimbangan terbaik antara kekuatan, kekakuan, dan bobot, menjadikannya material yang paling unggul untuk aplikasi ortopedi.

Daftar Pustaka

- [1] Atmojo DS, et al. PENDAMPINGAN DAN PELATIHAN PENGGUNAAN ALAT BANTU JALAN UNTUK MENCEGAH RISIKO JATUH PADA LANSIA: ASSISTANCE AND TRAINING ON THE USE OF MOBILITY AIDS TO PREVENT FALL RISK IN THE ELDERLY. Jurnal Abdimas Pamenang. 2025;3(1):35-9.
- [2] ARYAYUDHA KB. Rancang Bangun Tingkat Jalan Pintar Berbasis IoT untuk Pemantauan Kesehatan secara Real-Time. Universitas Gadjah Mada; 2024.
- [3] Fithri P. PERANCANGAN ALAT BANTU JALAN MULTIFUNGSI BAGI KEBUTUHAN LANSIA. Universitas Andalas; 2024.
- [4] Piliyang MY, Amiruddin A, Ulana MI, et al. Respon Mekanik Komposit Hibrid Diperkuat Serat Karbon dan Serat Kaca Akibat Beban Impak Untuk Aplikasi Helm Keselamatan Kerja. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi. 2024;7(1):17-26.
- [5] Hazmi II, Wicaksono D, et al. Pengaruh Metode Hot Dipping Alumunizing Coating Pada Material Stainless Steel 304 Dalam Komponen Firewall Pesawat Cessna 150. Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine. 2021;7(1):132-9.