

High Temperature Test Assessment on Aluminum Composite Panel (ACP) for Polytetrafluoroethylene (PTFE)/Teflon Core Material [Pengkajian Uji Suhu Tinggi Pada Aluminium Composite Panel (ACP) Untuk Material Inti PoliTetraFluoroEtelene(PTFE)/Teflon]

Amar Al Fariqi¹⁾, Pratansi Harmi Tjahjanti^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: prantasiharmoni@umsida.ac.id

Abstract. *Because of its strength, durability, light weight, and somewhat inexpensive manufacturing costs, aluminum composite panel, or ACP, is a widely used architectural material. However, polyethylene and polyurethane, the two most widely used conventional ACP core materials, are combustible and not heat-resistant, making them dangerous to use in buildings that are subjected to high temperatures. The purpose of this study is to investigate the application of Teflon/PolyTetraFluoroEthylene (PTFE) as a substitute ACP core material with excellent heat resistance. PTFE/Teflon core materials were used to fabricate ACP in order to conduct the experiment. Prior to testing, an optical microscope (MO) was used to weigh and observe the microstructure. They were placed in a furnace set to 300°C, 350°C, and 400°C for an hour in order to conduct high-temperature testing. Weighing the bulk and reexamining the microstructure allowed us to determine the test findings. According to the findings, PTFE melted and fused with aluminum at high temperatures, but because of its high melting point, the carbon in PTFE stayed stable. ACP with PTFE core can be regarded as an alternative core material to increase the safety and heat resistance of ACP since it exhibits superior thermal resistance compared to standard core materials.*

Keywords – Aluminum Composite Panel (ACP), Core Material; Polytetrafluoroethylene (PTFE)/Teflon, High Temperature Tested, Heat Resistant.

Abstrak. *Aluminium Composite Panel (ACP) merupakan material arsitektural yang populer karena ringan, kuat, estetik, dan biaya produksi yang relatif rendah. Namun, material inti ACP konvensional yang biasa dipakai adalah polietilen dan poliuretan mudah terbakar dan tidak tahan terhadap suhu tinggi, sehingga berisiko jika digunakan pada bangunan yang terpapar panas ekstrem. Penelitian ini bertujuan mengkaji penggunaan PoliTetraFluoroEtilena (PTFE)/Teflon sebagai alternatif material inti ACP yang memiliki ketahanan termal tinggi. Metode eksperimental dilakukan dengan fabrikasi pembuatan ACP dengan material inti PTFE/Teflon. Dilakukan penimbangan dan pengamatan mikrostruktur menggunakan mikroskop optik (MO) sebelum dilakukan pengujian. Dilakukan pengujian pada suhu tinggi dengan cara dimasukkan ke dalam tungku pada suhu 300°C, 350°C, dan 400°C selama 1 jam. Hasil uji dilakukan penimbangan massa dan pengamatan mikrostruktur kembali. Hasil menunjukkan bahwa PTFE meleleh dan menyatu dengan aluminium pada suhu tinggi, namun karbon dalam PTFE tetap stabil karena memiliki titik leleh tinggi. ACP dengan inti PTFE menunjukkan ketahanan termal lebih baik dibandingkan material inti konvensional, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai material inti alternatif untuk meningkatkan keamanan dan daya tahan ACP terhadap panas.*

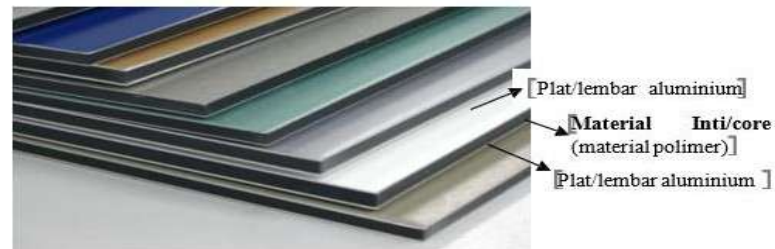
Kata Kunci - Panel Komposit Aluminium (ACP), Bahan Inti; Polytetrafluoroethylene (PTFE)/Teflon, Teruji Suhu Tinggi, Tahan Panas.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dan modernisasi di sektor konstruksi telah mendorong penggunaan material baru yang lebih efisien, ringan, dan estetik. Salah satu material yang banyak dimanfaatkan adalah Aluminium Composite Panel (ACP) (Gambar 1), adalah bahan sandwich panel tipis dan ringan, terdiri dari dua lapisan aluminium dengan material inti (core) berbahan dasar polimer, seperti polyethylene (PE). ACP banyak digunakan pada bagian luar dan dalam bangunan karena kelebihanannya, seperti ringan, tahan terhadap korosi, dan memiliki tampilan yang menarik.[1]

Meski demikian, ACP dengan material inti PE memiliki keterbatasan, terutama dalam hal ketahanan terhadap suhu tinggi. Paparan panas ekstrem, seperti sinar matahari langsung atau sumber panas lainnya, dapat menyebabkan deformasi, pelelehan, hingga pelepasan gas beracun akibat degradasi termal resin perekat. Hal ini menimbulkan risiko keselamatan, terutama jika digunakan pada bangunan tinggi atau fasilitas umum. [2]

ACP juga digunakan sebagai pelapis bangunan karena memiliki berat panel yang ringan dan kekuatan yang baik keunggulannya yang ringan, tahan korosi, dan harga terjangkau. Namun, karena ACP mengandung resin sebagai perekat antar lapisan, kelemahannya adalah ketahanan panas yang buruk. Dalam kondisi suhu tinggi, resin di ACP dapat meleleh atau retak, sehingga menyebabkan kegagalan panel. Berbagai aplikasi arsitektur seperti atap, dinding



Gambar 1. Aluminium Composite Panel (ACP)

dan fasad panel seringkali terkena sinar matahari langsung dan dapat mencapai suhu tinggi. Ini merupakan tantangan dalam menggunakan ACP. ACP diaplikasikan pada bangunan interior maupun eksterior.[3] (**Gambar 2**, dan **Gambar 3**).



Gambar 2. Acp Untuk Eksterior



Gambar 3. Acp Untuk Interior

PoliTetraFluoroEtilena (PTFE) atau Teflon **Gambar 4**, ditemukan oleh DuPont pada tahun 1938, adalah fluoropolymer sintetis dari tetrafluoroethylene. PTFE memiliki banyak aplikasi, termasuk sebagai bahan anti lengket pada peralatan masak dan juga digunakan sebagai lapisan pada pipa dan wadah yang digunakan untuk menangani bahan kimia yang bersifat reaktif dan korosif.[4] Meningkatnya kebutuhan akan material pelapis yang tahan terhadap suhu ekstrem menuntut adanya alternatif material inti yang lebih stabil secara termal dan kimia. Material PTFE/Teflon bersifat non-reaktif, mampu bertahan pada suhu hingga 327°C, serta memiliki stabilitas kimia dan mekanik yang sangat baik, menjadikannya sebagai alternatif yang menjanjikan untuk menggantikan material inti ACP yang umumnya dari PE.. Rumus kimia dan sifat PTFE ditunjukkan dalam **Tabel 1**.



Gambar 4. Material PoliTetraFluoroEtilena (PTFE) atau Teflon Bentuk Lembaran dan Gulungan

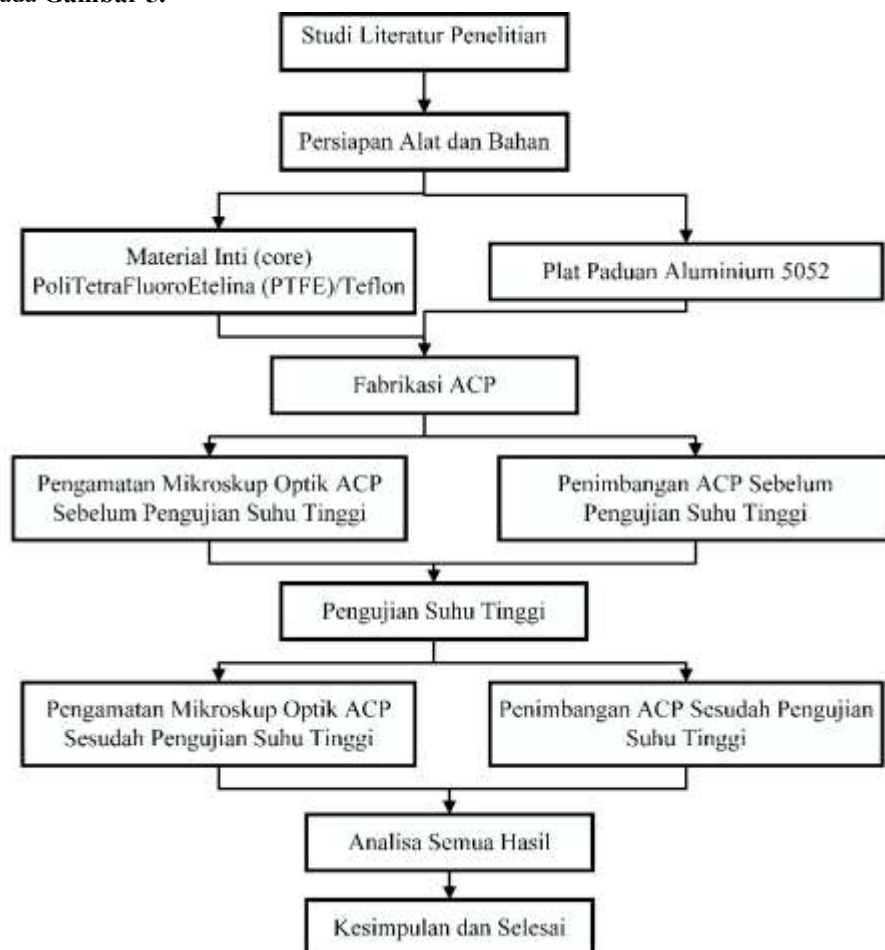
Sifat	
Rumus Kimia	$(C_2F_4)_n$ $\left\{ \begin{array}{c} F \\ \\ C - C \\ \\ F \end{array} \right\}_n$
Densitas	2200 kg/m ³
Titik Lebur	600 K atau 327 °C
Konduktivitas Termal	0.25/(m·K)

Tabel 1. Sifat PTFE/Teflon

Tujuan penelitian ini adalah membuat ACP dengan material ini PTFE/Teflon dan di uji ketahanan terhadap suhu tinggi. Selain itu juga diamati perubahan mikrostruktur yang terjadi sebelum dan setelah uji suhu tinggi.[5]

II. METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, untuk melakukan manufaktur/pembuatan ACP dengan material inti PTFE. Secara ringkas pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada Diagram Alir pada **Gambar 5**.



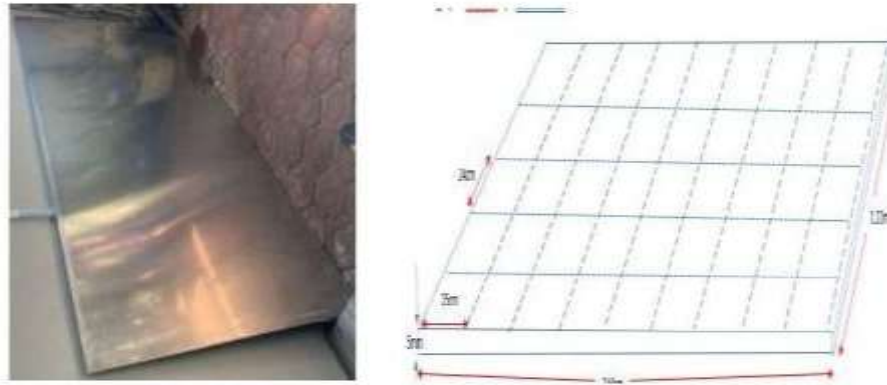
Gambar 5. Diagram alir pelaksanaan penelitian

1. Material dan Peralatan

Peralatan-peralatan yang dipakai untuk pembuatan ACP antara lain adalah penggaris siku, meteran, spidol hitam, kuas cat, timbangan digital, thermo gun, mesin gerinda, dan mesin press.[6]

2. Fabrikasi Material Panel

Pekerjaan selanjutnya setelah alat dan bahan tersedia maka dilakukan fabrikasi/manufaktur untuk pembuatan ACP. Dilakukan pengukuran dan pemotongan untuk lembar aluminium 5052 sebagai lapisan luar bagian depan dan belakang ACP **Gambar 6** dengan ukuran 25 cm × 24 cm × 5 mm. Fabrikasi pengukuran dan pemotongan material PTFE/Teflon pada **Gambar 7** dengan ukuran sama dengan ukuran potongan lembar aluminium 5052. Hasil potongan aluminium 5052 dan PTFE/Teflon, pada **Gambar 8**. [7]



Gambar 6. Fabrikasi Aluminium

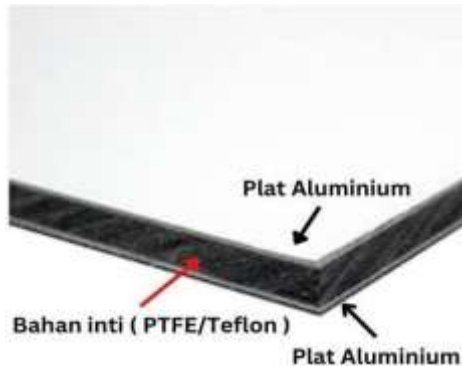


Gambar 7. Fabrikasi pengukuran dan pemotongan material PTFE/Teflon

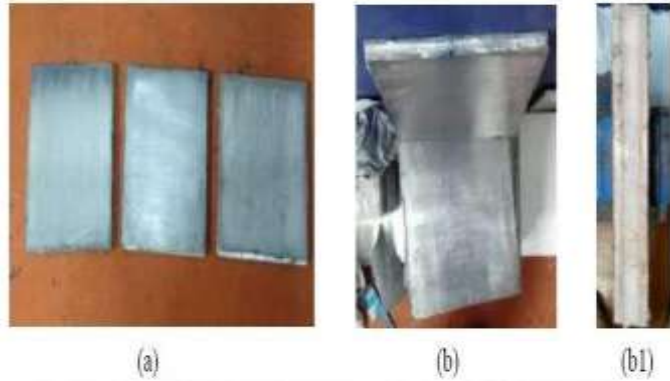


Gambar 8. Hasil potongan aluminium 5052 dan PTFE/Teflon

Selanjutnya material aluminium 5052 dan PTFE/Teflon yang telah dipotong, di lengketkan dengan lem aluminium N 193, dan dilakukan pengepressan agar lengketnya lebih kuat selama 1 jam 45 menit. Setelah menjadi ACP benar- benar lengket kemudian dilapisi cairan tahan api dan suhu. Skema hasil jadinya ditunjukkan pada **Gambar 9** sampel ACP pada **Gambar 10** untuk posisinya.[8]



Gambar 9. Skema Material ACP yang telah jadi



Gambar 10. a. ACP Dilihat Dari Atas
b. Pingir ACP Dilihat Dari Atas
c. Posisi ACP Berdiri

3. Penimbangan Material ACP dan Pengamatan Mikrostruktur Sebelum Pengujian Suhu Tinggi

Pekerjaan selanjutnya adalah menimbang material ACP dengan material inti PTFE/Teflon sebelum pengujian suhu tinggi, dengan timbangannya ditunjukkan pada **Gambar 11** Dilakukan juga pengamatan mikrostruktur/struktur mikro ACP tersebut menggunakan Mikroskop Optik.[9] **Gambar 12.**



Gambar 11. Timbangan untuk ACP



Gambar 12. Mikroskop Optik

4. Pengujian Suhu Tinggi pada Material ACP

Uji suhu tinggi dilakukan dalam furnace/tungku **Gambar 13**, kondisi pengujian dengan memvariasikan suhu dengan penahanan (*holding*) waktu. Variasi suhu yang diujikan adalah suhu 300oC, 350oC, dan 400oC dengan holding time 1 jam, dengan pendinginan secara annealing. Uji suhu tinggi dilakukan di Pendopo UPT Industri Logam Dan Perekayasaan Sidoarjo, Jl. Raya Trosobo No. KM. 20, Tj. Anom, Tanjungsari, Kec. Taman, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.[10]



Gambar 13. Furnace/Tungku

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Material ACP

Hasil setelah material ACP dilakukan pengepressan menjadi sangat lengket satu dengan lainnya (lingkaran merah) Gambar 14 Material ACP untuk material inti/core PTFE/ Teflon seperti ditunjukkan pada **Gambar 10** (sebelum dilakukan uji ketahanan suhu).[11]



Gambar 14. Material ACP yang telah jadi

Pengamatan mikrostruktur/struktur mikro menggunakan Mikroskop Optik (MO) perbesaran 1000x, sebelum pengujian ketahanan suhu pada ACP dengan material inti PTFE/Teflon ditunjukkan pada **Gambar 15**, nampak masih bercampur satu penyusun PTFE yaitu karbon (C) (lingkaran merah) dan Flour (F) (dasar tempat C jadi satu). Sementara setelah uji ketahanan suhu **Gambar 16**, mikro struktur/struktur mikro ACP material inti PTFE/Teflon untuk C sudah tidak menyatu lagi dengan F, karena F sudah meleleh sementara C tetap bertahan (lingkaran hijau) karena C mempunyai titik leleh mencapai 3.550°C.[12]



Gambar 15. Material inti PTFE/Teflon setelah pengujian ketahanan suhu



Gambar 16. Material inti PTFE/Teflon setelah pengujian ketahanan suhu

- a. **Gambar 15** Mikrostruktur material inti PTFE/Teflon sebelum uji suhu tinggi
- b. **Gambar 16** Mikrostruktur material inti PTFE/Teflon setelah uji suhu tinggi (Menggunakan Mikroskop Optik (MO) perbesaran 1000x)

Massa (berat) ACP material inti PTFE/Teflon sebelum dan sesudah uji ketahanan suhu ditampilkan pada **Tabel 2**. Berat/massa sesudah di uji suhu tinggi lebih tinggi dari pada sebelum uji suhu tinggi, karena material inti PTFE/Teflon leleh dan lengket dengan aluminium **Gambar 17**. [13]

Sampel	Jenis Material Inti/core	Berat/massa (gram) Sebelum di uji tahan suhu	Rata-rata (gram)	Berat/massa (gram) Sesudah uji suhu	Rata-rata (gram)	Keterangan
PTFE/Teflon (untuk Uji suhu tinggi)						Leleh dan lengket PTFE/Teflon dengan aluminium
1		2382	2377	2363	2350	
2		2384		2337		
3		2367		2351		

Tabel 2. Berat sampel ACP Untuk Material Inti/core PTFE/Teflon



Gambar 17. ACP Material ini PTFE/Teflon Sesudah Uji Ketahanan. [14]

- a. Hasil Sesudah Uji Ketahanan Suhu
- b. Material inti PTFE/Teflon leleh dan Lengket Dengan Aluminium

B. Pembahasan

Tabel 2 memperlihatkan data perubahan berat pada sampel Aluminium Composite Panel (ACP) dengan jenis material inti PTFE/Teflon, setelah dilakukan pengujian pada suhu tinggi. PTFE/Teflon lebih tahan panas, walau ada yang meleleh. Hasil ini menunjukkan bahwa PTFE/Teflon lebih cocok digunakan untuk kondisi suhu ekstrem. Hasil tersebut bila dibandingkan dengan penelitian menggunakan simulasi numerik software Ansys 2024 R2, menganalisis pengaruh terhadap ketahanan suhu pada ACP dengan variasi material inti menggunakan Low Density Polyethylene dengan variasi suhu 300°C, 350°C, 400°C, diperoleh hasil suhu rata-rata material inti LDPE pada suhu 400°C menghasilkan suhu rata-rata 102,86°C, Sehingga nampak bahwa material inti PTFE/Teflon lebih tahan suhu tinggi dibandingkan dengan material inti LDPE. [15]

VII. SIMPULAN

Hasil penelitian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Telah dapat dibuat Aluminium Composite Panel (ACP) dengan material inti Poli Tetra Fluoro Etilena (PTFE) /Teflon.
- Hasil uji suhu tinggi yaitu suhu material inti PTFE/Teflon sudah banyak yang meleleh dan lengket pada aluminium, namun material inti PTFE/Teflon tahan terhadap panas hingga suhu 327°C, dan baru meleleh pada suhu 370°C.

3. Kondisi point 2 dibuktikan dengan berat/massa sesudah di uji suhu tinggi lebih tinggi dari pada sebelum uji ketahanan suhu.
4. Pengamatan mikrostruktur/struktur mikro menggunakan Mikroskop Optik (MO) dengan perbesaran 1000x terlihat bahwa sebelum pengujian suhu tinggi pada ACP dengan material inti PTFE/Teflon, nampak masih bercampur satu penyusun PTFE/Teflon yaitu karbon (C) dengan Flour (F). Sementara setelah uji suhu tinggi, mikro struktur/stuktur mikro ACP material inti PTFE/Teflon untuk karbon dan F sudah tidak menyatu lagi, unsur F sudah meleleh sementara unsur C tetap bertahan, karena C mempunyai titik leleh mencapai 3.550°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya penelitian ini penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh jajaran dosen Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, khususnya Prodi Teknik Mesin. Serta juga tak luput dari ingatan atas dukungan dari orang tua, keluarga, sahabat dan rekan yang telah membantu hingga terselesaikannya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] P. Mohaney and G. Soni, "Aluminium Composite Panel as a Facade Material," *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 55, no. 2, pp. 75–80, 2018, doi: 10.14445/22315381/ijett-v55p215.
- [2] H. R. Wingrum and I. P. Rochana, "Perbandingan Penerapan Material Fasad Acp Dan Aluminium Sheet Terhadap Iklim Tropis Pada Bangunan Apartemen Di Surabaya," *Siar V 2024 Semin. Ilm. Arsit.*, pp. 542–550, 2024.
- [3] Indah Prasetya Rini, "Pengaruh Produktivitas Tenaga Kerja Terhadap Kinerja Waktu Proyek Pada Bangunan Bertingkat," *J. Infrastruktur*, vol. 3, no. 2, pp. 127–135, 2019, doi: 10.35814/infrastruktur.v3i2.715.
- [4] W. MT, M. A. Syahputra, S. J. Akbar, and M. Muthmainnah, "Pemanfaatan Plastik Low Density Polyethylene (LDPE) dan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Sebagian Aspal Pada Lapisan AC-WC," *Teras J. J. Tek. Sipil*, vol. 14, no. 2, pp. 485–496, 2024, doi: 10.29103/tj.v14i2.1149.
- [5] J. I. Duruaku, P. A. C. Okoye, N. H. Okoye, J. O. Nwadiogbu, V. I. Onwukeme, and R. U. Arinze, "An Evaluation of the Physicochemical, Structural and Morphological Properties of Selected Tropical Wood Species for Possible Utilization in the Wood Industry," *J. Sustain. Bioenergy Syst.*, vol. 13, no. 04, pp. 131–148, 2023, doi: 10.4236/jsbs.2023.134008.
- [6] M. E. Wicaksono, P. H. Tjahjanti, M. I. Mauliana, and E. Widodo, "Simulasi Numerik Aluminium Composite Panel (Acp) Dengan Variasi Material Inti," *Pros. Semin. Sos. Polit. Bisnis, Akunt. dan Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 189–196, 2025, doi: 10.32897/sobat.2024.6.1.4182.
- [7] P. Harmi Tjahjanti, A. Fahrudin, M. Mulyadi, S. Hardy Sujatanti, M. Eryandrie Wicaksono, and R. Bambang Jakaria, "Core Material Manufacturing Study On Aluminum Composite Panel (ACP)," *J. Improsci*, vol. 2, no. 3, pp. 186–196, 2024, doi: 10.62885/improsci.v2i3.579.
- [8] P. Harmi and M. Eryandrie, "Analysis of PolyTetraFluoroEthylene (PTFE) fire resistance as core material for Aluminium Composite Panel (ACP)," vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2025.
- [9] L. Z. Maulana and A. Yulianto, "Aplikasi low density polyethylene (LDPE) pada pembuatan magnet ferrite komposit," *J. Sains Dasar*, vol. 2, no. 1, pp. 72–78, 2013.

- [10] K. I. Harahap, "Pengaruh suhu penyimpanan terhadap kedalaman pengerasan dan kekuatan resin komposit," *Intisari Sains Medis*, vol. 9, no. 3, pp. 30–34, 2019, doi: 10.15562/ism.v9i3.275.
- [11] K. L. N. Raj and K. G. Ashok, "Design and Fabrication of Vibration Damping Pad Using Luffa Cylindrica Fiber Reinforced Polymer Composite," *Int. J. Multidiscip. Res. Mod. Educ. ISSN*, vol. II, no. December, pp. 2454–6119, 2016, [Online]. Available: www.rdmodernresearch.org
- [12] K. Suarsana, I. M. Astika, and L. Suprpto, "KARAKTERISASI KONDUKTIVITAS TERMAL DAN KEKERASAN KOMPOSIT ALUMINIUM MATRIK PENGUAT HIBRID SiCw/AL₂O₃," *J. Muara Sains, Teknol. Kedokt. dan Ilmu Kesehat.*, vol. 1, no. 2, pp. 108–116, 2018, doi: 10.24912/jmstkik.v1i2.1456.
- [13] A. G. Dylan, S. Sugiyarto, A. Wanto, A. Budi, and S. Sukanto, "THE Pembuatan Komposit Matrik Aluminium Diperkuat Silicon Carbida Dan Rice Husk Ash Dengan Metode Metalurgi Serbuk," *LONTAR J. Tek. Mesin Undana*, vol. 10, no. 02, pp. 61–68, 2023, doi: 10.35508/ljtmu.v10i02.13481.
- [14] S. Wiryono, T. Ade Guna, R. Rodika, and M. Wahyudi, "Efek Pemadatan Panas Pada Komposit Matrik Aluminium Diperkuat Alumina/Baggase Ash Densitas Dan Kekerasan," *J. Inov. Teknol. Terap.*, vol. 2, no. 1, pp. 31–38, 2024, doi: 10.33504/jitt.v2i1.153.
- [15] A. Bawono, I. Suroso, and N. Utami, "Uji tarik komposit serat pandan alam sebagai komponen material bahan pengganti alternatif aluminium," *Din. Tek. Mesin*, vol. 13, no. 2, p. 102, 2023, doi: 10.29303/dtm.v13i2.583.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.