

## ARTIKEL REVIEW: PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK ALUMINA TERHADAP KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT

Luky Setiyawan<sup>1\*</sup>, Firza Angga Malarangeng<sup>2</sup>, Arya Aji Putra Pangestu<sup>3</sup>, Iqbal Maulana<sup>4</sup>, dan Sri Mulyo Bondan Respati<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim  
Jl. Raya Gunungpati No.KM.15, Nongkosawit, Gunungpati, Semarang 50224.

\*Email: [lukysetiyawan12@gmail.com](mailto:lukysetiyawan12@gmail.com)

### Abstrak

*Material komposit berbasis alumina ( $Al_2O_3$ ) semakin banyak digunakan karena mampu meningkatkan sifat mekanik, kekerasan, dan ketahanan aus pada matriks logam maupun polimer. Penambahan serbuk alumina berfungsi sebagai penguat yang memperbaiki kekuatan tarik, kestabilan termal, dan ketahanan korosi material. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa komposit berbasis alumina pada berbagai jenis matriks dan metode fabrikasi untuk menentukan formulasi paling efektif dalam meningkatkan karakteristik mekanik. Berdasarkan berbagai hasil penelitian, faktor seperti ukuran partikel, fraksi berat, dan metode proses seperti stir casting, powder metallurgy, dan hand lay-up memiliki pengaruh besar terhadap kekuatan tarik komposit. Kekuatan tarik tertinggi dicapai pada komposit Al-4%Cu-0.6%Mg-0.8%Mn- $Al_2O_3$  sebesar sekitar 270 MPa dengan partikel 8  $\mu m$  dan fraksi berat 9 wt%. Komposit berbasis polimer seperti epoxy dan HDPE menunjukkan kekuatan tarik lebih rendah, berkisar 5–38 MPa. Secara umum, penambahan alumina yang tepat terbukti meningkatkan performa mekanik, terutama pada matriks logam, dengan keberhasilan dipengaruhi oleh ukuran partikel, homogenitas dispersi, dan interaksi antar-fase dalam material.*

**Kata kunci:** komposit, alumina ( $Al_2O_3$ ), kekuatan tarik, matriks logam, serbuk penguat

### 1. PENDAHULUAN

Material komposit berbasis alumina ( $Al_2O_3$ ) telah menjadi salah satu topik penting dalam pengembangan material teknik modern karena kemampuannya meningkatkan sifat mekanik, kekerasan, serta ketahanan aus dari berbagai jenis matriks baik logam maupun polimer. Penambahan partikel atau serbuk alumina berfungsi sebagai *reinforcement* yang mampu memperkuat matriks, meningkatkan kekuatan tarik, serta memberikan kestabilan termal dan ketahanan terhadap korosi yang lebih baik dibandingkan material murni.

Dalam bidang metal matrix composites (MMC), penelitian oleh Murthy et al. (2023) menunjukkan bahwa variasi ukuran partikel alumina pada paduan Al-4%Cu-0.6%Mg-0.8%Mn- $Al_2O_3$  secara signifikan memengaruhi sifat mekanik material. Komposit dengan ukuran partikel halus (8  $\mu m$ ) dan fraksi berat 9% menunjukkan kekuatan tarik maksimum mencapai sekitar 270 MPa akibat distribusi partikel yang lebih seragam (Murthy et al., 2023). Sementara itu, Ercetin dan Pimenov (2021) melaporkan bahwa penambahan 8 wt%  $Al_2O_3$  pada matriks  $Mg_2Zn$  menghasilkan kekuatan tarik hingga 191 MPa dan meningkatkan ketahanan korosi pada material berbasis magnesium (Ercetin and Pimenov, 2021).

Selain pada logam, alumina juga digunakan secara luas pada komposit berbasis polimer. Simunin et al. (2023) membuktikan bahwa penambahan nanofiber alumina sebesar 0,2 wt% pada resin epoxy meningkatkan kekuatan lentur dari 41 MPa menjadi 71 MPa (Simunin et al., 2023). Hasil serupa ditemukan oleh Hammadi et al. (2023) pada komposit resin lamination 80:20 yang diperkuat polypropylene whisker dan partikel  $Al_2O_3$ , di mana peningkatan kandungan alumina hingga 10 wt% meningkatkan kekuatan tarik dari 17 MPa menjadi 34,5 MPa (Hammadi et al., 2023).

Di sisi lain, Mohammed et al. (2013) menyatakan bahwa penambahan 5 wt%  $Al_2O_3$  pada Al-matrix composite memberikan hasil terbaik dengan densitas dan kekuatan kompresi tinggi, sedangkan kadar lebih tinggi menyebabkan penurunan kekompakan dan kekuatan material (Mohammed, Elkady and Abdelhameed, 2013). Studi terbaru oleh Albahlol et al. (2023) juga mengembangkan material berlapis berbasis 316L stainless steel dan  $Al_2O_3$  dengan kekuatan tarik hingga 191 MPa, yang berpotensi diaplikasikan sebagai material biomedis seperti

prostesis.(Albahlol *et al.*, 2023). Penelitian di Indonesia turut berkontribusi pada bidang ini. Hasfi dan Aryanti (2024) meneliti komposit HDPE/serbuk kayu mahoni/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dan menemukan bahwa penambahan 4 wt% alumina meningkatkan kekuatan tarik hingga 14,45 MPa serta menaikkan suhu leleh komposit.(Aryanti and Hasfi, 2024). Zultiansyah *et al.* (2024) juga melaporkan bahwa komposit epoxy–serat pelepah pinang dengan 10 wt% serbuk alumina menghasilkan peningkatan signifikan pada kekuatan tarik dan lentur.(Zultiansyah *et al.*, 2024)

Secara umum, berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan serbuk atau partikel alumina dalam berbagai jenis matriks—baik logam, polimer, maupun komposit serat alami—dapat meningkatkan kekuatan mekanik secara signifikan, meskipun efeknya sangat bergantung pada ukuran partikel, fraksi berat, serta metode fabrikasi seperti *stir casting*, *powder metallurgy*, maupun *hand lay-up*. Oleh karena itu, tinjauan ini bertujuan untuk membahas lebih lanjut pengaruh variasi kandungan dan bentuk alumina terhadap kekuatan tarik maksimum dari berbagai jenis komposit yang telah dikembangkan, serta menganalisis perbandingan performa antarjenis matriks dan metode pembuatan berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian studi literatur (*literature review*) yang bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan pengaruh penambahan serbuk alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) terhadap kekuatan tarik maksimum berbagai jenis komposit logam maupun polimer. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh pemahaman menyeluruh mengenai metode, serta hasil yang telah dilaporkan oleh berbagai peneliti sebelumnya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada review ini diamati campuran material dan metode proses pembuatan dari berbagai literatur. Untuk membedakan campuran material dan prosesnya dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Daftar Jurnal Yang Diamati**

| No | Judul Penelitian                                                                                                                                                                                   | Campuran Material                                             | Kekuatan Tarik Maksimum (MPa)                                                         | Metode/Proses                              | Keterangan                                                                                           |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <i>Al2014–Alumina Aerospace Composites: Particle Size Impacts on Microstructure, Mechanical, Fractography, and Wear Characteristics</i> (Murthy <i>et al.</i> , 2023)                              | Al–4%Cu–0.6%Mg–0.8%Mn + $\text{Al}_2\text{O}_3$ (9–15 wt%)    | ≈ 270 MPa (pada 9 wt% $\text{Al}_2\text{O}_3$ ukuran partikel halus 8 $\mu\text{m}$ ) | Stir casting dua tahap                     | Ukuran partikel kecil memberikan dispersi seragam dan kekuatan tarik tertinggi.                      |
| 2  | <i>Microstructure, Mechanical, and Corrosion Behavior of <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math> Reinforced Mg:Zn Matrix Magnesium Composites</i> (Ercetin and Pimenov, 2021)                           | Mg:Zn + $\text{Al}_2\text{O}_3$ (0–8 wt%)                     | 191 MPa (pada 8 wt% $\text{Al}_2\text{O}_3$ )                                         | Powder metallurgy – hot pressing           | Penambahan $\text{Al}_2\text{O}_3$ meningkatkan kekuatan dan ketahanan korosi hingga batas tertentu. |
| 3  | <i>Influence of the Addition of Alumina Nanofibers on the Strength of Epoxy Resins</i> (Simunin <i>et al.</i> , 2023)                                                                              | Epoxy + $\text{Al}_2\text{O}_3$ nanofiber (0–0.2 wt%)         | 71 MPa (pada 0.2 wt% $\text{Al}_2\text{O}_3$ )                                        | Hand lay-up + DMA                          | Penambahan kecil nanofiber meningkatkan kekuatan lentur dan modulus elastisitas.                     |
| 4  | <i>Effect of Alumina Particles Addition on Physico-Mechanical Properties of Al-Matrix Composites</i> (Mohammed, Elkady and Abdelhameed, 2013)                                                      | Al + $\text{Al}_2\text{O}_3$ (5–15 wt%)                       | ≈ 160 MPa (pada 5 wt% $\text{Al}_2\text{O}_3$ )                                       | Powder metallurgy (sintering 600°C, 1 jam) | Komposit 5% $\text{Al}_2\text{O}_3$ menunjukkan densitas tinggi dan kekuatan terbaik.                |
| 5  | <i>Investigation of Microstructure and Mechanical Properties of Layered Material Produced by Adding <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math> to 316L Stainless Steel</i> (Silveira <i>et al.</i> , 2024) | 316L SS + $\text{Al}_2\text{O}_3$ (5–30 wt%)                  | 191 MPa (komposisi bertingkat hingga 30 wt%)                                          | Powder metallurgy, layered sintering       | Material berlapis menunjukkan kekuatan mirip tulang manusia, cocok untuk aplikasi biomedis.          |
| 6  | <i>Pengaruh Penambahan Serbuk Alumina (<math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>) terhadap Kuat Tarik dan Sifat Termal Komposit HDPE/Serbuk Kayu Mahoni</i> (Aryanti and Hasfi, 2024)                     | HDPE + Serbuk Kayu Mahoni + $\text{Al}_2\text{O}_3$ (0–6 wt%) | 14.45 MPa (pada 4 wt% $\text{Al}_2\text{O}_3$ )                                       | Ekstrusi                                   | Penambahan 4% $\text{Al}_2\text{O}_3$ meningkatkan kuat tarik dan temperatur leleh komposit.         |

| No | Judul Penelitian                                                                                                                                                                                                                          | Campuran Material                                                                        | Kekuatan Tarik Maksimum (MPa)                                                                                       | Metode/Proses                                                                                                                                      | Keterangan                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | <i>Analisa Pengaruh Variasi Penambahan Serbuk Alumina terhadap Sifat Mekanik pada Komposit Resin Epoxy Berpenguat Serat Pelelah Pinang</i> (Zultiansyah et al., 2024)                                                                     | Epoxy + Serat Pelelah Pinang (30%) + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (5–15%)              | ≈ 38 MPa (pada 10 wt% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )                                                              | Hand lay-up                                                                                                                                        | Penambahan alumina meningkatkan ikatan antara serat dan matriks, memperbaiki kekuatan tarik dan lentur.                                                                                                                                    |
| 8  | <i>Effect of Alumina Particles on the Mechanical and Physical Properties of Polypropylene Whisker Reinforced Lamination 80:20 Resin Composite</i> (Hammadi et al., 2023)                                                                  | Lamination Resin 80:20 + PP Whisker (3%) + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1–10 wt%)     | 34.5 MPa (pada 10 wt% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )                                                              | Hand lay-up                                                                                                                                        | Penambahan 10% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> menghasilkan peningkatan signifikan pada kekuatan tarik dan kekerasan.                                                                                                                       |
| 9  | <i>The Effect of Alumina Particles Reinforcement on the Mechanical Properties of Base Alloy Melt of (6061)</i> (Al-rawashdeh, 2023)                                                                                                       | Aluminium 6061 + Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 5%, 10%, 15%                  | 200 MPa pada 15% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                     | Hand lay-up dan pencetakan cetakan datar, pengujian menggunakan UTM ASTM D638                                                                      | Penambahan alumina meningkatkan kekuatan tarik, kekerasan, dan ketahanan impak. Nilai optimum pada 15% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .                                                                                                    |
| 10 | <i>Pengecoran Aluminium Matriks Komposit Berpenguat Carbon Nanotube (CNT) dengan Variasi Penambahan Serbuk Magnesium</i> (Syahid, Elyeser and Hayat, 2023)                                                                                | Aluminium 1100 + CNT 1% + Mg 1–5%                                                        | 241,6 MPa pada 3% Mg                                                                                                | Pencampuran menggunakan compounder (160°C, 20 rpm), dilanjutkan pencetakan manual forming machine, dan uji tarik UTM Ibertest Eurotest (ASTM D638) | Penambahan Mg 3% menghasilkan kekuatan tarik tertinggi; 5% Mg menurunkan kekuatan karena aglomerasi CNT. Kekerasan tertinggi 46 HV pada 5% Mg.                                                                                             |
| 11 | <i>Synergistic Effect of Mg Addition on the Enhancement of the Mechanical Properties and Evaluation of Corrosion Behaviors in 3.5 wt% NaCl of Aluminum Alloys</i> (Haque et al., 2024)                                                    | Aluminium murni + Mg 3%, 5%, 7%                                                          | 108 MPa pada 5% Mg                                                                                                  | Pencampuran serbuk homogen menggunakan hot press (compression molding) dan pengujian UTM ASTM D638                                                 | Penambahan 5% Mg meningkatkan kekuatan dan kekerasan melalui pembentukan intermetalik Al <sub>3</sub> Mg <sub>2</sub> ; 7% Mg menurunkan kekuatan akibat pengasaran butir.                                                                 |
| 12 | <i>Pengaruh Penambahan Serbuk Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) pada Komposit Serat Kayu Jati Bermatriks Polipropilena</i> (Melyna, Nisa and Fitri, 2023)                                                                             | PP + Serbuk Kayu Jati (20%) + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (0–10%)                     | 15,66 MPa (tanpa Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , menurun pada 3–10%)                                               | Compression molding                                                                                                                                | Penambahan Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tidak meningkatkan kuat tarik; penurunan disebabkan aglomerasi partikel dan kurang homogen.                                                                                                      |
| 13 | <i>Analisis Pengaruh Variasi Sudut Blasting dengan Coating Campuran Epoxy dan Aluminium Serbuk terhadap Kekuatan Adhesi, Prediksi Laju Korosi, dan Morfologi pada Plat Baja ASTM A36 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</i> (Ali et al., 2019) | Aluminium AA6061 + lapisan Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> hasil blasting (30°, 45°, 60°) | 160 MPa (pada sudut 45°)                                                                                            | Sand blasting + Uji Tarik ASTM E8                                                                                                                  | Penambahan Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dengan sudut blasting optimal 45° menghasilkan kekasaran dan kekuatan tarik tertinggi.                                                                                                           |
| 14 | <i>Mechanical Behaviour of Al-Mg-Si Matrix Composites Reinforced with Alumina and Bamboo Leaf Ash</i> (Alaneme K. k.; Adewuyi E.O., 2013)                                                                                                 | Al-Mg-Si + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (10 wt%) + BLA (0–4 wt%)                       | ≈ 190 MPa (komposit 10 wt% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tanpa BLA); kekuatan menurun 4,7–14,3% dengan 2–4 wt% BLA | Double stir casting, preheating partikel 250°C, pengadukan ganda 400 rpm selama 10 menit, dan uji tarik ASTM E8M-91                                | Penambahan bamboo leaf ash menurunkan kuat tarik namun meningkatkan keuletan dan ketangguhan retak; penggantian sebagian Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dengan BLA menurunkan biaya dan densitas tanpa penurunan signifikan pada performa. |
| 15 | <i>Analisis Karakteristik Uji Bending dan Uji Tarik Serat Daun Nanas</i> (Arni, I Suroso, 2023)                                                                                                                                           | Resin Epoxy + Serat Daun Nanas yang direndam NaOH (2, 4, 6 jam)                          | ≈ 5,96 MPa (pada perendaman 4 jam)                                                                                  | Metode Vacuum Bagging, perendaman alkali NaOH 2–6 jam, uji tarik ASTM D638 dan uji bending ASTM D790                                               | Perendaman selama 4 jam menghasilkan kekuatan tarik tertinggi 5,96 MPa dan sifat mekanik terbaik. Waktu perendaman terlalu singkat atau terlalu lama menurunkan kekuatan karena perubahan ikatan antar-serat dan matriks.                  |

Berdasarkan hasil kajian terhadap kelima belas jurnal yang telah direview, diperoleh variasi nilai kekuatan tarik maksimum yang cukup signifikan tergantung pada jenis matriks, komposisi bahan penguat, serta metode pembuatan yang digunakan. Secara umum, komposit berbasis logam aluminium menunjukkan nilai kekuatan tarik yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan komposit berbasis polimer atau serat alami.

Nilai kekuatan tarik tertinggi ditemukan pada penelitian berjudul “*Al2014–Alumina Aerospace Composites: Particle Size Impacts on Microstructure, Mechanical, Fractography, and Wear Characteristics*”, yaitu sebesar  $\approx 270$  MPa. Komposit ini terdiri dari paduan aluminium Al–4%Cu–0.6%Mg–0.8%Mn sebagai matriks dan serbuk alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sebesar 9 wt% dengan ukuran partikel halus sekitar 8  $\mu\text{m}$  yang diproses menggunakan metode two-step stir casting. Ukuran partikel yang kecil dan penyebaran yang merata dalam matriks aluminium menghasilkan peningkatan kekuatan tarik yang signifikan akibat ikatan antar-fase yang lebih kuat dan penurunan jumlah porositas.

Selain itu, beberapa penelitian lain juga menunjukkan hasil kekuatan tarik yang tinggi, seperti pada komposit Aluminium 1100 yang diperkuat CNT dan serbuk magnesium dengan kekuatan tarik mencapai 241,6 MPa, serta Aluminium 6061 yang diperkuat alumina 15 wt% dengan kekuatan sekitar 200 MPa. Kedua penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan unsur penguat baik berupa partikel keramik ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) maupun penguat nano (CNT) dapat meningkatkan kekuatan tarik secara signifikan dengan syarat distribusi penguatnya homogen dan interaksi antar-fase berlangsung optimal.

Sebaliknya, penelitian berbasis polimer seperti pada epoxy–serat alami dan HDPE–serbuk kayu mahoni menghasilkan kekuatan tarik jauh lebih rendah, yaitu berkisar antara 5 hingga 38 MPa. Hal ini disebabkan oleh sifat dasar matriks polimer yang cenderung memiliki kekuatan tarik lebih rendah dibanding logam, serta keterbatasan ikatan antara serat alam dan matriks yang sering kali dipengaruhi oleh aglomerasi partikel atau ketidakhomogenan campuran.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa dari seluruh hasil studi, komposit Al–4%Cu–0.6%Mg–0.8%Mn yang diperkuat  $\text{Al}_2\text{O}_3$  9 wt% merupakan material dengan kekuatan tarik tertinggi di antara seluruh jurnal yang dianalisis. Faktor yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan tarik adalah jenis matriks logam yang digunakan, ukuran dan fraksi berat partikel penguat, serta metode fabrikasi yang mampu menjaga homogenitas dispersi partikel di dalam matriks.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur terhadap lima belas jurnal yang membahas pengaruh penambahan serbuk alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) terhadap kekuatan tarik komposit, dapat disimpulkan bahwa jenis matriks, fraksi berat alumina, ukuran partikel, serta metode fabrikasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap performa mekanik material. Komposit berbasis logam aluminium terbukti memiliki kekuatan tarik tertinggi dibandingkan komposit berbasis polimer atau serat alami. Penelitian Al2014–Alumina Aerospace Composites menunjukkan nilai kekuatan tarik maksimum sebesar  $\pm 270$  MPa pada komposisi Al–4%Cu–0.6%Mg–0.8%Mn +  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (9 wt%) dengan ukuran partikel halus (8  $\mu\text{m}$ ) yang diproses menggunakan two-step stir casting. Partikel alumina berperan penting dalam memperkuat ikatan antar-fase serta meningkatkan kekompakan mikrostruktur material. Penelitian lain seperti Al 1100–CNT–Mg dan Al 6061– $\text{Al}_2\text{O}_3$  juga menunjukkan peningkatan signifikan, dengan nilai kekuatan tarik masing-masing mencapai 241,6 MPa dan 200 MPa. Penguatan ini berasal dari partikel keramik dan nano yang memperbaiki distribusi tegangan serta menahan deformasi plastis. Di sisi lain, komposit polimer menunjukkan peningkatan kekuatan tarik yang lebih terbatas, berkisar antara 5–38 MPa, akibat keterbatasan ikatan antar-fase dan aglomerasi partikel pada konsentrasi tinggi. Dengan demikian, kombinasi Al–4%Cu–0.6%Mg–0.8%Mn + 9 wt%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (8  $\mu\text{m}$ ) merupakan formulasi paling optimal yang menghasilkan kekuatan tarik tertinggi dan sifat mekanik terbaik, yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan komposit logam ringan berkinerja tinggi dalam industri dirgantara, otomotif, dan struktural.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah fokus pada peningkatan homogenitas dispersi partikel alumina dalam matriks untuk memaksimalkan interaksi antar-fase dan mengurangi potensi aglomerasi, terutama pada komposit berbasis polimer yang cenderung memiliki kekuatan mekanik

lebih rendah. Eksplorasi metode fabrikasi inovatif seperti penggunaan ultrasonik pada proses stir casting atau teknik fabrikasi lainnya perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penguatan. Selain itu, kajian lebih mendalam mengenai variasi ukuran partikel dan fraksi berat alumina akan membantu menentukan formulasi optimal yang seimbang antara performa mekanik dan biaya produksi. Uji performa komposit dalam kondisi lingkungan nyata serta analisis potensi aplikasi industri juga penting agar pengembangan material lebih aplikatif dan efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

Al-Rawashdeh, H. (2023) 'The Effect Of Alumina Particles Reinforcement On The Mechanical Properties Of Base Alloy Melt Of ( 6061 )', 12(1), Pp. 7–12.

Alaneme K. K.; Adewuyi E.O. (2013) 'Mechanical Behaviour Of Al-Mg-Si Matrix Composites Reinforced With Alumina And Bamboo Leaf Ash K. K. Alaneme \* , E. O. Adewuyi', *Metall. Mater. Eng.*, 19(3), Pp. 177–187.

Albahlol, O.A.A. Et Al. (2023) 'Investigation Of Microstructure And Mechanical Properties Of Layered Material Produced By Adding Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> To 316L Stainless Steel', *Metals*, 13(7). Available At: <https://doi.org/10.3390/met13071226>.

Ali, M.S. Et Al. (2019) 'Analisis Pengaruh Variasi Sudut Blasting Dengan Coating Campuran Epoxy Dan', 8(1).

Arni, I Suroso, N.U. (2023) 'Analisis Karakteristik Uji Bending Dan Uji Tarik Serat Daun Nanas', *Momentum*, 19(2), Pp. 155–160.

Aryanti, F.I. And Hasfi, F. (2024) 'Pengaruh Penambahan Serbuk Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Terhadap Kuat Tarik Dan Sifat Termal Komposit HDPE/Serbuk Kayu Mahoni', *Journal Of Polymer Chemical Engineering And Technology*, 1(1), Pp. 9–16. Available At: <https://doi.org/10.52330/Jpcet.V1i1.236>.

Ercetin, A. And Pimenov, D.Y. (2021) 'Microstructure, Mechanical, And Corrosion Behavior Of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Reinforced Mg<sub>2</sub>Zn Matrix Magnesium Composites', *Materials*, 14(17). Available At: <https://doi.org/10.3390/ma14174819>.

Hammadi, A.F. Et Al. (2023) 'Effect Of Alumina Particles On The Mechanical And Physical Properties Of Polypropylene Whisker Reinforced Lamination 80:20 Resin Composite', *Revue Des Composites Et Des Materiaux Avances*, 33(1), Pp. 7–12. Available At: <https://doi.org/10.18280/Rcma.330102>.

Haque, M.S. Et Al. (2024) 'Synergistic Effect Of Mg Addition On The Enhancement Of The Mechanical Properties And Evaluation Of Corrosion Behaviors In 3.5 Wt % NaCl Of Aluminum Alloys', *Heliyon*, 10(3), P. E25437. Available At: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.E25437>.

Melyna, E., Nisa, K.S. And Fitri, A.A.L. (2023) 'Pengaruh Penambahan Serbuk Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Pada Komposit Serat Kayu Jati Bermatriks Polipropilena', *Jurnal Teknik Kimia*, 29(2), Pp. 62–70. Available At: <https://doi.org/10.36706/Jtk.V29i2.1529>.

Mohammed, M.M.M., Elkady, O.A. And Abdelhameed, A.W. (2013) 'Effect Of Alumina Particles Addition On Physico-Mechanical Properties Of AL-Matrix Composites', *Open Journal Of Metal*, 03(04), Pp. 72–79. Available At: <https://doi.org/10.4236/Ojmetal.2013.34011>.

Murthy, B.V. Et Al. (2023) 'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Alumina Aerospace Composites: Particle Size Impacts On Microstructure, Mechanical, Fractography, And Wear Characteristics', *ACS Omega*, 8(14), Pp. 13444–13455. Available At: <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c01163>.

Silveira, P.H.P.M. Da Et Al. (2024) 'Addition Of Hematite As A Sintering Aid In Alumina: Effect Of Concentration On Physical, Microstructural And Mechanical Properties', *Tecnologia Em Metalurgia, Materiais E Mineração*, 21, P. E2978. Available At: <https://doi.org/10.4322/2176-1523.20242978>.

Simunin, M.M. Et Al. (2023) 'Influence Of The Addition Of Alumina Nanofibers On The Strength Of Epoxy Resins', *Materials*, 16(4), Pp. 1–10. Available At: <https://doi.org/10.3390/ma16041343>.

Syahid, M., Elyeser, E. And Hayat, A. (2023) 'Pengecoran Aluminium Matriks Komposit Berpenguat Carbon Nanotube (Cnt) Dengan Variasi Penambahan Serbuk Magnesium', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(3), Pp. 1095–1103. Available At: <https://doi.org/10.21776/Jrm.V14i3.1656>.

Zultiansyah, M.L. *Et Al.* (2024) ‘Analisa Pengaruh Variasi Penambahan Serbuk Alumina (  $Al_2O_3$  ) Terhadap Sifat Mekanik Pada Komposit Resin Epoxy’, 8(2).