

Contents list available at [Sinta](https://sinta)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>

Analisis Pengaruh Penambahan Partikel *Montmorillonite* Pada Komposit Serat Aren

Sufyan Sauri^{1*}, Sri Hastuti², R. Faiz Listyanda³, Catur Pramono⁴

sufyan.sauri@students.untidar.ac.id, hastutisrimessin@untidar.ac.id, faizlistyanda@untidar.ac.id, caturpramono@untidar.ac.id

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman 39 Kota Magelang, Jawa Tengah, Indonesia²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman 39 Kota Magelang, Jawa Tengah, Indonesia³Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman 39 Kota Magelang, Jawa Tengah, Indonesia⁴Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman 39 Kota Magelang, Jawa Tengah, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:
*Composite, Montmorillonite,
Aren Fiber, Kitchen Set.*

ABSTRACT

The kitchen set is an essential component of a home. However, certain materials such as MDF have drawbacks, particularly in terms of heat resistance. Therefore, alternative materials with better heat resistance are needed, one of which is aren fiber composite with the addition of montmorillonite (MMT) particles for kitchen set applications. This study aims to investigate the effect of varying montmorillonite (MMT) particle additions on the mechanical properties and fire resistance of aren fiber-based composites for kitchen set applications. The volume fractions of MMT used were 3%, 6%, and 9%, with epoxy resin as the matrix and aren fiber as the reinforcement. Tests were conducted on impact toughness (ASTM D6110), flexural strength (ASTM D790) and burn rate (ASTM D635). The results showed that the addition of 3% MMT produced the highest flexural strength (60.5 N/mm²) and impact toughness (0.0224 J/mm²). Meanwhile, the addition of 9% MMT resulted in a slow burn rate (1.18 mm/min). The addition of MMT was proven to form a heat barrier layer within the composite structure, thereby slowing the spread of fire.

*Corresponding author: sufyansaaa@gmail.com

DOI: <https://10.24127/armatur.v6i2.9939>

Received 16 Agustus 2025; Received in revised form 29 September 2025; Accepted 29 September 2025

Available online 30 September 2025

Pendahuluan

Kitchen set merupakan bagian penting dalam sebuah rumah karena berfungsi tidak hanya sebagai tempat memasak, tetapi juga sebagai ruang berkumpul bagi anggota keluarga. Oleh karena itu, pemilihan material *kitchen set* menjadi faktor yang sangat menentukan terhadap aspek fungsionalitas dan ketahanan material dalam jangka panjang. Selama ini, bahan-bahan konvensional seperti kayu solid, *medium-density fiberboard* (standar JIS A 5905:2003 : Kerapatan 600–800 kg/m³, Keteguhan lentur ≥ 30 Mpa, modulus elastisitas ≥ 2500 Mpa) dan *particle board* masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan *kitchen set*. Namun, material-material ini memiliki kekurangan terutama dalam hal ketahanan terhadap panas. Penelitian yang dilakukan Fathollahzadeh mengungkapkan bahwa struktur *kitchen set* berbahan MDF yang dilapisi melamin mampu bertahan pada suhu sekitar 44 °C di area yang berdekatan dengan sumber panas seperti kompor atau oven setelah digunakan selama satu jam. Namun, suhu tersebut masih belum memenuhi standar ketahanan terhadap panas tinggi, sehingga bagian *kitchen set* berisiko mengalami kerusakan atau perubahan bentuk apabila terpapar suhu yang lebih ekstrem (1)

Komposit dapat tersusun dari campuran serat alam sebagai penguat dan matriks polimer sebagai bahan pengikat, yang secara umum menawarkan sifat-sifat unggul seperti ketahanan terhadap korosi, kekuatan mekanik yang baik, bobot ringan, serta efisiensi biaya produksi (2). Salah satu serat alam yang kini tengah berkembang untuk diteliti lebih lanjut dalam bidang rekayasa material adalah serat aren. Serat ini memiliki keunggulan dibandingkan serat sintesis karena lebih mudah terurai secara alami, lebih ekologis, serta ketersediaannya sangat melimpah di Indonesia (3). Potensinya yang besar tidak hanya terbatas pada sektor kerajinan, tetapi juga mulai

diaplikasikan dalam interior rumah, seperti furnitur dan elemen dekoratif lainnya (4).

Untuk meningkatkan performa termal dan mekanik dari komposit berbasis serat aren, penambahan partikel aditif seperti *montmorillonite* (MMT) menjadi salah satu metode yang efektif. MMT berasal dari limbah genteng *press* berbahan dasar tanah liat yang memiliki kemampuan tinggi dalam meningkatkan ketahanan panas dan memperkuat ikatan antar struktur mikro, sehingga komposit menjadi lebih tahan terhadap suhu tinggi yang sering dijumpai di area dapur (5).

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Nugraha (6) menyatakan bahwa komposit berbasis serat alam seperti serat abaka dan sabut kelapa memberikan ketahanan terhadap panas yang baik serta dapat diaplikasikan untuk interior rumah tangga.. Sementara itu, Sutanto (7) menekankan pentingnya penggunaan nanoklay seperti *montmorillonite* sebagai penguat termal dan penghambat api dalam struktur material berbasis resin. Dalam skala global, Gao (8) menyatakan bahwa MMT yang terdispersi secara homogen dalam matriks *epoxy* dapat meningkatkan ketahanan panas sebesar 20-35% pada uji termal lanjutan. Hal ini diperkuat oleh studi (9) yang menunjukkan efek *flame-retardant* MMT melalui pembentukan lapisan karbonisasi saat terpapar panas tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi penambahan partikel *montmorillonite* (MMT) terhadap sifat mekanik dan ketahanan bakar komposit berbasis serat aren untuk aplikasi *kitchen set*.

Metode Penelitian

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain cetakan spesimen, alat uji *bending*, alat uji impak dan alat uji bakar yang ditunjukkan pada Gambar 1, 2, 3 dan 4.



Gambar 1. Cetakan Komposit
Sumber : Pribadi



Gambar 2. Mesin Uji Bending
Sumber : Pribadi

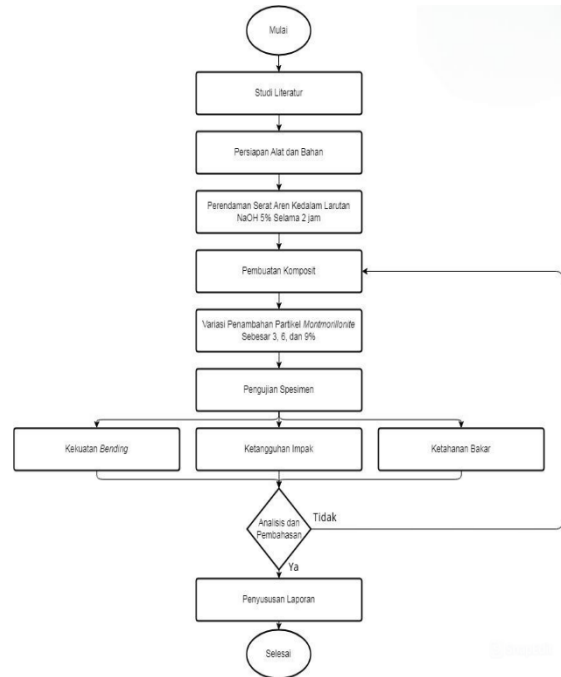


Gambar 3. Alat Uji Impak
Sumber : Pribadi



Gambar 4. Alat Uji Bakar
Sumber : Pribadi

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir
Sumber : Pribadi

Bahan

Bahan yang digunakan adalah serat aren, resin *epoxy type bisphenol A-epichlorohydrin* dan *hardener type polyaminoamide* yang dapat dilihat pada Gambar 6.



a.

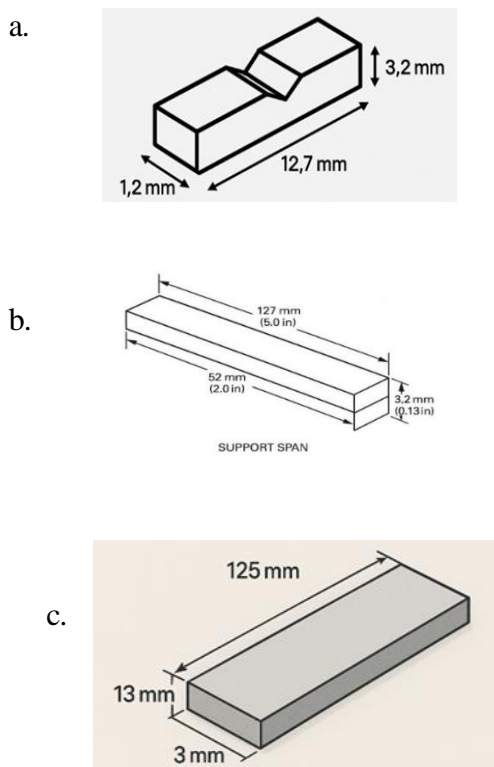
b.

Gambar 6. Serat Aren (a), Resin Epoxy dan Hardener (b)

Sumber : Kandemir (a), MDPI Cryogenic (b)

Prosedur Penelitian Spesimen dalam penelitian ini menggunakan serat aren dan partikel *montmorillonite* sebagai material penguat dan resin *epoxy* sebagai material pengikat, dengan metode pembuatan *Hand Lay-Up*. Proses dimulai dengan pemotongan serat aren berukuran 2 mm dan susunan serat secara acak (*discontinuous*). Resin *epoxy*

dicampur dengan *hardener* menggunakan perbandingan volume sebesar 2:1 dan diaduk merata selama 3 menit. Campuran resin kemudian dilapiskan secara merata pada lapisan serat aren yang telah disusun di dalam cetakan. Proses pelapisan dilakukan hingga mencapai ketebalan sesuai standar. Setelah itu, tunggu sekitar 8 jam agar spesimen mengeras. Setelah proses ini, spesimen dilepaskan secara perlahan dari cetakan untuk menghindari kerusakan. Spesimen dipotong sesuai standar ASTM D6110 untuk pengujian impak, ASTM D790 untuk pengujian *bending* dan ASTM D635 untuk pengujian bakar. Dimensi dan rumus perhitungan spesimen sesuai standar pengujian ASTM D6110, ASTM D790 dan ASTM D635 dapat dilihat pada Gambar 7.



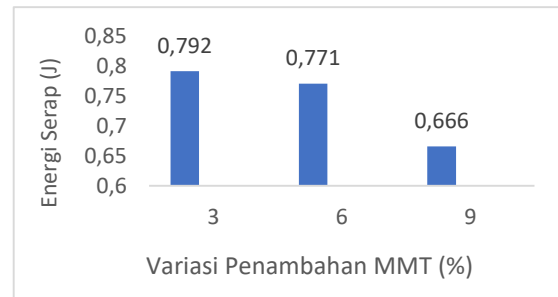
Gambar 7. ASTM D6110 (a), ASTM D790 (b) dan ASTM D635 (c)
Sumber : *Science.gov epoxy* (a), MDPI 2024 (b), Armunanto (c)

Hasil dan Pembahasan

Pengujian Ketangguhan Impak (*Charpy*)

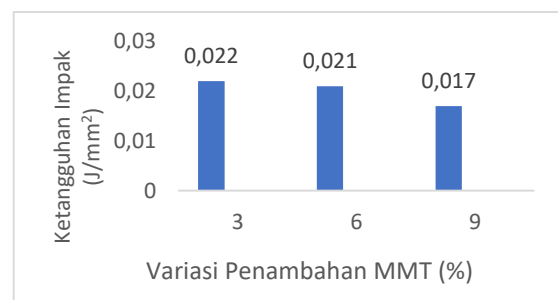
Pengujian impak dilakukan sebanyak 4 kali pada setiap variasi dan data

yang diambil dari setiap variasi sebanyak 3 spesimen. Dari hasil pengujian impak ini dihasilkan nilai ketangguhan impak dan energi serap. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Grafik Nilai Energi Serap

Gambar 8 menunjukkan bahwa penambahan partikel *montmorillonite* (MMT) ke dalam komposit serat aren menyebabkan penurunan dalam energi serap dari 0,792 J pada 3 % MMT menjadi 0,771 J (-2,6 %) pada 6 %, lalu turun tajam ke 0,667 J (-13,5 %) pada 9 %. Pola ini mengindikasikan bahwa pada konsentrasi rendah, MMT mungkin terdispersi cukup merata dan memberikan sedikit penguatan melalui mekanisme penghalang retak. Namun, saat kadar mencapai 9 %, kemungkinan terkumpulnya partikel yang menurunkan integritas komposit dan memperlemah distribusi beban mengakibatkan penurunan signifikan kemampuan serap energi. Selain itu, peningkatan kadar MMT juga dapat menyebabkan peningkatan kekakuan material, yang berkontribusi terhadap perilaku yang lebih getas (*brittle*).

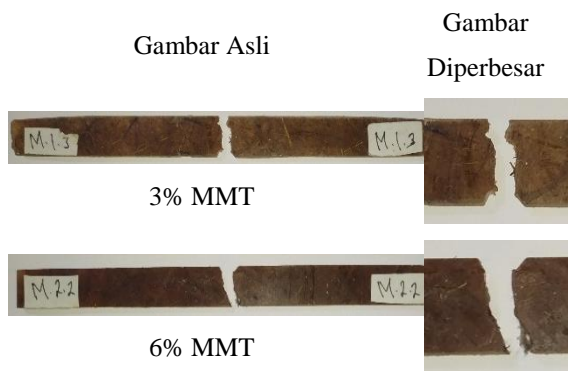


Gambar 9. Grafik Nilai Ketangguhan Impak

Gambar 9 menunjukkan penurunan nilai ketangguhan impak dari 0,0224 J/mm² (3 % MMT) ke 0,0213 J/mm² (6 %) dan semakin turun ke 0,0176 J/mm² pada 9 % MMT. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa penambahan partikel MMT dalam komposit serat aren menurunkan kemampuan komposit untuk menyerap beban impak seiring peningkatan kadar *filler*.

Peningkatan performa pada variasi 3% MMT menunjukkan bahwa pada kadar tersebut, partikel *montmorillonite* mampu tercampur secara merata dalam matriks resin, mengisi celah antar serat aren dan memperkuat ikatan antar fasa. Hal ini menyebabkan energi benturan dapat diserap lebih baik oleh material, sehingga menghasilkan ketangguhan yang lebih tinggi. Namun, ketika fraksi MMT ditingkatkan menjadi 6% dan 9%, kinerja impak justru menurun.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Iswantoro (10) bahwa semakin sedikit penambahan partikel MMT menghasilkan nilai impak tertinggi, sementara semakin banyak penambahan partikel MMT menurunkan performa material dengan nilai impak terendah. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Endriatno (11) bahwa penambahan sedikit *clay* pada komposit menghasilkan kekuatan impak tertinggi. Peningkatan kadar *clay* justru menurunkan kekuatan impak. Hasil pengujian impak dapat dilihat pada gambar 10.

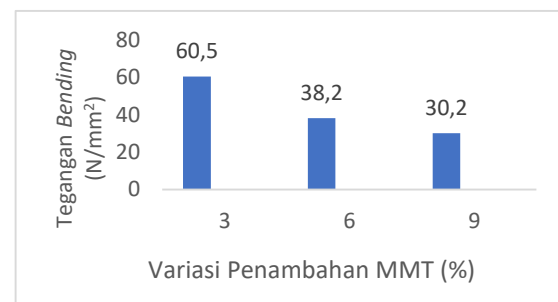


Gambar 10. Hasil Patahan Uji Impak
Sumber : Pribadi

Gambar 10 menunjukkan spesimen setelah dilakukan uji impak. Pola patahan pada masing-masing spesimen menunjukkan karakteristik patahan getas (*brittle fracture*), terutama pada spesimen bagian bawah, yang tampak memiliki sudut patahan tajam dan permukaan retakan yang bersih. Pada spesimen bagian atas, terdapat serat-serat aren yang tertarik keluar, menunjukkan adanya mekanisme pelepasan serat yang dapat menyerap sebagian energi tumbukan.

Pengujian Kekuatan Lentur (*Bending*)

Pengujian bending dilakukan sebanyak 4 kali pada setiap variasi dan data yang diambil dari setiap variasi sebanyak 3 spesimen. Dari hasil pengujian bending ini dihasilkan nilai tegangan lentur. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 11.



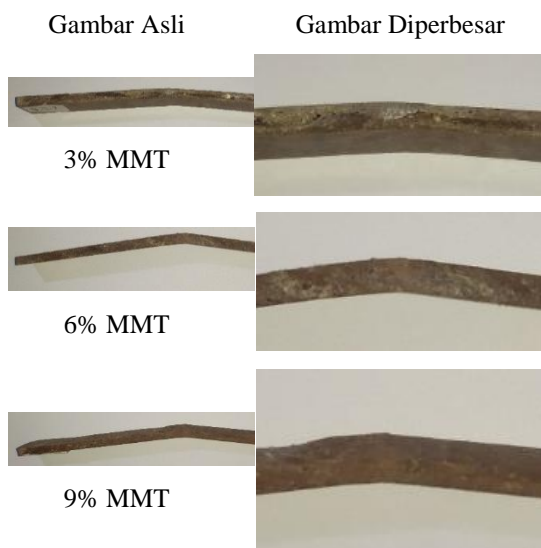
Gambar 11. Grafik Nilai Tegangan Lentur
Sumber : Pribadi

Gambar 11 menunjukkan nilai rata-rata tertinggi kekuatan *bending* yang terdapat pada spesimen dengan fraksi MMT 3% sebesar 60.5 N/mm². Sedangkan nilai terendah terdapat pada spesimen dengan fraksi MMT 9% dengan nilai rata-rata 30.8 N/mm². Penurunan ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi kandungan MMT, maka komposit menjadi lebih mudah mengalami deformasi elastis. Artinya,

material menjadi kurang kaku dan tidak mampu menahan gaya lentur dengan baik.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian (12) bahwa penambahan partikel menyebabkan penurunan kekuatan bending. Hal ini disebabkan oleh kandungan yang lebih tinggi menyebabkan berkumpulnya partikel dan distribusi yang tidak merata, sehingga menurunkan kekuatan mekanik komposit. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fauzi (13) bahwa penambahan partikel menurunkan kekuatan bending. Hal ini disebabkan oleh penurunan densitas komposit akibat penambahan partikel yang berlebihan.

Faktor-faktor lain yang turut mempengaruhi hasil pengujian ini meliputi kualitas penyebaran partikel MMT dalam resin, orientasi serat aren selama proses pencetakan, serta kemungkinan terbentuknya rongga udara (*void*) akibat metode *hand lay-up* yang digunakan. Dalam konteks aplikasi *kitchen set*, material yang digunakan harus memiliki kekuatan lentur yang baik untuk menahan beban. Hasil pengujian bending dapat dilihat pada gambar 12.



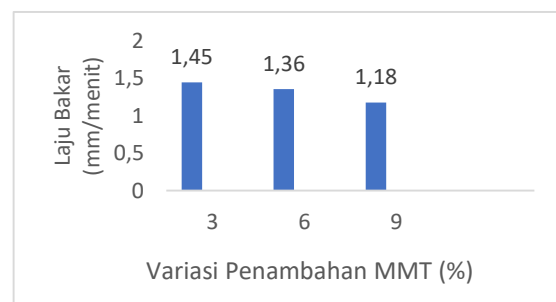
Gambar 12. Hasil Patahan Uji Bending
Sumber : Pribadi

Gambar 12 menunjukkan spesimen yang telah mengalami uji lentur, di mana ketiganya terlihat mengalami deformasi

permanen berupa lengkungan pada bagian tengah. Hal ini menunjukkan bahwa material mampu menahan beban lentur sampai titik tertentu tanpa mengalami patah total. Pada bagian sisi bawah spesimen tampak adanya serat-serat halus dan permukaan sedikit kasar, yang menunjukkan bahwa serat aren di dalam matriks ikut berperan dalam menahan gaya tarik selama pembengkokan berlangsung.

Pengujian Ketahanan Bakar

Pengujian bakar dilakukan sebanyak 4 kali pada setiap variasi dan data yang diambil dari setiap variasi sebanyak 3 spesimen. Dari hasil pengujian bakar ini dihasilkan nilai laju bakar. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 13. Grafik Nilai Laju Bakar

Gambar 13 menunjukkan adanya tren penurunan laju perambatan api seiring meningkatnya konsentrasi partikel tersebut. Sesuai dengan material *kitchen set* yang memprioritaskan ketahanan terhadap panas dan keselamatan dari resiko kebakaran, terutama pada area yang rentan terhadap paparan suhu tinggi. Hasil menunjukkan variasi dengan kandungan MMT sebesar 3% menghasilkan laju bakar rata-rata dari tiga nilai terdekat sebesar 24,20 mm/menit, variasi 6% sebesar 22,54 mm/menit, dan variasi 9% sebesar 19,84 mm/menit. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa bahan yang mengandung MMT dalam konsentrasi lebih tinggi memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap perambatan api. Penurunan laju bakar ini dapat dikaitkan dengan sifat *montmorillonite* yang memiliki struktur berlapis dan mampu membentuk lapisan

penghalang saat terpapar panas. Lapisan ini memperlambat perpindahan panas serta menghambat pelepasan gas mudah terbakar dari dalam material, sehingga proses pembakaran berjalan lebih lambat.

Penelitian (14) pada komposit serat rami menunjukkan bahwa penambahan partikel terbanyak menurunkan laju bakar. Selain itu, penelitian (15) melaporkan bahwa MMT memperkuat struktur mikroskopik sehingga laju oksidasi termal menjadi lebih lambat dibandingkan komposit tanpa MMT. Secara mekanistik, penambahan MMT ke dalam matriks polimer bekerja dengan menghalangi penetrasi oksigen dan memperlambat proses degradasi termal. Struktur lamela dari MMT menciptakan rintangan fisik terhadap penyebaran panas dan volatil, yang secara langsung mempengaruhi kecepatan api menjalar. Hal ini sejalan dengan penelitian (16) yang menyatakan bahwa penambahan *filler* MMT dengan variasi tertinggi memiliki ketahanan bakar tertinggi, dengan waktu pembakaran yang lebih lama dan laju pembakaran yang lebih rendah dibandingkan penambahan *filler* MMT dengan variasi lebih sedikit. Hasil pengujian bakar dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Hasil Pengujian Bakar
Sumber : Pribadi

Gambar 14 menunjukkan material komposit yang telah mengalami uji bakar. Terlihat bahwa ketiga spesimen mengalami perubahan warna menjadi kehitaman di bagian ujung setelah proses pembakaran.

Warna hitam merupakan hasil dari sisa residu termal akibat degradasi matriks polimer atau serat pada suhu tinggi. Masing-masing spesimen memiliki panjang terbakar yang sama.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, variasi 3% MMT menghasilkan sifat mekanik terbaik pada uji impak dan *bending*, tetapi menghasilkan ketahanan bakar terendah, sebaliknya variasi 9% MMT menghasilkan sifat mekanik terendah pada uji impak dan *bending*, tetapi menghasilkan ketahanan bakar terbaik. Variasi yang direkomendasikan yaitu 9% MMT karena aplikasi *kitchen set* memprioritaskan ketahanan terhadap panas dan keselamatan dari resiko kebakaran. Meskipun sifat mekaniknya tidak seoptimal variasi 3%, variasi 9% tetap dapat diterima untuk material *kitchen set* karena tidak menanggung beban berat.

Ucapan terimakasih

Peneliti memberikan apresiasi yang tinggi dan mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu proses penelitian secara maksimal hingga selesai.

Referensi

- [1] Fathollahzadeh, A., Enayati, A. A., & Erdil, Y. Z. (2013). *Effect of laboratory-accelerated aging treatment on the ultimate strength of a 4-sided MDF kitchen cabinet. Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(5), 649-656.
- [2] Masdani, M., & Dharta, Y. (2018). Potensi Pengembangan Komposit Berpenguat Serat Kulit Gaharu Sebagai Material Pengganti *Fiberglass* Pada Pembuatan *Dashboard*. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 10(01), 33-38.

- [3] Melyna, E., & Sopian, A. J. (2024). *Sintesis Biokomposit Resin Epoksi/Serat Ijuk/Serat Kelapa dengan Alkalisasi KOH Jurnal teknologi*. 11(2).
- [4] Bustomi, A., Nur, H. R., Muhammad, R., & Zaman, M. N. (2024). Analisis Performa Kampas Rem Rekayasa Ramah Lingkungan: Peran *Phenol Formaldehyde* dan Aditif Biokomposit. *Jurnal Teknik Mesin*, 17(2), 125-132.
- [5] Rosyadi, A. A. (2016). Pengaruh Kadar Partikel Aditif Montmorillonit terhadap Sifat Mekanik Siklus Termal Komposit Polyester Serat Kayu Kopi. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, 1(1).
- [6] Nugraha, D., Rahmawati, N., & Putra, I. K. (2023). Studi Eksperimen Komposit Serat Alam Berbasis Epoksi untuk Aplikasi Rumah Tangga. *Jurnal Material Maju Indonesia*, 9(1), 15-22.
- [7] Sutanto, A., Mardiyanto, E., & Wicaksono, Y. (2021). Pengaruh Penambahan Montmorillonite terhadap Ketahanan Termal Komposit Epoksi. *Jurnal Teknologi Rekayasa Material*, 5(2), 45–50.
- [8] Gao, Y., Li, J., & Chen, M. (2020). Enhanced Thermal and Fire Resistance of Epoxy Composites with Montmorillonite Nanoclay. *Composites Part B: Engineering*, 182, 107675.
- [9] Kim, S. H., Park, J., & Yoo, S. (2022). Flame Retardancy of Montmorillonite-Reinforced Epoxy Composites. *Polymer Degradation and Stability*, 195, 109773.
- [10] Iswantoro, G., Salahudin, X., & Mulyaningsih, N. (2022, April). Analisis Penambahan Partikel Montmorillonite Pada Komposit Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Material Dashboard Mobil Listrik. In *SENASTER" Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan"* (Vol. 3, No. 1).
- [11] Endriatno, N. (2014). Pengaruh Kadar Clay Pada Komposit Serbuk Al-Si/Clay. *Jurnal Dinamika (ISSN: 2085-8817)*, 6(1).
- [12] Andhika, A. R. (2013). Pengaruh Kandungan Partikel Terhadap Kekuatan Bending dan Impak Komposit Geopolimer Fly ash-Ripoxy.
- [13] Fauzi, M., Puspita, N., & Julio, R. R. (2022). Pengaruh Penambahan Kaolin Sebagai Bahan Substitusi Parsial Semen Pada Beton Ringan. *Jurnal Tekno Global*, 11(2), 45-50.
- [14] Rachman, H., Fadillah, R., & Yusriadi, R. (2020). Pengaruh Penambahan Nanoklay Montmorillonite terhadap Karakteristik Pembakaran Komposit Serat Rami. *Jurnal Teknologi Energi dan Material*, 12(3), 187-193.
- [15] Zhou, Q., & Zhang, W. (2021). Structural Evolution and Flame Resistance of Epoxy-Clay Nanocomposites. *Journal of Fire Sciences*, 39(6), 541–560.
- [16] Nayoa Wulandari, H. (2022). Analisis Kekuatan Bending Dan Ketahanan Bakar Komposit Hybrid Fiberglass Dengan Variasi Serat Alam Dan Fraksi Volume (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto).

