

ANALISA PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN SERBUK ALUMINA (Al_2O_3) TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA KOMPOSIT RESIN EPOXY BERPENGUAT SERAT PELEPAH PINANG

M. Luthfi Zultiansyah¹, Darmein^{2*}, Al-Fathier²

¹Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh – Medan Km.280 Buketrata

*Penulis Korespondensi: darmeintm@pnl.ac.id

Abstrak

Penambahan Aluminium oksida (Al_2O_3) sebagai filler pada komposit dikarenakan memiliki sifat kekuatan tinggi dan kekakuan tinggi sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik dari komposit tersebut. Pada penelitian ini perekat yang digunakan yaitu resin epoxy dengan serat pelepah pinang sebanyak 30%. Pada variasi fraksi volume serbuk alumina (Al_2O_3) 5%, 10% dan 15%. Dari hasil pengujian nilai kekuatan tarik pada fraksi alumina 5% serta 10% berbanding lurus dengan penambahan alumina, hal ini dikarenakan matriks yang sudah dicampur dengan alumina dapat mengikat serat dengan baik, sedangkan pada fraksi alumina 15% nilai kekuatan tarik mengalami penurunan. Dari hasil pengujian kuat lentur penambahan fraksi alumina berbanding lurus dengan nilai kekuatan lentur yang diperoleh. Pada penggunaan alumina 10% memiliki nilai kuat tarik paling baik sedangkan pada uji lentur memiliki nilai terbaik pada alumina 15%.

Keywords: Aluminium oksida (Al_2O_3), filler dan epoxy

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Setiap tahun selalu mengalami perkembangan pada bidang teknologi khususnya dalam hal material sehingga mengundang perhatian beberapa negara untuk mengembangkan hal tersebut. Teknologi material khususnya komposit sedang berkembang pesat dikarenakan material komposit mengalami beberapa keunggulan seperti kuat, ringan serta mampu menggantikan peran logam.

Pembuatan komposit dari serat upih pinang pernah di buat oleh [1], dengan judul penelitian analisa kekuatan mekanik material komposit berpenguat serat upih pinang di tinjau dari kekuatan tarik. Pada penelitian tersebut fraksi volume komposit serat upih pinang dan resin yaitu 10% : 90%, 20% : 80% dan 30% : 70%. Dari hasil pengujian, kekuatan tarik untuk ketiga fraksi volume didapatkan bahwa semakin tinggi fraksi volume serat upih pinang dalam komposit maka semakin tinggi nilai kekuatan tarik yang dihasilkan.

Dari penelitian tersebut, penulis ingin mengembangkan penelitian [1] dengan cara menambahkan bahan aditif yaitu alumina (Al_2O_3) sebagai filler pada pada komposit resin epoxy berpenguat serat pelepah pinang. Penambahan

Aluminium oksida (Al_2O_3) sebagai filler pada komposit dikarenakan memiliki sifat kekuatan tinggi dan kekakuan tinggi sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik dari komposit tersebut.

Adapun penelitian sebelumnya mengenai penambahan serbuk alumina pada material komposit antara lain, [2] dengan judul penelitian pengaruh penambahan serbuk alumina (Al_2O_3) pada komposit serat kayu jati bermatriks polipropilena, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik mengali peningkatan dan penurunan. Kekuatan tarik mengalami peningkatan pada Al_2O_3 1% dan 3% sedangkan yang mengamali penurunan pada fraksi 5% dan 10%. Berdasarkan penelitian [3], dengan judul penelitian Pengaruh Penambahan serbuk alumina (Al_2O_3) Terhadap Kuat Tarik dan Sifat Termal Komposit HDPE/Serbuk Kayu Mahoni, maka diperoleh hasil penelitian yang bahwa penambahan serbuk alumina (Al_2O_3) dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka penulis ingin mengembangkan penelitian [1] dengan cara menambahkan serbuk alumina (Al_2O_3) ke dalam komposit serta menggantikan resin yang

digunakan oleh [1] ke resin *epoxy*, dengan harapan dapat meningkatkan sifat mekanik komposit serat pelepah pinang sehingga dapat diaplikasikan pada industri *furniture* dan lain-lain.

1.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penulisan skripsi ini antara lain:

1. Dapat membuat komposit resin epoxy berpenguat serat pelepah pinang dengan penambahan serbuk alumina (Al_2O_3).
2. Dapat mengetahui pengaruh penambahan serbuk alumina (Al_2O_3) terhadap kekuatan tarik dan lentur.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini, penulis perlu membuat batasan-batasan masalah untuk menghindari pembahasan yang tidak perlu. Adapun pokok masalah pembahas yang akan dibahas dalam “analisa pengaruh penambahan serbuk alumina (Al_2O_3) terhadap sifat mekanik pada komposit resin *epoxy* berpenguat serat pelepah pinang” yaitu:

1. Penelitian dilakukan secara eksperimental.
2. Metode pembuatan komposit *hand lay up*.
3. Perekat yang digunakan yaitu resin *epoxy*.
4. Serat pelepah pinang digunakan sebanyak 30%.
5. Variasi fraksi volume serbuk alumina (Al_2O_3) 5%, 10% dan 15%.
6. Penguat yang digunakan yaitu serat pelepah pinang serta serbuk alumina sebagai filler.
7. Sifat mekanik yang dilakukan pengujian yaitu uji kekuatan tarik dan lentur.
8. Orientasi serat lurus.

2 Metode Penelitian

2.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan lebih kurang selama 16 minggu. Adapun tempat dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Proses fabrikasi dan pemotongan spesimen dilaksanakan di Laboratorium Manufaktur, Plastik, Komposit dan Pengocoran Politeknik Negeri Lhokseumawe.
2. Pengujian kekuatan tarik dan lentur di Laboratorium Uji Material dan Karakterisasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

2.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan komposit serat pelepah pinang, sebagaimana terlihat pada Tabel 1

Tabel 1 Alat yang digunakan

No	Nama alat	Jumlah	Keterangan
1	Timbangan	1	Buah
2	Wadah	2	Buah
3	Jangka sorong	1	Buah
4	Cetakan (300x200x12)	6	Buah
6	Sarung tangan	1	Set
7	Gunting	1	Buah
8	Mesin uji tarik dan lentur	1	Set
9	Gergaji seri	1	Buah

2.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada pembuatan komposit serat pelepah pinang adalah; serat pelepah pinang, resin epoxy, dan alumina.

2.3 Pengolahan Pelepah Pinang

Prosedur kerja persiapan untuk bahan baku serat pelepah pinang adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan pelepah daun pinang di perkebunan sekitar.
2. Selanjutnya dibersihkan dengan dipisahkan pelepah dari tangkai daunnya.
3. Direndam dengan menggunakan air selama 15 hari, kemudian dikeringkan.
4. Setelah dilakukan perendaman selama 15 hari, pelepah dibelah menjadi dua secara vertikal, kemudian dipotong memanjang dengan ukuran 30 cm.
5. Pelepah yang sudah dipotong tersebut kemudian pelepah pinang tersebut direndam kembali dengan menggunakan larutan NaOH selama 4 jam di dalam temperature ruangan.
6. Pelepah pinang dikeruk secara manual untuk diambil seratnya.
7. Selanjutnya serat pelepah pinang dikeringkan sampai kering. Tujuannya agar kadar air dalam serat dapat dikurangi sehingga lebih tahan terhadap pengaruh lingkungan dan beratnya menjadi ringan.
8. Kemudian serat siap untuk digunakan.

2.4 Langkah-Langkah Pembuatan Komposit

Adapun langkah-langkah pembuatan komposit dari serat pelepah pinang adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan serat pelepah pinang, resin epoksi dan alumina.
2. Fabrikasi komposit serat pelepah pinang dengan menggunakan empat fraksi volume yaitu:
 - a. 30% serat pelepah pinang + (resin epoksi + alumina 5%)
 - b. 30% serat pelepah pinang + (resin epoksi + alumina 10%)
 - c. 30% serat pelepah pinang + (resin epoksi + alumina 15%)
3. Membersihkan cetakan dari debu, lalu lapisi dengan *aluminium foil* agar hasil benda uji tidak merekat pada cetakan, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Melapisi cetakan dengan *aluminium foil*

4. Meletakkan serat pelepah pinang di atas cetakan hingga rata, kemudian tuangkan resin epoksi yang sudah di campur dengan alumina ke dalam cetakan, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2 Proses pencetakan komposit

5. Meratakan resin epoksi dengan rol atau ditekan-tekan agar gelumbang udara yang terperangkap dapat keluar.
6. Setelah proses pencetakan komposit serat pelepah pinang ditunggu hingga benar-benar kering pada suhu ruangan, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3

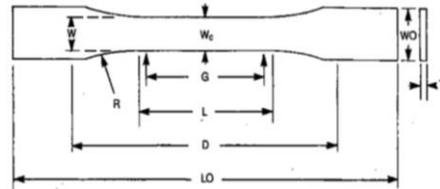


Gambar 3 Komposit setelah dilakukan pencetakan

2.5 Pembentukan Spesimen Uji Tarik

Adapun langkah-langkah pembentukan spesimen pada komposit serat pelepah pinang untuk dilakukan pengujian tarik adalah sebagai berikut:

1. Meletakkan komposit serat pelepah pinang untuk dilakukan proses pemotongan.
2. Melakukan pemotongan komposit serat pelepah pinang dengan mengacu pada standart ASTM D638. Adapun untuk ukuran standart sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4
- 3.



Gambar 4 Ukuran spesimen uji tarik standart ASTM D638.

Keterangan,

<i>Length overall (LO)</i>	= 200 mm
<i>Width overall (WO)</i>	= 20 mm
<i>Length of narrow section (L)</i>	= 57 mm
<i>Width of narrow section (W)</i>	= 12 mm
<i>Radius of fillet (R)</i>	= 76 mm
<i>Thickness (T)</i>	= 10 mm
<i>Gauge length (G)</i>	= 50 mm
<i>Distance beetwen grips (D)</i>	= 115 mm

2.6 Pembuatan Spesimen Uji Lentur

Adapun langkah-langkah pembentukan spesimen untuk dilakukan pengujian lentur pada papan komposit serat pelepah pinang adalah sebagai berikut:

1. Meletakkan material papan komposit untuk proses pemotongan spesimen.
2. Melakukan pemotongan material papan komposit dengan mengacu pada standar uji Standar ASTM C 1-341-06. Adapun untuk ukuran standart sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5



Dimana:

Panjang=	180 mm
Lebar	= 25 mm
Tebal	= 10 mm

Gambar 5 Ukuran spesimen uji lentur

2.6 Pengujian

2.6.1 Uji Tarik

Adapun langkah-langkah pengujian tarik pada papan komposit serat pelepah pinang adalah sebagai berikut:

1. Mengaktifkan UTM software maka akan muncul *interface use* menu lalu pilih *separation*
2. Sebelum melakukan test, masukkan data awal untuk proses pengolahan data dan hasil lalu disimpan di dalam sebuah file.
3. Pilihlah jenis tes yang akan dilakukan yaitu *tensile*
4. Sebelum melakukan pengujian, isi data spesimen diantaranya: panjang, tebal, lebar, setelah itu akan muncul pada samping kanan, gambar yang sesuai dengan jenis tes dan spesimen dan di samping itu juga akan muncul formulasi yang akan di gunakan dalam analisa test.
5. Pilih *close* untuk menutup *interface* dan akan kembali ke menu utama
6. Setelah kembali ke menu utama lalu pilih *testing* dan pilih gaya yang akan di pakai pada *testing scale*
7. Mengatur *storke zoom* sebelum atau sesudah tombol start di tekan. *Storke zoom* adalah untuk menambahkan atau mengurangi dimensi *storke* tampilan kurva *loading* diagram
8. Mengatur *force zoom* sebelum atau sesudah start di tekan. *Force zoom* adalah untuk menambahkan atau mengurangi dimensi gaya yang ditampilkan pada kurva *loading* diagram
9. Pilih start untuk menjalankan proses uji tarik secara otomatis komputer akan menampilkan secara *online progress* dari proses uji tarik serta mencatat dalam memori komputer semua data termasuk data gaya dan *storke*.
10. Pilih stop untuk menghentikan secara total proses pengambilan data dan pengujian tidak bisa dilanjutkan kecuali dimulai dari awal dengan menekan tombol riset. Tombol riset yaitu untuk menghapus data yang tampil dimonitor sebelum melakukan test berikutnya dan bisa juga untuk membatalkan test
11. Pilih save untuk menyimpan data setelah dilakukan test dan jika semua sudah siap pilih *close* untuk menutupnya.

2.6.2 Uji Lentur

Adapun langkah-langkah pengujian lentur pada komposit serat pelepah pinang adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan spesimen uji lentur.
2. Mengukur dimensi spesimen meliputi: panjang, lebar dan tebal.
3. Melakukan pemberian label pada setiap spesimen yang telah diukur untuk menghindari kesalahan pembacaan.
4. Menyiapkan mesin pengujian lentur dalam keadaan ON.
5. Menyiapkan tabel pengambilan data.
6. Memasang spesimen uji pada tumpuan dengan menentukan titik tumpuan dan titik tengah benda uji dan alat lentur.
7. Melakukan settingan pada indentor hingga menempel pada spesimen uji dan mengeset skala beban.
8. Pembebanan bending dengan kecepatan konstan sampai spesimen mengalami patah.
9. Mencatat besarnya penambahan beban yang terjadi pada spesimen setiap kali terjadi penambahan defleksi sampai terjadi kegagalan.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Tarik

Berdasarkan hasil pengujian sifat mekanik yang dilakukan pada tanggal 15 Agustus 2024, di Laboratorium Uji Material dan Karakterisasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe, diperoleh data uji kekuatan tarik dari komposit berpenguat serat pelepah pinang dengan penambahan alumina, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Data hasil pengujian tarik

Variasi alumina	Kekuatan tarik (Kgf/mm ²)
Alumina 5%	5,54
Alumina 10%	11,80
Alumina 15%	11,93

3.2 Hasil Uji Lentur

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada tanggal 15 Agustus 2024, di Laboratorium Uji Material dan Karakterisasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe, untuk peroleh data uji kuat lentur dari komposit berpenguat serat pelepah pinang dengan penambahan alumina, adapun data yang diperoleh dari hasil pengujian tersebut sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Data hasil pengujian kuat lentur

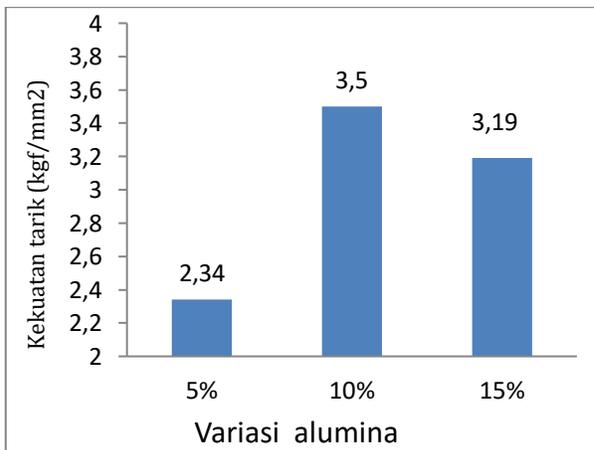
Variasi alumina	Kekuatan lentur (Kgf/mm ²)
Alumina 5%	4,80
Alumina 10%	4,80
Alumina 15%	5,61

3.3 Pembahasan

3.3.1 Analisa Nilai Kekuatan Tarik Terhadap Variasi Fraksi Alumina

Dari Tabel 2 diatas menunjukkan nilai kekuatan tarik dari komposit serat pelepah pinang menggunakan *epoxy* dengan variasi fraksi volume alumina 5%, 10% dan 15%.

Untuk nilai kekuatan tarik dari variasi fraksi volume alumina 5%, 10% dan 15% terhadap komposit serat pelepah pinang menggunakan matriks *epoxy* dapat dilihat hubungan antara nilai kekuatan tarik nilai terhadap variasi alumina, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6 Pengaruh variasi alumina terhadap nilai kekuatan tarik

Dari Gambar 6 diatas dapat dilihat bahwa hasil pengujian kekuatan tarik komposit serat pelepah pinang yang dilakukan variasi fraksi volume alumina 5%, 10% dan 15%, diperoleh nilai kekuatan tarik secara berturut yaitu 2,34 kgf/mm², 3,50 kgf/mm² dan 3,19 kgf/mm².

Peningkatan nilai kekuatan tarik pada variasi fraksi volume alumina 5% dan 10% menunjukkan bahwa alumina dapat membentuk interaksi antar muka yang baik dengan matriks *epoxy*, sehingga serat pelepah pinang dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik pada setiap variasi alumina. Peningkatan ini menunjukkan bahwa serbuk alumina merupakan bahan filler yang efektif dalam

penguatan matriks *epoxy* untuk pembuatan komposit. Hal sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penambahan alumina dapat meningkatkan sifat mekanik seperti:

- [4] Menyatakan bahwa penambahan alumina dapat meningkatkan nilai sifat mekanik.
- [3] Penambahan alumina dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit HDPE.
- [5] Menyatakan bahwa nilai kekuatan tarik berbanding lurus dengan penambahan alumina.

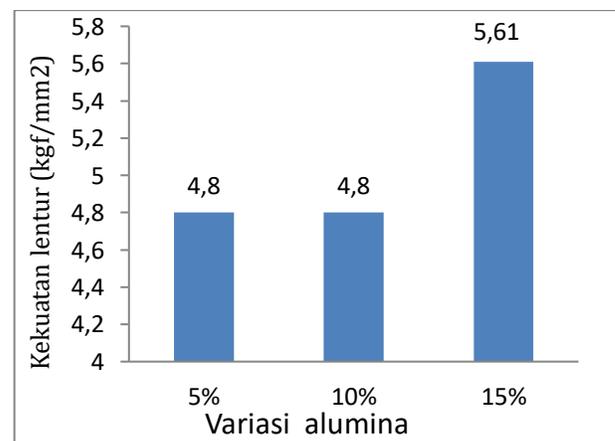
Dari ketiga penelitian sebelumnya, dapat dilihat bahwa penelitian ini sudah sejalan dengan penelitian sebelumnya dimana pada variasi fraksi alumina 5% dan 10% nilai kekuatan tarik terus mengalami kenaikan dikarenakan matrik mampu mengikat dengan sempurna serat pelepah pinang serta tidak adanya *void* pada komposit tersebut.

Akan tetapi, pada fraksi alumina 15% nilai kekuatan tarik mengalami penurunan hal ini disebabkan oleh alumina yang terlalu banyak sehingga matriks tersebut mengental, yang pada akhirnya tidak mampu mengikat dengan sempurna serat pelepah pinang.

3.3.2 Analisa Nilai Kekuatan Lentur Terhadap Variasi Fraksi Alumina

Dari Tabel 3 diatas menunjukkan nilai kuat lentur dari komposit serat pelepah pinang menggunakan *epoxy* dengan variasi fraksi volume alumina 5%, 10% dan 15%.

Untuk nilai kuat lentur dari variasi fraksi volume alumina 5%, 10% dan 15% terhadap komposit serat pelepah pinang menggunakan matriks *epoxy* dapat dilihat hubungan antara nilai kuat lentur nilai terhadap variasi alumina, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7 Pengaruh variasi alumina terhadap nilai kekuatan lentur

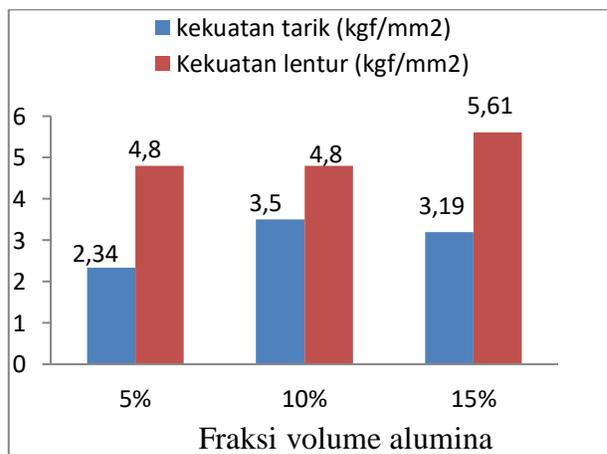
Dari Gambar 7 diatas dapat dilihat bahwa hasil pengujian kekuatan lentur komposit serat pelepah pinang yang dilakukan variasi fraksi volume alumina 5%, 10% dan 15%, diperoleh nilai kekuatan lentur secara berturut yaitu 4,80 kgf/mm², 4,80 kgf/mm² dan 5,61 kgf/mm². Hal ini dikarenakan ikatan antara *epoxy* dengan serat pelepah pinang terikat dengan sempurna sehingga gaya yang diterima pada penguji lentur merata.

Adapun faktor lain yang menyebabkan nilai kekuatan lentur mengalami kenaikan dipengaruhi oleh alumina, dimana dengan penambahan alumina matriks bekerja dengan baik dalam mengikat serat pelepah pinang.

Dari uraian diatas, dapat dinyatakan bahwa transfer tegangan antara matriks epoxy dan serat pelepah pinang berlangsung dengan baik. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pada penelitian ini, nilai kekuatan lentur dari komposit serat pelepah pinang dengan penambahan alumina 5%, 10% dan 15%, mengalami peningkatan seiring dengan penambahan fraksi alumina pada komposit tersebut. Hal tersebut dikarenakan lebih jumlah alumina yang terus bertambah sehingga matriks mampu mengikat dengan sempurna serat pelepah pinang.

3.3.3 Perbandingan Hasil Uji Kekuatan Tarik dan lentur

Berdasarkan Tabel 2 dan 3 dapat dilihat bahwa nilai kekuatan tarik dan lentur sangat berbeda dari setiap fraksi volume yang digunakan, untuk lebih jelas tentang perbandingan tersebut sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 8 Perbandingan hasil uji kekuatan tarik dan lentur

Berdasarkan Gambar 8 diatas dapat dilihat bahwa selisih nilai hasil uji kekuatan tarik dan lentur dipengaruhi oleh standar spesimen yang digunakan berbeda seperti panjang dan lebar spesimen juga berbeda sehingga sangat berdampak terhadap hasil pengujian yang diperoleh pada spesimen tersebut.

4 Kesimpulan

kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan analisa pengaruh variasi penambahan serbuk alumina (AL₂O₃) terhadap sifat mekanik pada komposit resin *epoxy* berpenguat serat pelepah pinang adalah sebagai berikut :

Dari hasil pengujian nilai kekuatan tarik pada fraksi alumina 5% serta 10% berbanding lurus dengan penambahan alumina, hal ini dikarenakan matriks yang sudah dicampur dengan alumina dapat mengikat serat dengan baik, sedangkan pada fraksi alumina 15% nilai kekuatan tarik mengalami penurunan.

Dari hasil pengujian kuat lentur penambahan fraksi alumina berbanding lurus dengan nilai kekuatan lentur yang diperoleh.

Dari hasil pengujian penggunaan alumina 10% memiliki nilai kuat tarik paling baik sedangkan pada uji lentur memiliki nilai terbaik pada alumina 15%.

DaftarPustaka

- [1] Fadhilah, H., (2023). Analisa Kekuatan Mekanik Material Komposit Berpenguat Serat Upih Pinang Di Tinjau Dari Kekuatan Tarik. Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [2] Melyna, E., Nisa, K. S., & Fitri, A. A. L. (2023). Pengaruh Penambahan Serbuk Alumina (Al₂O₃) Pada Komposit Serat Kayu Jati Bermatriks Polipropilena. Jurnal Teknik Kimia, 29(2), 62-70.
- [3] Aryanti, F. I., & Hasfi, F. (2024). Pengaruh Penambahan Serbuk Alumina (Al₂O₃) Terhadap Kuat Tarik dan Sifat Termal Komposit HDPE/Serbuk Kayu Mahoni. Journal of Polymer Chemical Engineering and Technology, 1(1), 9-16.
- [4] Hermawan, V. H., Ismail, N. R., Farid, A., & Fadhillah, A. R. (2020). Pengaruh Penambahan Serbuk Alumina (Al₂O₃) Pada Resin Polyester Btqn 157 Terhadap

Kekuatan Impact Komposit Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus Tiliaceus*). *J. Energi dan Teknol. Manufaktur*, 3(02), 25-32.

- [5] Haq, L. H., & Respati, S. M. B. (2018). Pengaruh Kandungan Alumina Pada Al-Al₂O₃ Komposit Dengan Metode Pengecoran Squeeze Terhadap Uji Tarik Dan Uji Mikro. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 13(2).