

PENGEMBANGAN PAPAN KOMPOSIT YANG DIPERKUAT SERAT RAMI, SERAT NANAS DAN SEKAM PADI

DEVELOPMENT OF COMPOSITE BOARD REINFORCED WITH HEMP FIBER, PINEAPPLE FIBER AND RICE HUSK

Thifal Nefri Zofa⁽¹⁾, Andril Arafat⁽²⁾, Primawati⁽³⁾, Rahmat Azis Nabawi⁽⁴⁾, Hendri Sawir⁽⁵⁾

^{(1),(2),(3),(4),(5)}Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

thifalnefri@gmail.com

arafat@ft.unp.ac.id

primawati@ft.unp.ac.id

raazna@ft.unp.ac.id

hendrisawir15@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk pembuatan papan komposit yang diperkuat oleh tiga serat alam menggunakan metoda *compression molding*. Penggunaan material komposit pada saat ini semakin berkembang mulai dari hal-hal yang sederhana seperti alat-alat rumah tangga hingga ke sektor industri yang lebih luas. Komposit merupakan kombinasi dari dua material atau lebih yang bertujuan untuk mendapatkan kekuatan dan ketahanan bahan yang lebih baik dari bahan yang lain. Komposisi dari pembuatan komposit terdiri dari *matriks* dan bahan penguat, dimana *matriks* yang digunakan yaitu resin dan katalis, sedangkan bahan penguat yang digunakan dalam komposit terbuat dari serat alam. Penggunaan *serat alam* mempunyai arti penting dalam pengolahan limbah hasil perkebunan yang ada Indonesia yang belum dimanfaatkan secara optimal. Dalam pembuatan komposit terdapat berbagai metoda yang sering digunakan seperti *compression molding*. Komposit yang diperkuat oleh perpaduan serat rami, serat nanas dan sekam padi dengan fraksi volume 60% : 40%. Untuk melihat kekuatan dari papan komposit dilakukan pengujian *bending* dan juga pengujian *impak* memiliki tegangan *bending* rata-rata 15,789 N/mm², modulus *elastisitas* rata-rata 22.727,66 N/mm², Dan tegangan *bending* tertinggi di dapatkan pada 17.354 N/mm², yang mana hasil ini lebih rendah dari hasil pengujian *bending* yang dilakukan oleh penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Sedangkan untuk rata-rata harga *impak* yang didapatkan pada pengujian yaitu sebesar 0,00358 J/mm², dan untuk harga *impak* tertinggi didapatkan pada nilai 0,00417 N/mm², yang mana rata-rata harga *impak* yang didapatkan hampir sama yaitu selisih 0,00001 J/mm².

Kata Kunci : Komposit, Serat Alam, *Compression Molding*, *Impak*, *Bending*

Abstract

This research was conducted to manufacture composite boards reinforced by three natural fibres using the compression moulding method. The use of composite materials is currently growing from simple things such as household appliances to the wider industrial sector. Composites are a combination of two or more materials that aim to obtain strength and durability of materials that are better than other materials. The composition of the composite consists of a matrix and reinforcing material, where the matrix used is resin and catalyst, while the reinforcing material used in the composite is made of natural fibre. The use of natural fibres has an important meaning in the processing of plantation waste in Indonesia which has not been optimally utilised. In the manufacture of composites, there are various methods that are often used such as compression moulding. Composites reinforced by a blend of jute fibre, pineapple fibre and rice husk with a volume fraction of 60%: 40%. To see the strength of the composite board, bending tests and impact tests were carried out. The average bending stress was 15,789 N/mm², the average elastic modulus was 22,727.66 N/mm², and the highest bending stress was obtained at 17,354 N/mm², which is lower than the results of bending tests carried out by previous studies. As for the average impact price obtained in the test, it is 0.00358 J/mm², and for the highest impact price obtained at a value of 0.00417 N/mm², where the average impact price obtained is almost the same, which is a difference of 0.00001 J/mm².

Keywords : Composite, Nature Fibre, *Compression Molding*, *Impact*, *Bending*

I. Pendahuluan

Penggunaan dan pengembangan material komposit saat ini semakin berkembang, seiring dengan peningkatan penggunaannya yang semakin berkembang mulai dari hal-hal yang sederhana seperti alat-alat rumah tangga hingga sektor industri baik yang memiliki skala kecil maupun yang skala besar.

Komposit merupakan suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua material atau lebih (Chandra & Asroni, 2017). Penggabungan di dalam komposit ini adalah penggabungan antara bahan *matriks* atau pengikat dan *reinforcement* atau bahan penguat, dimana *Matriks* dalam pembuatan komposit yang sering digunakan terbuat dari resin dan katalis dimana resin yang digunakan biasanya yaitu resin poliester yang memiliki sifat *encer* dan *fluiditas* yang baik dan mudah diaplikasikan (Xaveria et al., 2013). dan katalis berperan untuk mempercepat proses pengeringan dari resin. Pemberian katalis yang optimum terdapat pada komposisi 1% dari resin (Hatmi & Aw, 1998). sedangkan untuk bahan penguat terbuat dari serat sintetis seperti serat kaca dan serat alam seperti serat nanas, serat rami, serat nanas, serat lainnya.

Hasil pencampuran material komposit menghasilkan sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya (Hafid et al., 2019). Hasil dari pembuatan komposit diharapkan mendapatkan produk yang kuat, ringan serta lebih ekonomis (Wahyu Prakoso & Hartutuk Ningsih, 2021).

Dalam menyatukan antara matrik dan bahan penguat dalam komposit diperlukan adanya *fraksi volume* yang terdapat didalamnya, yang mana *fraksi volume* berfungsi untuk menentukan sifat mekanik hasil pencetakan komposit (Putra et al., 2023). Menurut Leody Ilham Pradika tegangan bending tertinggi yang didapatkan dalam pengujian komposit terdapat pada fraksi *volume* 60% sebesar 75,170N/mm² (Pradika, 2016).

Pemanfaatan serat organik sebagai serat penguat material komposit akan mempunyai arti yang penting yaitu dari segi pemanfaatan limbah perkebunan di Indonesia yang belum dioptimalkan dari segi ekonomi dan pemanfaatan hasil olahannya. Penggunaan serat alam sebagai bahan baku memiliki kelebihan seperti biaya rendah dan ketersediaannya yang berlimpah (Habibie et al., 2021).

Indonesia memiliki potensi yang besar dalam pengembangan rami karena memiliki lahan yang relatif luas dan iklim yang cocok untuk perkembangan rami (Faiz & Drastiawati, 2021). Berdasarkan data yang diperoleh tumbuhan rami memiliki rata-rata produksi sebanyak 2000 ton pertahun (Sulaiman & Rahmat, 2018). Serat dari tumbuhan rami memiliki beberapa keunggulan seperti kekuatan Tarik, daya serap air dan tahan terhadap panas dibandingkan dengan beberapa serat alam lainnya dan juga terhadap serat sintetis (Purboputro & Hariyanto, 2017).

Menurut penelitian Muhammad najib, 2010 menyatakan bahwa Komposit yang diperkuat serat rami perlakuan alkali (5% NaOH) selama 2 jam memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 36,71 MPa (Najib, 2010).

Tanaman nanas merupakan salah satu tanaman yang menjadi alternatif penghasil serat organik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan rasfa 2010, Komposit serat nanas berpotensi untuk menjadi bahan pengganti kayu dan serat ijuk, karena komposit serat nanas yang telah diberi resin, memiliki kekuatan 1,8 kali lebih kuat dibandingkan kayu (Manik et al., 2014).

Sekam padi merupakan limbah dari hasil pertanian yang memiliki karakter tidak mudah menyusut, tidak mudah mengerucut, tidak terpelintir, tidak bengkok dan tidak melengkung. Potensi pemanfaatan sekam padi dalam bidang teknik termasuk tinggi dikarenakan sekam padi mempunyai tidak mudah terbakar dan juga memiliki ketahanan yang tinggi terhadap *dekomposisi* cairan (Rusianto et al., 2018).

Dalam proses pembuatan komposit dapat dilakukan dengan beberapa metoda salah satunya yaitu metoda *compression molding*. *Compression molding* merupakan teknik pembuatan komposit yang pada prinsipnya adalah menerapkan tekanan tinggi ke bagian cetakan (Lee et al., 2022). Setelah diberikan cetakan mesin mengendalikan panas dari *heater* agar dapat membentuk bahan yang sesuai dengan cetakan permanen setelah ditekan (Hasanah & Muslimin, 2020). Metoda ini memiliki beberapa keunggulan seperti rata-rata hasil produksi yang cukup tinggi, permukaan hasil cetakan memiliki tekstur yang baik, keseragaman hasil yang cukup tinggi dan *fleksibel* terhadap berbagai produk.

Papan merupakan material umum yang sering dijumpai pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari seperti perabotan rumah tangga. Namun dalam penggunaannya papan sering berhubungan dengan air yang mana apabila papan terkena air maka akan merusak struktur dari papan dan menjadikannya lapuk, sehingga menjadikan papan rawan patah dan menimpa orang atau benda-benda yang ada dibawahnya.

Sehingga dari pendahuluan diatas penelitian ini dapat dirumuskan untuk membuat papan komposit menggunakan metoda *compression molding* dengan penggunaan serat rami, serat nanas dan sekam padi sebagai bahan penguatnya. Dan untuk melihat karakteristik dari bahan komposit yang buat dilakukan dengan melakukan pengujian *bending* dan juga pengujian impact.

II. Metode Penelitian

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah analisa kuantitatif dengan melakukan eksperimen terhadap

pembuatan papan komposit dengan bahan dasar yaitu serat dari tumbuhan nanas, rami dan sekam padi. Proses pembuatan dilakukan dengan metode *compression molding*

B. Waktu dan Tempat Penelitian

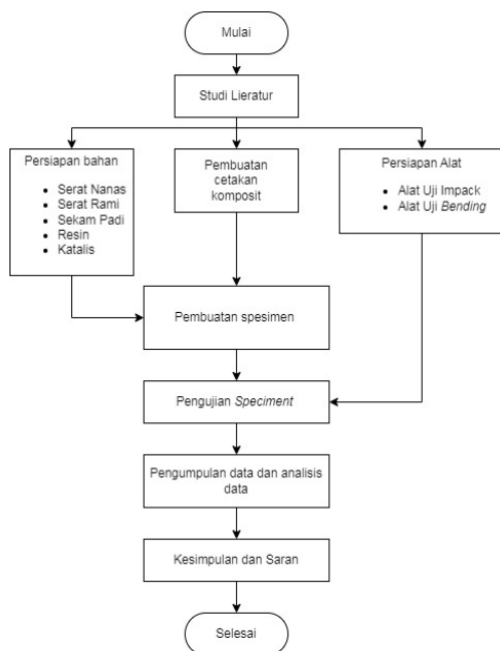
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Oktober 2023. Lokasi penelitian di Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

C. Jenis dan Sumber Data

Data diperoleh melalui eksperimen pengujian *Bending* dan *Impak* papan komposit yang terbuat dari serat rami, nanas dan sekam padi yang kemudian dibandingkan dengan hasil penelitian papan komposit yang telah diteliti sebelumnya.

D. Tahap Penelitian

Tahap-tahap dalam proses penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan dalam diagram alir berikut.



Gambar 2. 1. Diagram Alir

Proses pembuatannya dilakukan dengan beberapa tahapan seperti berikut ini:

1. Merendam serat nanas selama 4 jam, serat rami selama 2 jam dan sekam padi selama 4 jam kedalam larutan alkali.



Gambar 2. 2. Perlakuan Alkali

2. Selanjutnya mengeringkan serat dibawah matahari sampai benar-benar kering.
3. Membuat mat serat dengan memberikan lem pada masing-masing serat hingga menjadi lembaran-lembaran serat.



Gambar 2. 3. Mat Serat

4. Selanjutnya bersihkan cetakan dan oleskan wax pada bagian dalam cetakan.
5. Menyusun lembaran-lembaran mat serat ke dalam cetakan dengan menambahkan resin diantara lembaran-lembaran serat tersebut.
6. Kemudian dilakukan penekanan dengan alat *press* dengan tekanan 2,5 MPa dengan pemberian panas sebesar 175°C selama 4 jam.



Gambar 2. 4. Proses *Press*

7. Setelah selesai keluarkan cetakan dari alat *press*.
8. Kemudian keluarkan spesimen dari cetakan.

E. Instrumen Penelitian

1. Cetakan Spesimen

Cetakan spesimen yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan bahan plat besi dengan ketebalan 6mm. dengan panjang 25mm, lebar 2,5 mm dan tinggi 3mm., seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5. Cetakan Spesimen

2. Alat Press Hidrolik

Pembuatan Alat *press* hidrolik yang digunakan dilengkapi dengan pemanas dengan suhu yang digunakan sebesar 175°C.



Gambar 2. 6. Press Hidrolik

Pada gambar 2.6 terlihat alat *press* hidrolik yang digunakan merupakan alat *press* kustom dimana hidrolik yang digunakan merupakan dongkrak yang dimodifikasi dengan penambahan *pressure gauge*.

3. Alat uji *bending*

Pengujian *bending* merupakan pengujian untuk melihat tegangan *bending* yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami *deformasi* atau kegagalan. pengujian *bending* dilakukan dengan melakukan penekanan dengan gaya luar secara bertahap sampai material terjadi kegagalan (Susilowati, 2017).

Pada pengujian ini dilakukan dengan metoda *three point bending* menggunakan standar ASTM d790 menggunakan alat uji seperti gambar berikut.



Gambar 2. 7. Alat Uji *Bending*

Gambar 2.7 alat uji *bending* yang digunakan yaitu alat uji universal merek Hung-ta dengan kode HT-2402 dan dilakukan di laboratorium Manufaktur. Setelah

hasil pengujian *bending* didapatkan maka tegangan *bending* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2BD^2}$$

Keterangan:

σ_b = kekuatan *bending* (MPa)

P = Beban (N)

L = Panjang batang uji (mm)

B = Lebar batang uji (mm)

D = Tebal batang uji (mm)

4. Alat uji Impak

Pengujian impak merupakan pengujian laju regangan tinggi yang menentukan jumlah energi yang diserap oleh bahan selama terjadinya patahan. Hasil pengujian impak menunjukkan besarnya gaya patah saat terjadi tumbukan (Hadi et al., 2016). Suatu material dapat dikatakan tangguh bila dapat menyerap beban kejut yang besar tanpa terjadinya retak atau terdeformasi dengan mudah.

Alat uji impak yang digunakan memiliki spesifikasi : kapasitas 300J, berat pendulum 22kg, kecepatan 5,26m/s dan radius 800mm seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8. Alat Uji Impak

Harga impak dari suatu bahan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$HI = E/A$$

Dimana :

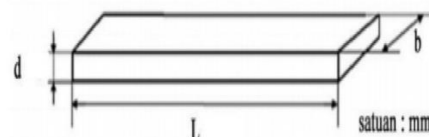
E = energi yang diserap dalam satuan (*Joule*)

A = luas penampang di bawah takikan (mm^2)

III. Hasil dan Pembahasan

A. Spesifikasi Material

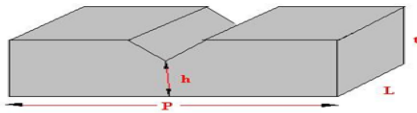
Pengujian *bending* menggunakan standart ASTM D790, dimana spesimen memiliki panjang 150mm, lebar 20mm, tebal 8mm.



Gambar 3. 1. Ukuran Uji *Bending*

Pengujian impak bertujuan untuk mengetahui rata-rata

tenaga patah dan harga impact serat. Pada penelitian ini menggunakan standart ASTM D23, dimana spesimen memiliki panjang 55mm, lebar 10mm, tinggi 10mm, dan takikan sedalam 2mm dengan sudut 45°.



Gambar 3. 2. Ukuran Uji Impak

B. Hasil Cetakan

Setelah dilakukan proses pembuatan papan komposit hasil setelah dicetak yaitu sebagai berikut.



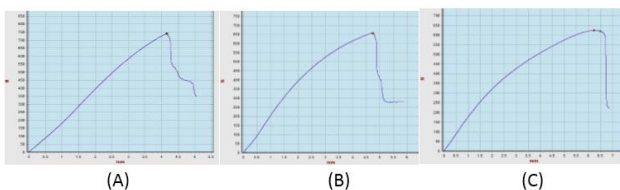
Gambar 3. 3. Hasil Cetak Spesimen

C. Pengujian Bending

Pengujian *bending* dilakukan untuk mengetahui kekuatan bending yang dapat diterima oleh papan komposit yang diperkuat oleh serat nanas, rami dan sekam padi dengan fraksi volume 60:40. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1. Data Hasil Uji *Bending*

Sampel	Beban (N)	Tegangan bending (N/mm ²)	Modulus elastisitas (N/mm ²)
A	740,448	17,354	28,601
B	656,525	15,387	21,791
C	624,086	14,627	17,791
Rata-Rata	673,686	15,789	22,727



Gambar 3. 4. Grafik Pengujian *Bending*

Data dari hasil uji *bending* yang telah di dapatkan pada tabel 3.1 dan gambar 3.4 dapat di ketahui beban tertinggi yang didapatkan dari pengujian *bending* terdapat pada sampel A yaitu 740,448 N dengan modulus *elastisitas* sebesar 28,601 N/mm², dan untuk beban terendah didapatkan pada sampel C yang memiliki nilai 624,086 N dengan modulus *elastisitas*

17,791 N/mm². Hasil spesimen setelah dilakukan pengujian dapat dilihat pada gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3. 5. Spesimen Uji *Bending*

Gambar 3.5 spesimen A berada pada bagian bawah, spesimen B pada bagian tengah dan spesimen C berada pada bagian atas, dan dapat terlihat pada spesimen A bentuk patahan yang terjadi setelah ditekan menggunakan pengujian *bending*.

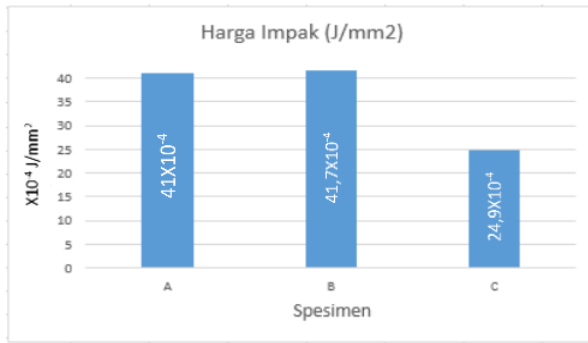
Setelah didapatkan hasil pengujian *bending* kemudian dilakukan perbandingan hasil pengujian papan komposit dengan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti yang telah melakukan sebelumnya seperti yang terdapat pada penelitian Tri Martanto Adi N yang meneliti papan komposit dengan penguat eceng gondok dan kayu sengon pada fraksi volume 60% : 40%. Dan memiliki hasil pengujian tegangan *bending* teretinggi yaitu 34,22 N/mm² dengan modulus *elastisitas* 1142,6 MPa, sedangkan yang terendah dimiliki pada 30,86N/mm² dengan modulus *elastisitas* sebesar 1086,32 Mpa(N, 2016).

D. Pengujian Impak

Pengujian impact dilakukan menggunakan standar ASTM D23. Dari pengujian impact papan komposit berpenguat serat nanas, serat rami dan sekan padi dengan persentase 60 : 40 dan akan dibandingkan dengan hasil pengujian impact dari penelitian Nurhidayat et al., 2022. Untuk hasil pengujian impact terhadap papan komposit dengan fraksi volume 60 : 40 dapat dilihat pada tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3. 2. Data Hasil Uji Impak

sampel	Luas Penampang (mm ²)	Energi (joule)	Harga Impak (J/mm ²)
A	2481,1	10,184	0,00410
B	2441,38	10,184	0,00417
C	2396,38	5,983	0,00249



Gambar 3. 6. Grafik Uji Impak

Tabel 3.2 dan gambar 3.6 dapat disimpulkan papan komposit serat alam memiliki rata-rata harga impact yaitu 0,00358 J/mm². Dan untuk harga impact tertinggi didapatkan pada spesimen B dengan nilai 0,00417 J/mm². Untuk hasil patahan yang terjadi setelah dilakukan pengujian impact dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut.



Gambar 3. 7. Hasil Pengujian Impact

Gambar 3.7 dapat dilihat bentuk kegagalan yang terjadi setelah dilakukan pengujian impact dimana pada spesimen B dan C terjadi patahan getas dan pada spesimen A terjadi patahan ulet.

Sebagai pembandingan yaitu penelitian yang dilakukan oleh Nurhidayat et al., 2022 yang memiliki hasil yang dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah ini berikut ini.

Tabel 3. 3. Data Hasil Uji Impact Pembandingan

Fraksi volume	Rata-rata (J/mm ²)	Tertinggi (J/mm ²)	Terendah (J/mm ²)
20% : 80%	0,00168	0,00179	0,00145
30% : 70%	0,00247	0,00246	0,00216
40% : 60%	0,00359	0,00350	0,00348
50% : 50%	0,00237	0,00238	0,00226
60% : 40%	0,00197	0,00198	0,00196

Data yang didapatkan pada tabel 3.3 yang dikutip dari penelitian Nurhidayat et al., 2022 didapatkan nilai ketangguhan impact tertinggi dialami pada fraksi volume serat 40% sebesar 0,0035J/mm² dan yang terendah didapatkan pada fraksi volume 20% sebesar

0,00145 J/mm²(Nurhidayat et al., 2022).

IV. Kesimpulan

Hasil pengujian *bending* yang dilakukan terhadap spesimen dan data referensi hasil pengujian tegangan *bending* papan komposit tiga serat alam masih rendah dibandingkan dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, sedangkan untuk harga impact papan komposit tiga serat alam hampir sama dengan harga impact penelitian sebelumnya yang hanya beselisih 0,00001 J/mm².

V. Referensi

- Chandra, A., & Asroni, A. (2017). Pengaruh Komposisi Resin Poliyester Terhadap Kekuatan Bending Komposit yang Diperkuat Serat Bambu Apus. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 4(2), 41–46. <https://doi.org/10.24127/trb.v4i2.68>
- Faiz, M. S., & Drastiawati, N. S. (2021). Pengaruh Fraksi Volume dan Arah Serat Komposit Hibrid Fibre Metal Laminate (Fml) Bermatrik Polyester 157 Bqtn-Ex Terhadap *Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 37–46. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/37526>
- Habibie, S., Suhendra, N., Roseno, S., Setyawan, B. A., Anggaravidya, M., Rohman, S., Tasomara, R., & Muntarto, A. (2021). *Natural Fiber as A Friendly Environmental Composite Material, A Literature Review. Jurnal Inovasi Dan Teknologi Material*, 2(2), 1–13.
- Hadi, T. S., Jokosisworo, S., & Manik, P. (2016). Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau dari Kekuatan Tarik, Bending dan Impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1), 323–331.
- Hafid, S., Muhammad, D., & Asiri, H. (2019). Analisis Kekuatan Bending terhadap Sifat-sifat Mekanis Komposit Serat Alam terhadap Orientasi Laminat. 19–24.
- Hasanah, U., & Muslimin, M. (2020). Pengaruh Tekanan Compression Moulding terhadap Kinerja Pelat Bipolar Komposit Grafit/Resin Epoksi Komposisi 20% Karbon Tempurung Kelapa. *Jurnal Mekanik Terapan*, 1(1), 71–80. <https://doi.org/10.32722/jmt.v1i1.3335>
- Hatmi, P. W., & Aw, D. (1998). Pengaruh Komposisi Katalis pada Glass Reinforced 536 polyester terhadap sifat mekaniknya. 20–21.
- Lee, S., Shin, D., Kim, G., & Ji, W. (2022). *Numerical iamodel for compression molding process of hybridly laminated thermoplastic composites based on anisotropic rheology. Composites Part*

- C: *Open Access*, 7(July 2021), 100215.
<https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2021.100215>
- Manik, T. N., Suryajaya, & Suarso, E. (2014). Studi Awal Pemilihan Bahan Komposit Berbahan Penguat Serat Daun Nanas (Pineapple-Leaf Fibres) dengan admixture kaolin dan silika. *Jurnal Fisika FLUX*, 11(2), 147–153.
- N, tri martanto adi. (2016). Analisis Komposit dengan Penguat Serat Enceng Gondok 40% dan Serbuk Kayu Sengon 60% pada FRAKSI Volume 40%, 50%, 60% Bermatrik Resin Polyester Untuk Panel Akustik PUBLIKASI. 40.
- Najib, M. (2010). *Optimasi Kekuatan Tarik Komposit Serat Rami Polyester*.
<https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/17580/Optimasi-Kekuatan-Tarik-Komposit-Serat-Rami-Polyester>
- Nurhidayat, A., Wijoyo, W., & Irnawan, D. (2022). Kajian Fraksi Volume Serat Komposit Tangkai Ilalang Terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Teknosains Kodepena*, 2(2 SE-Articles), 20–26.
<https://www.jtk.kodepena.org/index.php/jtk/article/view/43>
- pradika. (2016). Analisis Komposit Dengan Penguat Serat Rami 40% Dan Serbuk Kayu Sengon 60% Pada Fraksi Volume 40%, 50%, 60% Bermatrik Resin Polyester Untuk Panel Akustik Publikasi. *Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 40, 1–15.
- Purboputro, P. I., & Hariyanto, A. (2017). Analisis Sifat Tarik Dan Impak Komposit Serat Rami Dengan Perlakuan Alkali Dalam Waktu 2,4,6 Dan 8 Jam Bermatrik Poliester. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 18(2), 64–75.
<https://doi.org/10.23917/mesin.v18i2.5238>
- Putra, F. U., Paundra, F., Muhyi, A., Hakim, F., Triawan, L., & Aziz, A. (2023). Pengaruh Variasi Tekanan Dan Fraksi Volume Pada Hybrid Composite Serat Sabut Kelapa Dan Serat Bambu Bermatriks Resin Polyester Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending. *Journal Foundry*, 6(1), 8–15.
- Rusianto, T., Arbintarso, E., & Yogyakarta, T. A. (2018). Karakterisasi Papan Partikel dari Sekam Padi Karakterisasi Papan Partikel dari Sekam Padi. *Researchgate, March 2009*, 3–9.
https://www.researchgate.net/publication/324583378_Karakterisasi_Papan_Partikel_dari_Sekam_Padi?enrichId=rgreq-aa659359628a325b9071f82963869773-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMyNDU4MzZM3ODtBUzo2MTY1Njk2MDg2MDk3OThAMTUyNDAXMzA1ODY5OA%3D%3D&el=1_x_2&_esc=pub
- Sulaiman, M., & Rahmat, M. H. (2018). Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer Dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif. *Sistem*, 4(1), 9–15.
- Susilowati, S. E. (2017). Studi Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Mekanik Bahan KOMPOSIT Berpenguat Sekam Padi Sri. *Kajian Teknik Mesin*, 2(April), 1–14.
- Wahyu Prakoso, S., & Hartutuk Ningsih, T. (2021). Pengaruh Perendaman NaOH Dan Fraksi Volume Serat Tebu Komposit Dengan Matrik Polyester. *Jtm*, 9(3), 27–34.
- Xaveria, M. S., Perdinan, S., & M, S. (2013). Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit Serat Palem Saray Dengan Matriks Poliester. *Jurnal Sainia Fisika*, 2(November), 1998.