

EKSPERIMEN KEKUATAN MATERIAL KOMPOSIT DENGAN MATRIX POLYPROPYLENE VARIASI SERAT DAUN NANAS

¹Ikhsanul Madani, ²Dhimas Wicaksono, ³Sehono

^{1,2,3}Teknik Digantara, STTKD Yogyakarta

Abstrak

Komposit merupakan campuran dua atau lebih dari bahan yang berbeda menjadi satu. Matriks dan penguat sebagai penyusun dasar pembuatan komposit. Komposit ini memadukan antara polypropylene dengan serat daun nanas, yaitu polypropylene sebagai matriks dan serat daun nanas sebagai penguat. Selanjutnya untuk matriks bisa dibagi menjadi 2 jenis yaitu termoset dan termoplastik. Untuk termoset yaitu jenis matriks yang apabila diberikan perlakuan panas akan mengalami gosong dan tidak meleleh. Sedangkan untuk jenis termoplastik akan meleleh jika diberikan perlakuan panas. Polypropylene sendiri termasuk dalam kategori termoplastik. Saat ini persebaran sampah plastik seperti polypropylene semakin banyak sehingga perlu adanya tindakan agar tidak mencemari lingkungan dengan cara mengubah polypropylene menjadi matriks pada komposit. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik material komposit dari polypropylene dengan serat daun nanas menggunakan uji impak, serta mengetahui struktur dari pada komposit dengan uji makro. Metode yang dilakukan dalam pembuatan komposit ini yaitu eksperimen dimana peneliti membuat komposit dengan memadukan antara polypropylene dan serat daun nanas menjadi komposit. Pembuatan komposit ini menggunakan ukuran ASTM D6110-10 dengan panjang 5.5 cm, lebar 1 cm, tinggi 1 cm. Hasil pengujian terbaik setiap variasi yaitu pertama dari variasi acak terdapat pada spesimen 3 menghasilkan nilai energy sebesar 9.652 J dan harga impak sebesar 0.084 J/mm². Untuk variasi horizontal terpadat pada spesimen 3 dengan nilai energy mencapai 7.5 J dan harga impak sebesar 0.060 J/mm². Selanjutnya variasi vertikal pada spesimen 1 dengan nilai energy mencapai 5.172 J dan harga impak dengan nilai 0.055 J/mm².

Kata kunci: Komposit, Polypropylene, Impak, Serat Daun Nanas

Abstract

Composite is a mixture of two or more of different materials into one. Matrix and reinforcement as the basic building blocks of composites. This composite combines polypropylene with pineapple leaf fiber, namely polypropylene as a matrix and pineapple leaf fiber as a reinforcement. Furthermore, the matrix can be divided into 2 types, namely thermosets and thermoplastics. For thermosets, it is a type of matrix which, when given heat treatment, will burn and will not melt. As for the type of thermoplastic will melt if given heat treatment. Polypropylene itself is included in the thermoplastic category. Currently, the distribution of plastic waste such as polypropylene is increasing, so it is necessary to take action so as not to pollute the environment by converting polypropylene into a matrix in composites. The purpose of this study was to determine the characteristics of the composite material from polypropylene with pineapple leaf fiber using the impact test, and to determine the structure of the composite with the macro test. The method used in making this composite is an experiment where researchers make a composite by combining polypropylene and pineapple leaf fiber into a composite. The manufacture of this composite uses ASTM D6110-10 size with a length of 5.5 cm, width 1 cm, height 1 cm. The best test results for each variation, namely the first of random variations found in specimen 9 resulted in an energy value of 9,652 J and an impact value of 0.084 J/mm². For the densest horizontal variation in specimen 6 with an energy value of 7.5 J and an impact value of 0.060 J/mm². Furthermore, the vertical variation in specimen 1 with an energy value of 5.172 J and an impact value of 0.055 J/mm².

Keywords: : Composite, Polypropylene, Impact, Pinnapple Leaf Fiber

Pendahuluan

Indonesia saat ini menghadapi masalah sampah yang tidak bisa teratasi hingga saat ini, sementara itu dengan pertambahan penduduk yang menyebabkan pertambahan volume timbunan sampah. Struktur sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia adalah 60-70% sampah alam dan 30-40% sampah non alam, sedangkan sampah non alam terbesar kedua 14% adalah sampah plastik. Ekspansi penggunaan plastik ini merupakan hasil dari pergantian mekanis peristiwa, industri, dan peningkatan jumlah orang

¹Email Address: 180202061@students.sttkd.ac.id

Received 29 September 2022, Available Online 30 Desember 2022



<https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.672>

saat ini. Kebutuhan plastik terus meningkat pesat hingga mengalami kenaikan rata-rata 200 ton per tahun. Pada tahun 2002 tercatat 1,9 juta ton, di tahun 2003 naik menjadi 2,1 ton, lalu di tahun 2004 naik lagi menjadi 2,3 juta ton per tahun. Selanjutnya di tahun 2011 sudah meningkat menjadi 2,6 juta ton. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari (Muchammad, 2018).

Tinjauan Pustaka

Plastik

Plastik merupakan salah satu makromolekul yang dibuat dalam proses polimerisasi. Polimerisasi adalah cara yang dilakukan dalam proses penggabungan dari beberapa monomer yang terdapat proses kimia yang akan menjadi polimer atau makromolekul. Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah karbon dan hidrogen. Naphtha adalah salah satu bahan dalam pembuatan plastik, yakni bahan yang didapatkan dari penyulingan minyak bumi dan gas alam. Contoh, dalam membuat 1 kg plastik membutuhkan 1,75 kg minyak bumi, agar memenuhi kebutuhan bahan bakunya maupun kebutuhan dari proses energinya Plastik bisa dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermosetting* merupakan bahan plastik ketika dipanaskan dengan temperatur tertentu akan mudah dibentuk dan cepat mencair dan bisa dibentuk kembali menjadi bentuk yang sesuai. Misalnya, *polyethylene*, *polyvinyl chloride*, dan *polytetrafluoroethylene* (PTFE). *Thermosetting* merupakan plastik yang tidak bisa dicairkan kembali ketika sudah dalam bentuk padat (Fiantis, 2020).

Serat daun nanas

Selama ini banyak memanfaatkan serat dari daun nanas dalam produksi bahan komposit, tanaman misalnya nanas biasanya diambil secara eksklusif untuk makanan berdaun daun dimanfaatkan sebagai limbah dan pupuk kandang. Serat daun nanas terdiri dari selulosa dan non-selulosa yang diperoleh melalui pengelolaan mekanis daerah daun luar. Serat daun nanas yang diperoleh dari daun nanas muda memiliki kekuatan yang cukup rendah dan serat yang lebih terbatas dibandingkan dengan helaian daun tua (Dan et al., 2017).

Polypropylene

Polypropylene adalah polimer adisi termoplastik yang diproduksi menggunakan campuran monomer propilena, digunakan dalam berbagai aplikasi untuk menggabungkan bundling untuk item pelanggan, suku cadang plastik di berbagai perusahaan, termasuk bisnis otomotif. Menurut beberapa laporan, minat dunia yang berkelanjutan untuk bahan tersebut membentuk pasar sekitar 45 juta metrik ton dan diperkirakan bahwa minat tersebut akan meningkat menjadi sekitar 62 juta metrik ton pada tahun 2020. Pemanfaatan akhir yang mendasar dari *polypropylene* adalah bundling bisnis, yang mengkonsumsi sekitar 30% dari total, diikuti oleh fabrikasi listrik dan perangkat keras, yang masing-masing menggunakan sekitar 13%. Mesin rumah dan bisnis otomotif keduanya mengkonsumsi 10%. Juga, bahan bangunan mengikuti 5% dari pasar. Aplikasi yang berbeda bersama-sama membentuk sisa pelanggan PP di seluruh dunia. Salah satu keuntungan mendasar PP adalah bahwa ia cenderung dibuat (baik melalui CNC atau pembentukan infus, *thermoforming*) menjadi pivot langsung, pivot langsung adalah potongan plastik yang sangat halus yang mudah dipelintir (bahkan pada lingkup gerakan yang keterlaluan. dekat 360 derajat), mereka tidak terlalu berguna untuk aplikasi dasar seperti pemegang pintu yang berat tetapi sangat membantu untuk aplikasi tanpa tumpukan, seperti pembuatan tutup botol dan sebagainya. (M.Fajar Sidiq, S.T., M.Eng. Soebyakto, 2020) .

Tabel 1. Properties polypropylene murni

<i>Item</i>	<i>Values</i>	<i>Units</i>
<i>Density</i>	8.95x10 ⁻¹⁰ -9.2x10 ⁻¹⁰	Tonne/mm ³
<i>Modulus Young</i>	1300-1800	MPa
<i>Tensile strength</i>	35-40	Mpa
<i>Elongation at Break</i>	150-600	%

Sumber : (Hakim et al, 2020).

Metode Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan metode eksperimen dimana peneliti membuat suatu spesimen secara langsung yang kemudian dilakukan pengujian berupa uji impact dan uji makro untuk mengetahui kualitas kekuatan material serta kandungan komposisi dari *polypropylene* daur ulang dengan serat daun nanas, adapun alat dan bahan yang digunakan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat dan bahan penelitian

<i>Alat</i>	<i>Bahan</i>
1. <i>Heat gun</i>	1. Plastik PP 5
2. Gunting	2. Serat daun nanas
3. Logam Aluminium	
4. Alat uji impak	
5. Penggaris	
6. Gergaji besi	
7. Timbangan digital	

Pembuatan komposit

Langkah-langkah pembuatan komposit diawali dengan mempersiapkan bahan dan alat sesuai kebutuhan, selanjutnya dengan melelehkan PP daur ulang menggunakan heatgun pada lapisan pertama, PP daur ulang dilelehkan hingga mencair selanjutnya dilakukan pengepressan sebelum PP tersebut mengeras untuk mengurangi void yang masih menempel. Setelah itu buat lapisan lagi dan melakukan proses yang sama dengan sebelumnya, dilakukan sampai dengan ketebalan sesuai ASTM D6110-10. Penempatan serat daun nanas dilakukan dengan cara melelehkan kembali PP daur ulang yang sudah diproses sebelumnya, setelah mencair bagian permukaan atas sesegera mungkin serat tersebut ditempatkan diatasnya dan melakukan pengepressan agar serat menempel dengan PP. Setelah penempelan serat selesai, dilakukan lapisan diatas serat agar tertutupi dengan PP daur ulang dengan melakukan langkah yang sama dengan sebelumnya, melelehkan PP terlebih dahulu hingga mencair dan melakukan pengepressan setelahnya. Selanjutnya setelah dirasa sudah sesuai ketebalan, langkah berikutnya menggabungkan PP dengan serat yang sudah menempel pada PP yang sebelumnya sudah diproses, dengan cara memanaskan kembali permukaan PP dan sebelum mengeras ditempelkan ke serat kembali untuk penggabungan lapisan diatas agar menjadi laminate. Pastikan dipress kembali agar PP dan serat menempel. Setelah proses pembuatan selesai, pemotongan spesimen yang sesuai dengan ukuran ASTM D6110-10 dan dirapikan kembali sebelum pengujian.



Gambar 1. Pelelehan PP daur ulang menggunakan heatgun

Pengujian komposit

Uji Impak Charpy atau disebut uji v-score Charpy adalah uji laju regangan tinggi standar yang memutuskan berapa banyak energi yang dikonsumsi oleh material selama terjadinya bagian patahan. Energi yang serap adalah proporsi daya serap bahan tertentu dan berlaku sebagai instrumen untuk berkonsentrasi pada kemajuan lemah fleksibel bawahan suhu. Alasan uji impact charpy adalah untuk memutuskan kerapuhan atau keuletan suatu bahan, misalkan yang akan dicoba dengan cara menumpuk secara tidak terduga pada benda yang akan dicoba secara statis. (Yopi Handoyo, 2013).

Uji impact dilakukan pada bahan atau material untuk mencari keuletan yang diberikan beban secara tiba-tiba. Cara kerja alat uji impact adalah melakukannya dengan memukul benda dengan pendulum yang berayun (I Made Agung Dwipayana, I Komang Astana Widi, 2020).

Alasan uji impact charpy adalah untuk memutuskan kerapuhan atau keuletan suatu bahan (contoh) yang akan dicoba dengan cara menumpuk secara tidak terduga pada benda yang akan dicoba secara statis. (Yopi Handoyo, 2013).



Gambar 2. Alat uji *impact charpy*

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada maka dapat diketahui hasil dari masing-masing variasi spesimen yang di uji impact adanya perbedaan energi yang diserap dan harga impact terhadap masing-masing spesimen yang akan di sajikan dalam tabel berikut.

Tabel 3. Pengolahan data energi serap dan harga impact

Variasi	spesimen	E_{avg} (J)	Hi_{avg} (J/mm ²)
0°	1	5.172	0.055
	2	3.943	0.037
	3	5.172	0.052
	rata-rata	4.762	0.048
90°	1	6.358	0.051
	2	7.500	0.054
	3	7.500	0.060
	rata-rata	7.119	0.055
Acak	1	10.662	0.056
	2	8.598	0.076
	3	9.652	0.084
	rata-rata	9.638	0.072

Persamaan rumus impact :

$$E_{serap} = WR (\text{Cos } \beta - \text{Cos } \alpha) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- W = Berat beban/pembentur (N)
- R = Jari-jari putar ke titik berat pembentur (m)
- E_{serap} = Energi yang diserap (J)

- $\text{Cos } \beta$ = Sudut pendulum setelah tabrak benda uji (°)
- $\text{Cos } \alpha$ = sudut pendulum tanpa beban uji (°)

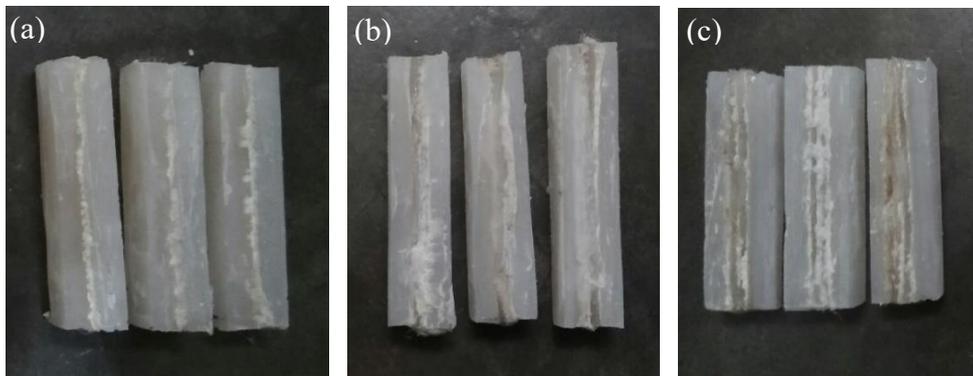
$$HI = \frac{E_{serap}}{A} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

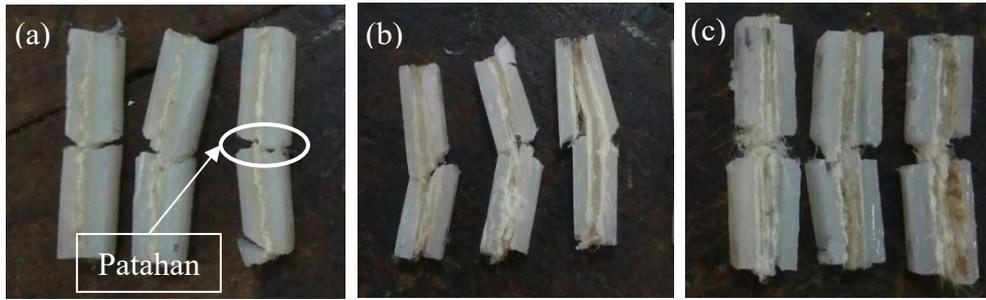
- HI = Harga impact (J/mm²)
- E_{serap} = Energi yang diserap (J)
- A = Luas di bawah takik (mm²)

Pembahasan penelitian

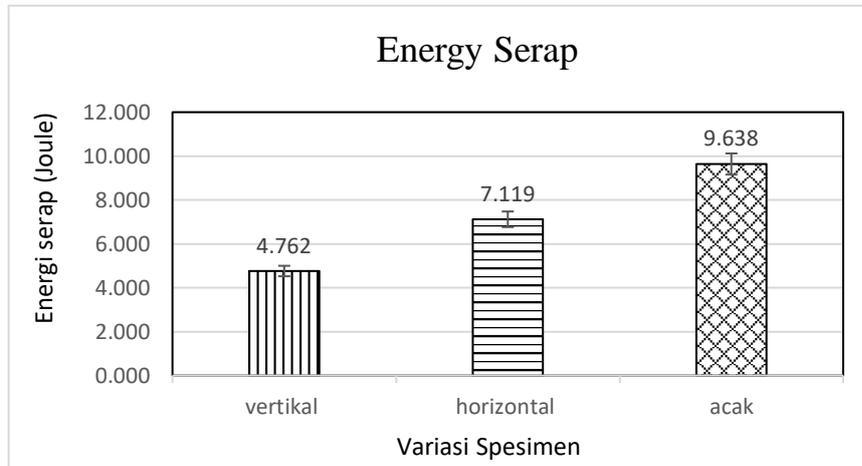
Pada gambar dibawah ini merupakan spesimen sebelum dan setelah di uji impact nya :



Gambar 3. spesimen sebelum diuji ; (a) vertikal, (b) horizontal, (c) acak

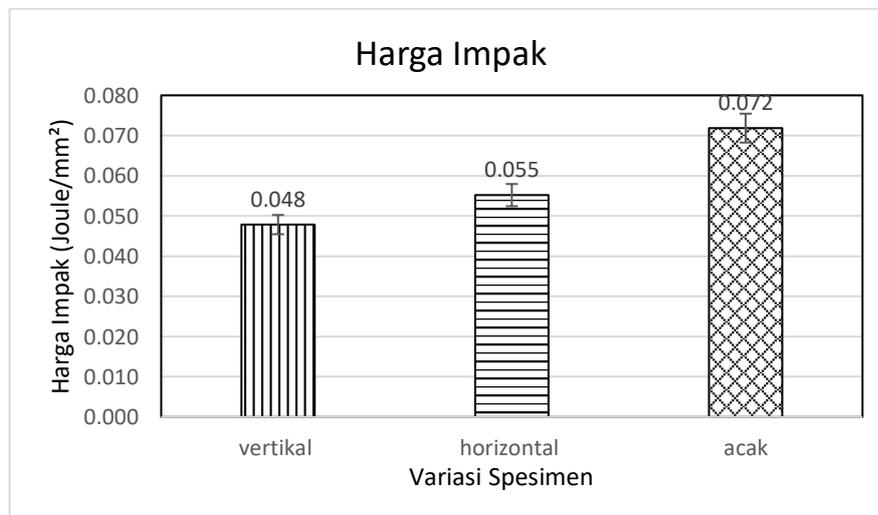


Gambar 4. spesimen sesudah diuji ; (a) vertikal, (b) horizontal, & (c) acak



Gambar 5. Grafik rata-rata energi serapan spesimen

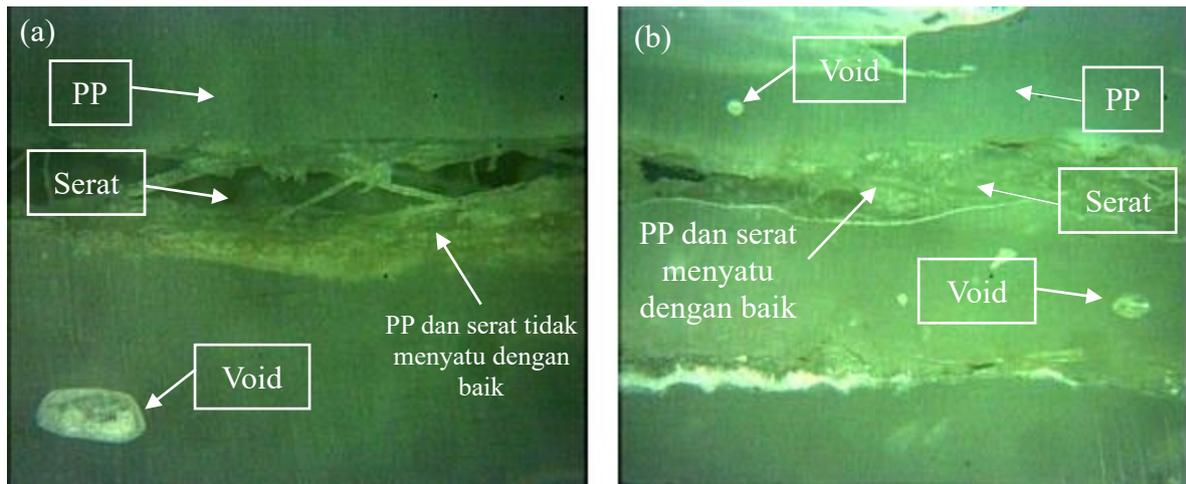
Pada Gambar 6 yang menunjukkan hasil energi yang mampu diserap dari masing-masing menunjukkan variasi. Terlihat bahwa nilai rata-rata tertinggi terdapat pada variasi acak dengan nilai sebesar 9.638 J. Sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada variasi vertikal dengan nilai 4.762 J. Serat yang belum menempel dengan maksimal dengan PP dikarenakan proses pengepresan dilakukan secara manual mengakibatkan nilai mengalami penurunan atau menjadi rendah.



Gambar 6. Grafik rata-rata nilai kekuatan impact

Kemudian pada Gambar 6. merupakan harga *impact* masing-masing variasi dapat dilihat pada grafik diatas dapat dilihat bahwa spesimen terbaik adalah variasi acak dengan nilai rata-rata sebesar 0.072 J/mm², sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada variasi vertikal dengan nilai 0.048 J/mm².

Hasil uji foto makro



Gambar 7. Hasil foto makro spesimen (a) vertikal; (b) acak

Dari hasil pengujian makro yang telah dilakukan bisa dilihat pada gambar 7. Untuk gambar b menunjukkan bahwa serat sudah menyatu dengan PP, ada beberapa void yang masih terlihat dikarenakan proses penekanan menggunakan lempengan logam kurang merata sehingga masih ada void yang terlihat pada spesimen. Kemudian pada gambar a menunjukkan bahwa terlihat serat kurang menyatu dengan PP dan menimbulkan adanya rongga udara yang menyebabkan hasil dari pada nilai pengujian berkurang. Perbedaan dari gambar a dan b adalah berupa hasil spesimen yang mendapat nilai tertinggi dan terendah. Pada nilai energy serap untuk gambar b sebesar 9,652 J dan gambar a dengan nilai 3,943 J. Sedangkan pada nilai harga impak masing-masing mendapat nilai 0,084 J/mm² dan 0,037 J/mm².

Kesimpulan

Pada spesimen PP dengan serat daun nanas menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada spesimen acak dengan nilai energy mencapai 9,625 J dan nilai kekuatan impak sebesar 0,084 J/mm². Sedangkan variasi dengan nilai terendah terdapat pada vertikal 2 dengan nilai energy mencapai 3,943 J dengan perolehan nilai kekuatan impak sebesar 0,037 J/mm².

Untuk hasil dari foto makro menunjukkan antara gambar a dan b memiliki perbedaan pada kerapatan serat, terlihat gambar (b) Variasi acak menunjukkan serat daun nanas yang menempel dengan rapat sedangkan gambar (a) Variasi vertikal masih terdapat rongga yang membuat nilai energy dan harga impak yang dihasilkan menjadi rendah.

Daftar Pustaka

- Dan, C., Ampas, S., & Saccharum, T. (2017). Analisa Teknis Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas (Smooth Cayenne) Dan Serat Ampas Tebu (Saccharum Officinarum L) Sebagai Alternatif Komponen Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Bending Dan Impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(2), 410–411.
- Fiantis, D. (2020). Rancang Bangun Alat Piorisis Reaktor Tabung Bertingkat untuk Daur Ulang Sampah Plastik Polypropylene (PP) dengan Menggunakan Metode VDI 2221. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 9.
- Hakim, J., Joharwan, J. W., & Heru Palmiyanto, M. (2020). Pengaruh Beda Temperatur Proses Injeksi Terhadap Sifat Mekanis Bahan Polypropylene(PP) Daur Ulang. *Jurnal Material dan Proses manufaktur*, 4(2), 124-135
- I Made Agung Dwipayana, I Komang Astana Widi. (2020). Analisa Uji Tarik Dan Uji Impak Komposit Penguat Karbon, Campuran Epoxy-Karet Silikon 30%, 40%, 50%, Rami, Kenaf Matrik Epoxy. *jurnal teknik mesin*, 1-14
- M.Fajar Sidiq, S.T., M.Eng. Soebyakto, M. T. (2020). Pengaruh variasi komposit plastik polypropylene dengan tepung

- sagu terhadap sifat mekanis pembuatan service wedge clamp (SWC).
- Muchammad, M. (2018). Analisis Pemanfaatan Limbah Sampah Plastik Jenis Polypropylene Menjadi Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 14(1), 69. <https://doi.org/10.36499/jim.v14i1.2189>
- Muhamad Yunus, Najamudin, Kurniadi. (2016). Pengaruh Perlakuan Quenching-Tempering Terhadap Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Sedang. *Jurnal Teknik Mesin*, 19-25.
- Sari, N. H., Zainuri, A., & Wahyu, F. (2011). Pengaruh Serat dan Fraksi Volume Serat Pelepah Kelapa Terhadap Ketangguhan Impact Komposit Polyester. *Jurnal Dinamika teknik Mesin*, 1(2), 1-8
- Sulistiyowati, E. D., Sari, N. H., Yudhyadi, I., Sinarep, S., & Topan, T. (2012). Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume Terhadap kekuatan Impact dan Bending Material Komposit Polyester- Fiber Glass dan Polyester-Pandan Wangi. *Dinamika Teknik Mesin*, 2(2), 1-13
- Yopi Handoyo. (2013). Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule . *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 45-53