

ANALISIS PARAMETER PEMESINAN PADA MATERIAL KIMPOSIT Matriks EPOXY RESIN BERPENGUAT SERAT KULIT ROTAN

Benny Wahyudi

Politeknik Negeri Bandung

Email : benny.wahyudi.pmf16@polban.ac.id

Abstract

Composite is one type of material that is currently widely used in the industrial sector. One of the advantages of composites is in their resistance to corrosion and in the relatively easier production process so that the use of composites will be more profitable than using metal. This research is an experimental study using the independent variable, namely the infeed rate, the dependent variable, namely cutting quality, and several other variables as control variables, namely the infeeding depth of 1 mm and the infeeding movement of 0.05 mm / tooth and the type of workpiece material in the form of reinforced epoxy resin composites rattan bark fiber. The Vc used in the study was 20 m / min, 40 m / min and 60 m / min. Research and testing is carried out in several stages, including the making of workpiece specimens, specimen testing (hard test, tensile test and impact test), machining with a CNC milling machine, and analysis of cutting quality. The test result data is obtained from secondary data. The highest hardness test results were found in the 40% composition of 159.28 BHN, the highest tensile test results were in the 0/90 direction configuration of 21.65 Mpa, and the highest impact test results were found in the 40% composition of 1.677 J / m². Optimal cutting results in the down milling process with a cutting speed of 60 m / min.

Keywords: cutting speed; composite; cutting quality

Abstrak

Komposit merupakan salah satu jenis material yang saat ini telah dipergunakan secara luas pada sektor industri. Salah satu keunggulan komposit adalah pada ketahanannya terhadap korosi serta pada proses produksinya yang relatif lebih mudah sehingga pemakaian komposit akan lebih menguntungkan dibandingkan dengan memakai logam. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan parameter pemesinan yang sesuai supaya di dapatkan hasil pemotongan yang optimal. Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen menggunakan variabel bebas yaitu kecepatan pemakanan, variabel terikat yaitu kualitas pemotongan serta beberapa variabel lain sebagai variabel kontrol yaitu kedalaman pemakanan sebesar 1 mm dan gerakan pemakanan sebesar 0,05 mm/gigi serta jenis material benda kerja berupa komposit epoxy resin berpenguat serat kulit rotan. Vc yang digunakan dalam penelitian sebesar 20 m/min, 40 m/min dan 60 m/min. Penelitian dan pengujian di lakukan melalui beberapa tahap di antaranya pembuatan spesimen benda kerja, pengujian spesimen (uji keras, uji tarik dan uji impak), pemesinan dengan mesin CNC milling, serta analisis kualitas pemotongan. Data hasil

pengujian didapat dari data sekunder. Hasil pengujian kekerasan tertinggi terdapat pada komposisi 40% sebesar 159,28 BHN, hasil pengujian tarik tertinggi terdapat pada konfigurasi arah 0/90 sebesar 21,65 Mpa, serta hasil pengujian impak tertinggi terdapat pada komposisi 40% sebesar 1,677 J/m². Hasil pemotongan optimal pada proses down milling dengan kecepatan potong sebesar 60 m/min.

Kata kunci: Kecepatan Potong; Komposit; Kualitas Pemotongan

Pendahuluan

Kabupaten Cirebon merupakan salah satu daerah di Jawa Barat yang memiliki segudang potensi usaha yang terkenal. Potensi usaha masyarakat Cirebon salah satunya potensi kerajinannya, khususnya kerajinan yang berbahan dasar rotan. Kerajinan dan meubel rotan merupakan salah satu produk unggulan kabupaten Cirebon. Rotan memiliki beberapa keunggulan daripada kayu, seperti ringan, kuat, elastis /mudah dibentuk, serta murah. Namun, sejak pengembangan kulit rotan sintetis semakin banyak digunakan, maka penggunaan kulit rotan alami mengalami penurunan. Oleh karena itu perlu di cari pemanfaatan kulit rotan alami karena kulit rotan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Pemanfaatan kulit rotan alami dapat digunakan sebagai bahan pengisi (filler) komposit. Dari pemanfaatan ini diharapkan dapat mengurangi limbah kulit rotan karena tergantikan oleh kulit rotan sintetis. (Kurniadi, Santosa, & Wilis, 2020) dalam penelitiannya membahas tentang pengaruh komposisi serat rotan terhadap kekerasan dan keuletan material menjelaskan bahwa keuletan material komposit dengan komposisi serat 0% sebesar 1,096 J/m², komposisi serat 20% sebesar 1,068 J/m², komposisi serat 30% sebesar 1,230 J/m², sedangkan komposisi 40% sebesar 1,677 J/m². (Mulyatno & Jokosisworo, 2008) yang membahas tentang pengaruh konfigurasi serat kulit rotan terhadap kekuatan tarik yang akan dimanfaatkan dalam pembuatan badan kapal. Hasil pengujian tanpa serat sebesar 12,7 MPa, hasil pengujian tarik arah serat 0/90° sebesar 21,65 MPa dan nilai kekuatan. Dalam penelitian lain Noerhamzah yang membahas tentang pengaruh gerak makan dan putaran spindel terhadap keausan pahat HSS pada proses pemesinan end milling komposit berpenguat serat nanas. Pada penelitian ini dilakukan proses pemesinan freis dengan kedalaman 1 mm dengan gerak makan yang digunakan yaitu 0,496 mm/putaran, 0,744 mm/putaran serta 1,041 mm/putaran lalu putaran spindel yaitu 140 rpm, 204 rpm serta 283 rpm. Kemudian dilihat pengaruh dari gerak makan dan kecepatan spindel terhadap keausan pahat HSS (Davis, 2019). Berdasarkan penelitian Ardhiyanto yang membahas tentang analisis kekuatan tarik, puntir, kekerasan dan komposisi kimia baja ST 60 sebagai material propeller setelah perlakuan carburizing dengan variasi temperatur pemanasan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah nilai kekuatan tarik raw material sebesar 730 MPa serta kekerasan baja ST 60 sebesar 177,67 HV (Ardhiyanto, Budiarto, & Santosa, 2018). Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya masing-masing mempunyai perbedaan disesuaikan dengan hasil dan penjelasan dari peneliti. Namun dalam penelitian ini mencoba mendeskripsikan tentang bagaimana untuk menentukan parameter pemesinan yang sesuai supaya di dapatkan hasil pemotongan yang optimal. Berdasarkan penelitian

Tholib yang membahas tentang pengaruh jenis serat terhadap kualitas hasil pemesian bahan komposit. Pada penelitian ini dilakukan proses pemesian freis dan gurdi dengan jenis material berbeda yaitu komposit serat rubek dan komposit serat gelas. Kemudian dilihat pengaruh dari jenis material terhadap kualitas hasil pemesian (Thalib & Husni, 2015).

Berdasarkan penelitian Firman yang membahas tentang studi sifat dan morfologi komposit serat daun nanas *epoxy* ditinjau dari fraksi massa dengan orientasi serat acak. Kesimpulan dari penelitian ini adalah komposit memiliki kekuatan tarik sebesar 1,07 Mpa (Firman, Muris, & Junaedi, 2015).

Berdasarkan penelitian Santoso yang membahas tentang analisis mekanik komposit serat gelas pada tabung Cng tipe 2. Kesimpulan dari penelitian ini adalah komposit memiliki nilai kekerasan sisi permukaan sebesar 33,1 HV dan nilai kekasaran pada sisi tebal sebesar 35,5 HV (Santoso, Tauviquirrahman, & Ismail, 2015). Berdasarkan penelitian Rahman yang membahas tentang pengaruh fraksi volume serat terhadap peningkatan kekuatan impak komposit berpenguat serat nanas-nanasan (*bromealiaceae*) kontinyu searah dengan matriks *unsaturated polyester*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah kekuatan impak optimal pada fraksi volume 35% sebesar 0,0046 J/mm² (Rahman & Suwanda, 2010). Berdasarkan penelitian Wardani yang membahas tentang analisis pengujian impak metode izod dan charpy menggunakan benda uji alumunium dan baja ST 37. Kesimpulan dari penelitian ini adalah harga impak pengujian di alat uji hasil rancangan sebesar 1,857 J/mm² (Wardani, Samantha, & Budiman, 2016).

Terdapat kendala yang di hadapi pada proses pengolahan material komposit. Diantaranya adalah menentukan parameter pemesian yang sesuai supaya didapatkan hasil pemotongan yang optimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih mendalam mengenai parameter pemesian yang tepat untuk medapatkan kualitas pemotongan yang optimal. Sehingga diharapkan kendala yang terjadi dapat terselesaikan.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan variabel bebas yaitu kecepatan pemakanan, variabel terikat yaitu kualitas pemotongan serta beberapa variabel lain sebagai variabel kontrol yaitu kedalaman pemakanan sebesar 1 mm dan gerakan pemakanan sebesar 0,05 mm/gigi serta jenis material benda kerja berupa komposit epoxy resin berpenguat serat kulit rotan.

A. Metode pengujian keras

1. Siapkan spesimen uji. Spesimen pengujian kekerasan dibuat dengan 3 buah spesimen untuk masing-masing komposisi serat.
2. Siapkan permukaan benda kerja:
3. Siapkan perangkat uji kekerasan Brinell pada Universal Hardness Tester:

4. Putar *turn wheel* searah jarum jam secara perlahan hingga benda kerja menyentuh indenter tanpa mengalami *impact*, sampai jarum besar berputar sebanyak tiga kali pada skala B dan jarum kecil bergerak dari titik hitam menuju pada titik merah
5. Dorong tuas pembebanan ke arah *loading* secara perlahan – lahan. Tunggu hingga jarum besar pada skala berhenti dengan sendirinya.
6. Tunggu selama 10 - 15 detik dari saat berhentinya jarum, kemudian gerakkan tuas ke *unloading* secara perlahan-lahan sampai maksimal. Dengan naiknya tuas, jarum ikut berputar searah putaran jarum jam sampai akhirnya berhenti.
7. Baca harga kekerasan BHN pada saat jarum telah berhenti. Bacalah pada skala BHN yang berwarna hitam.

B. Metode Pengujian Tarik

1. Mencatat dan menandai dengan nomer benda yang akan diuji.
2. Mencatat ukuran-ukuran benda uji sampai ketelitian 0,1 mm.
3. Memasang benda uji pada penjepit (*grip*) atas dan bawah pada mesin uji. Diusahakan agar benda uji betul-betul vertikal, kemudian mengencangkan kedua penjepit.
4. Bagian atas mesin tetap (*fix*) sedangkan bagian bawah bergerak ke bawah dengan kecepatan rendah (konstan).
5. Spesimen tertarik dan mengalami pertambahan panjang (ΔL)
6. Data pertambahan panjang dan beban dapat dilihat pada mesin.
7. Data dicatat dan digunakan untuk membuat diagram tegangan- regangan.

C. Metode Pengujian Impak

1. Siapkan dan periksa benda uji. Benda uji dibuat dengan 3 buah spesimen untuk setiap komposisi serat.
2. Buatlah alur takik pada bagian tengah dengan ukuran yang sudah ditentukan menggunakan *notching machine* . Pengukuran alur menggunakan *notch gauge*.
3. Ukurlah dimensi dari takik nya mulai dari panjang serta kedalaman nya.
4. Bukalah “*the safety lock key*”.
5. Bukalah “*triggers*”.
6. Rentangkan “*the outer tup*” dan “*the inner tup*”.
7. Pasanglah benda kerja pada “*the V notch*”.
8. Aturilah jarum dial pada angka nol.
9. Tarik “*the spring loaded pin*” sambil menghentakkan pada knop pelepas pada “*triggers*” sampai “*outer tup*” dan “*inner tup*” berayun.
10. Bacalah pada dial, besar energi yang diserap oleh batang uji.

D. Prasyarat material komposit

1. Kekuatan tarik komposit serat nanas < kekuatan tarik komposit serat kulit rotan < kekuatan tarik baja ST 60
2. Kekerasan komposit serat gelas < kekerasan komposit serat kulit rotan < kekerasan baja ST 60
3. Kekuatan impak komposit serat nanas < kekuatan impak komposit serat kulit rotan < kekuatan impak baja ST 37

E. Metode pemesinan

1. Memeriksa kondisi mesin CNC milling agar siap digunakan.
2. Menyiapkan cutter end mill HSS.
3. Menyiapkan material komposit.
4. Memasukkan program kerja pada mesin CNC milling
5. Memasang benda kerja pada ragum dan cutter end mill pada spindle mesin.
6. Memulai proses pengerjaan melalui pemesinan CNC milling.
7. Mengamati hasil pemesinan dengan variasi kecepatan pemotongan
8. Menganalisis dan membahas data penelitian, serta membuat kesimpulan

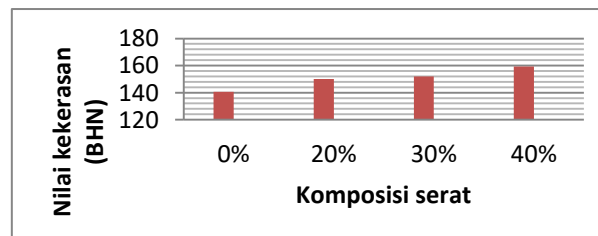
Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Pengujian Keras

Menurut Penelitian (Kurniadi et al., 2020) yang membahas tentang pengaruh komposisi serat rotan terhadap kekerasan dan keuletan material. Data hasil pengujian keras dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian Keras

| No | Komposisi Serat (%) | Nilai Kekerasan (BHN) |
|----|---------------------|-----------------------|
| 1 | 0 | 140,68 |
| 2 | 20 | 149,98 |
| 3 | 30 | 152,03 |
| 4 | 40 | 159,28 |



Gambar 1. Karakteristik Pengujian Kekerasan

Kriteria material untuk memenuhi syarat sebagai benda kerja jika memenuhi keadaan sebagai berikut:

Kekerasan komposit serat gelas = 35,5 HV

Kekerasan komposit serat kulit rotan = 159,28 BHN

Kekerasan ST 37 = 177,67 HV

Perlu dilakukan konversi antar satuan kekerasan material. Tabel konversi dapat dilihat pada lampiran.

Data setelah dilakukan konversi satuan sebagai berikut :

Kekerasan komposit serat gelas = 35,5 HV

Kekerasan komposit serat kulit rotan = 160 BHN

Kekerasan ST 37 = 177,67 HV

$35,5 \text{ HV} < 160 \text{ HV} < 177,67 \text{ HV}$

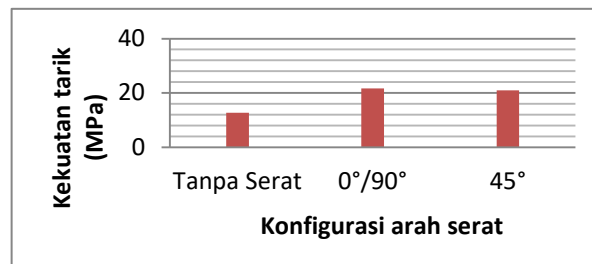
Jadi, dapat disimpulkan bahwa material komposit serat kulit rotan memenuhi persyaratan sebagai benda kerja dalam proses pemesinan.

B. Hasil Pengujian Tarik

Menurut penelitian (Mulyatno & Jokosisworo, 2008) yang membahas tentang pengaruh konfigurasi serat kulit rotan terhadap kekuatan tarik yang akan dimanfaatkan dalam pembuatan badan kapal. Data hasil pengujian tarik dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik

| No | Konfigurasi Serat | Nilai Kekuatan Tarik(MPa) |
|----|-------------------|---------------------------|
| 1 | Tanpa Serat | 12,7 |
| 2 | Arah 0/90 | 21,65 |
| 3 | Arah 45 | 21,032 |



Gambar 2. Karakteristik Pengujian Tarik

Uji prasyarat material

Kekuatan tarik komposit serat nanas = 1,07 MPa.

Kekuatan tarik serat kulit rotan = 21,65 MPa.

Kekuatan tarik baja ST 60 = 730 MPa.

$1,07 \text{ MPa} < 21,65 \text{ MPa} < 730 \text{ MPa}$

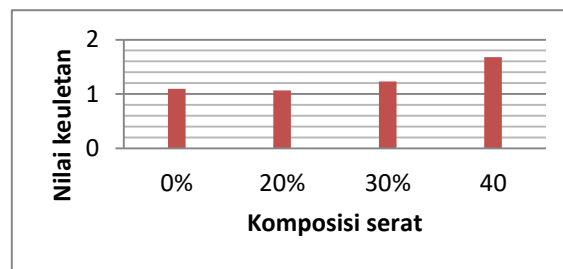
Jadi, dapat disimpulkan bahwa material komposit serat kulit rotan memenuhi persyaratan sebagai benda kerja dalam proses pemesinan.

C. Hasil Pengujian Impak

Menurut Penelitian (Kurniadi et al., 2020) yang membahas tentang pengaruh komposisi serat rotan terhadap kekerasan dan keuletan material. Data hasil pengujian keras dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data hasil pengujian impact

| No | Komposisi Serat (%) | Nilai Keuletan (J/m ²) |
|----|---------------------|------------------------------------|
| 1 | 0 | 1,096 |
| 2 | 20 | 1,068 |
| 3 | 30 | 1,230 |
| 4 | 40 | 1,677 |



Gambar 3. Karakteristik Pengujian Impact

Uji prasyarat material

Nilai impact komposit serat nanas = 0,0046 J/mm²

Nilai impact komposit serat kulit rotan = 1,677 J/mm²

Nilai impact baja ST 37 = 1,857 J/mm²

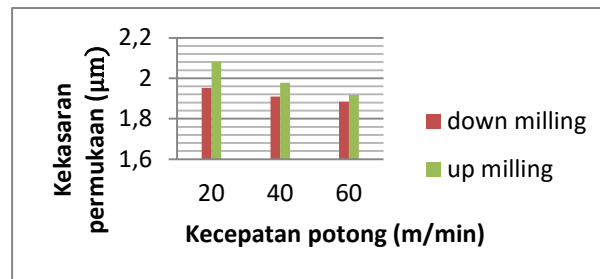
0,0046 J/mm² < 1,677 J/mm² < 1,857 J/mm²

Jadi, dapat disimpulkan bahwa material komposit serat kulit rotan memenuhi persyaratan sebagai benda kerja dalam proses pemesinan.

D. Hasil Pengujian Pemesinan

Tabel 4. Hasil Perhitungan Parameter Pemesinan

| No | Kecepatan Pemotongan (m/min) | Proses Pemesinan (Up/Down) | Kecepatan Spindel (Rpm) | Kecepatan Pemakanan (mm/min) | Kekasaran Permukaan (μm) |
|----|------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1 | 20 | Down | 318,18 | 63,636 | 1,9522 |
| 2 | 40 | Down | 636,36 | 127,272 | 1,9094 |
| 3 | 60 | Down | 954,54 | 190,908 | 1,8848 |
| 4 | 20 | Up | 318,18 | 63,636 | 2,0824 |
| 5 | 40 | Up | 636,36 | 127,272 | 1,9769 |
| 6 | 60 | Up | 954,54 | 190,908 | 1,9177 |



Gambar 4. Karakteristik Kekasaran Permukaan

E. Simpulan pengujian pemesinan

Berdasarkan data perhitungan parameter pemesinan yang dilakukan dengan menggunakan variasi pada kecepatan potong serta tipe pemesinan yang digunakan. Hasil pengujian pemesinan tipe *down milling* dengan kecepatan potong 20 m/menit sebesar 1,9552 µm, kecepatan 40 m/menit sebesar 1,9094 µm sedangkan kecepatan 60 m/menit sebesar 1,8848 µm. Untuk tipe *up milling* dengan kecepatan potong 20 m/menit sebesar 2,0824 µm, kecepatan 40 m/menit sebesar 1,9769 µm sedangkan kecepatan 60 m/menit sebesar 1,9177 µm.

Kriteria penentuan nilai hasil pemotongan berupa kekasaran permukaan. Semakin besar nilai kekasaran permukaan maka semakin kasar permukaan material, sedangkan semakin kecil nilai kekasaran permukaan maka semakin halus permukaan material. Oleh karena itu kriteria yang dipakai dalam menentukan nilai optimal dari hasil pemotongan berupa nilai semakin kecil semakin baik (*small better*).

Dari hasil analisa yang dilakukan dengan membandingkan hasil pemotongan berdasarkan pengaruh kecepatan potong serta tipe pemesinan terhadap kualitas pemotongan berupa kekasaran permukaan. Maka didapat nilai optimal dari kualitas pemotongan berupa kekasaran permukaan terdapat pada kecepatan potong 60 m/menit serta tipe pemesinan *down milling* dengan nilai kekasaran permukaan sebesar 1,8488 µm.

Kesimpulan

Berdasarkan seluruh hasil tahapan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut : 1) Karakteristik material komposit didapat dari beberapa pengujian yaitu pengujian kekerasan, pengujian tarik dan pengujian impak. Hasil pengujian keras material komposit dengan komposisi serat 0% sebesar 140,68 BHN, komposisi serat 20% sebesar 149,98 BHN, komposisi 30% sebesar 152,03 BHN serta komposisi 40% sebesar 159,28 BHN. Hasil pengujian tarik material komposit tanpa serat sebesar 12,7 kg/mm², arah serat 0°/90° sebesar 21,65 kg/mm² serta arah serat 45° sebesar 21,032 kg/mm². Hasil pengujian impak material komposit dengan komposisi serat 0% sebesar 1,096 J/m², komposisi serat 20% sebesar 1,068 J/m², komposisi 30% sebesar 1,230 J/m² serta komposisi 40% sebesar 1,677 J/m². 2) Hasil pemotongan

yang optimal didapat dari variasi kecepatan potong yang digunakan pada proses pemesinan. Kecepatan potong tertentu dapat menghasilkan pemotongan yang optimal. Pada proses down milling kecepatan potong 20 mm/min menghasilkan Ra sebesar 1,9522 μm , kecepatan potong 40 mm/min menghasilkan Ra sebesar 1,9094 μm serta kecepatan potong 60 mm/min menghasilkan Ra sebesar 1,8848 μm . Sedangkan pada proses up milling kecepatan potong 20 mm/min menghasilkan Ra sebesar 2,0824 μm , kecepatan potong 40 mm/min menghasilkan Ra sebesar 1,9769 μm serta kecepatan potong 60 mm/min menghasilkan Ra sebesar 1,9177 μm . 3) Hasil pengujian kekerasan tertinggi terdapat pada komposisi 40% sebesar 159,28 BNH, hasil pengujian tarik tertinggi terdapat pada arah serat 0°/90° sebesar 21,65 kg/mm² serta hasil pengujian impak tertinggi terdapat pada komposisi 40% sebesar 1,677 J/m². Hasil pemotongan yang paling optimal adalah menggunakan proses down milling dengan kecepatan potong sebesar 60 m/min.

Bibliography

- Ardhiyanto, K. B., Budiarto, U., & Santosa, A. W. B. (2018). Analisa Kekuatan Tarik, Puntir, Kekerasan dan Komposisi Kimia Baja ST 60 Sebagai Material Poros Propeller Setelah Perlakuan Carburizing Dengan Variasi Temperatur Pemanasan (Metode Experiment). *Jurnal Teknik Perkapalan*, 6(4).
- Davis, N. (2019). *PENGARUH GERAK MAKAN DAN PUTARAN SPINDEL TERHADAP KEAUSAN PAHAT HSS PADA PROSES PEMESINAN END MILLING KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT NENAS*. Universitas Andalas.
- Firman, S. H., Muris, M., & Junaedi, S. (2015). STUDI SIFAT MEKANIK DAN MORFOLOGI KOMPOSIT SERAT DAUN NANAS-EPOXY DITINJAU DARI FRAKSI MASSA DENGAN ORIENTASI SERAT ACAK. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 11(2), 184–191.
- Kurniadi, E. R., Santosa, I., & Wilis, G. R. (2020). Analisa Material Komposit Resin Berpenguat Serat Rotan Untuk Pembuatan Prostesis Kaki Palsu Bagi Penderita Disabilitas. *Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering*.
- Mulyatno, I. P., & Jokosisworo, S. (2008). Analisa Teknis Penggunaan Serat Kulit Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer Dengan Matriks Polyester Yukalac 157 Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Tekuk. *KAPAL: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan*, 5(3), 173–180.
- Rahman, M. B. N., & Suwanda, T. (2010). Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Peningkatan Kekuatan Impak Komposit Berpenguat Serat Nanas-Nanasan (Bromeliaceae) Kontinyu Searah dengan Matrik Unsaturated Polyester. *Semesta Teknika*, 13(2), 137–144.
- Santoso, E. F., Tauviqirrahman, M., & Ismail, R. (2015). Analisis Sifat Mekanik Komposit Serat Gelas Pada Tabung CNG Tipe 2. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(4), 389–396.
- Thalib, S., & Husni, H. (2015). *PENGARUH JENIS SERAT TERHADAP KUALITAS HASIL PEMESINAN BAHAN KOMPOSIT*.
- Wardani, C. U., Samantha, Y., & Budiman, H. (2016). Analisis Pengujian Impak Metoda Izod Dan Charpy Menggunakan Benda Uji Alumunium Dan Baja St37. *PROCEEDING STIMA*.