

TESIS
PENGARUH *POST CURING TEMPERATURE*
TERHADAP KEKUATAN UJI TARIK DAN UJI
IMPAK KOMPOSIT *POLYESTER* BERPENGUAT
SERAT SABUT KELAPA



MUHAMMAD RAFLI FAZAL

03032682226005

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024

TESIS
PENGARUH *POST CURING TEMPERATURE*
TERHADAP KEKUATAN UJI TARIK DAN UJI
IMPAK KOMPOSIT *POLYESTER* BERPENGUAT
SERAT SABUT KELAPA

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Magister
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



MUHAMMAD RAFLI FAZAL

03032682226005

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH *POST CURING TREATMENT TEMPERATURE* TERHADAP KEKUATAN UJI TARIK DAN UJI IMPAK KOMPOSIT *POLYESTER* BERPENGUAT SERAT SABUT KELAPA

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Mendapatkan Gelar Magister Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:
MUHAMMAD RAFLI FAZAL
NIM. 03032682226005

Palembang, 24 Oktober 2024
Menyetujui
Pembimbing,

Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19790105 200312 1 002

Palembang, 29 Oktober 2024

Mengetahui

Dekan,

Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM
NIP 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul “Pengaruh *Post curing Temperature* Terhadap Kekuatan Uji Tarik Dan Uji Impak Komposit *Polyester* Berpenguat Serat Sabut Kelapa” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Tesis Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Oktober 2024.

Palembang, Oktober 2024

Pembimbing :

Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 19790105 200312 1 002

()

Tim Penguji Tesis

1. Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T
NIP. 19590321 198703 1 001

()

2. Zulkarnain, S.T, M.Sc, Ph.D
NIP. 19810510 200501 1 005

()

Koordinator Program Studi
Magister Teknik Mesin



Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D.
NIP. 19790105 200312 1 002

TESIS

NAMA : MUHAMMAD RAFLI FAZAL
NIM : 03032682226005
JURUSAN : TEKNIK MESIN
BIDANG STUDI : TEKNIK MATERIAL DAN MANUFAKTUR
**JUDUL TESIS : PENGARUH *POST CURING TEMPERATURE*
TERHADAP KEKUATAN UJI TARIK DAN UJI
IMPAK KOMPOSIT *POLYESTER* BERPENGUAT
SERAT SABUT KELAPA**

DIBUAT TANGGAL : APRIL 2024
SELESAI TANGGAL : OKTOBER 2024


Mengetahui


Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., PhD.
NIP. 197112251997021001

Palembang, Oktober 2024
Menyetujui

Pembimbing,


Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19790105 2003 12 1 002



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

Kampus UNSRI Jl. Raya Prabumulih – Indralaya Ogan Ilir Telp. (0711) 580272

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Rafli Fazal

NIM : 03032682226005

Judul : Pengaruh *Post Curing Temperature* Terhadap Kekuatan Uji Tarik dan Uji Impak Komposit *Polyester* Serat Sabut Kelapa

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Oktober 2024

Penulis,

Muhammad Rafli Fazal
NIM. 03032682226005



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

Kampus UNSRI Jl. Raya Prabumulih – Indralaya Ogan Ilir Telp. (0711) 580272

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Rafli Fazal

NIM : 03032682226005

Judul : Pengaruh *Post Curing Temperature* Terhadap Kekuatan Uji Tarik dan Uji Impak Komposit *Polyester* Berpenguat Serat Sabut Kelapa

Menyatakan bahwa Tesis saya dengan judul diatas, bebas dari fabrikasi, falsifikasi, plagiat, kepengarangan yang tidak sah dan konflik kepentingan dan pengajuan jamak, seperti yang tercantum dalam Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Bilamana ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Oktober 2024

Penulis,

Muhammad Rafli Fazal
NIM. 03032682226005

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis persembahkan kehadiran ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan baik serta Sholawat dan salam bagi junjungan penulis Baginda Nabi besar Muhammad SAW. Tesis yang berjudul “Pengaruh *Post curing Temperature* Terhadap Kekuatan Uji Tarik dan Uji Impak Komposit *Polyester* Berpenguat Serat Sabut Kelapa”, disusun untuk dapat diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister Teknik di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan Tesis ini, penulis banyak menerima bantuan dan dukungan yang penuh ketulusan, baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.
2. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang selalu memotivasi penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.
3. Seluruh dosen Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan wawasan dan ilmu yang bermanfaat.
4. Para Karyawan dan staff Jurusan Magister Teknik Mesin yaitu Kak Agung, Kak Boy dan seluruh staff yang sangat membantu memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ayahku Bapak Azwar Fazal dan Ibuku Yulian Neta atas segala kerja keras, kasih sayang, doa, dukungan dan segala pengorbanannya. Saudariku Moza Falisha Fazal serta seluruh keluarga besarku yang telah banyak memberikan doa dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini.
6. Orang yang saya sayangi dan selalu mendukungku dan mendoakanku.

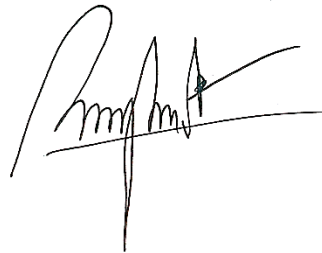
7. Teman - teman seperjuangan di Teknik Mesin “*Solidarity Forever*”, dengan teriakanya Hidup Mesin “ngeng ngeng ngeng” terutama Teknik Mesin angkatan 2018.
8. Para pejabat dan pegawai Politeknik Penerbangan Palembang Kementerian Perhubungan yang telah mengizinkan dan mendukung saya untuk menyelesaikan kuliah lanjut jenjang magister teknik mesin di Universitas Sriwijaya.

Penulis berdoa kepada ALLAH SWT semoga segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan dibalas dengan pahala, serta kesuksesan selalu diberikan-Nya kepada kita semua.

Penulis menyadari Tesis ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun. Akhir kata, Penulis berharap seluruh ilmu yang telah tertera dalam tesis dapat bermanfaat bagi semua yang memerlukan.

Palembang, Oktober 2024

Penulis,



Muhammad Rafli Fazal
NIM. 03032682226005

RINGKASAN

PENGARUH *POST CURING TEMPERATURE* TERHADAP KEKUATAN UJI TARIK DAN UJI IMPAK KOMPOSIT *POLYESTER* BERPENGUAT SERAT SABUT KELAPA

KARYA TULIS ILMIAH BERUPA TESIS, OKTOBER 2024

Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis, Oktober 2024

Muhammad Rafli Fazal; Dibimbing oleh Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D

xxxiii + 71 Halaman, 17 Gambar dan 9 Tabel,

Material komposit merupakan material rekayasa yang dibuat dari pencampuran dua atau lebih material untuk menciptakan sebuah kombinasi sifat material yang baru dan berbeda dari sifat material penyusunnya. Penelitian ini termasuk dalam komposit serat alam dengan menggunakan serat sabut kelapa sebagai penguat kemudian komposit diberi perlakuan *post curing* untuk meningkatkan kekuatan mekanis komposit. Proses *post curing* yaitu proses yang dilakukan berupa pemanasan benda uji pada temperatur tertentu yang tujuannya untuk memperbaiki sifat-sifat yang dimiliki oleh komposit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur *post curing* terhadap kekuatan impact komposit *polyester* serat sabut kelapa. Sifat mekanik yang diamati dalam penelitian ini yaitu nilai kekuatan impact material komposit. Spesimen dibuat dengan menggunakan metode *mixing* untuk pencampuran bahan paduan dan metode *hand lay up* untuk pembuatan spesimen komposit dengan dimensi sesuai standar ASTM D638-02 *Type I* dan ASTM D256 untuk uji impact. Spesimen dipanaskan dalam oven konvensional masing-masing selama 1 jam dengan variasi temperatur pemanasan *Non Post curing*, 110°C, 120°C dan 130°C yang akan dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan *post curing*. Spesimen yang telah siap uji dilakukan pengujian impact menggunakan mesin impact dengan metode *charpy*. Dari hasil pengujian nilai kekuatan tarik dan impact optimum yang diperoleh dari hasil pengujian komposit Serat Sabut Kelapa dengan matrik polyester yaitu sebesar 9,2 N/mm² dan 0,1663 J/mm², maka komposit Serat Sabut Kelapa dengan matrik polyester pada temperatur 120°C ini dapat digunakan sebagai papan partikel tipe 100 yang mempersyaratkan kekuatan tarik minimum sebesar 1,5 kg/cm², secara umum komposit Serat Sabut Kelapa dengan matrik polyester telah memenuhi persyaratan standar SNI 03-2105-1996 dari segi kekuatan tarik dan impact. Komposit Serat Sabut Kelapa dengan matrik polyester ini hampir dapat digunakan sebagai material alternative dalam pembuatan helm SNI jika ditinjau dari kekuatan tarik dan impact, karena kekuatan tarik bahan helm SNI yang hanya sebesar 10 N/mm². Sedangkan nilai kekuatan tarik komposit Serat Sabut Kelapa dengan matrik polyester yaitu sebesar 9,2 N/mm²

Kata Kunci : Komposit, Proses *Post curing*, Temperatur Pemanasan, *Hand lay up*, *Hole*, *Cross Linking*.

SUMMARY

*EFFECT OF POST CURING TEMPERATURE ON TENSILE AND IMPACT TEST STRENGTH OF COCONUT FIBER REINFORCED POLYESTER COMPOSITES
SCIENTIFIC PAPER IN THE FORM OF THESIS, OCTOBER 2024*

Scientific Paper in the form of Thesis, October 2024

Muhammad Rafli Fazal ; supervised by Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D

xxxiii + 71 Pages, 17 Pictures and 9 Table.

Composite materials are engineered materials made by combining two or more materials to create a new combination of properties that are different from those of the individual materials. This study focuses on natural fiber composites using coconut coir fiber as reinforcement, with a post-curing treatment applied to enhance the mechanical strength of the composite. Post-curing is a process involving the heating of test specimens at specific temperatures to improve the properties of the composite. The objective of this study is to investigate the effect of post-curing temperature on the impact strength of polyester-coconut coir fiber composites. The mechanical property observed in this research is the impact strength of the composite material. The specimens were fabricated using the mixing method for material blending and the hand lay-up method for creating the composite specimens, following the dimensions of ASTM D638-02 Type I and ASTM D256 standards for impact testing. The specimens were heated in a conventional oven for one hour at different temperatures: non-post curing, 110°C, 120°C, and 130°C, and compared with specimens without post-curing treatment. The prepared specimens were tested for impact using a charpy method. The results showed that the optimum tensile and impact strength values of the polyester-coconut coir fiber composite were 9.2 N/mm² and 0.1663 J/mm², respectively. Therefore, the polyester-coconut coir fiber composite at a post-curing temperature of 120°C can be used as particleboard type 100, which requires a minimum tensile strength of 1.5 kg/cm². In general, the polyester-coconut coir fiber composite meets the SNI 03-2105-1996 standard requirements in terms of tensile and impact strength. This polyester-coconut coir fiber composite is also nearly suitable as an alternative material for making SNI-standard helmets, based on tensile and impact strength, as the tensile strength of SNI-standard helmet materials is 10 N/mm², while the tensile strength of the polyester-coconut coir fiber composite is 9.2 N/mm².

Keywords: *Coconut Fiber Composite, Post curing, Tensile Strength, Impact Strength, Polyester, Temperature.*

DAFTAR ISI

COVER HALAMAN	1
JUDUL	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vii
HALAMAN AGENDA	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR.....	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR ISTILAH	xxvii
DAFTAR SIMBOL	xxix
ABSTRAK	xxvii
ABSTRACT	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Deskripsi Teoritik.....	5
2.2 Hasil Penelitian Yang Relevan.....	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Metode dan Jenis Penelitian	17
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	17

3.3	Diagram Alir Pembuatan Spesimen.....	19
3.4	Alat dan Bahan.....	31
3.5	Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1.	Hasil Pengujian Tarik	34
4.2.	Hasil Pengujian Impak.....	39
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Simpulan	51
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi Bahan Komposit.....	5
Gambar 2. 2 Klasifikasi Komposit Berpenguat (A) Partikel, (B) Serat dan	6
Gambar 2. 3 Klasifikasi Teknik Pemrosesan Komposit	7
Gambar 2. 4 Sabut Kelapa	8
Gambar 2. 5 Mesin Uji Tarik ASTM D638	11
Gambar 2. 6 Pengujian Impak (a) Metode <i>Charpy</i> dan (b) Metode <i>Izod</i>	12
Gambar 2. 7 Mesin Uji <i>Impact</i> ASTM D 256.....	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pembuatan Spesimen	19
Gambar 3. 3 Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM D 638-02 <i>Type I</i>	22
Gambar 3. 4 Cetakan Spesimen Uji Tarik	23
Gambar 3. 5 Spesimen Uji Tarik.....	23
Gambar 3. 6 Dimensi Spesimen Uji Impak ASTM D 256	25
Gambar 3. 7 Cetakan Spesimen Impak	25
Gambar 3. 8 Spesimen Uji impak	26
Gambar 4. 3 Spesimen Uji Tarik dan Uji Impak	34
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Temperature	38
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Antara Energi Impak (E) Rata- Rata, Harga Impak (W) dengan Perbandingan Variasi Fraksi Volume	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian yang Relevan	14
Tabel 3. 1 Standar yang Digunakan ASTM D 638-02 Type-1.....	22
Tabel 3. 2 Data Awal Hasil Pengujian Tarik Terhadap Temperatur <i>Post curing</i> .	29
Tabel 3. 3 Data Awal Hasil Pengujian Impak Terhadap Temperatur <i>Post curing</i>	30
Tabel 3. 4 Alat dan Bahan Pengujian.....	31
Tabel 3.5 Kegiatan Selama Pelaksanaan Pengumpulan Data	32
Tabel 4. 1 Data Awal Hasil Pengujian Tarik	35
Tabel 4. 2 Nilai Rata – Rata Tegangan (σ) Tarik	37

DAFTAR ISTILAH

Istilah	Penjelasan
<i>Post Curing</i>	Proses pemanasan tambahan yang dilakukan pada material komposit atau polimer setelah proses pengeringan awal untuk meningkatkan karakteristik mekanik dan stabilitas material
Komposit	Material yang terdiri dari dua atau lebih bahan berbeda yang digabungkan untuk menciptakan sifat yang lebih unggul dibandingkan dengan bahan-bahan individualnya, seperti kekuatan, kekakuan, atau ketahanan terhadap korosi
<i>Polyester</i>	Polimer sintesis yang banyak digunakan dalam pembuatan serat tekstil, plastik, dan resin komposit, dengan sifat tahan terhadap air, bahan kimia, dan kerusakan akibat lingkungan, sehingga sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pakaian dan kemasan
Uji Tarik	Metode untuk mengukur kekuatan dan elastisitas suatu material dengan cara menariknya sampai material tersebut putus
Uji Impak	Metode pengujian yang bertujuan untuk menentukan ketahanan material terhadap benturan atau pukulan mendadak.
ASTM	ASTM (American Society for Testing and Materials), organisasi internasional yang menetapkan dan menerbitkan standar teknis untuk berbagai jenis material, produk, sistem, dan layanan untuk memastikan kualitas, keamanan, dan konsistensi
<i>Filler</i>	Bahan tambahan yang dimasukkan ke dalam material utama, seperti komposit atau polimer, untuk meningkatkan sifat mekanis, mengurangi biaya, atau menambah volume tanpa mengubah karakteristik utama material
Spesimen	Sampel material atau objek yang digunakan dalam pengujian atau penelitian untuk mewakili sifat-sifat dari material atau produk secara keseluruhan
<i>Hand Lay-up</i>	Proses pembuatan komposit secara manual dengan meletakkan lapisan resin dan serat di atas cetakan, yang kemudian ditekan untuk menghilangkan gelembung udara sebelum proses pengeringan
<i>Charpy Method</i>	Metode pengujian impak yang digunakan untuk mengukur ketahanan material terhadap benturan dengan

	menggunakan spesimen berbentuk batang yang dipotong dengan notch, dan dibenturkan untuk menentukan energi yang diserap sebelum patah
<i>Izod Methode</i>	Metode pengujian dampak yang mengukur ketahanan material terhadap benturan dengan spesimen berbentuk batang vertikal yang memiliki notch, dan dibenturkan dari samping untuk menentukan energi yang diserap saat patah
Tegangan	Gaya per satuan luas yang bekerja pada suatu material, biasanya diukur dalam satuan pascal (Pa) atau N/m^2 , dan menunjukkan seberapa besar tekanan yang dialami material tersebut akibat beban yang diberikan
Tegangan Maksimum	Tegangan maksimum adalah nilai tertinggi dari tegangan yang dapat ditahan oleh material sebelum mengalami kerusakan atau patah, yang mencerminkan batas kekuatan material tersebut dalam kondisi tertentu
Energi Tumbukan	Jumlah energi yang diserap atau dipindahkan saat suatu benda mengalami benturan dengan benda lain. Dalam konteks pengujian dampak, energi tumbukan diukur untuk menentukan ketahanan material terhadap kerusakan akibat benturan.
Kekuatan Tarik	Kemampuan suatu material untuk menahan beban atau gaya yang menariknya sebelum mengalami kegagalan atau patah. Kekuatan ini diukur dengan menggunakan uji tarik dan dinyatakan dalam satuan tegangan, biasanya pascal (Pa) atau N/m^2
<i>Load cell</i>	Perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur gaya atau beban dengan mengubahnya menjadi sinyal elektrik. Load cell sering digunakan dalam aplikasi seperti timbangan, pengujian material, dan sistem pengukuran beban untuk memastikan akurasi dan presisi dalam pengukuran.
<i>Crosslink</i>	Ikatan kimia yang terbentuk antara rantai polimer, yang menghubungkan dua atau lebih rantai menjadi struktur tiga dimensi yang lebih kuat dan stabil
<i>Mixing Methode</i>	Teknik yang digunakan untuk menggabungkan berbagai bahan, seperti polimer, serat, dan aditif, untuk mencapai homogenitas dan konsistensi dalam pembuatan material komposit

DAFTAR SIMBOL

Lambang	Nama	Satuan
σ	Tegangan	[N/m ² atau <i>Pascal</i>]
F	Gaya Tarik Yang Bekerja Pada Material	[<i>Newton</i>]
A	Luas Penampang Mula-Mula Dari Material	[m ²]
E	Usaha Yang Diperlukan Untuk Mematahkan Benda Uji	[kg.m]
E ₁	Usaha Yang Dilakukan	[kg.m]
E ₂	Sisa Usaha Setelah Mematahkan Benda Uji	[kg.m]
P	Berat Palu	[kg]
D	Jarak Dari Pusat Sumbu Palu Ke Pusat Gravitasi	[m]
α	Sudut Angkat Palu	[⁰]
W	Harga Impak	[kg.m/mm ²]
A _o	Luas Penampang	[mm ²]
P	Panjang	[mm]
L	Lebar	[mm]
T	Tinggi	[mm]
b	Lebar Penjepit	[mm]
r	Radius Kelengkungan	[mm]
m	Massa	[gram]
p	Massa Jenis	[gram/cm ³]
T	Temperatur Suhu Dalam Skala <i>Celcius</i>	⁰ C
h	Tebaal Spesimen	[mm]

PENGARUH *POST CURING TREATMENT* TEMPERATURE TERHADAP KEKUATAN UJI TARIK DAN UJI IMPAK KOMPOSIT *POLYESTER* BERPENGUAT SERAT SABUT KELAPA

Muhammad Rafli Fazal⁽¹⁾, Agung Mataram⁽¹⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indralaya,
30662, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

Email: raflifazal21012001@gmail.com

Abstrak

Material komposit merupakan bahan rekayasa yang dihasilkan dari kombinasi dua atau lebih material untuk menciptakan sifat mekanik yang lebih unggul dibandingkan material penyusunnya. Penelitian ini berfokus pada komposit serat alam, menggunakan serat sabut kelapa sebagai penguat dengan matriks polyester. Perlakuan *post curing* diterapkan untuk meningkatkan kekuatan mekanis komposit. *Post curing* adalah proses pemanasan pada suhu tertentu untuk memperbaiki sifat-sifat komposit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu *post curing* terhadap kekuatan impak komposit polyester-serat sabut kelapa. Spesimen dibuat menggunakan metode mixing untuk pencampuran bahan dan hand lay-up untuk pembentukan komposit, sesuai standar ASTM D638-02 Type I dan ASTM D256 untuk uji impak. Spesimen dipanaskan dalam oven pada suhu bervariasi: non-*post curing*, 110°C, 120°C, dan 130°C, masing-masing selama satu jam. Pengujian impak dilakukan menggunakan metode *charpy*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit dengan suhu *post curing* 120°C memiliki kekuatan tarik optimum sebesar 9,2 N/mm² dan kekuatan impak 0,1663 J/mm². Berdasarkan hasil ini, komposit polyester-serat sabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan papan partikel tipe 100 dan memenuhi standar SNI 03-2105-1996 untuk kekuatan tarik dan impak. Selain itu, komposit ini berpotensi sebagai alternatif material untuk pembuatan helm berstandar SNI.

Kata Kunci: *Komposit Serat Sabut Kelapa, Post curing, Kekuatan Tarik, Kekuatan Impak, Polyester, Suhu.*

Mengetahui
Koordinator Program Studi Magister
Teknik Mesin,



Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19790105 2003 12 1 002

Palembang, Oktober 2024
Menyetujui
Pembimbing,



Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19790105 2003 12 1 002

EFFECT OF *POST CURING* TEMPERATURE ON TENSILE AND IMPACT TEST STRENGTH OF COCONUT FIBER REINFORCED *POLYESTER* COMPOSITES

Muhammad Rafli Fazal⁽¹⁾, Agung Mataram⁽¹⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indralaya, 30662, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

Email: raflifazal21012001@gmail.com

Abstract

Composite material is an engineered material created by combining two or more materials to produce enhanced mechanical properties compared to its constituent materials. This study focuses on natural fiber composites using coconut fiber as reinforcement with a polyester matrix. Post-curing treatment is applied to improve the mechanical strength of the composite. Post-curing is a heating process at a specific temperature aimed at enhancing the properties of the composite. The purpose of this research is to determine the effect of post-curing temperature on the impact strength of polyester-coconut fiber composites. The specimens were fabricated using the mixing method for material blending and hand lay-up for composite formation, following the standards of ASTM D638-02 Type I and ASTM D256 for impact testing. The specimens were heated in an oven at various temperatures: non-*post curing*, 110°C, 120°C, and 130°C, each for one hour. Impact testing was conducted using charpy method. The results showed that the composite with a post-curing temperature of 120°C achieved optimum tensile strength of 9.2 N/mm² and impact strength of 0.1663 J/mm². Based on these findings, the polyester-coconut fiber composite can be used as material for particleboard type 100 and meets the SNI 03-2105-1996 standards for tensile and impact strength. Additionally, this composite has the potential to be used as an alternative material for manufacturing SNI-standard helmet.

Keywords: *Coconut Fiber Composite, Post curing, Tensile Strength, Impact Strength, Polyester, Temperature.*

Mengetahui
Koordinator Program Studi Magister
Teknik Mesin,



Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19790105 2003 12 1 002

Palembang, October 2024
Menyetujui
Pembimbing,



Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19790105 2003 12 1 002

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi material telah mendorong serat alam menjadi kandidat penguat komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan, dan ekonomis. Hal ini memungkinkan komposit berbahan serat gelas atau logam digantikan oleh komposit serat alam (Miwazuki et al., 2024). Perkembangan ini menekankan pada prinsip keberlanjutan, efisiensi lingkungan global, dan kimia hijau, yang mengintegrasikan bahan, proses pengembangan, dan produk (Anwar, 2022). Penggunaan material logam dalam berbagai komponen produk kini semakin menurun (Purbaningrum et al., 2023). Hal ini disebabkan oleh bobot logam yang berat, proses pembentukannya yang sulit, kerentanannya terhadap korosi, serta biaya produksinya yang tinggi (Syafitri et al., 2024). Sebagai alternatif, material lain yang memiliki karakteristik mirip logam terus dikembangkan, salah satunya adalah material komposit.

Komposit merupakan gabungan dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu kesatuan yang menyatu dan memiliki sifat-sifat baru yang lebih baik dari unsur pembentuknya (Paundra et al., 2022). Material komposit memberikan banyak inovasi di dunia teknik seperti memberi keunggulan dalam kualitas dan umur pakai yang panjang (Krauklis et al., 2021). Kekuatan yang lebih tinggi, bobot lebih rendah tahan terhadap korosi dan perawatan yang mudah telah banyak digunakan pada aplikasi teknik khususnya di sektor transportasi, konsumsi energi yang berkurang secara signifikan dan ramah lingkungan

Komposit berpenguat serat alami, seperti serat sabut kelapa, semakin diminati (Azizah et al., 2024). Serat dan matriks adalah bahan utama dalam pembuatan komposit (Saputra et al., 2022). Serat berfungsi sebagai penguat mekanik dengan mentransfer beban ke matriks (Nisa et al., 2022), dan terbagi menjadi serat sintetis dan alami (Diana et al., 2020). Saat ini, industri lebih banyak menggunakan serat sintetis, seperti fiberglass, meskipun harganya mahal dan sulit terdegradasi secara alami (Oktariadi et al., 2022.; Ivanly et al., 2023). Di sisi lain, serat alami bersifat dapat diperbarui, dapat didaur ulang, dan lebih ramah (Aulia dan Tullah, 2022). Serat alami diperoleh dari sumber alam dan umumnya berasal dari tumbuhan atau

hewan (Kusmartono et al., 2021). Namun dibalik keuntungannya, komposit serat alam me Namun, komposit serat alami juga memiliki kelemahan, seperti kompatibilitas yang buruk antara serat dan matriks serta penyerapan air yang tinggi (Sulardjaka et al., 2020).

Negara Indonesia mempunyai banyak potensi kekayaan serat alam dikarenakan mudah untuk ditemukan. Salah satunya serat sabut kelapa. Serat sabut kelapa memiliki keunggulan dengan contoh kekuatan, elastisitas, ketahanan terhadap bakteri mikroba kotor (Asam et al., 2022; Siagian et al., 2024). Kekuatan komposit dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti distribusi serat, interaksi dengan matriks, serta ukuran dan bentuk serat. Serat sabut kelapa, yang kaya akan lignin, memiliki sifat unik dan memberikan manfaat tersendiri (Kondo dan Arsyad, 2021). Dalam mengevaluasi sifat mekanik komposit, pengujian kuantitatif seperti uji tarik akan dilakukan mengikuti standar ASTM D638 dan uji impak mengikuti standar D268 yang merupakan metode standar untuk menentukan kekuatan tarik dan kekuatan impak material termoplastik, termasuk komposit berbasis *polyester* (Kumaraswamy et al., 2020). Sehingga hasil yang diperoleh dapat dibandingkan secara valid dengan penelitian lain (Wale et al., 2021).

Penelitian yang mendalami pengaruh variasi suhu post curing terhadap kekuatan tarik dan impak pada komposit berbahan serat sabut kelapa masih terbatas. Tidak banyak studi yang memberikan data kuantitatif terperinci tentang pengaruh kondisi *post curing* terhadap peningkatan atau penurunan sifat mekanis ini. Penelitian terkait pengaruh pengovenan dan panjang serat terhadap sifat mekanik komposit telah dilakukan oleh beberapa peneliti, yang secara konsisten menunjukkan bahwa kedua faktor tersebut berperan penting dalam meningkatkan kualitas material komposit. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Nurrahmi et al., 2020), proses pengovenan pada suhu 100°C terbukti menghasilkan kekuatan tarik tertinggi pada komposit. Hal ini diduga karena suhu tersebut memungkinkan penguapan sempurna dari kandungan air pada material, yang pada gilirannya meningkatkan adhesi antara matriks dan serat.

Selain itu, penelitian oleh (Boimau, 2021) menekankan bahwa tidak hanya suhu pengovenan yang mempengaruhi sifat mekanik komposit, tetapi juga fraksi volume dan panjang serat. Mereka menyimpulkan bahwa fraksi volume serat yang

lebih tinggi mampu mendistribusikan beban dengan lebih merata, sehingga meningkatkan kekuatan bending komposit secara keseluruhan. Panjang serat juga memainkan peran penting karena serat yang lebih panjang memungkinkan transfer beban yang lebih efektif dari matriks ke serat, mengurangi terjadinya patahan pada material komposit. Dengan demikian, pengoptimalan suhu pengovenan, fraksi volume, serta panjang serat dapat secara signifikan meningkatkan sifat mekanik, baik dalam hal kekuatan tarik maupun kekuatan bending komposit. Dengan demikian, penelitian ini akan menggunakan metode uji tarik dan uji impak dengan standar ASTM D638 dan D268 untuk mengumpulkan data mengenai kekuatan tarik dan kekuatan impak komposit berbasis serat sabut kelapa. Variabel- variabel yang akan dianalisis meliputi suhu *post curing* yang diharapkan dapat memberikan hasil kuantitatif yang valid untuk menggambarkan sifat mekanik material.

Berdasarkan literatur ini, hipotesis yang diuji dalam penelitian ini adalah bahwa variasi suhu *post curing* dapat mempengaruhi kekuatan tarik dan impak komposit sabut kelapa. Variabel yang diteliti meliputi suhu *post curing* sebagai variabel bebas, sementara kekuatan tarik dan impak sebagai variabel terikat, dengan kondisi proses lainnya dijaga konstan. Kombinasi dari kedua faktor ini menjelaskan bahwa proses manufaktur yang tepat dapat menghasilkan komposit dengan performa yang optimal, yang sesuai dengan kebutuhan industri untuk material yang kuat dan tahan lama. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat mengeksplorasi variasi suhu pengovenan lainnya serta investigasi lebih mendalam tentang interaksi antara panjang serat dan jenis matriks yang digunakan dalam komposisi (Ihsan et al., 2023, Nurrahmi et al., 2020, Djuliana et al., 2024; Widanto et al., 2024).

Dengan latar belakang ini, penulis tertarik untuk menyelidiki lebih lanjut dalam tesis yang berjudul "Pengaruh *Post Curing* Treatment Temperature Terhadap Kekuatan Uji Tarik dan Uji Impak Komposit Polyester Berpenguat Serat Sabut Kelapa." Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara kuantitatif pengaruh variasi suhu *post curing* terhadap kekuatan tarik dan impak komposit berbasis serat sabut kelapa. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan bukti empiris mengenai suhu optimal yang dapat menghasilkan komposit dengan kekuatan mekanis terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam latar belakang tesis ini adalah Pengaruh *temperatur post curing* terhadap kekuatan tarik komposit *polyester* yang diperkuat dengan serat sabut kelapa, serta adanya perbedaan signifikan dalam kekuatan tarik komposit polyester pada berbagai *temperatur post curing*, yaitu 110°C, 120°C, dan 130°C yang diuji menggunakan metode tarik sesuai dengan standar ASTM D638-02 Tipe I dan uji impak berdasarkan standar D268.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, penulis membatasi analisis pada tiga variasi temperatur post curing, yaitu 110°C, 120°C, dan 130°C, tanpa mempertimbangkan pengaruh temperatur di luar rentang tersebut. Pengujian kekuatan tarik akan dilakukan sesuai dengan standar ASTM D638-02 Tipe I, dengan fokus pada pengukuran kekuatan tarik dan kekuatan impak komposit polyester yang diperkuat serat sabut kelapa, tanpa mencakup pengujian mekanik lainnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian untuk menganalisis pengaruh temperatur *post curing* (110°C, 120°C, dan 130°C) terhadap kekuatan tarik serta kekuatan impak komposit *polyester* yang diperkuat dengan sabut kelapa dan matriks *polyester*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian yang dibuat tersaji kedalam dua poin sebagai :

1. Kontribusi terhadap Ilmu Material dan Inovasi Komposit:

Penelitian diharapkan dapat mendapatkan wawasan baru khususnya pengembangan komposit berbasis serat sabut kelapa, yang dapat meningkatkan kinerja material dan mengurangi ketergantungan pada bahan sintetis, serta mendorong penggunaan material ramah lingkungan.

2. Panduan untuk Dunia Industri dan Penelitian Selanjutnya:

Hasil penelitian dapat menjadi dasar bagi industri dalam meningkatkan proses produksi komposit, sekaligus memberikan informasi yang berguna untuk penelitian lanjutan di bidang pengembangan komposit berbahan serat alami sabut kelapa

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, Sukarman, Apang Djafar Shieddieque, Safril, Dibyo Setiawan, Nana Rahdiana, 2021. Evaluasi Kekuatan Uji Tarik Pada Proses Pengelasan Busur Listrik Beda Material Sphc Dan S30-C. *J. Tek. Mesin Mech. Xplore* 1, 29–37. <https://doi.org/10.36805/jtmmx.v1i2.1395>
- Aditya Aji, R., Wibowo, A., Teknik Mesin, J., Negeri Batam, P., 2022. Pengujian Impak Sambungan Circumseam Pada Bejana Tekan Hasil Pengelasan Multiproses Material Sa 516 Grade 70N. *J. Teknol. dan Ris. Terap.* 4, 2685–4910. <https://doi.org/https://doi.org/10.30871/jatra.v4i1.4022>
- Anwar, M., 2022. Green Economy Sebagai Strategi Dalam Menangani Masalah Ekonomi Dan Multilateral. *J. Pajak dan Keuang. Negara* 4, 343–356. <https://doi.org/10.31092/jpkn.v4i1s.1905>
- Asam, P., Di, J., Banda, K., 2022. Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Serat Alam Limbah Sabut Kelapa (Cocofiber) yang Biodegradable. *J. Ilm. Mhs. Pendidik. Kesejaht. Kel.* 21–31. <https://doi.org/10.23960/jsl24109-116>
- Asmatulu, E., Twomey, J., Overcash, M., 2014. Recycling of fiber-reinforced composites and direct structural composite recycling concept. *J. Compos. Mater.* 48, 593–608. <https://doi.org/10.1177/0021998313476325>
- Astika, I., Lokantara, I., Gatot Karohika, I., 2013. Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa. *J. Energi Dan Manufaktur* 6.
- Aulia, U., Tullah, M., 2022. Pengaruh Ketebalan Spesimen Terhadap Kemampuan Menyerap Bunyi Pada Kombinasi Serat Sabut Kelapa (Cocofiber) dan Serat Ekor Kucing (Typha Latifolia). *J. Tek. Mesin* 10, 7–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.24815/jtm.v10i1.27104>
- Azizah, Y.N., Jupriyanto, Jandhana, I.B.P., Royke Deksin, G., 2024. Studi Efektivitas Karakteristik Serat Alami Kenaf (Hibiscus Cannabinus) sebagai Pengganti Serat Sintesis Kevlar untuk Bahan Komposit Anti Peluru: Jurnal Review. *J-Proteksion J. Kaji. Ilm. dan Teknol. Tek. Mesin* 9, 37–45. <https://doi.org/10.32528/jp.v9i1.2030>
- Boimau, K., 2021. Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Bending Komposit Poliester Berpenguat Serat Daun Gewang. *Al-Jazari J. Ilm. Tek. Mesin* 6, 90–

95. <https://doi.org/10.31602/al-jazari.v6i2.6056>
- Diana, L., Ghani Safitra, A., Nabel Ariansyah, M., 2020. Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer. *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.* 4, 59–67. <https://doi.org/https://doi.org/10.30588/jeemm.v4i2.754>
- Diana, N.A., Widodo, T., Asep Syarip Hidayat, 2024. Kinerja Lapis Pondasi Semen Komposit Tanah Dengan Bahan Tambah Matos Soil Stabilizer Pada Ruas Entikong – Rasau 2. *Agregat* 9, 1037–1041. <https://doi.org/10.30651/ag.v9i1.22180>
- Dixit, S., Goel, R., Dubey, A., Shivhare, P.R., Bhalavi, T., 2017. Natural fibre reinforced polymer composite materials - A review. *Polym. from Renew. Resour.* 8, 71–78. <https://doi.org/10.1177/204124791700800203>
- Djuliana, S., Aritonang, S., Muniarti, R., 2024. Potensi Penambahan Serat Alumina dalam Kaca Optik sebagai Doping untuk Aplikasi Light Detection and Ranging (LIDAR). *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi* 7, 298–303. <https://doi.org/https://doi.org/10.30596/rmme.v7i2.17345>
- Dosoputranto, E., Musanif, I., Bawano, F., Sumolang, E., 2021. Karakteristik Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Hybrid Serat Dan Lidi Kelapa. *J. Ilm. Tek. Mesin* 15, 136. <https://doi.org/10.24853/sintek.15.2.136-142>
- Fahmi, H., Hermansyah, H., 2011. Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/ Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik. *Tek. Mesin Undana* 1, 46–52.
- Feriady, A., Efrita, E., Yawahar, J., 2020. Pembuatan Cocopeat Sebagai Upaya Peningkatan Nilai Tambah Sabut Kelapa. *J. Pengabd. Masy. Bumi Raflesia* 3, 406–416. <https://doi.org/10.36085/jpmb.v3i3.1062>
- Hardiana, A., 2024. Analisis Spasial Sebaran Dan Kerapatan Mangrove Dengan Interpretasi Citra Satelit Sentinel 2a Di Kecamatan Mamuju. *J. Perikan. Unram* 13, 555–562. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i2.520>
- Hendri Hestiawan, J.K., 2017. Pengaruh Penambahan Katalis Terhadap Sifat Mekanis Resin Poliester Tak Jenuh. *Teknosia* 3, 1–7. <https://doi.org/10.6789/teknosia.v3i1.2118>
- Irfan Oktariadi Oktariadi, Pratikto, Susilowati, A., 2022. Pengaruh Bonding Agent

- Dan Serat Gelas Pada Papan Semen Ringan. *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.* 9, 18–26. <https://doi.org/10.33197/jitter.vol9.iss1.2022.918>
- Ivanly, J., Dalil, M., Arif, D.S., 2023. Pengaruh Variasi Serat Fiberglass Terhadap Kekuatan Tarik Komposit High Density Polyethylene. *Proksima* 1, 1–7. <https://doi.org/10.31258/proksima.1.1.1-7>
- Kardiman, K., La Ifa, L.I., Rasyid, R., 2020. PEMBUATAN ADSORBEN DARI SABUT KELAPA SEBAGAI PENYERAP LOGAM BERAT Pb(II). *ILTEK J. Teknol.* 14, 2083–2087. <https://doi.org/10.47398/iltek.v14i2.421>
- Kondo, Arsyad, 2021. Pengaruh Konsentrasi Larutan Natrium Hidroksida Terhadap Kekuatan Lentur Komposit Serat Sabvut Kelapa. *Semin. Nas. Has. Penelit. ...* 71–74.
- Kosjoko, 2014. Pengaruh Perendaman (NaOH) Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Bahan Komposit Serat Bambu Tali (*Gigantochloa Apus*) Bermatriks Polyester. *Info Tek.* 15, 139–148.
- Krauklis, A.E., Karl, C.W., Gagani, A.I., Jørgensen, J.K., 2021. Composite material recycling technology—state-of-the-art and sustainable development for the 2020. *J. Compos. Sci.* 5. <https://doi.org/10.3390/jcs5010028>
- Kumaraswamy, J., Kumar, V., Purushotham, G., 2020. A review on mechanical and wear properties of ASTM a 494 M grade nickel-based alloy metal matrix composites. *Mater. Today Proc.* 37, 2027–2032. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.499>
- Kusmartono, B., Yuniwati, M., Adzkiyaa, Z., 2021. Pemanfaatan Serat Pohon Pisang Kepok (*Musa paradisiacal L*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Hardboard. *J. Teknol.* 14, 91–98. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v14i1.2074>
- Lubis, G.S., Taufiqurrahman, M., Ivanto, M., 2021. Analisa Pengaruh Parameter Proses Terhadap Uji Tarik Produk Hasil 3D Printing Berbahan Polylatic Acid. *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.* 5, 39. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v5i2.877>
- Margono, B., Haikal, H., Widodo, L., 2020. Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Plastik Hdpe Berpenguat Serat Ampas Tebu Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Bending. *AME (Aplikasi Mek. dan Energi) J. Ilm. Tek. Mesin* 6, 55. <https://doi.org/10.32832/ame.v6i2.3069>

- Mataram, A., 2014a. Tensile Strength Matrix Composite Waste Glass Fiber Reinforced Plastics. *J. Teknol.* 69, 133–137. <https://doi.org/10.11113/jt.v69.3325>
- Mataram, A., 2014b. Tensile Strength Matrix Composite Waste Glass Fiber Reinforced Plastics. *J. Teknol.* 69, 133–137. <https://doi.org/10.11113/jt.v69.3325>
- Miwazuki, S.A., Anisa, P., Rustama, R.Z., Christina, A., Aritonang, S., 2024. Review Komprehensif: Studi Perbandingan Antara Material Logam dan Komposit untuk Pembuatan Helm Anti Balistik. *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi* 7, 120–126. <https://doi.org/ttps://doi.org/10.30596/rmme.v7i1.17285>
- Munawaroh, A., Sriminarti, N., Purnamasari, O., ..., 2023. Pengembangan Dodol Inovatif Berbasis Bahan Lokal dan Pemanfaatan Digital Marketing sebagai Media Promosi Usaha Dodol Rumahan" Dodol Betawi Bang Ehza". *Pros. Semin. ...* 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.35793/jtek.v4i3.8257>
- Nisa, K.S., Melyna, E., Samida, M.R.M., 2022. Sintesis Biokomposit Serat Sabut Kelapa dan Resin Poliester dengan Alkalisasi KOH Menggunakan Metode Hand Lay-Up. *Rekayasa* 15, 354–361. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.16713>
- Nontji, M., Galib, M., Amran, F.D., Suryanti, S., 2022. Pemanfaatansabut Kelapa Menjadi Cocopeat dalam Upaya Peningkatan Ekonomi Masyarakat. *JPPM (Jurnal Pengabd. dan Pemberdaya. Masyarakat)* 6, 145. <https://doi.org/10.30595/jppm.v6i1.7581>
- Nurrahmi, S., Nuraisyah, S., Hernawati, H., 2020. Pengaruh Penambahan Pati dan Plasticizer Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Plastik Biodegradable. *J. Fis. dan Ter.* 7, 128–138. <https://doi.org/10.24252/jft.v7i2.18267>
- Paundra, F., Imad, K., Muhyi, A., Sumardi, O., Rojikin, S., 2022. Pengaruh Variasi Fraksi Volum Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Serat Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Bermatrik Polyester. *J. Foundry* 5, 12–18. <https://doi.org/10.62944/jf.v5i1.48>
- Priono, H., Ilyas, M.Y., Nugroho, A.R., Setyawan, D., Maulidiyah, L., Anugrah, R.A., 2020. Desain Pencacah Serabut Kelapa dengan Penggerak Motor Listrik.

- J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater. 3, 23.
<https://doi.org/10.30588/jeemm.v3i1.494>
- Purbaningrum, S.P., Johannes, J., Imansuri, F., Salati, D., Solih, E.S., 2023. Implementasi Jig Welding Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelasan Frame Base. J. Community Serv. Sustain. 2, 55–64.
<https://doi.org/10.52330/jocss.v2i1.277>
- Regatama, G., Amiruddin, W., Mulyatno, I.P., 2019. Jurnal teknik perkapalan. Tek. Perkapalan 7, 152–160.
- Rozi, I.A., Khuzaini, 2021. Pengaruh Temperatur, Kualitas Serat dan Fraksi terhadap Uji Tarik dan Uji Impak Pada Ampas Tahu. J. Ilmu dan Ris. Manaemen 10, 1–20. <https://doi.org/10.26623/elektrika.v15i2.8017>
- Ruwana, I., Hutabarat, J., 2015. Perancangan Rompi Anti Cidera Berbahan Coir Fiber (Serabut Kelapa) Yang Ergonomis. Proceeding Nas. Teknol. ... 673–680.
- Sagar R Dharmadhikari, Sachin G Mahakalkar, Jayant P Giri, N.D.K., 2013. “Design and Analysis of Composite Drive Shaft using ANSYS and Genetic Algorithm” A Critical Review. Ijmer 3, 490–496.
- Sandy Pica, Z., Syahbuddin, S., Djatmiko, E., 2021. Proses Pembuatan Komposit Baja ASTM A 615 M Oxide Dispersed Strengthening (ODS) Berpenguat Alumina. J. Syntax Admiration 2, 731–745.
<https://doi.org/10.46799/jsa.v2i4.206>
- Saputra, R., Kardiman, K., Santoso, D.T., Imran, A.I., 2022. Analisis Sifat Mekanis dan Sifat Fisis pada Komposit Serat Sabut Kelapa Serat Bambu Matriks Epoxy Sebagai Material Bumper Mobil. J. Rekayasa Mesin 17, 37.
<https://doi.org/10.32497/jrm.v17i1.3014>
- Siagian, D.E.N., Hakiem, M., Putra, S., 2024. Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan Natural Fiber As an Environmentally Friendly Composite Material. CIVeng 5, 55–60. <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v2i3.4>
- Siregar, A.H., Setyawan, B.A., Marasabessy, A., 2016. Komposit Fiber Reinforced Plastic Sebagai Material Bodi Kapal Berbasis Fiberglass Tahan Api. Bina Tek. 12, 261–266.
- Sugiono, 2017. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta CV, Bandung.

- Sulardjaka, S., Nugroho, S., Ismail, R., 2020. Peningkatan Kekuatan Sifat Mekanis Komposit Serat Alam menggunakan Serat Enceng Gondok (Tinjauan Pustaka). *Teknik* 41, 27–39. <https://doi.org/10.14710/teknik.v41i1.23473>
- Syafitri, A., Mediniariasty, A., Yerizam, M., 2024. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur dan Sekam Padi sebagai Katalis dalam Pembuaatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. *J. Pendidik. dan Teknol. Indones.* 4, 5–10. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.368>
- Utama, F.Y., Zakiyya, H., 2016. Pengaruh Variasi Arah Serat Komposit Berpenguat Hibrida Fiberhybrid Terhadap Kekuatan Tarik Dan Densitas Material Dalam Aplikasi Body Partmobil. *Mekanika* 15, 60–69.
- Wale, M.E., Nesbitt, D.Q., Henderson, B.S., Fitzpatrick, C.K., Creechley, J.J., Lujan, T.J., 2021. Applying astm standards to tensile tests of musculoskeletal soft tissue: Methods to reduce grip failures and promote reproducibility. *J. Biomech. Eng.* 143, 1–11. <https://doi.org/10.1115/1.4048646>
- Widanto, M.H., Jayadi, M., Agustianingsih, R., Sari, R.A., 2024. Pelatihan Proses Manufaktur Material Komposit dalam Meningkatkan Keterampilan Siswa SMKN 4 Depok untuk Penyelarasan Pendidikan dengan Tren Industri. *J. Bakti Dirgant.* 1, 20–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.35968/36512c82>
- Yudhyadi, I., Sari, N.H., 2014. Analisa Kekuatan Impact Komposit Polyester Diperkuat Serat Pandan Wangi dengan Pengisi Serbuk Gergaji Kayu. *J. Energi Dan Manufaktur* 6, 129–134.
- Zahreza, E., Ashad, H., Alifuddin, A., 2024. Analisis Kuat Tarik Tidak Langsung Dengan Durabilitas Penggunaan Abu Ampas Sagu Sebagai Filler pada Campuran 6, 345–352. <https://doi.org/10.52005/teslink.v6i2.381>