

**STUDI KEKUATAN BENDING MATERIAL KOMPOSIT
EPOXY HIBRIDA YANG BERPENGUAT SERAT NANAS DAN
SERAT KARBON**

PROYEK AKHIR



Oleh:

ZAENURI IHSAN WIYONO
NIT: 30421024

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA**

2024

STUDI KEKUATAN BENDING MATERIAL KOMPOSIT EPOXY HIBRIDA YANG BERPENGUAT SERAT NANAS DAN SERAT KARBON

PROYEK AKHIR

Proyek Akhir ini Diajukan sebagai Syarat mendapatkan gelar Ahli Madya (A.Md)
pada Program Studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara



**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

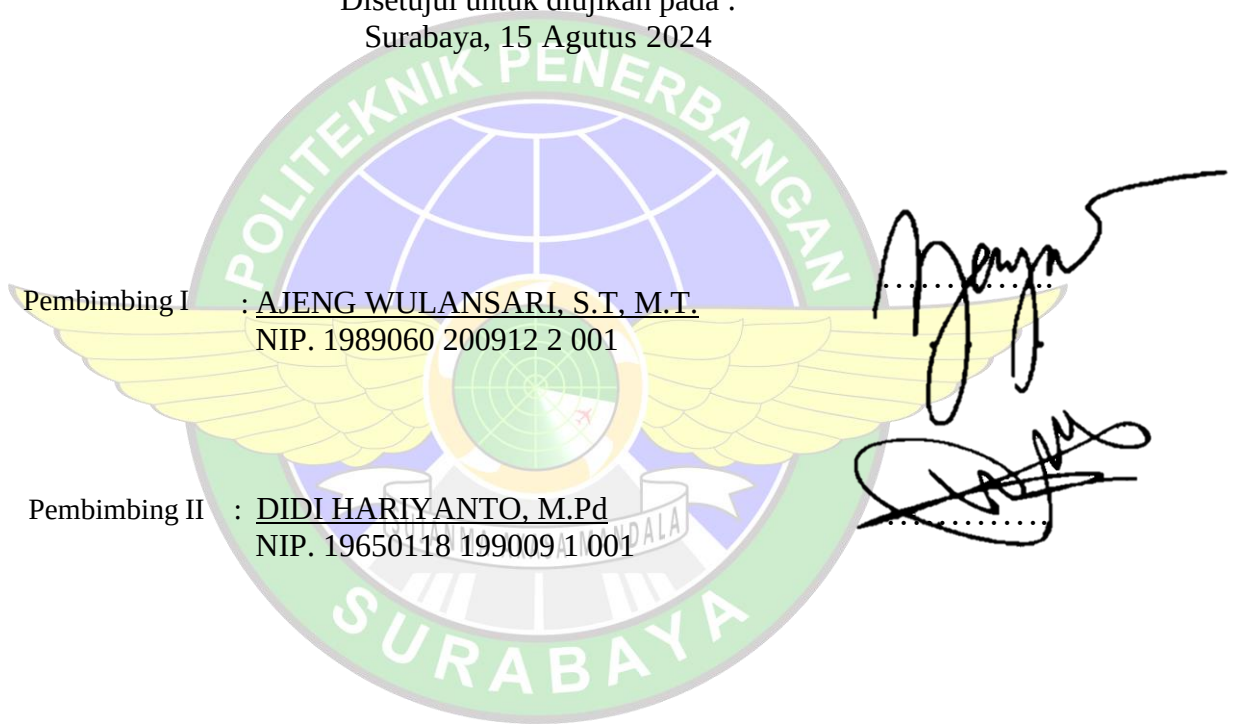
STUDI KEKUATAN BENDING MATERIAL KOMPOSIT *EPOXY HIBRIDA* YANG BERPENGUAT SERAT NANAS DAN SERAT KARBON

Oleh :
ZAENURI IHSAN WIYONO
NIT. 30421024

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 15 Agustus 2024

Pembimbing I : AJENG WULANSARI, S.T, M.T.
NIP. 1989060 200912 2 001

Pembimbing II : DIDI HARIYANTO, M.Pd
NIP. 19650118 199009 1 001



HALAMAN PENGESAHAN

STUDI KEKUATAN BENDING MATERIAL KOMPOSIT *EPOXY HIBRIDA* YANG BERPENGUAT SERAT NANAS DAN SERAT KARBON

Oleh :

ZAENURI IHSAN WIYONO
NIT. 30421024

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir Program
Pendidikan Diploma 3 Teknik Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal: 15 Agustus 2024

Panitia Penguji :

1. Ketua : LADY SILK MOONLIGHT, S.Kom., M.T.
NIP. 19871109 200912 2 002
2. Sekretaris : Dr. WILLY ARTHA WIRAWAN, S.T., M.T.
NIP. 19930718 202321 1 025
3. Anggota : AJENG WULANSARI, S.T., M.T.
NIP. 19890606 200912 2 001

Ketua Program Studi

D3 TEKNIK PESAWAT UDARA



NYARIS PAMBUDIYATNO, S.SiT, M.MTr
NIP. 19820525 2005021 001

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zaenuri Ihsan Wiyono
NIT : 30421024
Program Studi : D3 Teknik Pesawat Udara
Judul Tugas Akhir : Studi Kekuatan Bending Material Komposit *Epoxy Hibrida* yang Berpenguat Serat nanas dan Serat Karbon

dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya

Surabaya, 15 Agustus 2024
Yang Membuat Pernyataan



ZAENURI IHSAN WIYONO
NIT. 30421024

ABSTRAK

STUDI KEKUATAN BENDING MATERIAL KOMPOSIT *EPOXY HIBRIDA* YANG BERPENGUAT SERAT NANAS DAN SERAT KARBON

Oleh :
Zaenuri Ihsan Wiyono
NIT. 30421024

Material komposit memiliki daya tarik signifikan dalam berbagai aplikasi struktural karena kombinasi sifat-sifat yang unggul dari setiap bahan penyusunnya. Komposit terdiri dari matriks, penguat, dan filler. Dalam konteks ini, penelitian tentang komposit *epoxy hibrida* yang menggunakan serat nanas dan serat karbon sebagai matriksnya. Serat nanas yang menawarkan alternatif ramah lingkungan dan berkelanjutan, sementara serat karbon memberikan kekuatan dan kekakuan yang tinggi. Penggabungan keduanya dalam bentuk material hibrida menjadi subjek studi untuk mendapatkan kelebihan dari masing-masing serat selain mendapatkan *durabilitas* namun juga menjadi alternatif yang ramah lingkungan.

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimen. Pembuatan benda kerja atau spesimen komposit menggunakan metode *hand lay-up* dengan cetakan ukuran 127 mm x 12,7 mm x 3,2 mm. Dengan menggabungkan serat alam dan serat sintetis yang menggunakan standar pengujian ASTM D790 untuk uji bending. Variabel yang digunakan dalam studi ini dengan variabel orientasi arah serat ($0^\circ/90^\circ$), dan ($45^\circ/45^\circ$). Perlakuan Alkalisasi serat nanas dan serat karbon dengan besar konsentrasi NaOH 5% selama 1 jam.

Pengujian bending dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dari sebuah komposit yang menggunakan variabel arah serat, dan data hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui besaran kekuatan bending dari setiap variabel. Hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan adalah mendapatkan hasil pengujian kekuatan bending dari masing-masing spesimen, serta mendapatkan hasil kekuatan bending yang terbesar dari spesimen sebesar 755,6 Mpa dan nilai modulus elastisitas sebesar 33773,3 N/mm². Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam pengembangan komposit dalam berbagai bidang manufaktur, otomotif, dan konstruksi.

Kata kunci : Komposit, Serat nanas, Serat karbon, Kekuatan bending

ABSTRACT

BENDING STRENGTH STUDY OF HYBRID EPOXY COMPOSITE MATERIAL REINFORCED WITH PINEAPPLE LEAF FIBRE AND CARBON FIBRE

By:

Zaenuri Ihsan Wiyono

NIT. 30421024

Composite materials have significant appeal in various structural applications due to the combination of superior properties of each constituent material. Composites consist of matrix, reinforcement, and filler. In this context, research on hybrid epoxy composites using pineapple fibre and carbon fibre as the matrix. Pineapple fibre offers an environmentally friendly and sustainable alternative, while carbon fibre provides high strength and stiffness. Combining the two in the form of a hybrid material is the subject of study to obtain the advantages of each fibre in addition to gaining durability but also being an environmentally friendly alternative.

The research conducted used the experimental method. Composite specimens were made using the hand lay-up method with moulds measuring 127 mm x 12.7 mm x 3.2 mm. By combining natural fibres and synthetic fibres using ASTM D790 testing standards for bending tests. The variables used in this study were fibre direction orientation ($0^\circ/90^\circ$), and ($45^\circ/45^\circ$). Alkalisation treatment of pineapple leaf fibre and carbon fibre with 5% NaOH concentration for 1 hour.

Bending tests were conducted to evaluate the performance of a composite using variable fibre direction, and the test data were analysed to determine the amount of bending strength of each variable. The results of the research that has been carried out are getting the results of bending strength testing from each specimen, as well as getting the largest bending strength results from the specimen of 755,6 Mpa and a elastic modulus value of 33773,3 N/mm². The results of this study can be the basis in the development of composites in various fields of manufacturing, automotive, and construction.

Keywords: Composite, Pineapple fibre, Carbon fibre, Bending strength

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, sehingga dapat memberikan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir dengan baik yang berjudul “ **STUDI KEKUATAN BENDING DAN MATERIAL KOMPOSIT EPOXY HIBRIDA YANG BERPENGUAT SERAT NANAS DAN SERAT KARBON** ” dengan baik dan lancar sesuai dengan waktu yang ditetapkan. Dan sebagai syarat untuk Menempuh Mata Kuliah Proyek Akhir pada Program Studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara Angkatan VII di Politeknik Penerbangan Surabaya. Selama proses penyusunan proposal proyek akhir ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak yang memberikan arahan dan bimbingannya, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada orang tua saya yang telah memberikan doa serta bantuan secara materi, dukungan moral, dan doa untuk kelancaran Proposal Proyek Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
3. Bapak Nyaris Pambudiyatno, S.SiT, M.M. Tr. selaku Ketua Program Studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara.
4. Ibu Ajeng Wulansari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Materi Proposal Proyek Akhir.
5. Bapak Didi Hariyanto, M.Pd selaku Dosen Pembimbing Penulisan Proposal Proyek Akhir.
6. Seluruh dosen dan instruktur pengajar Politeknik Penerbangan Surabaya yang telah membimbing kami selama ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu per satu yang telah membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Peneliti mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca untuk kesempurnaan penelitian di masa yang akan mendatang. Peneliti berharap semoga penelitian Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca, diri sendiri dan bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 15 Agustus 2024



ZAENURI IHSAN WIYONO
NIT. 30421024

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	1
1.5 Manfaat Penelitian	1
1.6 Sistematika Penulisan	1
BAB 2 LANDASAN TEORI	3
2.1 Komposit	3
2.2 Komposisi Bahan Komposit	4
2.2.1 Material Reinforcement	4
2.2.2 Material Matriks	6
2.3 Klasifikasi Komposit	7
2.3.1 Komposit Matriks Polimer	7
2.3.2 Komposit Matriks Keramik	9
2.3.3 Komposit Matriks Logam	9
2.4 Susunan Serat	9
2.5 Anyaman	10
2.7 Hybrid Composite	15
2.8 Serat Alam	16
2.8.1 Serat nanas	17

2.9	Serat Buatan	18
2.9.1	Serat Karbon	19
2.10	Resin	23
2.10.1	Resin Epoxy.....	24
2.11	Hardener	25
2.12	Metode Pembuatan Komposit	25
2.12.2	Perlakuan Alkalisasi	26
2.13	Teknik Pengujian.....	27
2.13.1	Pengujian Bending.....	27
2.15	Penelitian Terdahulu.....	32
BAB 3	METODE PENELITIAN	35
3.1	Desain Penelitian	35
3.2	Alat	36
3.3	Bahan.....	38
3.4	Perhitungan Komposisi	41
3.5	Proses Pembuatan Benda Uji	44
3.6	Teknik Pengujian.....	44
3.6.1	Uji Bending.....	44
3.7	Teknik Analisa Data.....	45
3.8	Waktu dan Tempat Penelitian	46
3.8.1	Tempat Penelitian	46
3.8.2	Waktu Penelitian	46
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1	Pengujian Bending	47
4.1.1	Analisis Pengujian Bending	47
4.1.2	Pembahasan Pengujian Bending.....	50
BAB 5	PENUTUP	53
5.1.	Kesimpulan.....	53
5.2.	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komposisi Serat Komposit	4
Gambar 2.2 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Penguat	5
Gambar 2.3 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Matriks	7
Gambar 2.4 Resin <i>Polyester</i>	8
Gambar 2.5 Bentuk Komposit Berdasarkan Penguat yang Digunakan	9
Gambar 2.6 Susunan Serat	10
Gambar 2.7 <i>Warp</i> dan <i>weft</i> pada struktur anyaman	11
Gambar 2.8 Anyaman <i>plain</i>	11
Gambar 2.9 Anyaman <i>twill</i>	12
Gambar 2.10 Anyaman <i>satin</i>	12
Gambar 2.11 Anyaman <i>cross-ply</i>	13
Gambar 2.12 Anyaman <i>unidirectional</i>	13
Gambar 2.13 Susunan dasar pembentukan komposit lembaran.....	14
Gambar 2.14 Arah anyaman	15
Gambar 2.15 Skema hibridisasi <i>intraply</i> dan <i>interply</i>	16
Gambar 2.16 Serat Nanas.....	18
Gambar 2.17 Struktur grafit	19
Gambar 2.18 Rantai kimia <i>polyacrylonitrile</i> (PAN)	20
Gambar 2.19 Struktur kimia <i>mesophase pitch</i>	21
Gambar 2.20 Proses manufaktur serat karbon	21
Gambar 2.21 Skema manufaktur serat karbon	22
Gambar 2.22 <i>Fiber Carbon</i>	23
Gambar 2.23 Proses <i>Hand Lay-Up</i>	26
Gambar 2.24 Skema uji <i>three point bending</i>	28
Gambar 2.25 Skema pengujian <i>four point bending</i>	30
Gambar 2. 26 Ukuran <i>Spesimen</i> ASTM D790.....	31
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	35
Gambar 3.2 Cetakan komposit yang terbuat dari <i>rubber silicone</i>	36
Gambar 3.3 Neraca Digital	36
Gambar 3.4 Gelas Ukur.....	37
Gambar 3.5 Mesin Uji Tekan Tarnogrocki.....	37
Gambar 3.7 Anyaman Serat nanas Sudut (0°, 90°), dan (45°, 45°)	38
Gambar 3.8 Anyaman Serat Karbon dengan Sudut (0°, 90°), dan (45°, 45°).....	39
Gambar 3.9 <i>Epoxy Resin</i> dan <i>Epoxy Resin Hardener</i>	39
Gambar 3.10 NaOH 5%	40
Gambar 3.11 <i>Mold Release</i>	40
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Beban	50
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Tegangan Bending	51
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Modulus Elastisitas	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Fisika Karbon Fiber	23
Tabel 2.2 Sifat mekanik beberapa jenis polimer	24
Tabel 2.3 Perbandingan antara pengujian bending 3 point dan 4 point	31
Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Massa <i>Reinforced</i> dan Massa Matriks Spesimen	43
Tabel 3.2 Rincian waktu dan Jenis kegiatan penelitian	46
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Bending.....	47
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Bending	50



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

<u>Singkatan</u>	<u>Nama</u>	Pemakaian Pertama Kali pada Halaman
NaOH	<i>Natrium hidroksida</i>	14
SEM	<i>Scanning electron microscope</i>	14
FRP	<i>Fibre Rainforced Polymers of Plastics</i>	21
UV	<i>Ultraviolet</i>	22
SIC	<i>Silicon carbide</i>	23
Al	<i>Alumunium</i>	22
GLARE	<i>Glass fiber/epoxy and Aluminum Laminates</i>	26
FML	<i>Fiber Metal Laminate</i>	26
HP	<i>High Performance</i>	30
ACF	<i>Activated Carbon Fiber</i>	30
PAN	<i>Polyacrylonitrile</i>	30
GP	<i>General Purpose</i>	30
MEKOP	<i>Metyl Etyl Keton Peroksida</i>	34
Psi	<i>Pound per Square Inch</i>	35
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>	41
NaCl	<i>Sodium chloride</i>	44
PALF	<i>Pineapple Leaf Fibre</i>	45
 <u>Lambang</u>		
σ_b	<i>Kekuatan bending</i>	48
m	<i>Massa</i>	48
ρ	<i>Massa Jenis</i>	48
V _c	<i>Volume Cetakan</i>	51
b	<i>Lebar</i>	51
d	<i>Tebal</i>	51
L	<i>Panjang</i>	51
P	<i>Beban</i>	51

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sujatno, Rohmad Salam, Bandriyana, Arbi Dimyati. (2015). *Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium*. Jurnal. PSTBM-BATAN : Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju.
- American Society for Testing and Material. (2002) *American Society For Testing and Material: Philadelphia*.
- Annual Book of ASTM Standards. (2002). *Standars Test Methods for Tensile*.
- Billmeyer, F.W., (1984). *“Textbook of polimer Sciense”, 3 rd Edition, John Willey and Sons, inc, Singapore*.
- Burchell T.D., (1999). *Carbon Materials for Advanced Technologies*. Pergamon, Oxford.
- Callister, W. D. (2001). *“Fundamnetals of Materials Science and Engineering”. Department of Metallurgical Engineering The University of Utah*.
- Chung D.D.L., (1994). *Carbon Fiber Composites*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Dody Yulianto, Nobel Sabar, Dedikarni, Eddy Elfiano, Novrianti. (2022). *Pengaruh Penambahan Karbon Aktif Pada Komposit Serat nanas Dengan Matriks Polyester*.
- Fajar Andi Nugroho, Mohamad Hakam, Widya Emilia Primaningtyas. (2023). *Pengaruh Kombinasi Serat Karbon-Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Impact dan Bending pada Aplikasi Helm Sepeda Motor*.
- Gibson, Ronald F. (1994). *Principles Of Composite Material Mechanics*. New York : Mc Graw Hill, Inc.
- Huang, Xiaosong. (2009). *"Fabrication And Properties Of Carbon Fibers"*. Materials, 2(4), 2369–2403.
- Inagaki, Michio. (2000). *New Carbons - Control Of Structure And Functions*. London. Elsevier.
- Istanto, (2006). *Pengaruh Orientasi Serat dan Tebal Core terhadap Peningkatan Kekuatan Bending dan Impak Komposit Sandwich GFRP dengan Core PVC*. Universitas Negeri Surakarta: Surakarta.
- Jones, R.M. (1975) *Mechanics of composite materials*. McGraw-Hill, New York.

- Klemens. (2009). *Pengembangan Komposit Berbahan Dasar Serat Pisang Abacca dan Resin Epoksi Dikombinasikan Dengan Keramik Untuk Panel Rompi Tahan Peluru Level III*. FT UI.
- K. van Rijswijk, M.Sc, et.al., (2001). *Natural Fibre Composites Structures and Materials*. Laboratory Faculty of Aerospace Engineering Delft University of Technology.
- Maryanti B. et al. (2011). *Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik*. International Standard Serial Number (ISSN), (online) 11(02):123.
- Mohd Khairul Rabani Hashim, Mohd Shukry Abdul Majid, Mohd Ridzuan Mohd Jamir, Farizul Hafiz Kasim, dan Mohamed Thariq Hameed Sultan. (2021). *The Effect of Stacking Sequence and Ply Orientation on the Mechanical Properties of Pineapple Leaf Fibre (PALF)/Carbon Hybrid Laminate Composites*.
- Mohd Yussni Hashim Et Al. (2012) *'Mercerization Treatment Parameter Effect On Natural Fiber Reinforced Polymer Matrix Composite: A Brief Review'*, World Academy Of Science, Engineering And Technology.
- Muhammad Iqbal Aizi, Sehono, Ferry Setiawan. (2022). *Pengaruh Penggunaan Serat nanas Dalam Pembuatan Komposit Menggunakan Metode Vacum Bagging Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending*.
- M. M. Schwartz., (1984). *Composite Materials Handbook*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Nayiroh, N. (2013). *Teknologi Material Komposit*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Ningrum, Lesiana Yanuari. (2017). *Potensi Serat nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pengganti Fiberglass Pada Pembuatan Lambung Kapal*. Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pratama, R. D., Farid, M., dan Nurdiansah, H. (2017). *Pengaruh Proses Alkalisasi terhadap Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Teknik Its.
- Surdia dan Shinroku. (1995). *Pengetahuan Bahan Teknik*. P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Teguh Sulistyo Hadi, Sarjito Jokosisworo, Parlindungan Manik. (2016). *Analisa Teknis Penggunaan Serat nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau dari Kekuatan Tarik, Bending, dan Impact*.
- Van Vlack, Lawrence, H., (1992). *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta: Penerbit Erlangga.