

**STUDI KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT *POLYESTER*
HIBRIDA YANG BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS
DAN SERAT KARBON**

TUGAS AKHIR



Oleh:

SUKSMA CAHYO AJI NUGROHO
NIT: 30421022

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

2024

**STUDI KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT *POLYESTER*
HIBRIDA YANG BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS DAN SERAT
KARBON**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menempuh Mata Kuliah pada Program
Studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara



Oleh:

SUKSMA CAHYO AJI NUGROHO
NIT: 30421022

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

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

STUDI KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT *POLYESTER* HIBRIDA
YANG BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS DAN SERAT KARBON

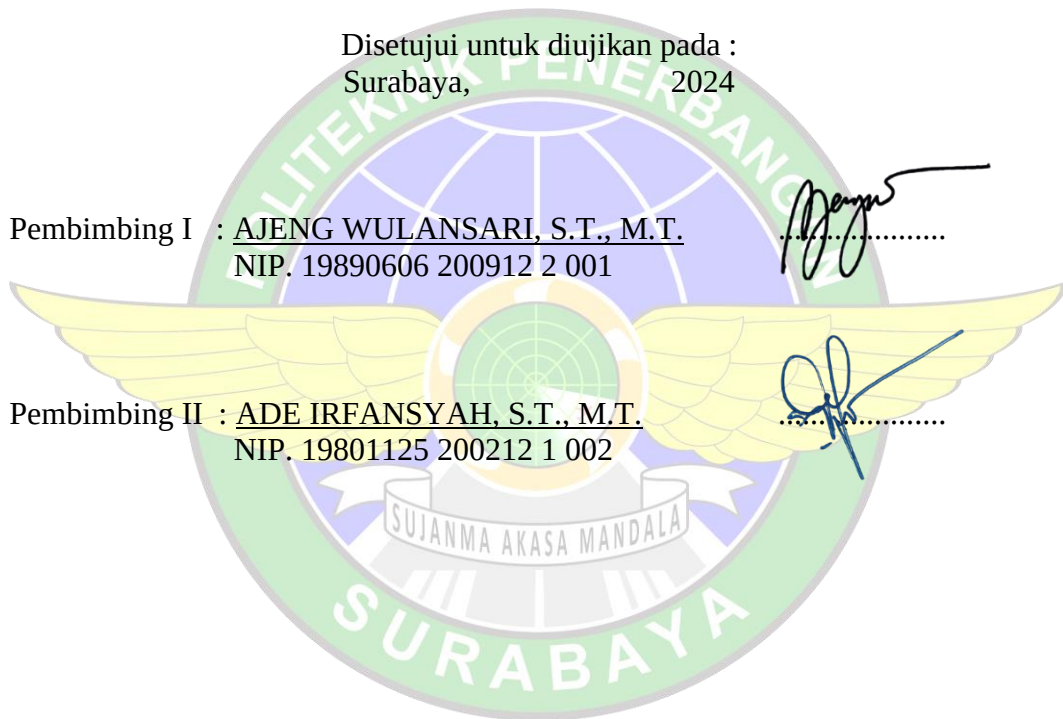
Oleh :
SUKSMA CAHYO AJI NUGROHO
NIT. 30421022

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 2024

Pembimbing I : AJENG WULANSARI, S.T., M.T.
NIP. 19890606 200912 2 001



Pembimbing II : ADE IRFANSYAH, S.T., M.T.
NIP. 19801125 200212 1 002



LEMBAR PENGESAHAN

STUDI KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT *POLYESTER* HIBRIDA YANG BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS DAN SERAT KARBON

Oleh :
SUKSMA CAHYO AJI NUGROHO
NIT. 30421022

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

Panitia Penguji

1. Ketua : Ir. BAMBANG JUNIPITOYO, S.T., M.T.
NIP. 19780626 200912 1 001
2. Sekretaris : Dr. WILLY ARTHA WIRAWAN, S.T., M.T.
NIP. 19930718 202321 1 02
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 200502 1001

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Suksma Cahyo Aji Nugroho
NIT	: 30421022
Program Studi	: D3 Teknik Pesawat Udara
Judul Tugas Akhir	: Studi Kekuatan Tarik Material Komposit <i>Polyester Hibrida yang Berpenguat Serat Daun Nanas dan Serat Karbon</i>

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, 14 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan



Suksma Cahyo Aji Nugroho
NIT. 30421022

ABSTRAK

STUDI KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT *POLYESTER* HIBRIDA YANG BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS DAN SERAT KARBON

Oleh:

Suksma Cahyo Aji Nugroho

NIT. 30421022

Komposit adalah bahan yang terbuat dari dua atau lebih komponen yang berbeda, yang digabungkan untuk menciptakan sifat-sifat yang unggul atau spesifik. Bahan komposit biasanya terdiri dari matriks dan penguat. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh perubahan jumlah lapisan layer terhadap kekuatan tarik komposit serat daun nanas dan komposit serat karbon. Komposit serat daun nanas merupakan material yang berpotensi ramah lingkungan, sedangkan serat karbon dikenal dengan durabilitasnya yang tinggi.

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Komposit dibuat dengan ukuran cetakan kaca 170 x 90 x 3 mm untuk uji tarik dengan mencetak campuran resin dan serat. Penelitian ini mengkombinasikan serat alam dan serat sintetis dengan standar pengujian menggunakan ASTM D638 untuk uji tarik. Variabel yang digunakan yaitu 1 serat karbon, 1 serat daun nanas, 1 serat karbon; 1 serat karbon, 2 serat daun nanas, 1 serat karbon; dan 2 serat karbon, 1 serat daun nanas, 2 serat karbon. Melakukan perlakuan alkalisasi kepada serat daun nanas dengan direndam larutan NaOH 5% selama 2 jam.

Uji tarik dilakukan untuk mengevaluasi kinerja komposit dengan menggunakan jumlah lapisan yang berbeda, dan data uji dianalisis untuk memahami dampak variasi. Hasil akhir dari penelitian yang dilakukan adalah mendapatkan hasil kekuatan tarik dari masing-masing spesimen, dengan mendapatkan kekuatan maksimum tarik dari spesimennya sebesar 152,47 Mpa dan nilai regangan tertinggi 0,130267%. Untuk hasil nilai modulus elastisitas terendah 3600,713 Mpa dan nilai tertinggi 9613,392 Mpa.

Kata kunci : Komposit, serat karbon, serat daun nanas, kekuatan tarik

ABSTRACT

STUDY OF TENSILE STRENGTH OF HYBRID POLYESTER COMPOSITE MATERIALS REINFORCED WITH PINEAPPLE LEAF FIBER AND CARBON FIBER

By:

Suksma Cahyo Aji Nugroho

NIT. 30421022

Composites are materials made of two or more different components, which are combined to create superior or specific properties. Composite materials usually consist of a matrix and reinforcement. This research aims to study the effect of changing the number of layers on the tensile strength of pineapple leaf fiber composites and carbon fiber composites. Pineapple leaf fiber composite is a potentially environmentally friendly material, while carbon fiber is known for its high durability.

This research uses experimental research methods. The composite was made with a glass mold size of 170 x 90 x 3 mm for tensile testing by molding a mixture of resin and fiber. This research combines natural fibers and synthetic fibers with testing standards using ASTM D638 for tensile tests. The variables used are 1 carbon fiber, 1 pineapple leaf fiber, 1 carbon fiber; 1 carbon fiber, 2 pineapple leaf fibers, 1 carbon fiber; and 2 carbon fibers, 1 pineapple leaf fiber, 2 carbon fibers. Performed alkalization treatment to pineapple leaf fibers by soaking in 5% NaOH solution for 2 hours.

Tensile tests were conducted to evaluate the performance of the composites using different numbers of layers, and the test data were analyzed to understand the impact of the variations. The final result of the research conducted was to obtain the tensile strength results of each specimen, by obtaining the maximum tensile strength of the specimen of 152.47 Mpa and the highest strain value of 0.130267%. For the results of the lowest elastic modulus value of 3600,713 Mpa and the highest value of 9613,392 Mpa.

Keywords : Composite, carbon fiber, pineapple leaf fiber, tensile strength

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas segala rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, proyek akhir yang berjudul “**STUDI KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT POLYESTER HIBRIDA YANG BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS DAN SERAT KARBON**” dapat diselesaikan dengan baik sebagai syarat untuk menyelesaikan program Diploma 3 Teknik Pesawat Udara Angkatan 7 di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan atas bantuan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak selama proses penyusunan Tugas Akhir kepada:

1. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T. Selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
2. Bapak Nyaris Pambudiyatno, S.SiT, M.MTr. Selaku Ketua Program Studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara.
3. Ibu Ajeng Wulansari, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Ade Irfansyah, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Penulisan Tugas Akhir.
5. Segenap dosen, instruktur, dan pegawai Politeknik Penerbangan Surabaya.
6. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan doa dan kasih sayang beserta dukungan.
7. Rekan-rekan Teknik Pesawat Udara Angkatan 7 dan rekan-rekan dari prodi lainnya yang telah membantu, serta memberi dukungan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
8. Seseorang spesial dan tersayang yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk menemani penulisan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Penulis memohon maaf apabila dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi pengembangan Tugas Akhir ini untuk lebih baik lagi.

Surabaya, 14 Agustus 2024



Suksma Cahyo Aji Nugroho
NIT. 30421022

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penulisan	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
 BAB 2 LANDASAN TEORI	 5
2.1. Komposit	5
2.2. Klasifikasi Bahan Komposit.....	8
2.3. Serat	10
2.4. Susunan Serat	16
2.5. Serat Karbon	17
2.6. Serat Daun Nanas	19
2.7. Alkalisasi	21
2.8. Matriks (Resin)	22
2.9. Resin Polyester	24
2.10. <i>Hardener</i>	27
2.11. Metode Pembuatan Komposit.....	28
2.11.1. <i>Contact Molding/Hand Lay Up</i>	28
2.11.2. Pencetakan semprot (<i>Hand lay up</i>).....	29
2.11.3. <i>Vacuum Bagging</i>	29
2.11.4. Proses <i>Pultrusion</i>	30
2.11.5. Cetakan Pemindahan Resin (<i>Resin Transfer Moulding</i>).....	30
2.12. Pengujian Tarik.....	31
2.13. Standar Pengukuran Uji Tarik.....	32
2.14. Hukum <i>Hooke</i>	33
2.15. Tegangan.....	34

2.16. Regangan	35
2.17. Modulus Elastisitas	36
2.18. <i>Fracture mechanics in composite materials</i>	36
2.19. Fraksi Volume	40
2.20. Penelitian Terdahulu	40
BAB 3 METODE PENELITIAN	47
3.1. Desain Penelitian	47
3.2. Persiapan Pembuatan Spesimen	48
3.3. Alat dan Bahan	49
3.4. Proses Penghitungan Fraksi Volume Komposit Untuk Uji Tarik	54
3.5. Proses Pembuatan Komposit	56
3.6. Cetakan Spesimen	58
3.7. Teknik Pengujian Tarik	59
3.8. Teknik Analisis Data	60
3.9. Waktu dan Tempat Penelitian	61
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.1. Hasil Pengujian Tarik	63
4.1.1. Hasil Pengujian Tarik Spesimen A	63
4.1.2. Hasil Pengujian Tarik Spesimen B	65
4.1.3. Hasil Pengujian Tarik Spesimen C	66
4.2. Perbandingan Kekuatan Tarik Komposit	68
4.3. Perbandingan Nilai Regangan dan Modulus Elastisitas	70
BAB 5 PENUTUP	72
5.1. Kesimpulan	72
5.2. Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	77
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	81

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Komposit serpih	9
Gambar 2.2 Komposit partikel.....	9
Gambar 2.3 <i>Laminat composite</i>	10
Gambar 2.4 Komposit Serat.....	10
Gambar 2.5 Klasifikasi jenis serat alam.....	12
Gambar 2.6 Susunan Serat	16
Gambar 2.7 <i>Carbon Fiber Reinforced Polymer</i>	18
Gambar 2.8 Serat Daun Nanas.....	20
Gambar 2.9 <i>Struktur ideal dari poliester Isophthalic</i>	25
Gambar 2.10 Proses <i>Hand Lay Up</i>	29
Gambar 2.11 Proses pencetakan semprot.....	29
Gambar 2.12 <i>Vacuum Bagging</i>	30
Gambar 2.13 Proses Pultrusion.....	30
Gambar 2.14 <i>Resin Transfer Moulding</i>	31
Gambar 2.15 Skema Pengujian Tarik.....	31
Gambar 2.16 Skema spesimen dari awal pembebanan	32
Gambar 2.17 Dimensi Spesimen Uji Tarik	32
Gambar 2.18 Pembebanan Batang Secara Aksial	34
Gambar 2.19 Pertambahan Panjang Batang.....	35
Gambar 2.20 Kurva tegangan/regangan untuk laminasi yang menunjukkan kegagalan progresif dari tiga orientasi lapisan	38
Gambar 2.21 Kondisi untuk patahnya volume material r_c^3 di sekitar ujung retak di bawah tegangan tarik seragam pada arah y	39
Gambar 2.22 Ketergantungan kekuatan pada ukuran cacat	39
Gambar 2.23 Mental Map	46
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	48
Gambar 3.2 Proses <i>hand lay up</i>	49
Gambar 3.3 Cetakan Komposit.....	50
Gambar 3.4 Neraca Digital	50
Gambar 3.5 Gelas Ukur.....	51
Gambar 3.6 <i>Wax / Mold Release</i>	51
Gambar 3.7 Natrium Hidroksida.....	52
Gambar 3.8 Serat Daun Nanas	52
Gambar 3.9 Serat Karbon.....	53
Gambar 3.10 <i>Resin Polyester dan Katalis</i>	53
Gambar 3.11 <i>Universal Testing Machine</i>	54
Gambar 3.13 Standar Uji Tarik ASTM D638	58

Gambar 3.15 Skema Alat Uji Tarik.....	60
Gambar 4.1 Grafik Tegangan-Regangan Spesimen A	64
Gambar 4.3 Patahan Spesimen A	64
Gambar 4.4 Grafik Hasil Rata-rata Spesimen B	65
Gambar 4.5 Patahan Spesimen B	66
Gambar 4.6 Grafik Tegangan-Regangan Spesimen C	67
Gambar 4.7 Patahan Spesimen C	67
Gambar 4.8 Grafik Tegangan-Regangan Seluruh Variabel.....	69



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi serat / serat tekstil.....	11
Tabel 2.2 Mechanical Properties of Natural Fibers.....	15
Tabel 2.3 Sifat Mekanis dan Fisik Serat Karbon.....	18
Tabel 2.4 Nilai Mekanis Serat Daun Nanas	20
Tabel 2.5 Jenis-jenis Resin.....	24
Tabel 2.6 Sifat Resin Polyester	26
Tabel 3.1 Pengujian Tarik.....	61
Tabel 3.2 Waktu Perencanaan Penelitian	62
Tabel 4.1 Hasil Uji Tarik Spesimen A.....	63
Tabel 4.2 Hasil Uji Tarik Spesimen B.....	65
Tabel 4.3 Hasil Uji Tarik Spesimen C.....	66
Tabel 4.4 Nilai Kekuatan Tarik	68
Tabel 4.5 Nilai Regangan.....	70
Tabel 4.6 Nilai Modulus Elastisitas	71



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Perlakuan Alkalisasi Serat Daun Nanas.....	77
Lampiran 2 Proses Pembuatan Komposit	78
Lampiran 3 Pengujian Tarik Komposit	79
Lampiran 4 Hasil Uji Tarik	80



DAFTAR PUSTAKA

- Arif Mahdiannur, M., & Nur A Imam Supardi, M. Z. (n.d.). *KUNCI LEMBAR KERJA SISWA BERBASIS KETERAMPILAN PROSES SAINS HUKUM HOOKE UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA PROGRAM PASCASARJANA PROGRAM STUDI S2 PENDIDIKAN SAINS 2015*. <http://www.pegipegi.com>
- Beliu, H. N., Pell, Y. M., Jasron, J. U., Jurusan,), & Mesin, T. (2016). *Analisa Kekuatan Tarik dan Bending pada Komposit Widuri-Polyester*. <http://ejournal-fst-unc.com/index.php/LJTMU>
- Bintarto, R., Syamsul Ma'arif, Moch., Gayuh Utami Dewi, F., Sugiarto, S., Hamidi, N., & Heryana, P. (2021). PENGARUH DAYA PEMANASAN MICROWAVE OVEN TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT DAUN NANAS BERMATRIK EPOXY. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 6(2), 182–193. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v6i2.207>
- Bramantyo, A. (2008). *PENGARUH KONSENTRASI SERAT RAMI TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT POLIESTER – SERAT ALAM*.
- Budi, M., Rahman, N., & Eng, M. (1979). *MEKANIKA KEKUATAN MATERIAL TEGANGAN DAN REGANGAN NORMAL*.
- Dholakiya, B. (2012). Unsaturated Polyester Resin for Specialty Applications. In *Polyester*. InTech. <https://doi.org/10.5772/48479>
- Duleba, B., Dulebová, E., & Spišák, E. (2014). Simulation and evaluation of carbon/epoxy composite systems using FEM and tensile test. *Procedia Engineering*, 96, 70–74. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.099>
- Fauzie, D. (2008). *PEMBUATAN MODIFIKASI BUMPER MOBIL DARI BAHAN KOMPOSIT GFRP DENGAN METODE HAND LAY UP*.
- Hidayat, P. (2008). *TEKNOLOGI PEMANFAATAN SERAT DAUN NANAS SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU TEKSTIL*. 13(2), 31–35.
- Hosseini, S. S. (2018). *New types of resins and their application Resin | Resin Types Specifications of resin*. <https://www.researchgate.net/publication/336724301>
- Iman Firmansyah, H., Purnowidodo, A., & Arief Setyabudi, S. (2018). PENGARUH MECHANICAL BONDING PADA ALUMINIUM DENGAN SERAT KARBON TERHADAP KEKUATAN TARIK FIBER METAL LAMINATES. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(2), 127–134.
- Kosjoko, Universitas, M., & Jember, M. (2011). Pengaruh Waktu Perlakuan Kalium Permanganate (KMnO₄) Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Purun

- Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Kosjoko , Achmad As'ad Sonief 2) , Djoko Sutikno 2). In *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 2, Issue 3).
- Kumar, shyam, & prasad, durga. (2014). *ChemiCal Composition of natural fibers and its influenCe on their meChaniCal properties*.
- Lastri, E. (2023). *PENGARUH PERLAKUAN ALKALI TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT ALAM : PENELITIAN KEPUSTAKAAN*.
- Lumintang, R. C. A., Soenoko, R., & Wahyudi, S. (2011). Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serbuk Batang dan Serat Sabut Kelapa. In *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 2, Issue 2).
- Maryanti, B., & As'ad Sonief,) A. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. In *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 2, Issue 2).
- Patel, K. S., Shah, D. B., Joshi, S. J., & Patel, K. M. (2023). Developments in 3D printing of carbon fiber reinforced polymer containing recycled plastic waste: A review. *Cleaner Materials*, 9, 100207. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2023.100207>
- Perwara, A. S., Teknik, J., Udara, P., Penerbangan, T., Surabaya, P., & Jemur Andayani, J. (n.d.). *PENGARUH PERSENTASE KATALIS TERHADAP SIFAT MEKANIS KOMPOSIT BERMATRIK RESIN POLYESTER*.
- Pradana. (2017). *Pemisahan Selulosa dari Lignin Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Alkalisasi untuk Penguat Bahan Komposit Penyerap Suara*.
- Pulungan, M. A. (2017). *TESIS-TM 142501 ANALISIS KEMAMPUAN ROMPI ANTI PELURU YANG TERBUAT DARI KOMPOSIT HGM-EPOXY DAN SERAT KARBON DALAM MENYERAP ENERGI AKIBAT IMPACT PELURU*.
- Rahardjo, T. (2008). “ *STUDY EKSPERIMENTAL PEMANFAATAN SERAT RAMI (BOEMERIA NIVEA) SEBAGAI BAHAN PENGUAT KOMPOSIT POLIMER MATRIK POLISTIREN*. ” 1, 417634.
- Rahmani, H., Najafi, S. H. M., Saffarzadeh-Matin, S., & Ashori, A. (2014). Mechanical properties of carbon fiber/epoxy composites: Effects of number of plies, fiber contents, and angle-ply Layers. *Polymer Engineering and Science*, 54(11), 2676–2682. <https://doi.org/10.1002/pen.23820>
- Rahmanto, M. (2019). *ANALISA KEKUATAN TARIK DAN IMPAK KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT KELAPA DAN TEBU DENGAN PERENDAMAN NaOH DAN MENGGUNAKAN RESIN POLYESTER*.

- Rajesh, G., Siripurapu, G., & Lella, A. (2018). Evaluating Tensile Properties of Successive Alkali Treated Continuous Pineapple Leaf Fiber Reinforced Polyester Composites. In *Materials Today: Proceedings* (Vol. 5). www.sciencedirect.comwww.materialstoday.com/proceedings
- Ramdhan, M., Junipitoyo, B., Utomo, W., Politeknik,), Surabaya, P., & Jemur, J. (2022). *PROSIDING Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP) Tahun 2022 UJI TARIK DAN UJI IMPACT PADA KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA DENGAN VARIASI ARAH SERAT*.
- Setyanto, R. H. (2012). *Review: Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya* (Vol. 11, Issue 1).
- Sinaga, R. (2018). *PENAMBAHAN IJUK SEBAGAI BAHAN PENGISI PEMBUATAN BATAKO RINGAN*.
- Subagyo, M. I. A., & Muchsin, R. (2024). Pengaruh Fraksi Volume Dan Susunan Serat Komposit Polyester-Serat Eceng Gondok Terhadap Nilai Konduktivitas Termal. *JTAM ROTARY*, 6(1), 71–84. <https://doi.org/10.20527/jtamrotaryv7i1.216>
- Sutikno, E. (2011). ANALISIS TEGANGAN AKIBAT PEMBEBANAN STATIS PADA DESAIN CARBODY TeC RAILBUS DENGAN METODE ELEMEN HINGGA. In *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 2, Issue 1).
- Tabrizi, I. E., Khan, R. M. A., Massarwa, E., Zanjani, J. S. M., Ali, H. Q., Demir, E., & Yildiz, M. (2019). Determining tab material for tensile test of CFRP laminates with combined usage of digital image correlation and acoustic emission techniques. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 127. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2019.105623>
- Triyono. (2019). *Perancangan dan Pembuatan Cetakan Komposit Untuk Metode Vacuum Infusion Menggunakan Penekan Elastomer Bag*.
- Yasa Utama, F., Zakiyya, H., Teknik Mesin, J., Teknik, F., & Negeri Surabaya, U. (2016). PENGARUH VARIASI ARAH SERAT KOMPOSIT BERPENGUAT HIBRIDA FIBERHYBRID TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN DENSITAS MATERIAL DALAM APLIKASI BODY PART MOBIL. In *MEKANIKA* (Vol. 15, Issue 2).

LAMPIRAN

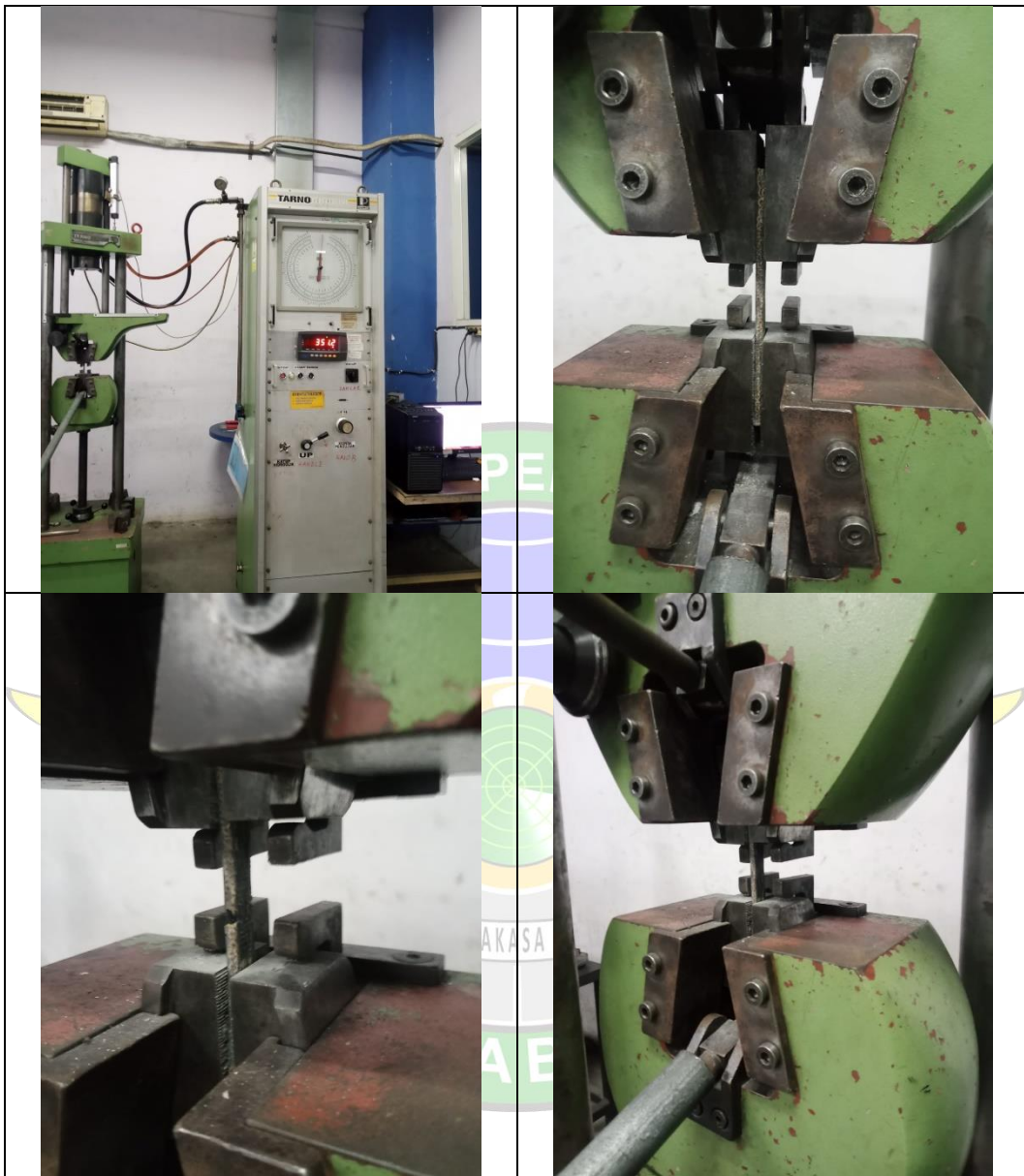
Lampiran 1 Perlakuan Alkalisasi Serat Daun Nanas



Lampiran 2 Proses Pembuatan Komposit



Lampiran 3 Pengujian Tarik Komposit



Lampiran 4 Hasil Uji Tarik

