

**PERBANDINGAN LAMINASI *COMPOSITE* SERAT *CARBON*
EPOXY TERHADAP KEKUATAN *BENDING* DAN
KEKERASAN**

PROYEK AKHIR



Oleh:

KATON BAYU RAHMADEWA
NIT. 30422010

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2025**

**PERBANDINGAN LAMINASI *COMPOSITE* SERAT *CARBON EPOXY*
TERHADAP KEKUATAN *BENDING* DAN KEKERASAN**

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
(A.Md) pada Program Studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara



Oleh:

KATON BAYU RAHMADEWA
NIT. 30422010

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

PERBANDINGAN LAMINASI *COMPOSITE* SERAT *CARBON EPOXY* TERHADAP KEKUATAN *BENDING* DAN KEKERASAN

Oleh :
Katon Bayu Rahmadewa
NIT. 30422010

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 14 Agustus 2025

Pembimbing I : AJENG WULANSARI, S.T., M.T.
NIP. 19890606 2009122 001

Pembimbing II : Dr. Ir. WILLY ARTHA W, S.T., M.T., CIAR
NIP. 19930118 1990091 001

LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN LAMINASI *COMPOSITE* SERAT *CARBON EPOXY* TERHADAP KEKUATAN *BENDING* DAN KEKERASAN

Oleh:

KATON BAYU RAHMADEWA

NIT: 30422010

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada ujian Proyek Akhir Program
Pendidikan Diploma 3 Teknik Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada Tanggal: 14 Agustus 2025

Panitia Penguji:

1. Ketua : Dr. SETYO HARIYADI S. P, S.T, M.T.
NIP: 19790824 2009121 001
2. Sekretaris : NYARIS PAMBUDİYATNO, S.SiT, M.MTr
NIP: 19820525 2005021 001
3. Anggota : AJENG WULANSARI, S.T., M.T.
NIP: 19890606 200912 2 001

Kepala Program Studi
D-III TEKNIK PESAWAT UDARA

NYARIS PAMBUDİYATNO, S.SiT, M.MTr
NIP: 19820525 2005021 001

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh jumlah lapisan (2, 4, 6, dan 8 lapis) serta orientasi serat ($0^\circ/90^\circ$ dan $45^\circ/45^\circ$) pada komposit serat karbon epoxy terhadap kekuatan lentur dan kekerasan. Pembuatan *specimen* menggunakan metode *vacuum bagging* mengacu pada standar ASTM D790, sehingga dihasilkan laminasi yang padat dan minim rongga. Pengujian dilakukan dengan metode *three-point bending* untuk mengukur kekuatan lentur serta uji Vickers untuk mengetahui tingkat kekerasan permukaan material.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa orientasi serat $45^\circ/45^\circ$ umumnya memiliki kinerja lebih baik dibandingkan orientasi $0^\circ/90^\circ$. Nilai kekuatan lentur tertinggi, yaitu 1221,29 MPa, diperoleh pada orientasi $45^\circ/45^\circ$ dengan 8 lapis, sedangkan nilai terendah, yaitu 467,83 MPa, terdapat pada orientasi $0^\circ/90^\circ$ dengan 2 lapis. Pada uji kekerasan Vickers, nilai tertinggi sebesar 95,6 HV juga dihasilkan oleh *specimen* $45^\circ/45^\circ$ dengan 8 lapis, sementara nilai terendah, 78,5 HV, terdapat pada *specimen* $0^\circ/90^\circ$ dengan 2 lapis. Secara umum, penambahan jumlah lapisan memberikan peningkatan yang signifikan pada kekuatan dan kekerasan komposit.

Berdasarkan hasil tersebut, orientasi serat $45^\circ/45^\circ$ dengan jumlah lapisan lebih dari empat direkomendasikan untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan mekanis tinggi dan ketahanan terhadap beban dari berbagai arah. Metode *vacuum bagging* terbukti mampu menghasilkan komposit dengan kualitas tinggi dan sifat mekanis yang konsisten. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam proses perancangan dan pembuatan komposit, khususnya pada industri kedirgantaraan, otomotif, dan bidang lain yang membutuhkan material ringan, kuat, dan tahan lama.

Kata Kunci: Komposit serat karbon, orientasi serat, uji bending, ASTM D790, kekuatan mekanis.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of the number of layers (2, 4, 6, and 8 layers) and fiber orientation (0°/90° and 45°/45°) in carbon fiber–epoxy composites on flexural strength and hardness. Specimens were manufactured using the vacuum bagging method based on ASTM D790 standards, resulting in dense laminates with minimal voids. The tests were conducted using the three-point bending method to measure flexural strength and the Vickers hardness test to determine surface hardness levels.

The results show that the 45°/45° fiber orientation generally outperforms the 0°/90° orientation. The highest flexural strength value of 1221.29 MPa was obtained from the 45°/45° orientation with 8 layers, while the lowest value of 467.83 MPa was recorded for the 0°/90° orientation with 2 layers. In the Vickers hardness test, the highest value of 95.6 HV was also achieved by the 45°/45° orientation with 8 layers, while the lowest value of 78.5 HV was recorded for the 0°/90° orientation with 2 layers. Overall, increasing the number of layers significantly improved both the strength and hardness of the composite.

Based on these findings, the 45°/45° fiber orientation with more than four layers is recommended for applications requiring high mechanical strength and resistance to multidirectional loads. The vacuum bagging method proved effective in producing high-quality composites with consistent mechanical properties. This research is expected to serve as a reference for the design and manufacturing of composites, particularly in the aerospace, automotive, and other industries requiring lightweight, strong, and durable materials.

Keywords: Carbon fiber composite, fiber orientation, bending test, ASTM D790, mechanical strength.

PERNYATAAN KEASLIAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Katon Bayu Rahmadewa
NIT : 30422010
Program Studi : D3 Teknik Pesawat Udara
Judul Proyek Akhir : PERBANDINGAN LAMINASI *COMPOSITE* SERAT
CARBON EPOXY TERHADAP KEKUATAN
BENDING DAN KEKERASAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Proyek Akhir/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 Proyek Akhir/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 Perguruan Tinggi dan Akademi Penerbangan.

Surabaya, 14 Agustus 2025
Yang membuat pernyataan

Katon Bayu Rahmadewa
NIT. 30422010

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan rahmat dan hidayahnya, Proposal Tugas Akhir yang berjudul *PERBANDINGAN LAMINASI COMPOSITE SERAT CARBON EPOXY TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN KEKERASAN* ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusunan Tugas Akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya dan memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md.).

Ucapan **TERIMA KASIH** kami sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
2. Bapak Nyaris Pambudiyatno, S.Sit, M.Mtr. selaku Kaprodi Teknik Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Surabaya.
3. Ibu Ajeng Wulansari, S.T., M.T. selaku Pembimbing Materi.
4. Bapak Ir. Dr. Willy Artha Wirawan, S.T., M.T., CIAR. selaku Pembimbing Penulisan.
5. Kepada Bapak dan Ibu, serta saudara yang telah memberikan doa serta bantuan untuk kelancaran tugas akhir ini.
6. Rekan-rekan D III Teknik Pesawat Udara angkatan VIII yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.
7. And my 24/7 virtual partner who never reject my phone call and always encourage me to finish this Proposal.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun dari semua pihak agar dapat membantu untuk menjadikan penulisan proposal tugas akhir selanjutnya lebih baik. Akhir kata penulis berharap semoga penulisan ini dapat bermanfaat dan selanjutnya dapat dikembangkan serta berguna bagi semua pihak.

Surabaya, 14 Agustus 2025

KATON BAYU RAHMADEWA

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
PERNYATAAN KEASLIAN HAK CIPTA.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR ISTILAH.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 <i>Composite</i>	5
2.2 Penguat (<i>Reinforcement</i>)	5
2.3 <i>Matriks</i> (Resin).....	6
2.3.1 <i>Fibrous Composites</i> (<i>Composite Serat</i>).....	6
2.3.2 <i>Laminated Composites</i> (<i>Composite Laminat</i>).....	7
2.3.3 <i>Particulate Composites</i> (<i>Composite Partikel</i>).....	8
2.3.4 <i>Flake Composites</i> (<i>Composite Serpih</i>).....	8
2.3.5 Filled composites (<i>skeleton composite</i>).....	8
2.3.6 Resin Epoksi.....	9
2.3.7 Resin Poliester.....	10
2.3.8 Resin <i>Vinil Ester</i>	10
2.4 Katalis (<i>Hardener</i>).....	11
2.5 Serat <i>Composite</i>	11
2.6 Tipe Serat <i>Composite</i>	11
2.6.1 <i>Continuous Fiber Composite</i>	12
2.6.2 <i>Woven Fiber Composite (bi-directional)</i>	12
2.6.3 <i>Discontinuous Fiber Composite</i>	13
2.6.4 <i>Hybrid Fiber Composite</i>	13
2.7 Jenis-Jenis Serat	14
2.7.1 <i>Carbon Fiber</i> (Serat Carbon).....	14
2.8 Metode Pembuatan <i>Composite</i>	17
2.9 <i>Vacuum Bagging</i>	18
2.10 Uji <i>Bending</i>	19
2.11 Uji Kekerasan <i>Composite</i>	21
2.11.1 <i>Rockwell</i>	22
2.11.2 <i>Brinell</i>	22

2.11.3 <i>Vickers</i>	23
2.12 Penelitian Terdahulu	23
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Desain Penelitian.....	31
3.2 Peralatan dan Bahan	33
3.3 Pembuatan Benda Uji.....	43
3.3.1 Proses Pembuatan <i>specimen</i>	43
3.3.2 Proses <i>Vacuum Bagging</i>	46
3.3.3 Standard Pengujian <i>Bending</i>	48
3.3.4 Standard Pengujian <i>Vickers Shore D</i>	48
3.4 Teknik Pengujian.....	49
3.4.1 Pengujian <i>Bending</i>	49
3.4.2 Pengujian Kekuatan <i>Vickers</i>	50
3.4.3 Teknik Analisis Data Uji <i>Bending</i>	51
3.4.4 Teknik Analisis Data Uji Kekutan <i>Vickers</i>	52
3.5 Waktu Perencanaan Penelitian	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1 Hasil Pengujian <i>Vicker</i> menggunakan Durometer.....	55
4.1.1 <i>Specimen</i> 2 layer 90° dan 45°.....	56
4.1.2 <i>Specimen</i> 4 layer 90° dan 45°	58
4.1.3 <i>Specimen</i> 6 layer 90° dan 45°	60
4.1.4 <i>Specimen</i> 8 layer 90° dan 45°.....	63
4.2 Hasil dan Pembahasan uji Kekerasan.....	65
4.3 Hasil Pengujian <i>Bending</i>	66
4.3.1 <i>Specimen</i> 2 layer 90° dan 45°	66
4.3.2 <i>Specimen</i> 4 layer 90° dan 45°.....	69
4.3.3 <i>Specimen</i> 6 layer 90° dan 45°	73
4.3.4 <i>Specimen</i> 8 layer 90° dan 45°.....	77
4.4 Hasil dan Pembahasan uji <i>Bending</i>	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 Kesimpulan.....	82
5.2 Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA.....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Unidirectional fiber composite.....	7
Gambar 2.2 <i>Random fiber composite</i>	7
Gambar 2.3 <i>Laminated Composite</i>	7
Gambar 2.4 <i>Particular Composite</i>	8
Gambar 2.5 <i>Flake Composite</i>	8
Gambar 2.6 <i>Filled Composite</i>	9
Gambar 2.7 <i>Continuous Fiber Composite</i>	12
Gambar 2.8 <i>Woven Fiber Composite</i>	12
Gambar 2.9 <i>Tipe Discontinuous Fiber</i>	13
Gambar 2.10 <i>Hybrid Fiber Composite</i>	13
Gambar 2.11 Serat <i>Carbon</i>	15
Gambar 2.12 Serat <i>Carbon Chopped Strand</i>	16
Gambar 2.13 Serat <i>Carbon Wofen Roving</i>	16
Gambar 2.14 Serat <i>Carbon Woven Fabric</i>	17
Gambar 2.15 Proses pembuatan <i>Composite</i> dengan cara <i>Hand Lay-Up</i>	18
Gambar 2.16 Proses <i>Vacuum Bagging</i>	19
Gambar 2.17 <i>Three Point Bending (From ASTM Standard D790)</i>	20
Gambar 2.18 <i>Bentuk specimen uji bending standar ASTM Standard D790</i>	21
Gambar 2.19 Alat Uji Kekerasan.....	21
Gambar 2.20 hasil uji <i>Bending</i>	24
Gambar 2.21 hasil perbandingan orientasi serat	25
Gambar 2.22 hasil kekuatan <i>bending</i>	30
Gambar 3.1 Laminasi arah serat 0°/90° dan 45°/45°	32
Gambar 3.2 <i>Vacuum Pump</i>	33
Gambar 3.3 <i>Vacuum Catch Trap</i>	34
Gambar 3.4 Katup <i>Vacuum</i>	34
Gambar 3.5 Plastik <i>Vacuum</i>	35
Gambar 3.6 Kain Strimin.....	35
Gambar 3.7 Kain <i>Peel Ply</i>	36
Gambar 3.8 Selang Spiral.....	36
Gambar 3.9 Selang Pneumatik.....	37
Gambar 3.10 <i>Sealent Tap</i>	37
Gambar 3.11 <i>Realease Wax</i>	38
Gambar 3.12 Selotip Kertas	38
Gambar 3.13 <i>Twill Carbon Fiber</i>	39
Gambar 3.14 Resin dan <i>Hardener</i>	40
Gambar 3.15 Timbangan Digital.....	40
Gambar 3.16 Cetakan Kaca.....	41
Gambar 3.17 Gelas ukur	41
Gambar 3.18 Suhu ruangan lab disaat siang hari	42
Gambar 3.19 Suhu ruangan lab disaat malam hari	42

Gambar 3.20 Durometer Shore D	43
Gambar 3.21 Contoh arah serat 0°/90°	45
Gambar 3.22 Contoh arah serat 45°/45°	45
Gambar 3.23 Hasil proses <i>specimen</i>	46
Gambar 3.24 Hasil perlaminasi.....	48
Gambar 3.25 Metode <i>threepoint bending</i>	48
Gambar 3.26 Alat uji Durometer <i>type D</i>	49
Gambar 3.27 <i>Three Point Bending (From ASTM Standard D790)</i>	50
Gambar 3.28 Material Uji Keras dan Indentor.....	51
Gambar 3.29 Tapak jejak setelah dilakukan pengujian.....	51
Gambar 3.30 Dimensi-Dimensi Ukuran	53
Gambar 4.1 Uji <i>Vickers type D</i>	55
Gambar 4.2 Hasil uji <i>bending</i> 2 layer 90°	67
Gambar 4.3 Hasil uji <i>bending</i> 2 Layer 45°	69
Gambar 4.4 Hasil uji <i>bending</i> 4 layer 90°	71
Gambar 4.5 Hasil uji <i>bending</i> 4 layer 45°	73
Gambar 4.6 Hasil uji <i>bending</i> 6 layer 90°	75
Gambar 4.7 Hasil uji <i>bending</i> 6 layer 45°	76
Gambar 4.8 Hasil uji <i>bending</i> 8 layer 90°	78
Gambar 4.9 Hasil uji <i>bending</i> 8 layer 45°	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat mekanik berbagai serat	14
Tabel 2.2 hasil perbandingan orientasi serat	25
Tabel 2.3 Hasil uji Tarik	26
Tabel 2.4 Hasil uji impact	27
Tabel 2.5 hasil perbedaan metode <i>vacuum infusion</i> dan <i>vacuum bagging</i>	27
Tabel 2.6 hasil uji <i>bending</i> serat <i>carbon</i> menggunakan metode <i>vacuum infusion</i>	28
Tabel 2.7 Korelasi lapisan dan kekuatan <i>Bending</i>	29
Tabel 3.8 Waktu Perencanaan Penelitian	54
Tabel 4.2 Data uji 2 layer 90°	56
Tabel 4.3 Data uji 2 layer 45°	57
Tabel 4.4 Data uji 4 layer 90°	58
Tabel 4.5 Data uji 4 layer 45°	59
Tabel 4.6 Data uji 6 layer 90°	60
Tabel 4.7 Data uji 6 layer 45°	61
Tabel 4.8 Data uji 8 layer 90°	63
Tabel 4.9 Data uji 8 layer 45°	64
Tabel 4.10 Spesifikasi <i>specimen</i> 2 layer 90°	66
Tabel 4.11 Spesifikasi <i>specimen</i> 2 layer 45°	68
Tabel 4.12 Sesifikasi <i>specimen</i> 4 layer 90°	70
Tabel 4.13 Sesifikasi <i>specimen</i> 4 layer 45°	71
Tabel 4.14 Sesifikasi <i>specimen</i> 6 layer 90°	74
Tabel 4.15 Sesifikasi <i>specimen</i> 6 layer 45°	75
Tabel 4.16 Sesifikasi <i>specimen</i> 8 layer 90°	77
Tabel 4.17 Sesifikasi <i>specimen</i> 8 layer 45°	79

DAFTAR ISTILAH

ASTM : *American Society For Testing and Material*

Bending : Kelenturan

σ_b : Tegangan *bending* (MPa)

MPa : *Mega Pascal*

mm : Mili Meter

N : *Newton*

Indenter : Jarum Penekan

Cone Angle : Sudut Posisi

C°, F°, K° : Satuan Derajat (*Celcius, Faranhait, Kelvin*)

Matriks : Resin

Reinforcment : Penguat

Hardener : Katalis

DAFTAR PUSTAKA

- (Saifullah et al. 2021), (Febriyanto et al. 2023), (Setyo 2023), (Robiansyah and Arif Irfa'i 2021), (Gautama et al. 2022), (Widya et al. 2010), (Alfarizi, Rollastin, and Sukanto 2022), (Negeri and Belitung n.d.), (Kozlov and Yanovskii 2014), (Pangkey et al. 2024), (Abdurohman et al. 2023), (Fadhlah 2022), Lelawati, and Aan Sefentry. 2021. "Pengaruh Ukuran Terhadap Kekerasan Komposit Paduan Sampah Plastik Dan Cangkang Sawit." *Jurnal Redoks* 6(2):86–91. doi: 10.31851/redoks.v6i2.6640.
- Abdurohman, Kosim, Agung Rezky, Ryan Pratomo, Redha Akbar Hidayat, Taufiq Satrio Ramadhan, Riki Nurtiasto, Mikhael Ardiansyah, and P. P. P. Gilang. 2023. "A Comparison of Vacuum Infusion, Vacuum Bagging, and Hand Lay-Up Process on The Compressive and Shear Properties of GFRP Materials." *Indonesian Journal of Aerospace* 21(1):39–50. doi: 10.59981/ijoa.2023.286.
- Alfarizi, Muhammad, Boy Rollastin, and Sukanto. 2022. "Studi Eksperimen Pengaruh Kekuatan Material Komposit HGM, Epoxy Dan Serat Daun Nanas Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak." 2(January):978–79.
- Askeland, Donald R. 1991. "THE SCIENCE AND ENGINEERING OF MATERIALS." *The Science and Engineering of Materials* 126–34. doi: 10.1007/978-94-009-1842-9_11.
- Fadhlah, Hazhari. 2022. "Tampilan PENGARUH KEKUATAN TARIK DAN KEKUATAN BENDING KOMPOSIT HYBRID DAN NON-HYBRID MENGGUNAKAN METODE VACUUM BAGGING.Pdf." 2.
- Febriyanto, Chandra, Ferry Setiawan, and Ikbil Rizki Putra. 2023. "Testing the Bending Strength of Carbon Fiber Composites Using the Vacuum Infusion and Vacuum Bagging Method on the UAV Skywalker 1900 Fuselage Material." *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics* 6(I):9–19. doi: 10.15408/fiziya.v6ii.30562.
- Gautama, Chaerul. 2020. No Title No Title No Title." 1–23.
- Gautama, Chaerul, Muhammad Fa'iz Alfatih, and Sabri Alimi. 2022. "Eksperimen Uji Bending Pada Komposit Resin Polyester Dan Epoxy Serat Jerami Padi

- Dengan Proses Hand Lay Up.” *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine* 8(2):237–42. doi: 10.56521/teknika.v8i2.623.
- Kozlov, G. V., and Yu G. Yanovskii. 2014. “- Microhardness.” *Fractal Mechanics of Polymers* 5:256–65. doi: 10.1201/b17730-17.
- Negeri, Politeknik Manufaktur, and Bangka Belitung. n.d. “Kaji Eksperimental Material Komposit.”
- Pangkey, Calvin Delano Immanuel, Dwi Hartini, and Bangga Dirgantara Adiputra. 2024. “Karakterisasi Sifat Bending Komposit Hibrid Serat Alam Daun Nanas Dan Serat Bambu Untuk Aplikasi Struktur UAV.” *Vortex* 5(2). doi: 10.28989/vortex.v5i2.2510.
- Pokhrel, Sakinah. 2024. “No TitleEΛENH.” *Ayan* 15(1):37–48.
- Robiansyah, Kurniawan, and Mochammad Arif Irfa’i. 2021. “Pengaruh Orientasi Arah Serat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat Karbon Dengan Matrik Epoxy.” *Jurnal Teknik Mesin* 9(3):47–52.
- Saifullah, Ali, Mohammad Jufri, Dini Kurniawati, and Risky Chandra. 2021. “Mechanical Properties of Layered-Carbon Fiber Reinforced with Vacuum Infusion Process.” *Journal of Energy Mechanical Material and Manufacturing Engineering* 6(1):33–40. doi: 10.22219/jemmme.v6i1.16428.
- Setyo, Abdi. 2023. “01 - Abdi Setyo - Proyek Akhir.”
- Ummah, Masfi Sya’fiatul. 2019. “ *Sustainability (Switzerland)* 11(1):1–14.
- Widya, Prasetya Henry, Atmaja dadang Sanjaya, and Perwira Dimas Adi. 2010. “Material Komposit Laminasi Serat Karbon-Nylon Dengan Additive Aluminum Powder Untuk Body Lori.” *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat* 13:30–37.
- Zulkifli Karim. n.d. “Jurusan Teknik Mesin , Fakultas Teknik , Universitas Islam Malang Jl . Mayjen Haryono 193 Malang , 65144 , Indonesia Email : Ananghwardianto52@gmail.Com.” (20).