



**ANALISIS KEKUATAN TARIK MATERIAL
KOMPOSIT *HYBRID* SERAT BAMBU APUS DAN
SERAT KACA BERMATRIKS RESIN EPOKSI**

SKRIPSI

BAGASKARA GIRI HANGGORO

2010311027

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

2026



**ANALISIS KEKUATAN TARIK MATERIAL
KOMPOSIT *HYBRID* SERAT BAMBU APUS DAN
SERAT KACA BERMATRIKS RESIN EPOKSI**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

BAGASKARA GIRI HANGGORO

2010311027

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

2026

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Bagaskara Giri Hanggoro

NIM : 2010311027

Program : S1 Teknik Mesin

Judul Skripsi : ANALISIS KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT *HYBRID* SERAT BAMBU APUS DAN SERAT KACA BERMATRIKS RESIN EPOKSI

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T., M.T.

(Penguji Utama)



M. Arifudin Lukmana, S.T., M.T.

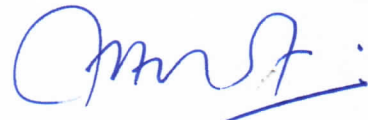
(Penguji Lembaga)



Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T.,

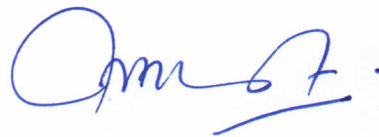
M.T., IPM.

(Dekan Fakultas Teknik)



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

(Penguji III/Pembimbing)



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

(Kepala Program Studi

Teknik Mesin)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 23 Juli 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh :

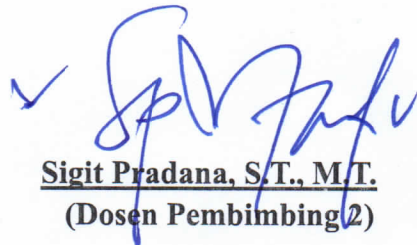
Nama : Bagaskara Giri Hanggoro
NIM : 2010311027
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS KEKUATAN TARIK MATERIAL
KOMPOSIT HYBRID SERAT BAMBU APUS DAN
SERAT KACA BERMATRIKS RESIN EPOKSI

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai dengan arahan yang diberikan oleh dosen pembimbing dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.

Menyetujui



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.
(Dosen Pembimbing 1)



Sigit Pradana, S.T., M.T.
(Dosen Pembimbing 2)

Mengetahui



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.
(Kepala Program Studi Teknik Mesin)

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Bagaskara Giri Hanggoro

NIM : 2010311027

Program Studi : Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 5 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Bagaskara Giri Hanggoro

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Saya yang akan bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bagaskara Giri Hanggoro
NIM : 2010311027
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

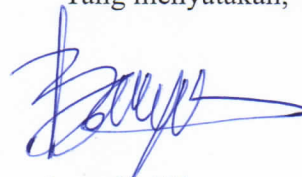
“ANALISIS KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT HYBRID SERAT BAMBU APUS DAN SERAT KACA BERMATRIKS RESIN EPOKSI”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 25 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Bagaskara Giri Hanggoro

ANALISIS KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT HYBRID SERAT BAMBU APUS DAN SERAT KACA BERMATRIKS RESIN EPOKSI

Bagaskara Giri Hanggoro

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis kekuatan tarik dari komposit hibrida berstruktur *sandwich* yang memanfaatkan serat bambu apus sebagai bagian inti (*core*) dan serat kaca WR400 sebagai lapisan luar (*skin*) dengan matriks resin epoksi. Komposit serat alam menawarkan solusi material yang berkelanjutan, namun memiliki keterbatasan sifat mekanis sehingga hibridisasi dengan serat kaca dilakukan untuk meningkatkan performa strukturalnya. Spesimen dibuat menggunakan metode *hand lay-up* manual pada variasi fraksi volume serat 30%, 40%, dan 50%, serta diberi perlakuan alkali (larutan NaOH 5%) pada serat bambu apus guna meningkatkan ikatan antarmuka dengan matriks. Pengujian tarik yang dilakukan sesuai dengan standar ASTM D3039 menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik berbanding lurus dengan peningkatan fraksi volume serat, di mana kekuatan tarik rata-rata tertinggi berhasil dicapai pada variasi fraksi volume 50% sebesar 182,03 MPa, diikuti oleh variasi 40% sebesar 150,18 MPa, dan variasi 30% sebesar 96,97 MPa. Konfigurasi hibrida ini membuktikan kapabilitas struktural yang jauh lebih unggul dibandingkan komposit bambu murni, sehingga berpotensi besar sebagai alternatif material berkelanjutan untuk aplikasi rekayasa beban menengah. Namun demikian, kenaikan nilai koefisien variasi (*coefficient of variation*/CV) yakni dari 7,03% (pada fraksi volume 30%), 9,52% (pada fraksi volume 40%), hingga 11,96% (pada fraksi volume 50%) mengindikasikan adanya persebaran data yang semakin tinggi pada muatan serat yang semakin besar, hal ini menandakan perlunya optimalisasi proses fabrikasi di masa mendatang guna meminimalkan keberadaan cacat *void*.

Kata kunci : ASTM D3039, Fraksi Volume, Komposit Hibrida, Serat Bambu Apus, Serat Kaca WR400, Uji Tarik.

TENSILE STRENGTH ANALYSIS OF APUS BAMBOO FIBER AND GLASS FIBER HYBRID COMPOSITES WITH AN EPOXY RESIN MATRIX

Bagaskara Giri Hanggoro

ABSTRACT

This study analyzes the tensile strength of a sandwich-structured hybrid composite incorporating apus bamboo fiber as the core and WR400 glass fiber as the outer skin layers with an epoxy resin matrix. Natural fiber composites offer sustainable material solutions; however, they possess limitations in mechanical properties, prompting hybridization with glass fiber to enhance their structural performance. Specimens were fabricated using the manual hand lay-up method at fiber volume fraction variations of 30%, 40%, and 50%, with an alkali treatment (5% NaOH solution) applied to the apus bamboo fibers to improve interfacial bonding with the matrix. Tensile testing conducted in accordance with the ASTM D3039 standard revealed that the tensile strength is directly proportional to the increase in fiber volume fraction, where the highest average tensile strength was achieved at the 50% volume fraction (182.03 MPa), followed by the 40% fraction (150.18 MPa) and the 30% fraction (96.97 MPa). This hybrid configuration demonstrates structural capabilities far superior to pure bamboo composites, highlighting its strong potential as a sustainable material alternative for medium-load engineering applications. Nevertheless, the increase in the coefficient of variation (CV)—from 7.03% (at 30% volume fraction), 9.52% (at 40% volume fraction), to 11.96% (at 50% volume fraction)—indicates higher data scatter at increased fiber loadings, signifying the necessity for future fabrication process optimization to minimize the presence of void defects.

Keywords : *Apus Bamboo Fiber, ASTM D3039, Hybrid Composite, Tensile Test, Volume Fraction, WR400 Glass Fiber.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Almarhum Ayahanda tercinta, Papah Suhendratmo, yang telah berpulang ke rahmatullah pada Minggu, 10 Agustus 2025. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga atas segala kasih sayang, doa, dan perjuangan Papah selama hidup. Penulis juga memohon maaf yang sedalam-dalamnya karena hingga akhir hayat Papah, penulis belum sempat mempersembahkan kelulusan ini. Semoga Allah SWT menempatkan Papah di tempat terbaik di sisi-Nya dan melapangkan segala amal ibadahnya.
2. Ibunda Eva Yuliasuti, serta adik-adik penulis Djenar Ayu Hanindya Putri dan Banyuseto Bagus Handoro, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan yang tidak pernah surut. Terima kasih atas pengertian, semangat, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Kehadiran dan doa dari keluarga menjadi sumber kekuatan yang berarti bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Fahrudin, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Kepala Program Studi Teknik Mesin, atas bimbingan, arahan, serta ilmu yang telah diberikan kepada penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Sigit Pradana, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II, atas waktu, bimbingan, serta saran yang telah diberikan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.

5. Bapak Muhammad Arifudin Lukmana, S.T., M.T., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Penguji II, atas bimbingan, masukan, serta dukungan yang telah diberikan kepada penulis selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T., M.Eng., selaku Penguji I, atas kritik, saran, dan masukan yang membangun sehingga membantu penulis dalam menyempurnakan skripsi ini.
7. Zayyan Qotrunnada, S.H., atas dukungan, doa, dan pengertian yang selalu diberikan selama penulis menjalani proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas semangat dan kesabarannya yang menjadi salah satu motivasi terbesar bagi penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.
8. Teman-teman terdekat penulis — Taufiq Qurrahman, Refka Prafedia, Demal Oktaviansyah, Adita Adam, Raihan Daffa I., Rafi Kurniawan, Gilang Satria, Abi Ghali, dan Shidqi Yustifio — atas kebersamaan, dukungan, serta semangat yang telah diberikan. Terima kasih atas canda tawa, kerja sama, dan bantuan yang membuat proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini menjadi lebih berwarna dan bermakna.
9. Rekan-rekan Teknik Mesin, khususnya Bhanu, Samuel, Rizki Hadi, Christian Jovie, Kemal Fahreza, Fazaliqa Hafizh dan teman-teman lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas kebersamaan dan dukungan selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan penerapan teknik mesin di masa mendatang.

Jakarta, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 1 Pendahuluan	5
BAB 2 Tinjauan Pustaka.....	5
BAB 3 Metode Penelitian.....	5
BAB 4 Pembahasan Dan Hasil Penelitian	5
BAB 5 Kesimpulan Dan Saran	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Komposit.....	6
2.2 Matriks	7
2.2.1 <i>Ceramic Matrix Composites</i> (CMCs).....	8
2.2.2 <i>Metal Matrix Composites</i> (MMCs)	9
2.2.3 <i>Polymer Matrix Composites</i> (PMCs)	9
2.3 Penguat (<i>reinforcement</i>)	11

2.4	Serat kaca	12
2.5	Serat bambu.....	16
2.6	Serat hibrida	17
2.7	Resin <i>epoxy</i>	18
2.8	Prinsip Perhitungan Volume dan Massa Komposit	18
2.9	Konfigurasi Susunan Serat.....	20
2.10	Metode <i>hand lay-up</i>	21
2.11	Uji tarik standar ASTM D3039	22
2.12	Statistik Deskriptif	23
2.13	Penelitian terdahulu.....	24
BAB 3 METODE PENELITIAN		27
3.1	Diagram Alir.....	27
3.2	Studi Literatur	28
3.3	Identifikasi Masalah.....	28
3.4	Persiapan Alat dan Bahan.....	28
3.5	Pembuatan komposit	30
3.5.1	Serat bambu	30
3.5.1.1.	Pemotongan bambu	31
3.5.1.2.	Pengupasan endodermis dan eksodermis	31
3.5.1.3.	Perendaman bambu.....	32
3.5.1.4.	Pemisahan serat (<i>mechanical beating</i>)	32
3.5.1.5.	Alkali <i>treatment</i>	33
3.5.2	Serat kaca.....	34
3.5.3	Resin <i>epoxy</i>	35
3.5.4	Perhitungan serat	38
3.5.5	Persiapan bidang kerja.....	40
3.5.6	Persiapan bahan pendukung	41
3.5.7	Pembuatan spesimen dengan metode <i>hand lay-up</i>	42
3.5.8	Pemotongan komposit sesuai ukuran standar ASTM D3039	44
3.6	Pelaksanaan Uji Tarik.....	44
3.7	Pengambilan Data Hasil Uji Tarik	45
3.8	Analisa Hasil Pengambilan Data Uji Tarik	45
3.9	Kesimpulan	46
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	<i>Tensile Test</i> (Uji Tarik)	47

4.1.1	Pengaturan Mesin Uji Tarik.....	47
4.1.2	Hasil Uji Tarik	47
4.2	Pembahasan.....	51
4.2.1	Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat Terhadap Pengujian Tarik	51
4.2.2	Perbandingan Kuat Tarik Komposit Bambu dan WR400 Murni	52
4.2.3	Analisis Tren Nilai <i>Coefficient of Variation</i> (CV)	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA		
RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Susunan aplikasi komposit pada peralatan ski.....	6
Gambar 2. 2	Klasifikasi komposit berdasarkan material matriks penyusunnya....	8
Gambar 2. 3	Pembagian komposit berdasarkan jenis penguat	11
Gambar 2. 4	Serat kaca E (<i>Electrical Glass</i>) <i>Woven Rovings</i>	13
Gambar 2. 5	Serat kaca S (<i>Structural Glass</i>) <i>Woven Rovings</i>	14
Gambar 2. 6	Serat Kaca C (<i>Chemical Glass</i>) <i>Woven Rovings</i>	14
Gambar 2. 7	Serat kaca AR (<i>Alkali-Resistant Glass</i>) <i>Woven Rovings</i>	15
Gambar 2. 8	Serat kaca D (<i>Dielectric Glass</i>) <i>Woven Rovings</i>	15
Gambar 2. 9	Pola susunan serat.....	20
Gambar 2. 10	Visualisasi konfigurasi susunan serat komposit <i>hybrid</i>	21
Gambar 2. 11	Gambar spesimen uji tarik ASTM D3039	23
Gambar 3. 1	Diagram alir	27
Gambar 3. 2	Potongan Bambu.....	31
Gambar 3. 3	Bambu setelah pengupasan eksodermis dan endodermis	32
Gambar 3. 4	Perendaman Bambu	32
Gambar 3. 5	Serat bambu setelah dilakukan pemukulan.....	33
Gambar 3. 6	Perendaman Serat Bambu dalam larutan Alkali	34
Gambar 3. 7	Serat kaca <i>Woven Rovings</i> 400	34
Gambar 3. 8	Ilustrasi susunan cetakan komposit menggunakan <i>solidwork</i>	40
Gambar 3. 9	Cetakan komposit yang sudah siap.....	41
Gambar 3. 10	<i>Miracle gloss</i>	42
Gambar 3. 11	Metode <i>hand lay-up</i>	43
Gambar 3. 12	Komposit yang telah selesai dari proses <i>hand lay-up</i>	43
Gambar 3. 13	Hasil pemotongan spesimen komposit	44
Gambar 3. 14	Proses pengujian tarik.....	45
Gambar 4. 1	Grafik tegangan-regangan representasi spesimen D3 variasi 30%. 48	
Gambar 4. 2	Grafik tegangan-regangan representasi spesimen C4 variasi 40%. 49	
Gambar 4. 4	Grafik perbandingan kuat tarik antar variasi	52
Gambar 4. 5	Grafik perbandingan dengan material acuan	53
Gambar 4. 6	Grafik data hasil <i>coefficient of variation</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat-sifat fisik beberapa serat alam.....	16
Tabel 2. 2 Tabel parameter uji tarik.....	22
Tabel 3. 1 Tabel alat dan bahan	28
Tabel 3. 2 Massa serat kaca	35
Tabel 3. 3 Pasangan massa serat kaca.....	35
Tabel 3. 4 Hasil perhitungan volume serat, volume resin, massa resin dan <i>hardener</i>	37
Tabel 3. 5 Massa jenis masing-masing serat.....	38
Tabel 3. 6 Volume serat bambu apus	39
Tabel 3. 7 Massa serat bambu apus	40
Tabel 3. 8 Hasil perhitungan massa <i>epoxy</i> dan serat bambu	42
Tabel 4. 1 Tabel nilai rata-rata, maksimum dan minimum tiap variasi.....	51