



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PEMBUATAN KOMPOSIT *HYBRID* MENGGUNAKAN
METODE VAKUM**

PROYEK AKHIR

RIZAL MAULANA

40040222650094

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2026**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PEMBUATAN KOMPOSIT *HYBRID* MENGGUNAKAN
METODE VAKUM**

PROYEK AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik**

RIZAL MAULANA

40040222650094

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : RIZAL MAULANA

NIM : 40040222650094

Tanda Tangan : 

Tanggal : 22 September 2026



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

Jalan Hayam Wuruk No. 3-4
Pleburan, Semarang Kode Pos 50241
Tel./Faks. (024) 8316333
<http://me.vokasi.undip.ac.id>
email: me.vokasi@live.undip.ac.id

SURAT TUGAS



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

Jalan Prof. Sudarto, S.H. Tembalang, Semarang
Kode Pos 50275
Tel./Faks. (024) 7471379
www.vokasi.undip.ac.id email:
vokasi@live.undip.ac.id

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR
No. : 538/PA/RPM/V/2026

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk Mahasiswa berikut:

Nama : Rizal Maulana
NIM : 40040222650094
Judul Proyek Akhir : Pembuatan Komposit *Hybrid* Menggunakan Metode Vakum
Dosen Pembimbing : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.
NIP : 197106151998021001

Isi Tugas:

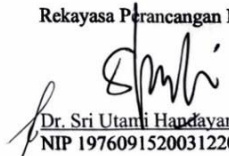
1. Merancang konfigurasi laminasi komposit dan menentukan kebutuhan material pada proses fabrikasi metode vakum.
2. Melakukan fabrikasi komposit dengan variasi metode impregnasi (hand lay dan vakum) serta kombinasi serat non-alam dan alam.
3. Melakukan pengujian tarik spesimen komposit sesuai standar ASTM D638-14 dan pengambilan data pengujian.
4. Melakukan pengolahan data dan analisis pengaruh variasi metode impregnasi serta kombinasi serat terhadap kekuatan tarik komposit.
5. Menyusun laporan proyek akhir, publikasi ilmiah, dan pengajuan luaran HaKI hasil penelitian.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 18 Mei 2026

Ketua Prodi Sarjana Terapan

Rekayasa Perancangan Mekanik


Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP 197609152003122001

Tembusan:

1. Ketua Prodi Rekayasa Perancangan Mekanik
2. Bagian Pengajaran
3. Mahasiswa ybs

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : RIZAL MAULANA

NIM 40040222650094

Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik

Judul Proyek Akhir : Pembuatan Komposit *Hybrid* Menggunakan Metode Vakum

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.

Penguji I : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.

Penguji II : Alaya Fadllu Hadi Mukhammad, S.T., M.Eng.

Penguji III : Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.

()
()
()

Semarang, 22 September 2026

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik



Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197609152003122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizal Maulana
NIM : 40040222650094
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Proyek Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Pembuatan Komposit Hybrid Menggunakan Metode Vakum”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 22 September 2026

Yang menyatakan



(Rizal Maulana)

MOTTO

1. “Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya, Dia mendapat (pahala) dari (kebajikan) yang dikerjakannya dan mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya.” (Q.S Al-Baqarah:186)
2. “Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar, keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha.” (B.J Habibie)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pembuatan Komposit *Hybrid* Menggunakan Metode Vakum”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Terapan Sekolah Vokasi di Universitas Diponegoro.

Penyusunan Tugas Akhir ini tentunya tidak terlepas dari bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T., selaku Ketua Progam Studi STr. Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi semangat dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen dan teknisi yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua serta keluarga yang telah senantiasa memberikan doa dan semangat serta dukungan.

6. Teman-teman Angkatan 2022 Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan serta motivasi kepada penulis baik dalam pelaksanaan maupun penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu dalam penyusunan Tugas Akhir ini, maka segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Penulis berharap, semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan, diberi balasan kebajikan. Amin. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca secara umum, baik dari kalangan akademis maupun yang lain.

Semarang, 22 September 2026



Penulis

ABSTRAK

PEMBUATAN KOMPOSIT *HYBRID* MENGGUNAKAN METODE VAKUM

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh metode fabrikasi terhadap sifat mekanik komposit serat *fiberglass* serta mengetahui pengaruh kombinasi serat *fiberglass* dan serat rami terhadap sifat mekanik komposit. Komposit serat *fiberglass* dibuat menggunakan dua metode fabrikasi, yaitu impregnasi vakum dan *hand lay*, sedangkan komposit kombinasi serat *fiberglass* dan serat rami dibuat menggunakan metode *hand lay*. Pengujian sifat mekanik dilakukan melalui pengujian tarik berdasarkan standar ASTM D638-14. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan tarik maksimum, regangan maksimum, dan modulus elastisitas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit serat *fiberglass* dengan metode impregnasi vakum menghasilkan nilai rata-rata tegangan tarik maksimum sebesar 156,83 MPa, regangan maksimum sebesar 0,06, dan modulus elastisitas sebesar 3,84 GPa. Sementara itu, komposit serat *fiberglass* dengan metode *hand lay* menghasilkan nilai rata-rata tegangan tarik maksimum sebesar 43,62 MPa, regangan maksimum sebesar 0,03, dan modulus elastisitas sebesar 2,13 GPa. Komposit kombinasi serat *fiberglass* dan serat rami menghasilkan nilai rata-rata tegangan tarik maksimum sebesar 45,93 MPa, regangan maksimum sebesar 0,03, dan modulus elastisitas sebesar 2,53 GPa. Perbandingan komposit *fiberglass* tunggal dan kombinasi *fiberglass*–rami yang sama-sama menggunakan metode *hand lay* menunjukkan peningkatan tegangan tarik maksimum sebesar 5,30% dan modulus elastisitas sebesar 18,96%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode impregnasi vakum menghasilkan sifat mekanik yang lebih tinggi pada komposit serat *fiberglass* dibandingkan metode *hand lay*. Selain itu, kombinasi serat *fiberglass* dan rami memberikan peningkatan terhadap tegangan tarik maksimum dan modulus elastisitas dibandingkan komposit *fiberglass* tunggal dengan metode fabrikasi yang sama.

Kata kunci : komposit, *fiberglass*, serat rami, impregnasi vakum, *hand lay*, pengujian tarik.

ABSTRACT

FABRICATION OF HYBRID COMPOSITES USING THE VACUUM METHOD

This study aims to analyze the effect of fabrication methods on the mechanical properties of fiberglass fiber composites and to investigate the effect of combining fiberglass and ramie fibers on the mechanical properties of composites. The fiberglass fiber composites were fabricated using two methods, namely vacuum impregnation and hand lay, while the hybrid composites consisting of fiberglass and ramie fibers were fabricated using the hand lay method. Mechanical properties were evaluated through tensile testing based on the ASTM D638-14 standard. The analyzed parameters included maximum tensile stress, maximum strain, and elastic modulus. The results showed that the fiberglass composite fabricated using the vacuum impregnation method achieved an average maximum tensile stress of 156.83 MPa, a maximum strain of 0.06, and an elastic modulus of 3.84 GPa. Meanwhile, the fiberglass composite fabricated using the hand lay method produced an average maximum tensile stress of 43.62 MPa, a maximum strain of 0.03, and an elastic modulus of 2.13 GPa. The hybrid composite consisting of fiberglass and ramie fibers produced an average maximum tensile stress of 45.93 MPa, a maximum strain of 0.037, and an elastic modulus of 2.53 GPa. Comparison between the single fiberglass composite and the fiberglass–ramie hybrid composite fabricated using the same hand lay method showed an increase in maximum tensile stress of 5.30% and an increase in elastic modulus of 18.96%. The results indicate that the vacuum impregnation method produces higher mechanical properties in fiberglass composites than the hand lay method. Furthermore, the combination of fiberglass and ramie fibers improves the maximum tensile stress and elastic modulus compared with the single fiberglass composite fabricated using the same method.

Keywords : composite, fiberglass, ramie fiber, vacuum impregnation, hand lay, tensile testing

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
SURAT TUGAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Luaran.....	5
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	6
1.6.1 Pendahuluan	6
1.6.2 Tinjauan Pustaka	6
1.6.3 Metodologi	6
1.6.4 Hasil dan Pembahasan.....	6
1.6.5 Kesimpulan dan Saran.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Material Komposit.....	8
2.1.1 Definisi dan Klasifikasi Komposit	9
2.1.2 Komponen Penyusun Komposit.....	10
2.1.3 Keunggulan Komposit Berbasis Serat Alam.....	11
2.2 Material Penyusun Komposit Penelitian	12

2.2.1 Serat Non-Alam dan Serat Alam sebagai Penguat.....	13
2.2.2 Resin Sebagai Matriks.....	14
2.3 Bahan Tambahan.....	15
2.3.1 <i>Hardener</i>	16
2.3.2 <i>Polyvinyl Alcohol (PVA)</i>	17
2.4 Metode Fabrikasi <i>Vacuum Bagging</i>	18
2.4.1 Metode Impregnasi Vakum (<i>Vacuum Infusion</i>)	19
2.4.2 Metode Impregnasi <i>Hand Lay</i>	20
2.5 Pengujian Tarik Material Komposit.....	21
2.5.1 Prinsip Dasar Uji Tarik	22
2.5.2 Deformasi	23
2.5.3 Parameter Hasil Uji Tarik	23
2.5.4 Kekuatan Tarik Maksimum.....	23
2.5.5 Tegangan dan Regangan	24
2.5.6 Modulus Elastisitas	24
2.5.7 Standar Uji Tarik.....	25
2.5.8 Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	26
2.5.9 Kecepatan Pengujian.....	26
BAB III METODOLOGI.....	28
3.1 Skema Penelitian	28
3.1.1 Identifikasi Masalah	29
3.1.2 Studi Literatur	30
3.1.3 Persiapan Alat dan Bahan	30
3.1.4 Perlakuan Awal Serat.....	30
3.1.5 Perhitungan Kebutuhan Serat dan Resin.....	30
3.1.6 Fabrikasi Komposit	31
3.1.7 Pengujian Tarik	31
3.1.8 Pengolahan dan Analisis Data.....	31
3.2 Persiapan Alat dan Bahan	31
3.2.1 Alat.....	32
3.2.2 Bahan.....	45
3.3 Persiapan Awal Serat	48
3.4 Perhitungan Kebutuhan Serat dan Resin	49
3.5 Fabrikasi Komposit	50
3.5.1 Metode Impregnasi Vakum.....	51

3.5.2 Metode Impregnasi <i>Hand Lay</i>	60
3.6 Pengujian Tarik	69
3.6.1 Persiapan Spesimen Uji.....	70
3.6.2 Langkah-langkah Pengujian.....	71
3.7 Pengolahan dan Analisis Data.....	72
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	74
4.1 Hasil Fabrikasi Komposit.....	74
4.1.1 Hasil Visual Komposit	75
4.1.2 Hasil Dimensi Komposit	77
4.2 Hasil Pengujian Tarik.....	77
4.2.1 Data Hasil Pengujian Tarik	78
4.2.2 Hasil Perhitungan Tegangan, Regangan, dan Modulus Elastisitas	83
4.3 Analisis dan Pembahasan	97
4.3.1 Pengaruh Metode Impregnasi Terhadap Kekuatan Tarik	98
4.3.2 Pengaruh Jenis dan Kombinasi Serat terhadap Sifat Mekanik Komposit	100
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	102
5.1 Kesimpulan.....	102
5.2 Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN.....	106

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Dimensi ukuran spesimen ASTM D638-14 tipe I.....	71
Tabel 4.1 Dimensi panel komposit hasil fabrikasi	77
Tabel 4.2 Data hasil spesimen vakum 1	79
Tabel 4.3 Data hasil spesimen vakum 2	80
Tabel 4.4 Data hasil spesimen vakum 3	80
Tabel 4.5 Data hasil spesimen <i>hand lay</i> 1	81
Tabel 4.6 Data hasil spesimen <i>hand lay</i> 2	81
Tabel 4.7 Data hasil spesimen <i>hand lay</i> 3	82
Tabel 4.8 Data hasil spesimen serat kombinasi 1.....	82
Tabel 4.9 Data hasil spesimen serat kombinasi 2.....	83
Tabel 4.10 Data hasil spesimen serat kombinasi 3.....	83
Tabel 4.11 Rekapitulasi hasil perhitungan setiap spesimen	94
Tabel 4.12 Rata-rata dan hasil pengujian tarik	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema komposit serat, komposit partikel dan komposit laminasi.....	9
Gambar 2.2 Klasifikasi komposit berdasarkan pengikatnya	10
Gambar 2.3 Serat penguat (serat rami dan <i>fiberglass</i>)	14
Gambar 2.4 Skema proses fabrikasi dengan metode <i>vacuum bagging</i>	19
Gambar 2.5 Tabel dimensi spesimen uji tarik ASTM D638	26
Gambar 2.6 Tabel kecepatan pengujian ASTM D638	27
Gambar 3.1 Diagram alir skema penelitian	29
Gambar 3.2 Kaca	32
Gambar 3.3 <i>Peel ply</i>	33
Gambar 3.4 <i>Bagging mesh</i>	34
Gambar 3.5 <i>Film plastic bagging</i>	35
Gambar 3.6 Selang	35
Gambar 3.7 Gunting	36
Gambar 3.8 <i>Masking tape</i>	37
Gambar 3.9 <i>Sealant tape</i>	37
Gambar 3.10 Timbangan digital.....	38
Gambar 3.11 Gelas plastik	39
Gambar 3.12 Penggaris	39
Gambar 3.13 Skrap	40
Gambar 3.14 Kuas	40
Gambar 3.15 <i>Heatpad</i>	41
Gambar 3.16 Mesin uji tarik.....	42
Gambar 3.17 Mesin vakum	43
Gambar 3.18 <i>Fiberglass</i>	45
Gambar 3.19 Serat rami.....	46
Gambar 3.20 Resin dan <i>hardener</i>	47
Gambar 3.21 PVA	47
Gambar 3.22 <i>Spray adhesive</i>	48

Gambar 3.23	Diagram alir proses fabrikasi impregnasi vakum	52
Gambar 3.24	Susunan lapisan pada proses fabrikasi impregnasi vakum	53
Gambar 3.25	Pengolesan PVA	54
Gambar 3.26	Pemotongan serat	55
Gambar 3.27	Penyemprotan <i>spray adhesive</i>	56
Gambar 3.28	Pemasangan <i>sealant tape</i>	56
Gambar 3.29	Penutupan sistem vakum	57
Gambar 3.30	<i>Pressure gauge</i> menunjukkan angka 76 cmHg	57
Gambar 3.31	Peracikan resin dan <i>hardener</i>	58
Gambar 3.32	Impregnasi resin dengan metode vakum	59
Gambar 3.33	Bantuan pengeringan dengan <i>heatpad</i>	59
Gambar 3.34	Pelepasan komposit dari lapisan pendukung	60
Gambar 3.35	Diagram alir proses fabrikasi impregnasi <i>hand lay</i>	61
Gambar 3.36	Susunan lapisan pada proses fabrikasi impregnasi <i>hand lay</i>	62
Gambar 3.37	Pengolesan PVA	63
Gambar 3.38	Pemotongan serat	64
Gambar 3.39	Penyusunan lapisan serat	64
Gambar 3.40	Pemasangan <i>sealant tape</i>	65
Gambar 3.41	Peracikan resin dan <i>hardener</i>	65
Gambar 3.42	Impregnasi resin dengan metode <i>hand lay</i>	66
Gambar 3.43	Penutupan sistem vakum	67
Gambar 3.44	Proses pemvakuman	67
Gambar 3.45	Pengeringan awal dengan bantuan <i>heatpad</i>	68
Gambar 3.46	Pelepasan komposit dari cetakan	69
Gambar 3.47	Diagram alir prosedur pengujian tarik	70
Gambar 3.48	Ukuran acuan spesimen uji tarik ASTM D638-14	71
Gambar 4.1	Hasil komposit serat <i>fiberglass</i> dengan metode impregnasi vakum	75
Gambar 4.2	Hasil komposit serat <i>fiberglass</i> dengan metode impregnasi <i>hand lay</i> ..	75
Gambar 4.3	Hasil komposit kombinasi serat sisi 1 (gambar kiri) dan sisi 2 (gambar kanan) dengan metode impregnasi <i>hand lay</i>	76
Gambar 4.4	Hubungan tegangan-regangan spesimen vakum 1 (kode V_1)	85
Gambar 4.5	Hubungan tegangan-regangan spesimen vakum 2 (V_2)	86

Gambar 4.6 Hubungan tegangan-regangan spesimen vakum 3 (kode V ₃).....	87
Gambar 4.7 Hubungan tegangan-regangan spesimen <i>hand lay</i> 1 (kode H ₁).....	88
Gambar 4.8 Hubungan tegangan-regangan spesimen <i>hand lay</i> 2 (kode H ₂).....	89
Gambar 4.9 Hubungan tegangan-regangan spesimen <i>hand lay</i> 3 (kode H ₃).....	90
Gambar 4.10 Hubungan tegangan-regangan spesimen kombinasi 1 (kode K ₁).....	91
Gambar 4.11 Hubungan tegangan-regangan spesimen kombinasi 2 (kode K ₂).....	92
Gambar 4.12 Hubungan tegangan-regangan spesimen kombinasi 3 (kode K ₃).....	93
Gambar 4.13 Perbandingan hubungan tegangan-regangan komposit impregnasi vakum, <i>hand lay</i> , dan kombinasi serat	97

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Pertama kali muncul Halaman
Δl	Pertambahan panjang	23
σ_{max}	Tegangan maksimum	24
F_{max}	Gaya maksimum	24
A_0	Luas penampang awal	24
σ	Tegangan	24
F	Gaya	24
ε	Regangan	24
l	Panjang	24
l_0	Panjang awal	24
E	Modulus elastisitas	25
F_p	Gaya titik proporsional	25
σ_p	Tegangan titik proporsional	25
ε_p	Regangan titik proporsional	24
V	Volume	49
m_f	Massa serat	49
m_m	Massa matriks	49
ϕ_f	Fraksi serat	49
ρ_f	Densitas serat	49
ρ_m	Densitas matrix	49
V_1	Spesimen metode impregnasi vakum 1	79
V_2	Spesimen metode impregnasi vakum 2	80
V_3	Spesimen metode impregnasi vakum 3	80
H_1	Spesimen metode impregnasi <i>hand lay</i> 1	81
H_2	Spesimen metode impregnasi <i>hand lay</i> 2	81
H_3	Spesimen metode impregnasi <i>hand lay</i> 3	82

K_1	Spesimen serat kombinasi 1	82
K_2	Spesimen serat kombinasi 2	83
K_3	Spesimen serat kombinasi 3	83
σ_i	Tegangan pada titik ke-i	84
F_i	Gaya pada titik ke-i	84
ε_i	Regangan pada titik ke-i	84
Δl_i	Pertambahan Panjang pada titik ke-i	84