

**ANALISIS KEKUATAN *BENDING* KOMPOSIT SERAT KARBON DENGAN
VARIASI PENEMPATAN SELANG SPIRAL**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

MUHAMMAD ARIQ ABRAR FIRMANSYAH
NIM : 41323110062

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2025**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEKUATAN *BENDING* KOMPOSIT SERAT KARBON DENGAN VARIASI PENEMPATAN SELANG SPIRAL



Disusun Oleh :

Nama : MUHAMMAD ARIQ ABRAR FIRMANSYAH
NIM : 41323110062
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Ariq Abrar Firmansyah

NIM : 41323110062

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : ANALISIS KEKUATAN *BENDING* KOMPOSIT SERAT KARBON DENGAN VARIASI PENEMPATAN SELANG SPIRAL

Telah berhasil dipertahankan di sidang pada hadapan Dewan Penguji serta diterima menjadi bagian persyaratan yang diharapkan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh :

Pembimbing : Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D. (

NIDN : 0116770512

Penguji 1 : Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T. (

NIDN : 0005087502

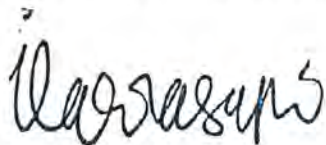
Penguji 2 : Dra. I Gusti Ayu Arwati, M.T., Ph.D. (

NIDN : 0010046408

Jakarta, 11 Agustus 2025

Mengetahui,

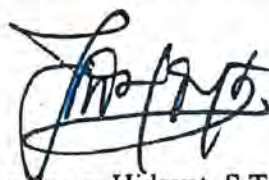
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN : 0037037202

Kaprodi Teknik Mesin



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.

NIDN : 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Ariq Abrar Firmansyah

NIM : 41323110062

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Laporan Skripsi : ANALISIS KEKUATAN *BENDING* KOMPOSIT SERAT KARBON DENGAN VARIASI PENEMPATAN SELANG SPIRAL

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 11 Agustus 2025



Muhammad Ariq Abrar Firmansyah

PENGHARGAAN

Puji syukur selalu dan tidak lupa penulis panjatkan kepada ke hadirat Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan kemudahan penulis sehingga bisa menuntaskan Tugas Akhir dengan tepat waktu.

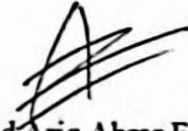
Dalam proses melaksanakan kegiatan serta penyusunan Laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, baik secara moral maupun langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin memberikan ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfia Fitri Ikatrianasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi sekaligus Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin.
4. Nurato, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin.
5. Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D., selaku pembimbing tugas akhir yang telah meluangkan waktu dan memberikan arahan kepada saya.
6. Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D, sebagai penguji sidang kemajuan tugas akhir.
7. Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T., dan Dra. I Gusti Ayu Arwati, M.T., Ph.D., sebagai penguji sidang tugas akhir.
8. Seluruh jajaran dosen, staf dan karyawan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang selalu membantu dalam hal penyusunan tugas akhir.
9. Kedua orang tua yang telah membesarkan saya, serta memberikan pendidikan terbaik untuk saya dari masa kecil sampai saat ini.
10. Rekan-rekan saya di tempat kerja, yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, yang sering menjadi rekan untuk bertukar pikiran sehingga melancarkan penelitian saya.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan pada laporan ini. Hal tersebut tidak lain sebab keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Melalui lembar penghargaan ini penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala

kekurangan dalam penyusunan laporan kerja Tugas Akhir ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi semua pihak yang membaca.

Jakarta, 11 Agustus 2025



Muhammad Ariq Abrar Firmansyah



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Komposit serat karbon dengan metode *vacuum infusion* banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri karena memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi. Penelitian ini berfokus kepada kekuatan tarik komposit serat karbon dengan variasi penempatan selang spiral. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi posisi serat karbon terhadap kekuatan tarik material yang dihasilkan dan terkait jenis selang spiral yang memiliki tingkat ketahanan *bending* tertinggi pada komposit serat karbon. Metode penelitian meliputi pembuatan spesimen dengan beberapa variasi penempatan serat karbon pada selang spiral, kemudian dilakukan pengujian *bending* menggunakan mesin uji *bending* universal sesuai standar ASTM D-790. Parameter yang diukur meliputi beban maksimum sebelum patah, defleksi (lendutan) pada titik pembebanan, tegangan lentur maksimum, modulus elastisitas lentur yang menunjukkan kekakuan material, dan regangan lentur pada permukaan spesimen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konfigurasi selang spiral berbentuk T menghasilkan nilai kekuatan *bending* tertinggi dibandingkan konfigurasi lainnya. Nilai tegangan maksimum rata-rata yang dicapai oleh variasi T adalah sebesar 54,9825 MPa dengan rata-rata regangan sebesar 2,5544 mm. Distribusi resin yang merata pada konfigurasi T menjadi faktor utama yang mendukung kekuatan *bending* yang lebih tinggi karena aliran resin lebih optimal menjangkau seluruh area serat. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi resin dengan pola selang spiral yang tepat dapat meningkatkan kekuatan komposit serat karbon.

Kata Kunci: kekuatan *bending*, *vacuum infusion* komposit serat karbon, selang spiral, pengujian mekanis.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Analys of Bending Strength of Carbon Fiber Composites With Variations of Spiral Hose Placement

ABSTRACT

Carbon fiber composites produced using the vacuum infusion method are widely utilized in various industrial applications due to their high strength to weight ratio. This study focuses on the bending strength of carbon fiber composites with variations in spiral hose placement. The objective is to investigate the effect of different carbon fiber positioning configurations on the resulting tensile strength and to identify the spiral hose layout that provides the highest bending resistance in carbon fiber composites. The research methodology includes the fabrication of specimens with different carbon fiber placement patterns around spiral hoses, followed by bending tests using a universal testing machine in accordance with ASTM D-790 standards. Measured parameters include maximum load before fracture, deflection at the load point, maximum bending stress, flexural modulus indicating material stiffness, and surface strain of the specimen. The test results show that the spiral hose configuration in the T-shape yields the highest bending strength compared to other configurations. The average maximum stress recorded for the T-shaped variation was 54,9825 MPa, with an average strain of 2,5544 mm. The resin distribution achieved in the T-shaped configuration is identified as the main contributing factor to the enhanced bending strength, as it allows more optimal resin flow to reach all fiber areas. These findings indicate that proper resin distribution through an appropriate spiral hose layout can significantly improve the mechanical performance of carbon fiber composites.

Keywords: *bending strength, vacuum infusion, carbon fiber composites, spiral hose, mechanical testing.*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN PENELITIAN	2
1.4. MANFAAT PENELITIAN	2
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH PENELITIAN	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. HUKUM DARCY	9
2.3. SELANG SPIRAL	10
2.4. KOMPOSIT	11
2.4.1. Klasifikasi Komposit Berdasarkan <i>Reinforcement</i>	11
2.4.2. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Penempatannya	12
2.4. PENYUSUN MATERIAL KOMPOSIT	14
2.4.1. Matriks	14

2.4.2.	Penguat (<i>Reinforcement</i>)	15
2.5.	FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KOMPOSIT	15
2.5.1.	Faktor Serat	16
2.5.2.	Faktor Matriks	16
2.6.	JENIS-JENIS SERAT	17
2.6.1.	Serat Sintetis	17
2.6.2.	Serat Karbon	18
2.7.	<i>VACUUM INFUSION</i>	19
2.8.	PENGUJIAN <i>BENDING</i>	19
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1.	DIAGRAM ALIR	22
3.2.	ALAT DAN BAHAN	27
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1.	VARIASI PENEMPATAN SELANG SPIRAL	32
4.2.	HASIL UJI KEKUATAN <i>BENDING</i> SELANG SPIRAL VARIASI T	36
4.2.1.	Selang Spiral Variasi T1	36
4.2.2.	Selang Spiral Variasi T2	37
4.2.3.	Selang Spiral Variasi T3	38
4.3.	HASIL UJI KEKUATAN <i>BENDING</i> SELANG SPIRAL VARIASI U	40
4.3.1.	Selang Spiral Variasi U1	41
4.3.2.	Selang Spiral Variasi U2	42
4.3.3.	Selang Spiral Variasi U3	43
4.4.	HASIL UJI KEKUATAN <i>BENDING</i> SELANG SPIRAL VARIASI L	44
4.4.1.	Selang Spiral Variasi L1	45
4.4.2.	Selang Spiral Variasi L2	45

4.4.3.	Selang Spiral Variasi L3	46
4.5.	ANALISIS BENTUK SELANG SPIRAL DENGAN KEKUATAN <i>BENDING</i> TERTINGGI	48
4.6.	ANALISIS PENGARUH ARAH ALIRAN RESIN TERHADAP KEKUATAN <i>BENDING</i> BERDASARKAN BENTUK SELANG SPIRAL	50
4.6.1.	Selang Spiral Variasi T	50
4.6.2.	Selang Spiral Variasi U	51
4.6.3.	Selang Spiral Variasi L	52
BAB V	PENUTUP	54
5.1.	KESIMPULAN	54
5.2.	SARAN	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		59



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Selang Spiral	11
Gambar 2.2. Klasifikasi Komposit	12
Gambar 2.3. Orientasi Fiber	13
Gambar 2.4. <i>Reinforcement</i>	15
Gambar 2.5. Serat Sintetis <i>PAN (Polyacrylonitrile)</i>	18
Gambar 2.6. <i>Vacuum Infusion</i>	19
Gambar 2.7. Pengujian <i>Bending</i>	20
Gambar 3.1. Diagram Alir Simulasi	22
Gambar 3.2. Desain Spesimen Uji	24
Gambar 3.3. Sketsa <i>Vacuum Infusion</i>	25
Gambar 3.4. Sketsa Uji <i>Bending</i>	26
Gambar 3.5. Gunting	27
Gambar 3.6. Gelas Plastik	27
Gambar 3.7. Penggaris	27
Gambar 3.8. Timbangan Digital 6kg	27
Gambar 3.9. Jangka Sorong	28
Gambar 3.10. Mesin <i>Vacuum Infusion</i> 5 – 20 m ³ /jam	28
Gambar 3.11. ShopSabre CNC Router	28
Gambar 3.12. Serat Karbon 300gsm	29
Gambar 3.13. <i>Flow Media</i> 200gsm	29
Gambar 3.14. <i>Breather Cloth</i> 200gsm	29
Gambar 3.15. Resin <i>Lycal</i> 1011	29
Gambar 3. 16. <i>Hardener Epoxy</i>	30
Gambar 3.17. <i>Maximum Mold Release Wax</i>	30
Gambar 3.18. <i>Peel Ply</i> 85gsm	30
Gambar 3.19. Lem <i>Epoxy Adhesive</i> 1751 B/A	30
Gambar 3.20. Selang Spiral	31
Gambar 3.21. Selang Vakum Panjang 4 Meter	31
Gambar 4.1. Variasi Spesimen Uji	32
Gambar 4.2. Proses <i>Vacuum Infusion</i> Variasi T	33
Gambar 4.3. Proses <i>Vacuum Infusion</i> Variasi U	33

Gambar 4.4. Proses <i>Vacuum Infusion</i> Variasi L	34
Gambar 4.5. Hasil <i>Vacuum Infusion</i> Variasi T	34
Gambar 4.6. Hasil <i>Vacuum Infusion</i> Variasi U	35
Gambar 4.7. Hasil <i>Vacuum Infusion</i> Variasi L	35
Gambar 4.8. Spesimen yang Sudah Dipotong	36
Gambar 4.9. <i>Stress vs Strain</i> Spesimen T1	37
Gambar 4.10. <i>Stress vs Strain</i> Spesimen T2	38
Gambar 4.11. <i>Stress vs Strain</i> Spesimen T3	39
Gambar 4.12. <i>Stress vs Strain</i> Perbandingan Spesimen Variasi T	40
Gambar 4.13. <i>Stress vs Strain</i> Spesimen U1	41
Gambar 4.14. <i>Stress vs Strain</i> Spesimen U2	42
Gambar 4.15. <i>Stress vs Strain</i> Spesimen U3	43
Gambar 4.16. <i>Stress vs Strain</i> Perbandingan Spesimen Variasi U	44
Gambar 4.17. <i>Stress vs Strain</i> Spesimen L1	45
Gambar 4.18. <i>Stress vs Strain</i> Spesimen L2	46
Gambar 4.19. <i>Stress vs Strain</i> Spesimen L3	47
Gambar 4.20. <i>Stress vs Strain</i> Perbandingan Spesimen Variasi L	47
Gambar 4.21. Perbandingan Variasi Selang Spiral Terhadap Kekuatan <i>Bending</i>	50
Gambar 4.22. Arah Aliran Resin Selang Spiral Variasi T	51
Gambar 4.23. Arah Aliran Resin Selang Spiral Variasi U	52
Gambar 4.24. Arah Aliran Resin Selang Spiral Variasi L	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 4.1. <i>Stress</i> vs <i>Strain</i> Perbandingan Spesimen Variasi T	40
Tabel 4.2. <i>Stress</i> vs <i>Strain</i> Perbandingan Spesimen Variasi U	44
Tabel 4.3. <i>Stress</i> vs <i>Strain</i> Perbandingan Spesimen Variasi L	48
Tabel 4.4. Perbandingan Variasi Selang Spiral Terhadap Kekuatan <i>Bending</i>	49



DAFTAR SIMBOL

1. Simbol Perhitungan Teoritis

Simbol	Keterangan
σ	Kekuatan <i>Bending</i> (MPa)
P	Beban yang Diberikan (N)
L	Panjang Span (mm)
b	Lebar Spesimen (mm)
d	Tebal Spesimen (mm)
Q	laju aliran resin (m ³ /s)
k	permeabilitas media serat karbon (m ²)
A	luas penampang aliran resin (m ²)
μ	viskositas resin (Pa·s)
$\frac{dP}{dx}$	gradien tekanan (Pa/m)

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
<i>ASTM</i>	<i>American Society for Testing and Materials</i>
<i>HDPE</i>	<i>High-Density Polyethylene</i>

