



**ANALISIS KEKUATAN MEKANIS POSISI SERAT BERBASIS
KEVLAR, KARBON, DAN KACA DENGAN RESIN EPOXY
UNTUK ZONA LAMBUNG KAPAL *FIBERGLASS***

SKRIPSI

KHANISSA ALFITA SANTOSO PUTRI

2110313010

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2026



**ANALISIS KEKUATAN MEKANIS POSISI SERAT BERBASIS
KEVLAR, KARBON, DAN KACA DENGAN RESIN EPOXY
UNTUK ZONA LAMBUNG KAPAL *FIBERGLASS***

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

KHANISSA ALFITA SANTOSO PUTRI

2110313010

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Khanissa Alfita Santoso Putri

NIM : 2110313010

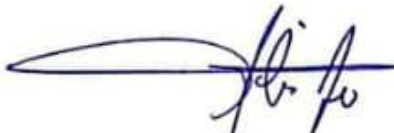
Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : Analisis Kekuatan Mekanis Posisi Serat Berbasis Kevlar, Karbon,
dan Kaca Dengan Resin Epoxy Untuk Zona Lambung Kapal
Fiberglass

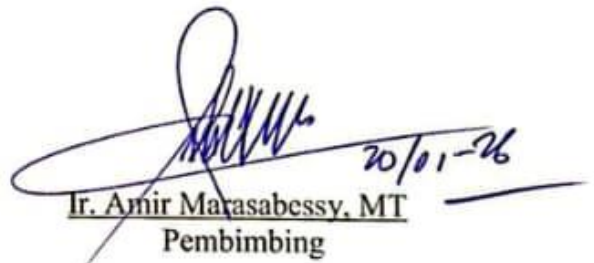
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Purwo Joko Suranto, ST., MT.
Penguji Utama



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT.
Penguji Lembaga

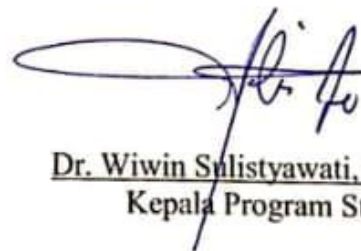


20/01-26

Ir. Amir Marasabessy, MT
Pembimbing



Teguh Firmansyah, ST., MT., IPM
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT.
Kepala Program Studi

Ditetapkan di : Depok

Tanggal Ujian : 5 Januari 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS KEKUATAN MEKANIS POSISI SERAT BERBASIS KEVLAR,
KARBON, DAN KACA DENGAN RESIN EPOXY UNTUK ZONA
LAMBUNG KAPAL *FIBERGLASS*

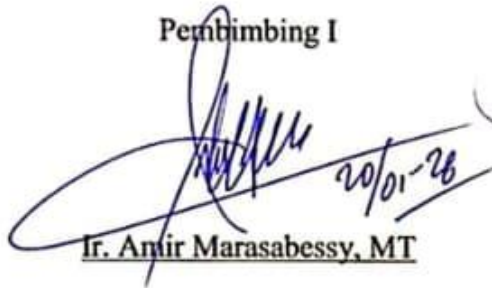
Disusun Oleh:

Khanissa Alfita Santoso Putri

2110313010

Menyetujui,

Pembimbing I



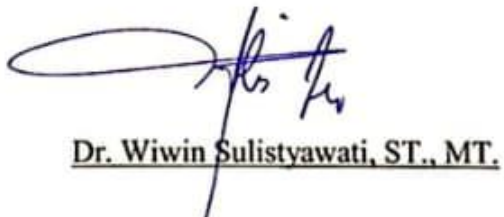
Ir. Amir Marasabessy, MT

Pembimbing II



Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, ST., MT.

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT.

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Khanissa Alfita Santoso Putri

NIM : 2110313010

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

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

Depok, 5 Januari 2026

Yang menyatakan,



Khanissa Alfita Santoso Putri

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Khanissa Alfita Santoso Putri

NIM : 2110313010

Fakultas : Teknik

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

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

**“ANALISIS KEKUATAN MEKANIS POSISI SERAT BERBASIS
KEVLAR, KARBON, DAN KACA DENGAN RESIN EPOXY UNTUK
ZONA LAMBUNG KAPAL *FIBERGLASS*”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/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.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 5 Januari 2026

Yang menyatakan,



Khanissa Alfita Santoso Putri

ANALISIS KEKUATAN MEKANIS POSISI SERAT BERBASIS KEVLAR, KARBON, DAN KACA DENGAN RESIN EPOXY UNTUK ZONA LAMBUNG KAPAL *FIBERGLASS*

Khanissa Alfita Santoso Putri

ABSTRAK

Penggunaan material komposit serat-terkuat (*Fiber Reinforced Polymer*, FRP) menjadi solusi utama dalam konstruksi lambung kapal modern untuk mengurangi bobot tanpa mengorbankan kekuatan struktural. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik kekuatan mekanis komposit hibrid berbahan serat Kevlar, Karbon, dan Kaca dengan matriks resin epoxy pada berbagai variasi posisi penumpukan (*stacking sequence*). Fokus utama penelitian adalah mengevaluasi pengaruh urutan serat terhadap tegangan tarik (*tensile strength*), tegangan luluh (*yield strength*), dan modulus elastisitas. Pengujian kekuatan mekanis dilakukan menggunakan metode uji tarik yang mengacu pada standar ISO 527-4, yaitu standar khusus untuk mengukur sifat tarik pada komposit yang diperkuat serat panjang dengan orientasi searah (*unidirectional*). Spesimen dibuat menggunakan teknik *hand lay-up* dengan arah serat seragam pada sudut 0°. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi *stacking sequence* berpengaruh signifikan terhadap performa mekanis, di mana penempatan serat Karbon yang memiliki modulus elastisitas tinggi (hingga 400 GPa) memberikan kontribusi besar pada kekakuan, sementara serat Kevlar dengan regangan putus tinggi (~14%) meningkatkan kemampuan penyerapan energi. Analisis ini memberikan rekomendasi teknis mengenai konfigurasi lapisan serat yang optimal untuk aplikasi pada zona lambung kapal yang membutuhkan ketahanan tinggi terhadap kondisi laut.

Kata kunci: Komposit Hibrid, Kevlar, Karbon, Serat Kaca, Lambung Kapal

ANALYSIS OF MECHANICAL STRENGTH OF KEVLAR, CARBON, AND GLASS FIBER POSITIONS REINFORCED WITH EPOXY RESIN FOR FIBERGLASS SHIP HULL ZONES

Khanissa Alfita Santoso Putri

ABSTRACT

The use of fiber-reinforced polymer (FRP) composite materials has become a primary solution in modern ship hull construction to reduce structural weight without compromising strength. This study aims to analyze the mechanical strength characteristics of hybrid composite materials reinforced with Kevlar, carbon, and glass fibers using an epoxy resin matrix, with particular emphasis on various stacking sequence configurations. The main focus of the research is to evaluate the effect of fiber stacking order on tensile strength, yield strength, and elastic modulus. Mechanical performance was assessed through tensile testing conducted in accordance with ISO 527-4, a standard specifically intended for determining the tensile properties of unidirectional fiber-reinforced composites. Test specimens were fabricated using the hand lay-up method, with fibers uniformly oriented at a 0° direction. The results indicate that the stacking sequence configuration has a significant influence on mechanical performance. The placement of carbon fiber, which possesses a very high elastic modulus (up to 400 GPa), contributes substantially to the overall stiffness of the composite. Meanwhile, Kevlar fiber, with its high failure strain (approximately 14%), enhances the material's energy absorption capability. This analysis provides technical recommendations for optimal fiber layer configurations, particularly for ship hull zones that require high structural strength and durability under marine environmental conditions.

Keywords: Hybrid Composites, Kevlar, Carbon, Glass Fiber, Ship Hull

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ANALISIS KEKUATAN MEKANIS POSISI SERAT BERBASIS KEVLAR, KARBON, DAN KACA DENGAN RESIN EPOXY UNTUK ZONA LAMBUNG KAPAL *FIBERGLASS*” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan serta masukan selama proses penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orangtua, adik, dan keluarga penulis yang selalu senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan doa yang tidak pernah putus sehingga penulis bisa sampai di titik sekarang ini.
2. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT., selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
3. Bapak Ir. Amir Marasabessy, MT. selaku dosen pembimbing 1 yang telah membantu membimbing, meluangkan waktu, dan memberikan arahan skripsi ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, ST., MT. selaku dosen pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu, serta membantu dalam penulisan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan benar.
5. Terima kasih untuk Bang Anang yang telah membantu, meluangkan waktu dan tenaga, dan memberikan arahan dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Untuk seseorang yang tidak bisa disebutkan namanya, terima kasih atas segala dukungan dan bantuannya untuk penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.

7. Kepada pemilik NIM 2110313011, terima kasih sudah membantu, menemani, dan memberikan segala bentuk dukungan untuk penulis dalam proses penyusunan skripsi ini, sehingga skripsi ini bisa diselesaikan dengan baik.
8. Kepada saudara dan saudari Maritim 2021 yang senantiasa memberikan semangat, berbagi ilmu dan pengalaman, dan bantuan selama perkuliahan dan proses penyusunan skripsi ini.
9. Terima kasih juga untuk teman-teman terutama Julenia Damayanti dan seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, yang telah membantu dan memberikan segala bentuk dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak keterbatasan dan kekurangan baik dari segi isi dan penyajian data-data, serta pada sistematika penulisannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis mengucapkan Alhamdulillah dan terima kasih atas terselesaikannya skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan ilmu pengetahuan, dan menjadi sumber referensi bagi pembaca, khususnya di bidang Teknik Perkapalan.

Jakarta, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Material Komposit.....	7
2.2 Serat Penguat.....	8
2.2.1 Serat Kevlar.....	8
2.2.2 Serat Karbon.....	9
2.2.3 Serat Kaca	9
2.3 Resin Epoxy	10
2.4 Pengujian kekuatan mekanis	11
2.4.1 Tujuan Standar ISO 527-4	12
2.4.2 Spesimen uji.....	12
2.5 Variasi urutan posisi lapisan jenis serat	13
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	15

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	15
3.2	Studi Literatur.....	15
3.3	Variabel Penelitian	16
3.4	Material dan Peralatan.....	16
3.5	Prosedur Penelitian.....	23
3.5.1	Fabrikasi Spesimen	23
3.5.2	Prosedur pengujian Kekuatan Mekanis.....	23
3.6	Analisis Data	23
3.7	Validasi dan Replikasi.....	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Proses Pembuatan Spesimen	25
4.2	Pemotongan Spesimen Uji Tarik.....	29
4.3	Pelaksanaan Pengujian Spesimen.....	30
4.3.1	Hasil Pengujian	32
4.4	Analisis Hasil Pengujian	46
4.4.1	Analisis <i>Ultimate Tensile Strength</i>	46
4.4.2	Analisis <i>Yield Strength</i>	48
4.4.3	Analisis Modulus Elastisitas	49
4.4.4	Validasi Berdasarkan BKI Rules	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kekuatan Maksimal Uji Tarik <i>Fiberglass</i>	12
Tabel 2. 2 Standard dimensi spesimen uji tarik pelat kapal fiberglass.....	13
Tabel 4. 1 Dimensi Spesimen.....	31
Tabel 4. 2 Data Hasil <i>Stress-Strain</i> Spesimen 1.....	33
Tabel 4. 3 Data Hasil <i>Stress-Strain</i> Spesimen 2.....	34
Tabel 4. 4 Data Hasil <i>Stress-Strain</i> Spesimen 3.....	35
Tabel 4. 5 Data Hasil <i>Stress-Strain</i> Spesimen 1.....	38
Tabel 4. 6 Data Hasil <i>Stress-Strain</i> Spesimen 2.....	39
Tabel 4. 7 Data Hasil <i>Stress-Strain</i> Spesimen 3.....	40
Tabel 4. 8 Data Hasil <i>Stress-Strain</i> Spesimen 1.....	42
Tabel 4. 9 Data Hasil <i>Stress-Strain</i> Spesimen 2.....	43
Tabel 4. 10 Data Hasil <i>Stress-Strain</i> Spesimen 3.....	44
Tabel 4. 11 Tabel Rata-Rata <i>Ultimate Tensile Strength</i>	47
Tabel 4. 12 Tabel Rata-Rata <i>Yield Strength</i>	48
Tabel 4. 13 Tabel Modulus Elastisitas	50
Tabel 4. 14 Tabel Kelayakan Kekuatan Berdasarkan BKI Rules	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Material Komposit	7
Gambar 2. 2 Serat Kevlar	9
Gambar 2. 3 Serat Karbon	9
Gambar 2. 4 Serat Kaca	10
Gambar 2. 5 Perancangan Spesimen Uji Tarik.....	12
Gambar 2. 6 Variasi Posisi Serat	14
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 3. 2 Papan melamin sebagai cetakan pada proses fabrikasi.....	16
Gambar 3. 3 <i>Woven roving</i> sebagai lapisan penguat utama	17
Gambar 3. 4 CSM 300 gsm sebagai lapisan pengikat antar lapisan.....	17
Gambar 3. 5 CSM 400 gsm sebagai lapisan transisi	18
Gambar 3. 6 Resin sebagai matriks dan hardener sebagai bahan pengeras.....	18
Gambar 3. 7 <i>Mirror glaze</i> untuk mencegah resin menempel pada cetakan	19
Gambar 3. 8 Serat karbon digunakan sebagai lapisan penguat	19
Gambar 3. 9 Serat kevlar digunakan sebagai lapisan penguat	20
Gambar 3. 10 Gunting digunakan untuk memotong material penguat.....	20
Gambar 3. 11 Jangka sorong untuk mengukur ukuran spesimen uji tarik	21
Gambar 3. 12 Kuas dan roller untuk pengaplikasian resin epoxy secara merata	21
Gambar 3. 13 Timbangan untuk menimbang resin epoxy dan hardener.....	22
Gambar 3. 14 Gerinda untuk memotong panel komposit.....	22
Gambar 3. 15 Mesin uji tarik untuk melakukan pengujian tarik	23
Gambar 4. 1 Pelapisan <i>mirror glaze</i> memberikan hasil permukaan yang halus .	25
Gambar 4. 2 Pelapisan CSM 300 gsm sebagai penetrasi komposit.....	26
Gambar 4. 3 Pelapisan per variasi untuk menambah kekuatan utama laminasi..	26
Gambar 4. 4 Pelapisan CSM 450 gsm untuk meningkatkan kekakuan awal	27
Gambar 4. 5 Pelapisan per variasi untuk membentuk lapisan penguat utama	27
Gambar 4. 6 Pelapisan ini bertujuan untuk menyatukan dan pengikat lapisan ...	28
Gambar 4. 7 Pelapisan per variasi untuk memperkuat struktur laminasi	28
Gambar 4. 8 Pelapisan CSM 300 gsm sebagai lapisan terakhir	29
Gambar 4. 9 Penandaan dan Pengukuran Spesimen.....	29

Gambar 4. 10 Pemotongan Spesimen.....	30
Gambar 4. 11 Penghalusan dan Perapihan Spesimen.....	30
Gambar 4. 12 Proses dan Hasil Pengujian Spesimen	31
Gambar 4. 13 Hasil Fisik Uji Tarik Variasi 1.....	32
Gambar 4. 14 Grafik hasil uji spesimen 1 variasi 1	34
Gambar 4. 15 Grafik hasil uji spesimen 2 variasi 1	35
Gambar 4. 16 Grafik hasil uji spesimen 3 variasi 1	36
Gambar 4. 17 Perbandingan <i>Stress-Strain</i> Variasi 1	37
Gambar 4. 18 Hasil Fisik Uji Tarik Variasi 2.....	37
Gambar 4. 19 Grafik hasil uji spesimen 1 variasi 2	38
Gambar 4. 20 Grafik hasil uji spesimen 2 variasi 2	39
Gambar 4. 21 Grafik hasil uji spesimen 3 variasi 2	40
Gambar 4. 22 Perbandingan <i>Stress-Strain</i> Variasi 2	41
Gambar 4. 23 Hasil Fisik Uji Tarik Variasi 3.....	42
Gambar 4. 24 Grafik hasil uji spesimen 1 variasi 3	43
Gambar 4. 25 Grafik hasil uji spesimen 2 variasi 3	44
Gambar 4. 26 Grafik hasil uji spesimen 3 variasi 3	45
Gambar 4. 27 Perbandingan <i>Stress-Strain</i> Variasi 3	46
Gambar 4. 28 Tabel hasil pengujian.....	46
Gambar 4. 29 Diagram <i>Ultimate Tensile Strength</i>	48
Gambar 4. 30 Diagram <i>Yield Strength</i>	49
Gambar 4. 31 Diagram Modulus Elastisitas.....	51
Gambar 4. 32 Perbandingan 3 Variasi.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Grafik Uji Tarik Variasi 1 (Spesimen 1,2, dan 3)

Lampiran 2. Hasil Grafik Uji Tarik Variasi 2 (Spesimen 1,2, dan 3)

Lampiran 3. Hasil Grafik Uji Tarik Variasi 3 (Spesimen 1,2, dan 3)

Lampiran 4. Lembar Konsultasi Pembimbing 1

Lampiran 5. Lembar Konsultasi Pembimbing 2