



**PROYEK TUGAS AKHIR**

**TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN**

**JUDUL**

**PENGUJIAN KEKUATAN BENDING KOMPOSIT HIBRIDA SERAT  
DAUN NANAS-ARAMID DENGAN VARIASI SUSUNAN LAMINASI  
SEBAGAI ALTERNATIF MATERIAL GADING PERAHU NELAYAN**

Diajukan untuk memenuhi sebagai persyaratan  
memperoleh gelar sarjana terapan

Disusun oleh:

**Mochamad Fahrian Syahputra**  
**40040422650005**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
2026**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mochamad Fahrian Syahputra

NIM : 40040422650005

Judul Tugas Akhir : PENGUJIAN KEKUATAN BENDING KOMPOSIT HIBRIDA SERAT DAUN NANAS DAN SERAT ARAMID DENGAN VARIASI SUSUNAN LAMINASI UNTUK GADING PERAHU NELAYAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan yang sepenuhnya merupakan milik saya sendiri, baik dalam penulisan naskah maupun dalam proses pemecahan masalah yang menjadi bagian dari Tugas Akhir ini. Setiap penggunaan ide, data, atau karya pihak lain telah dicantumkan sumbernya secara jelas.

Demikian pernyataan yang telah saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat ketidaksesuaian atau terdapat penyimpangan dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Diponegoro.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Semarang, 15 Juni 2026  
Pembuat Pernyataan



Mochamad Fahrian Syahputra  
NIM 40040422650005

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**JUDUL**

**PENGUJIAN KEKUATAN BENDING KOMPOSIT HIBRIDA SERAT DAUN NANAS DAN  
SERAT ARAMID DENGAN VARIASI SUSUNAN LAMINASI UNTUK GADING PERAHU  
NELAYAN**

Oleh:

**Mochamad Fahrian Syahputra**  
40040422650005

Diajukan pada

Sidang Tugas Akhir


Tanggal, 15 Juni 2026

Dinyatakan Lulus/ Tidak Lulus

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

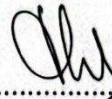
**Dr. Mohd. Ridwan, S.T., M.T.**

Pembimbing

.....  


**Muhammad Sawal Baital, S.T., M.T.**

Penguji 1

.....  


**Dr. Aulia Widyandari, S.T., M.T.**

Penguji 2

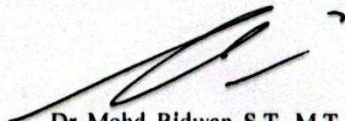
.....  


Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

.....  
  
**Dr. Mohd. Ridwan, S.T., M.T.**  
NIP 19700827199931002

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pengaruh variasi susunan laminasi terhadap respons mekanis dan kekuatan bending komposit hibrida serat aramid dan serat daun nanas (Pineapple Leaf Fiber/PALF) berbasis resin polyester sebagai material alternatif gading perahu nelayan. Tiga konfigurasi laminasi dengan empat lapisan difabrikasi menggunakan metode hand lay-up, yaitu variasi A (ANAN), variasi B (ANNA), dan variasi C (NAAN). Pengujian bending dilakukan menggunakan metode three-point bending sesuai standar ISO 14125:1998 terhadap 12 spesimen berukuran 160 mm × 15 mm × 7 mm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit hibrida menampilkan respons mekanis berupa daerah elastis, peningkatan tegangan hingga beban maksimum, dan kegagalan progresif, dengan rentang kekuatan lentur 68,8–139,73 MPa dan modulus lentur 2,93–5,10 GPa. Variasi B (ANNA) menghasilkan kekuatan lentur rata-rata tertinggi sebesar 139,73 MPa dengan nilai maksimum 216,6 MPa, sedangkan variasi A (ANAN) menghasilkan modulus lentur rata-rata tertinggi sebesar 5,10 GPa. Variasi C (NAAN) menunjukkan performa terendah dengan kekuatan lentur rata-rata sebesar 68,8 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa penempatan serat aramid pada lapisan terluar lebih efektif dalam menahan tegangan lentur maksimum, sedangkan penempatan PALF pada lapisan terluar menurunkan kapasitas menahan beban lentur secara signifikan. Mode kegagalan yang dominan meliputi delamination, matrix cracking, dan fiber pull-out. Validasi terhadap persyaratan BKI Vol.XIV Tabel 2.5 untuk kategori CSM menunjukkan bahwa komposit yang dikembangkan memenuhi persyaratan minimum flexural strength sebesar 130 MPa, dengan capaian tertinggi 216,6 MPa atau 166,60% dari nilai minimum tersebut. Hasil penelitian membuktikan bahwa variasi susunan laminasi berpengaruh signifikan terhadap performa lentur komposit hibrida aramid–PALF, dengan konfigurasi ANNA sebagai susunan laminasi paling optimal dalam meningkatkan kekuatan bending.

**Kata Kunci:** komposit hibrida, susunan laminasi, kekuatan lentur, serat daun nanas, serat aramid

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## ABSTRACT

This study investigates the effect of laminate stacking sequence on the mechanical response and flexural strength of hybrid composites reinforced with aramid fiber and pineapple leaf fiber (PALF) in a polyester resin matrix as an alternative material for fishing boat frames. Three laminate configurations consisting of four layers were fabricated using the hand lay-up method: configuration A (ANAN), configuration B (ANNA), and configuration C (NAAN). Flexural testing was conducted using the three-point bending method in accordance with ISO 14125:1998 on 12 specimens with dimensions of 160 mm × 15 mm × 7 mm. The results showed that the hybrid composites exhibited a mechanical response characterized by an elastic region, stress increase up to the maximum load, and progressive failure, with flexural strength ranging from 68.8 to 139.73 MPa and flexural modulus ranging from 2.93 to 5.10 GPa. Configuration B (ANNA) achieved the highest average flexural strength of 139.73 MPa, with a maximum value of 216.6 MPa, while configuration A (ANAN) exhibited the highest average flexural modulus of 5.10 GPa. Configuration C (NAAN) showed the lowest performance, with an average flexural strength of 68.8 MPa. These findings indicate that placing aramid fibers on the outer layers is more effective in resisting maximum bending stresses, whereas positioning PALF on the outer layers significantly reduces the flexural load-bearing capacity. The dominant failure modes observed were delamination, matrix cracking, and fiber pull-out. Validation against BKI Vol. XIV Table 2.5 requirements for the CSM category demonstrated that the developed composite satisfied the minimum flexural strength requirement of 130 MPa, achieving a maximum value of 216.6 MPa or 166.60% of the required minimum value. The results confirm that laminate stacking sequence significantly influences the flexural performance of aramid–PALF hybrid composites, with the ANNA configuration representing the most optimal laminate arrangement for improving bending strength.

**Keywords:** Hybrid composite, laminate arrangement, bending strength, pineapple leaf fiber, aramid fiber

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb*

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena tas rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Proyek Tugas Akhir ini. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Tugas akhir ini disusun sebagai bentuk penerapan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan serta sebagai upaya untuk memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang material dan struktur kapal. Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. Yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal tugas akhir dengan baik dan lancar.
2. Keluarga saya yang selalu memberikan dukungan dalam segala hal khususnya selama proses pengerjaan "Proyek Tugas Akhir" dan umumnya selama penulis hidup di dunia.
3. Bapak Dr. Mohd Ridwan, S.T., M.T. selaku Pembimbing "Proyek Tugas Akhir" serta Ketua program studi D4 Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
4. Dosen-dosen Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan yang telah memberikan banyak ilmu, wawasan dan pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis.
5. Teman-teman Angkatan 2022 "NASA" Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan yang telah banyak membantu penulis khususnya dalam menyelesaikan proposal usulan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan, kekurangan, dan masih jauh dari kesempurnaan, baik dan materi maupun teknik penyajiannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran konstruktif dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini di kemudian hari.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini tidak hanya menjadi catatan akhir akademis, tetapi juga inspirasi bagi perjalanan pengetahuan di masa yang akan datang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak. Semoga Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan berkah dan petunjuk-Nya kepada kita semua.

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Semarang, 15 Juni 2026  
Pembuat Pernyataan



Mochamad Fahrian Syahputra  
NIM 40040422650005

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR RUMUS.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Hipotesa.....	3
1.6 Relevansi atau manfaat.....	3
1.7 Luaran tugas akhir.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan teori .....	5
2.1.1 Material Komposit.....	5
2.1.2 Komposit Serat ( <i>Fiber Reinforced Polymer</i> ).....	6
2.1.3 Resin .....	7
2.1.4 Metode <i>Hand lay-up</i> .....	8
2.1.5 Laminasi Komposit.....	9
2.1.6 <i>Bending Testing</i> .....	9
2.2 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	15
3.2 Lokasi dan Waktu penelitian .....	15

3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	15
3.4 Variabel Penelitian.....	16
3.1.1 Variabel Bebas .....	16
3.1.2 Variabel Terikat.....	16
3.1.3 Variabel Kontrol .....	16
3.5 Desain Spesimen .....	17
3.6 Desain Laminasi.....	17
3.7 Proses Fabrikasi Spesimen .....	18
3.8 Proses Pengujian Bending.....	19
3.9 Perhitungan dan Analisis Data.....	19
3.10 Flowchart.....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>23</b>
4.1 Hasil Fabrikasi Spesimen .....	23
4.1.1 Deskripsi Panel dan Variasi Laminasi Komposit.....	23
4.1.2 Dimensi Spesimen .....	24
4.1.3 Hasil Laminasi.....	25
4.1.4 Perhitungan Fraksi Volume Spesimen .....	25
4.2 Hasil Pegujian Bending Komposit Hibrida .....	27
4.2.1 Hasil Pengujian Variabel A (ANAN).....	27
4.2.2 Hasil Pengujian Variabel B (ANNA).....	34
4.2.3 Hasil Pengujian Variabel C (NAAN).....	39
4.2.4 Analisis Perbandingan Antar Variasi .....	46
4.2.5 Rekapitulasi Data.....	47
4.2.6 Identifikasi dan Dokumentasi Kegagalan.....	49
4.2.7 Potensi sebagai Material Alternatif Gading Kapal Ikan.....	53
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Material Komposit (Sumber: KDM Fabrication, 2026) .....	5
Gambar 2. 2 Komposit Serat (Sumber: As'ad, 2025).....	6
Gambar 2. 3 Resin (Sumber: Penulis, 2026).....	7
Gambar 2. 4 Metode <i>Hand Lay-Up</i> (Sumber: F C Campbell, 2004) .....	8
Gambar 2. 5 Laminasi Komposit (Sumber: Cahyadi A, 2023) .....	9
Gambar 2. 6 Pengujian <i>three-point bending</i> (Sumber: ASTM D7264, 2007).....	10
Gambar 2. 7 Pengujian <i>four-point bending</i> (Sumber: ASTM D7264, 2007) .....	11
Gambar 3. 1 Desain Spesimen Komposit (Sumber: Penulis, 2026) .....	17
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> (Sumber: Penulis, 2026) .....	21
Gambar 4. 1 Hasil Fabrikasi Spesimen (Sumber: Penulis, 2026) .....	23
Gambar 4. 2 Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen A1 (Sumber: Penulis, 2026) .....	28
Gambar 4. 3 Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen A2 (Sumber: Penulis, 2026) .....	29
Gambar 4. 4 Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen A3 (Sumber: Penulis, 2026) .....	30
Gambar 4. 5 Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen A4 (Sumber: Penulis, 2026) .....	31
Gambar 4. 6 Perbandingan Hasil Uji Antar Spesimen A (Sumber: Penulis, 2026) .....	33
Gambar 4. 7 Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen B1 (Sumber: Penulis, 2026) .....	34
Gambar 4. 8 Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen B2 (Sumber: Penulis, 2026) .....	35
Gambar 4. 9 Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen B3(Sumber: Penulis, 2026.....	36
Gambar 4. 10 Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen B4 (Sumber: Penulis, 2026.....	37
Gambar 4. 11 Perbandingan Hasil Uji antar Spesimen B (Sumber: Penulis, 2026) .....	39
Gambar 4. 12 Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen C1 (Sumber: Penulis, 2026) .....	40
Gambar 4. 13 Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen C2 (Sumber: Penulis, 2026) .....	41
Gambar 4. 14 Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen C3 (Sumber: Penulis, 2026) .....	42
Gambar 4. 15 Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen C4 (Sumber: Penulis, 2026) .....	43
Gambar 4. 16 Perbandingan Hasil Uji Antar Spesimen C (Sumber: Penulis, 2026).....	45
Gambar 4. 17 Perbandingan Hasil Uji Seluruh Spesimen (Sumber: Penulis, 2026).....	46
Gambar 4. 18 Hasil Pengujian Nilai Tertinggi Spesimen A (2) (Sumber: Penulis, 2026).....	50
Gambar 4. 19 Hasil Pengujian Nilai Terendah Spesimen A (1) (Sumber: Penulis, 2026).....	50
Gambar 4. 20 Hasil Pengujian Nilai Tertinggi Spesimen B (4) (Sumber: Penulis, 2026).....	51
Gambar 4. 21 Hasil Pengujian Nilai Terendah Spesimen B (1) (Sumber: Penulis, 2026) .....	51
Gambar 4. 23 Hasil Pengujian Nilai Tertinggi Spesimen C (1) (Sumber: Penulis, 2026).....	52
Gambar 4. 22 Hasil Pengujian Nilai Terendah Spesimen C (2) (Sumber: Penulis, 2026) .....	52

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ketentuan Standar ISO 14125:1998 (Sumber ISO 14125, 1998).....	11
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan (Sumber: Penulis, 2026).....	15
Tabel 3. 2 Desain Spesimen Pengujian Bending (Sumber: Penulis, 2026) .....	17
Tabel 3. 3 Desain Laminasi Spesimen (Sumber: Penulis, 2026).....	17
Tabel 4. 1 Variasi Spesimen Uji (Sumber: Penulis, 2026).....	24
Tabel 4. 2 Dimensi Spesimen Variasi A (Sumber: Penulis, 2026).....	24
Tabel 4. 3 Dimensi Spesimen Variasi B (Sumber: Penulis, 2026).....	24
Tabel 4. 4 Dimensi Spesimen Variasi C (Sumber: Penulis, 2026).....	24
Tabel 4. 5 Hasil Pemotongan Spesimen (Sumber: Penulis, 2026) .....	25
Tabel 4. 6 Parameter Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen A1 (Sumber: Penulis, 2026) .....	28
Tabel 4. 7 Parameter Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen A2 (Sumber: Penulis, 2026) .....	29
Tabel 4. 8 Parameter Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen A3 (Sumber: Penulis, 2026) .....	30
Tabel 4. 9 Parameter Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen A4 (Sumber: Penulis, 2026) .....	31
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Bending Variasi A (Sumber: Penulis, 2026) .....	32
Tabel 4. 11 Parameter Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen B1 (Sumber: Penulis, 2026) .....	34
Tabel 4. 12 Parameter Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen B2 (Sumber: Penulis, 2026) .....	35
Tabel 4. 13 Parameter Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen B3 (Sumber: Penulis, 2026) .....	36
Tabel 4. 14 Parameter Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen B4 (Sumber: Penulis, 2026) .....	37
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Bending Spesimen Variasi B (Sumber: Penulis, 2026) .....	38
Tabel 4. 16 Parameter Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen C1 (Sumber: Penulis, 2026) .....	40
Tabel 4. 17 Parameter Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen C2 (Sumber: Penulis, 2026) .....	41
Tabel 4. 18 Parameter Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen C3 (Sumber: Penulis, 2026) .....	42
Tabel 4. 19 Parameter Grafik <i>Stress-Strain</i> Spesimen C4 (Sumber: Penulis, 2026) .....	43
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Spesimen Variasi C (Sumber: Penulis, 2026).....	44
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Data Pengujian Spesimen (Sumber: Penulis, 2026) .....	47
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Tertinggi Tiap Variasi Spesimen (Sumber: Penulis, 2026) .....	49
Tabel 4. 23 Kriteria Penerimaan <i>Tensile and Flexural CSM</i> Berdasarkan BKI Vol. XIV (Sumber: BKI, 2025) .....	53
Tabel 4. 24 Hasil Perbandingan Spesimen dengan Rules BKI (Sumber: Penulis, 2026) .....	54

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR RUMUS

Kekuatan Lentur ( $\sigma$ ) <i>Three-Point Bending</i> .....	11
Modulus Lentur (Ef) <i>Three-Point Bending</i> .....	12
Kekuatan Lentur ( $\sigma$ ) <i>Four-Point Bending</i> .....	12
Modulus Lentur (Ef) <i>Four-Point Bending</i> .....	12
Kekuatan Lentur ( $\sigma$ ) <i>Three-Point Bending</i> .....	19
Modulus Lentur (Ef) <i>Three-Point Bending</i> .....	19
Persamaan <i>Rule of Mixtures</i> .....	19

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Dokumentasi Pembuatan Spesimen dan Pengujian Spesimen .....	61
<b>Lampiran 2.</b> Model konseptual gading perahu nelayan.....	62
<b>Lampiran 3.</b> Bukti Luaran Modul (HKI).....	63
<b>Lampiran 4.</b> Luaran (Modul).....	64
<b>Lampiran 5.</b> Bukti Submit Jurnal .....	65
<b>Lampiran 6.</b> Luaran (Jurnal Artikel).....	66
<b>Lampiran 7.</b> Turnitin .....	72