

**ANALISIS PENGARUH ARAH *LAMINATE STRUKTUR*
KOMPOSIT LIMBAH KAIN KATUN – UPR
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN SIFAT FISIK**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai persyaratan menyelesaikan Program Studi Strata
1 Program Studi Teknik Mesin**



Disusun oleh :

IBNU FAISAL BAHRI

41187001210015

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1
FAKULTAS TEKNIK SAINS TERAPAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH INDONESIA
BEKASI**

2026

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH ARAH *LAMINATE STRUKTUR* KOMPOSIT LIMBAH KAIN KATUN – UPR TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN SIFAT FISIK

Dipersiapkan dan disusun oleh

Ibnu Faisal Bahri
41187001210015

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 29 Juli 2026

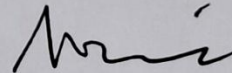
Disetujui oleh

Pembimbing I

Pembimbing II



Jenny Primanita D, S.Pd., M.Si.
45404012016004



Novi Laura Indrayani, S.Si., M. Eng.
45104052015010

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana

Bekasi, 29 Juli 2026

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



R. Hengki Rahmanto, S.T., M. Eng
45101032013007

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian Skripsi sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Indonesia

ANALISIS PENGARUH ARAH *LAMINATE STRUKTUR* KOMPOSIT LIMBAH KAIN KATUN – UPR TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN SIFAT FISIK

Nama : Ibnu Faisal Bahri
NPM : 41187001210015
Program Studi : Teknik Mesin S1
Fakultas : Teknik

Bekasi, 29 Juli 2026

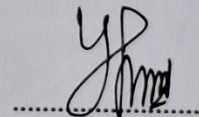
Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

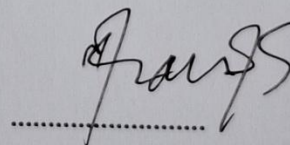
Yopi Handoyo, S.Si., M.T.

45101102010017



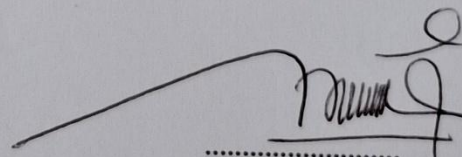
Ir. Aep Surahto, S.T., M.T.

4514082009025



Taufiqur Rokhman, S.T., M.T.

45101022008001



PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Ibnu Faisal Bahri
NPM : 41187001210015
Program Studi : Teknik Mesin S – 1
Fakultas : Teknik
E – mail : ibnufaisalb@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul **"ANALISIS PENGARUH ARAH *LAMINATE STRUKTUR* KOMPOSIT LIMBAH KAIN KATUN – UPR TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN SIFAT FISIK"** bebas dari plagiarisme. Rujukan penulisan sudah sesuai dengan teknik penulisan karya ilmiah yang berlaku secara umum.

Bekasi, 29 Juli 2026

Yang membuat pernyataan



(Ibnu Faisal Bahri)

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

“Allah SWT. Tidak mengantar hidup ini mudah. Tetapi Allah SWT. Berjanji bahwa sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah :5-6)

“Skripsi ini tidak sempurna, tapi cukup untuk membawa saya wisuda dan mendapatkan gelar S.T. Bismillah untuk hal-hal baik yang sedang di perjuangkan”

(ibnu faisal bahri)

PERSEMBAHAN

“Alhamdulillahirabbil Allamin, Karya ini merupakan bentuk syukur saya kepada Allah SWT karena telah memberikan nikmat karunia pertolongan yang tiada henti hingga saat ini”

“Karya ini saya persembahkan sebagai tanda bukti sayang dan cinta yang tiada terhingga kepada Orang Tua tercinta, Bapak Darmo dan teristimewa Ibu Masridah yang telah melahirkan, merawat, membimbing dan melindungi dengan tulus serta penuh keikhlasan, mencurahkan segala kasih sayang dan cintanya, serta yang senantiasa mendoakan, dan memberikan semangat dan juga dukungan sepenuh hati”

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, taufik, hidayah serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Dan shalawat serta salam senantiasa tercurahkan pada baginda Nabi besar Muhammad SAW, semoga kita senantiasa menjadi umatnya yang selalu menjalankan tugas dan amanah.

Adapun tujuan dari penulisan laporan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Sarjana di Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Indonesia. Selama penyusunan skripsi ini, penulis cukup banyak menghadapi kesulitan dan hambatan, namun berkat usaha dan bantuan dari dosen pembimbing, teman teman angkatan serta pihak- pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung akhirnya penulis mampu menyelesaikan skripsi sesuai yang diharapkan.

Penyusun laporan ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terimakasih kepada.

1. Kedua Orang Tua dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan do'a serta dukungan moral maupun material.
2. Ibu Jenny Primanita D, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan semangat, bimbingan dan masukan sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Ibu Novi Laura Indrayani, S.Si., M. Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan semangat, bimbingan dan masukan sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Universitas Muhammadiyah Indonesia.
5. Bapak Yopi Handoyo, S.Si., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Indonesia.

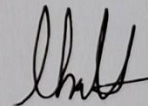
6. Bapak Riri Sadiana, S.Pd., M.Si. selaku pembimbing akademik teknik mesin angkatan 2021 atas bimbingannya selama menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Indonesia.
7. Kepada seluruh rekan-rekan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Indonesia angkatan 2021 yang selalu memberikan semangat.
8. Semua pihak yang terlibat yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik dalam melaksanakan maupun menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik dari pembaca sebagai bahan evaluasi bagi penulis. Semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak, agar dapat menambah pengetahuan dan wawasan pembaca pada umumnya dan untuk penulis khususnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bekasi, 29 Juli 2026

Penulis



Ibnu Faisal Bahri

ABSTRAK

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang industri manufaktur terus mendorong pengembangan material baru yang memiliki kinerja tinggi, ringan, ekonomis, serta ramah lingkungan maka itu, pelaku industri untuk mencari material alternatif yang mampu menggantikan atau mengurangi penggunaan logam, salah satunya melalui pengembangan material komposit limbah kain katun dapat dimanfaatkan sebagai bahan penguat pada komposit berbasis *Unsaturated Polyester Resin* (UPR) karena bersifat ringan, mudah diperoleh, dan dapat menjadi alternatif material ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arah *laminat* terhadap sifat mekanik, sifat fisik, dan struktur mikro komposit limbah kain katun–UPR. Komposit dibuat menggunakan metode hand lay-up dengan komposisi 20% serat kain katun dan 80% matriks UPR. Variasi arah *laminat* yang digunakan adalah $45^\circ/90^\circ$, $45^\circ/180^\circ$, dan $90^\circ/180^\circ$. Pengujian yang dilakukan meliputi uji tarik berdasarkan ASTM D638 Tipe I, uji sifat fisis berdasarkan JIS A5908-2003, serta pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi arah *laminat* berpengaruh terhadap karakteristik komposit yang dihasilkan. Variasi $45^\circ/180^\circ$ menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 9,06566 MPa dan modulus elastisitas tertinggi sebesar 0,91041 GPa, sedangkan variasi $90^\circ/180^\circ$ menghasilkan kekuatan tarik terendah sebesar 4,58165 MPa. Pada pengujian sifat fisis, variasi $45^\circ/180^\circ$ juga menunjukkan nilai pengembangan tebal terendah sebesar 1,92%, sehingga memiliki kestabilan dimensi yang lebih baik dibandingkan variasi lainnya. Hasil pengamatan struktur mikro ketiga variasi menunjukkan adanya void dan retakan pada matriks yang mempengaruhi kualitas ikatan antara serat dan resin, sehingga berdampak pada penurunan sifat mekanik komposit.

Kata kunci: komposit, limbah kain katun, UPR, arah *laminat*, sifat mekanik, sifat fisis.

ABSTRACT

Advancements in science and technology within the manufacturing industry continue to drive the development of new materials that are high-performance, lightweight, cost-effective, and environmentally friendly. Consequently, industry players are seeking alternative materials to replace or reduce metal usage; one such avenue is the development of composite materials using cotton fabric waste. Cotton fabric waste can serve as a reinforcing agent in Unsaturated Polyester Resin (UPR)-based composites due to its lightweight nature, ready availability, and potential as an eco-friendly material. This study aims to determine the effect of varying laminate orientations on the mechanical properties, physical properties, and microstructure of cotton fabric waste/UPR composites. The composites were fabricated using the hand lay-up method with a composition of 20% cotton fabric fiber and 80% UPR matrix. The laminate orientation variations employed were 45°/90°, 45°/180°, and 90°/180°. Testing included tensile testing (ASTM D638 Type I), physical property testing (JIS A5908-2003), and microstructural observation using a digital microscope. The results indicate that laminate orientation variations influence the characteristics of the resulting composites. The 45°/180° variation yielded the highest tensile strength (9.06566 MPa) and modulus of elasticity (0.91041 GPa), whereas the 90°/180° variation produced the lowest tensile strength (4.58165 MPa). Regarding physical properties, the 45°/180° variation exhibited the lowest thickness swelling value (1.92%), indicating superior dimensional stability compared to the other variations. Microstructural observations across all three variations revealed the presence of voids and cracks within the matrix; these defects affected the fiber-resin bonding quality, thereby contributing to a reduction in the composites' mechanical properties.

Keywords: composite, cotton fabric waste, Unsaturated Polyester Resin (UPR), laminate orientation, mechanical properties, physical properties.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
ABTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Komposit	6
2.1.1 Definisi Komposit.....	6
2.1.2 Bagian Utama Komposit.....	7
2.1.3 Klasifikasi Komposit Berdasarkan jenis penguatnya	8
2.1.4 Komposit Serat (fiber composite).....	11
2.2 Jenis Limbah kain.....	13
2.3 Unsaturated Polyester Resin (UPR)	14
2.4 Katalis Methy Ethyl Keton Peroxide (MEPOXE)	16
2.5 Metode Hand Lay-Up.....	16
2.6 Sifat Mekanik	17

2.6.1 Kekuatan Uji Tarik	17
2.7 Pengujian Sifat Fisis	24
2.8 Struktur Mikro	25
2.9 Orientasi Arah	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	28
3.2 Tempat Penelitian	29
3.3 Variabel Penelitian	29
3.4 Alat Penelitian	30
3.5 Tahapan Penelitian	31
3.5.1 Perhitungan Komposisi.....	32
3.5.2 Penimbangan Serat	33
3.6 Bahan Penelitian	33
3.6.1 Pencetakan Papan Komposit.....	35
3.6.2 Pembentukan Spesimen Uji Sifat Mekanik	36
3.6.3 Pembentukan Spesimen Uji Fisis	37
3.6.4 Pengujian Struktur Micro.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil pengujian Tarik	38
4.1.1 Kekuatan Tarik	39
4.1.2 Regangan Tarik.....	42
4.1.3 Modulus Elastisitas	44
4.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Sifat Fisis.....	45
4.2.1 Pengujian Densitas.....	45
4.2.2 Pengujian Daya Serap Air.....	46
4.2.3 Pengujian Pengembangan Tebal	48
4.3 Hasil Dan Pembahasan Pengujian Struktur Mikro	49
BAB V PENUTUP.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Particulate Composite(Findik, 2024)	9
Gambar 2. 2 Laminat Sructural (Findik, 2024).....	10
Gambar 2. 3 Sandich Sructural (Findik, 2024).	10
Gambar 2. 4 Fiber Compostie (a) Unidirection Fiber (b.) Composite (Address, n.d.)	11
Gambar 2. 5 Undirectional Continous Fibre Composite (Gibson, 1994)	11
Gambar 2. 6 Woven Fibre Composite (Gibson, 1994)	12
Gambar 2. 7 .Discontinuous Fiber Composite (Gibson, 1994).....	12
Gambar 2. 8 Hybrid Fiber Composite.....	12
Gambar 2. 9 (a) Kain organik (b) Kain anorganik	13
Gambar 2. 10 Limbah Kain katun.....	14
Gambar 2. 11 Metode Hand Lay- Up (Ardiati, 2016).....	16
Gambar 2. 12 Regangan (strain)	18
Gambar 2. 13 Data Hasil Uji Tarik	22
Gambar 2. 15 Mode Kegagalan atau patahan akibat beban <i>Tarik</i> (sumber: (Kaw, 2006)	26
Gambar 2. 16 Diagram tegangan-regangan hasil eksperimental serat fiberglass untuk spesimen bersudut 45°, 90°, dan 180°	27
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3. 2 Tempat Pengujian Tarik	29
Gambar 3. 3 Timbangan Digital	30
Gambar 3. 4 Cetakan Kaca.....	31
Gambar 3. 5 Universal Tensile Machine.....	31
Gambar 3. 6 Penimbangan Kain Katun.....	33
Gambar 3. 7 Resin Polyester Yukalac 157 BTQN-EX	34
Gambar 3. 8 Katalis Mepoxe	34
Gambar 3. 9 Kain Katun Pakaian Bekas	35
Gambar 3. 10 Miracle Glass.....	35

Gambar 3. 11 Arah Kain 2D	36
Gambar 3. 12 Hasil serat kain Laminate	36
Gambar 3. 13 Ukuran Standar ASTM D638 type.....	36
Gambar 3. 14 Standar Uji Fisis JIS A5908-2003.....	37
Gambar 3. 15 Pengambilan foto saat pengujian struktir micro.....	37
Gambar 4. 1 Kondisi specimen sebelum (a) dan sesudah (b) pengujian tarik	38
Gambar 4. 2 Grafik tegangan terhadap regangan pada setiap specimen dengan variasi KL1 (a), KL2 (b), KL3 (c), Control (d).....	39
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan arah serat laminate terhadap kekuatan tarik	41
Gambar 4. 4 Grafiik Hubungan Arah Serat kain Laminate terhadap regangan tarik	42
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Modulus Elastisitas	44
Gambar 4. 6 Grafik Pengujian Densitas.....	46
Gambar 4. 7 Grafik Pengujian Arah kain laminate terhadap daya serap air	47
Gambar 4. 8 Grafik Pengujian Pengembangan Tebal	48
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Struktur Uji Mikro untuk variasi KL1(a), KL2(b), KL3(c).....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi UPR Yukalac BQTN-EX 157 (PT. Justus Sakti Raya, 1996)	
.....	15
Tabel 2. 2 Sifat Mekanik Polyester (Benmokrane et al., 1995)	15
Tabel 2. 3 Kuat Tekan Polyester Terhadap Variasi Katalis. (Taufik & Astuti, 2014).	
.....	16
Tabel 4. 1 Data Hasil Uji Tarik.....	38
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Densitas	46
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Daya Serap Air terhadap variasi arah kain Lamine	47
Tabel 4. 4 Pengujian Pengembangan Tebal terhadap variasi arah kain Lamine	48

DAFTAR LAMPIRAN

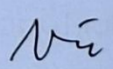
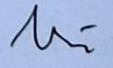
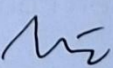
Lampiran 1. 1 Penimbangan Komposisi Serat.....	56
Lampiran 1. 2 Dokumentasi Uji Tarik	57
Lampiran 1. 3 Data Pengujian Tarik Arah Serat $45^{\circ}/90^{\circ}$	59
Lampiran 1. 4 Data Pengujian Tarik Arah Serat $90^{\circ}/180^{\circ}$	60
Lampiran 1. 5 Data Pengujian Tarik Arah Serat $45^{\circ}/180^{\circ}$	61
Lampiran 1. 6 Perhitungan Uji Tarik Arah Serat $45^{\circ}/90^{\circ}$, $45^{\circ}/180^{\circ}$ dan $90^{\circ}/180^{\circ}$	62
Lampiran 1. 7 Perhitungan Densitas	66
Lampiran 1. 8 Perhitungan Daya Serap Air	67
Lampiran 1. 9 Perhitungan Pengembangan Tebal	68
Lampiran 1. 10 Data Pengujian tarik UPR MURNI	69
Lampiran 1. 11 Uji Struktur Mikro	70
Lampiran 1. 12 Uji Struktur Mikro	71



KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM "45" BEKASI

Nama Mahasiswa : Ibnu Faisal Bahri
NPM : 41187001210015
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Tugas Akhir / Skripsi : Analisis Pengaruh Aras Laminasi STRUKTUR komposit limbah kain katun-UPR Terhadap sifat mekanik
Dosen Pembimbing I : Jenny Primanita D, S.P.d., M.Si.
Dosen Pembimbing II : Novi Laura Indrayani, S.Si., M.Eng.

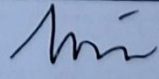
NO	HARI, TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
1	Senin, 4-5-26	Latar belakang IPTek dan limbah	
2	Senin, 11-5-26	Latar belakang Fraksi Volume	
3	Jumat, 22-5-26	Rumusan Masalah 2, Tujuan 2 juga	
4	Senin, 8-6-26	klasifikasi Matrik gunakan Sumber	
5	Jumat, 19-6-26	UPR dan katalis	
6	Rabu, 1-7-26	Metode Hand Lay-up	
7	Jumat, 17-7-26	Pembahasan Struktur mikro	
8	Senin, 10-7-26	Penambahan grafik Uji Tarik	
9	kamis, 23-7-26	kesimpulan dan saran	
10	Senin, 26-7-26	Diagram batang	

NO	HARI, TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
11	Rabu, 8-7-26	Sifat Mekanik dan Sifat Fisik	
12	Senin, 13-7-26	Struktur Mikro	
13	Jumat, 3-7-26	Tabel 4.1 Pengujian tarik	
14	Jumat, 10-7-26	Diagram batang Regangan tarik	
15	Selasa, 14-7-26	Diagram batang Modulus elastis	
16	Kamis, 16-7-26	Pembahasan Pengujian Fisik	
17			
18			

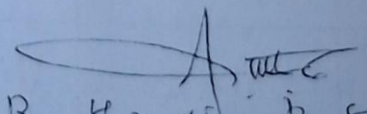
Catatan :

1. Bimbingan Laporan Tugas Akhir / Skripsi Minimal 8 kali.
2. Buku Referensi minimal 5 diambil dari perpustakaan Fakultas atau Universitas dan ditunjukkan saat sidang Tugas Akhir / Skripsi.

Disetujui Untuk Mengikuti Ujian Sidang

	Tanggal	Tanda Tangan
Pembimbing I	24 Juli 2026	
Pembimbing II Novi Laura Indrayani, MEng.	24 Juli 2026	

Bekasi, 27-7-2026
Ketua Program Studi,


R. Hengki R, ST MTz