

**ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT MATRIKS UPR - SERAT
PELEPAH PISANG TERHADAP NILAI TARIK DAN
SIMULASI KEGAGALAN SEBAGAI BUMPER MOBIL**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan gelar sarjana teknik program
pendidikan Strata satu**



**Oleh:
NASRUL ARIF RIDHO
41187001200028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM "45"
BEKASI
2025**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT MATRIKS UPR - SERAT PELEPAH PISANG TERHADAP NILAI TARIK DAN SIMULASI KEGAGALAN SEBAGAI BUMPER MOBIL

Dipersiapkan dan disusun oleh

NASRUL ARIF RIDHO
41187001200028

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 30 Juli 2025

Disetujui oleh

Pembimbing I

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

Pembimbing II

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

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

Bekasi, 30 Juli 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



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

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

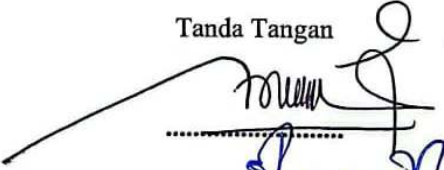
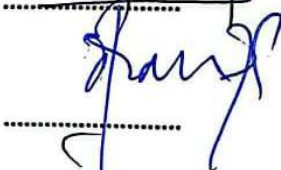
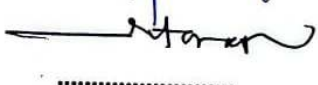
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian Skripsi sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam “45” Bekasi

ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT MATRIKS UPR - SERAT PELEPAH PISANG TERHADAP NILAI TARIK DAN SIMULASI KEGAGALAN SEBAGAI BUMPER MOBIL

Nama : Nasrul Arif Ridho
NPM : 41187001200028
Program Studi : Teknik Mesin S1
Fakultas : Teknik

Bekasi, 30 Juli 2025

Tim Penguji

- | Nama | Tanda Tangan |
|--|---|
| 1. <u>Taufiqur Rokhman, S.T., M.T.</u>
45101022008001 |  |
| 2. <u>Aep Surahto, S.T., M.T.</u>
45114082009025 |  |
| 3. <u>H. Ahsan, S.T., M.T.</u>
455020120000851 |  |

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Nasrul Arif Ridho
NPM : 41187001200028
Program Studi : Teknik Mesin S – 1
Fakultas : Teknik
E – mail : arifnasrul15@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul **"ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT MATRIKS UPR - SERAT PELEPAH PISANG TERHADAP NILAI TARIK DAN SIMULASI KEGAGALAN SEBAGAI BUMPER MOBIL"** bebas dari plagiarisme. Rujukan penulisan sudah sesuai dengan teknik penulisan karya ilmiah yang berlaku secara umum.

Bekasi, 30 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



(Nasrul Arif Ridho)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

*“Menyesali nasib tidak akan mengubah keadaan, terus berkarya dan
bekerjalah yang membuat kita berharga”
(KH. Abdurrahman Wahid)*

*“Sukses berjalan dari satu kegagalan ke kegagalan yang lain, tanpa
kehilangan semangat”
(Abraham Lincoln)*

*“Kerja keras mengalahkan bakat ketika bakat tidak bekerja keras”
(Kevin Durant)*

PERSEMBAHAN

*Allah SWT, hanya kepada – Mu aku menyembah dan kepada – Mu aku
berserah diri memohon pertolongan dan ketabahan dalam setiap kesulitan.
Pencapaian ini adalah persembahan istimewa saya untuk diri saya sendiri.
Bapak dan Ibu yang telah banyak perjuangan dan pengorbanan. Dengan ini
saya tidak akan membiarkan semua itu sia – sia. Hidup untuk menjadi lebih
baik dari hari kemarin, terus tumbuh memperbaiki apa yang pernah menjadi
kesalahan.*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, taufik, hidayah serta inayah – 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 Islam “45” Bekasi. 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.

Penyusunan 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. Bapak Riri Sadiana S.Pd., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi
3. Bapak R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S – 1 Universitas “45” Bekasi dan juga selaku Dosen

Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan masukan sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

4. Ibu Novi Laura Indrayani, S.Si., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan semangat, bimbingan dan masukan sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Kepada seluruh rekan-rekan Teknik Mesin Universitas Islam “45” Bekasi angkatan 2020 yang selalu memberikan semangat.
6. 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, 30 Juli 2025

Penulis

Nasrul Arif Ridho

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh pola dan orientasi serat terhadap karakteristik mekanik bumper mobil berbahan komposit berbasis serat pelepah pisang dan resin polyester dengan metode simulasi numerik menggunakan perangkat lunak LS-DYNA. Tiga pola serat diuji, yaitu *continuous*, *woven*, dan *lamine*, dengan variasi orientasi serat meliputi 0°, 45°, 90°, dan 120°. Parameter utama yang dianalisis meliputi tegangan *von mises*, *displacement*, dan *safety factor* pada kecepatan tumbukan 60, 80, dan 100 km/jam. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pola *lamine* dengan orientasi 45°/90° menghasilkan tegangan *von mises* tertinggi (382,996 MPa), sedangkan pola *woven* juga menunjukkan performa tegangan yang baik dengan orientasi silang. Nilai *displacement* tertinggi tercatat pada *lamine* 0°/45° sebesar 47,8671 mm, menunjukkan kemampuan absorpsi energi yang tinggi, sementara *woven* menunjukkan kestabilan deformasi yang lebih baik dibanding serat *continuous*. Namun, analisis *safety factor* menunjukkan bahwa seluruh konfigurasi berada di bawah nilai aman (>1), dengan nilai tertinggi hanya mencapai 0,4 ul pada orientasi *continuous* 90° kecepatan rendah. Penurunan *safety factor* signifikan terjadi seiring peningkatan kecepatan, terutama pada bahan *lamine*. Secara keseluruhan, orientasi serat silang cenderung meningkatkan kemampuan distribusi tegangan dan deformasi, namun belum cukup untuk memastikan ketahanan struktural secara menyeluruh. Oleh karena itu, meskipun bahan komposit berbasis serat pelepah pisang memiliki potensi sebagai bumper kendaraan, peningkatan kekuatan struktural masih diperlukan agar memenuhi batas aman dalam aplikasi benturan berkecepatan tinggi.

Kata kunci: Komposit Serat, serat pelepah pisang, bumper mobil, LS-DYNA, tegangan *von mises*, *displacement*, *safety factor*

ABSTRACT

This study aims to analyze the influence of fiber pattern and orientation on the mechanical characteristics of car bumpers made from banana sheath fiber-reinforced polyester composites, using numerical simulation through LS-DYNA software. Three fiber patterns were tested—continuous, woven, and laminate—with fiber orientation variations of 0°, 45°, 90°, and 120°. The main parameters evaluated were Von Mises stress, displacement, and safety factor under impact velocities of 60, 80, and 100 km/h. The simulation results indicated that the laminate pattern with a 45°/90° orientation produced the highest Von Mises stress (382.996 MPa), while the woven configuration also demonstrated good stress performance with cross-orientation. The highest displacement was recorded in the laminate 0°/45° configuration at 47.8671 mm, indicating high energy absorption capability. Meanwhile, woven fibers showed more stable deformation behavior compared to continuous fibers. However, the safety factor analysis revealed that all configurations were below the safe limit (>1), with the highest value reaching only 0.4 in the continuous 90° orientation at low speed. A significant decrease in safety factor was observed as impact velocity increased, especially in the laminate materials. Overall, cross-oriented fiber configurations tend to enhance stress distribution and deformation behavior, yet are not sufficient to guarantee full structural integrity. Thus, although banana sheath fiber composites show potential for automotive bumper applications, further structural reinforcement is necessary to meet safety requirements under high-velocity impacts.

Keywords: *Fiber Composite, banana fiber, car bumper, LS-DYNA, Von Mises stress, displacement, safety factor*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	ii
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematik Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	9
2.1 Komposit.....	9
2.2 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Penguatnya	10
2.3 Komposit Serat (<i>Fiber Composite</i>).....	12
2.4 Jenis Serat Penguat Pada Komposit	14
2.5 Serat Pelepah Pisang	16
2.6 Bagian Utama Komposit.....	18

2.7	Unsaturated Polyester Resin (UPR)	19
2.8	Sifat Mekanik (Kekuatan Tarik)	22
2.9	Sifat Fisis.....	29
2.9.1	Densitas atau Kerapatan.....	29
2.10	Pengujian Simulasi.....	30
2.10.1	Metode Elemen Hingga.....	31
2.10.2	Simulasi Bumper Impact Test.....	34
2.10.3	<i>Von mises stress</i>	35
2.10.4	Displacement.....	36
2.10.5	Faktor Keamanan	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		38
3.1	Diagram Alir Penelitian	38
3.2	Variabel Penelitian	39
3.3	Tempat Penelitian.....	40
3.4	Bahan Penelitian.....	40
3.5	Alat Penelitian.....	41
3.6	Tahapan Penelitian	41
3.7	Spesimen Simulasi Bumper <i>impac test</i>	42
3.8	Hasil Pengujian Sifat Mekanik.....	43
3.9	Hasil Uji Densitas	45
3.10	Pengujian Simulasi Bumper <i>Impact Test</i>	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Hasil dan Pembahasan Pengujian Simulasi Bumper <i>Impact Test</i>	49
4.1.1	<i>Von Mises Stress</i>	51
4.1.2	<i>Displacement</i>	53
4.2	Hasil dan Pembahasan <i>Safety Factor</i>	56
BAB V PENUTUP.....		58
5.1	Kesimpulan	59

5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN – LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi UPR Yukalac BQTN-EX 157 (PT. Justus Sakti Raya, 1996)	21
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Polyester (Benmokrane, Chaallal, & Masmoudi, 1995)	21
Tabel 3.1 Desain Bump dan Tiang	42
Tabel 3.2 Hasil Pengujian Tarik (Hadi Muhamad Haidar, 2024)	43
Tabel 3.3 Hasil Pengujian Tarik (Geovano Alfriana, 2025)	44
Tabel 3.4 Hasil Pengujian Tarik (Devin Julviansyah, 2025)	44
Tabel 3.5 Hasil Pengujian Densitas (Hadi Muhamad Haidar, 2024)	45
Tabel 3.6 Hasil Pengujian Densitas (Geovano Alfriana, 2025)	46
Tabel 3.7 Hasil Pengujian Densitas (Devin Julviansyah, 2025)	46
Tabel 4.1 Von mises stress	49
Tabel 4.2 Displacement	50
Tabel 4.3 Safety factor	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Particulate Composite	10
Gambar 2.2 Laminate Structural	11
Gambar 2.3 Sandich Sructural	11
Gambar 2.4 Fiber Composite (a) Unidirection Fiber Composite (b)	12
Gambar 2.5 Hybrid Composite	13
Gambar 2.6 Continous Fiber Composite.....	13
Gambar 2.7 Chopped Fiber Composite.....	13
Gambar 2.8 Woven Fiber Composite.....	14
Gambar 2.9 Batang Pelepah Pisang	17
Gambar 2.10 Regangan (strain)	22
Gambar 2.11 Data Hasil Uji Tarik	27
Gambar 2.12 Bentuk Mesh	32
Gambar 2.13 Mesh	33
Gambar 3.1 Ansys Ls-Dyna student 2024	41
Gambar 4.1 Tegangan von mises terhadap kecepatan	51
Gambar 4.2 Displacement terhadap kecepatan	53
Gambar 4.3 Safety factor berbagai arah serat	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Nilai Densitas Arah Serat Continuous.....	66
Lampiran 1.2 Nilai Densitas Arah Serat Woven.....	66
Lampiran 1.3 Nilai Densitas Arah Serat Lamine 66	66
Lampiran 1.4 Perhitungan Nilai Tarik Arah Serat Continuous.....	67
Lampiran 1.5Perhitungan Nilai Tarik Arah Serat Woven	70
Lampiran 1.6Perhitungan Niai Tarik Arah Serat Lamine	74
Lampiran 1.7 (a) Tahapan Simulasi	78
Lampiran 1.8 (b) Tahapan Pengujian Simulasi.....	79
Lampiran 1.9 (c) Tahapan Pengujian Simulasi	80
Lampiran 1.10 (c) Tahapan Pengujian Simulasi	81
Lampiran 1.11 (e) Tahapan Pengujian Simulasi	82
Lampiran 1.12 (f) Tahapan Pengujian Simulasi	83
Lampiran 1.13 (a) Hasil Pengujian Simulasi	84
Lampiran 1.14 (b) Hasil Pengujian Simulasi	85
Lampiran 1.15 (c) Hasil Pengujian Simulasi	86
Lampiran 1.16 (d) Hasil Pengujian Simulasi	87
Lampiran 1.17 (e) Hasil Pengujian Simulas	88
Lampiran 1.18 (f) Hasil Pengujian Simulasi.....	89
Lampiran 1.19 (g) Hasil Pengujian Simulasi	90
Lampiran 1.20 (h) Hasil Pengujian Simulasi	91
Lampiran 1.21 (h) Hasil Pengujian Simulasi	92
Lampiran 1.22 (i) Hasil Pengujian Simulasi	93
Lampiran 1.23 (j) Hasil Pengujian Simulasi	94
Lampiran 1.24 (k) Hasil Pengujian Simulasi	95

Lampiran 1.25 (l) Hasil Pengujian Simulasi	96
Lampiran 1.26 (m) Hasil Pengujian Simulasi	97
Lampiran 1.27 (n) Hasil Pengujian Simulasi	98
Lampiran 1.28 (o) Hasil Pengujian Simulasi	99
Lampiran 1.29 (p) Hasil Pengujian Simulasi	100
Lampiran 1.30 (q) Hasil Pengujian Simulasi	101
Lampiran 1.31(a) Perhitungan Safety Factor	102
Lampiran 1.32 (b) Perhitungan Safety Factor	103
Lampiran 1.33 (c) Perhitungan Safety Factor	104
Lampiran 1.34 (d) Perhitungan Safety Factor	105
Lampiran 1.35 (e) Perhitungan Safety Factor	106