



**KARAKTERISASI SIFAT MEKANIKAL KOMPOSIT
LIMBAH HDPE (*High Density Polyethylene*) DENGAN
PENGUAT SERAT BAJA BELT PLY BAN BEKAS**

SKRIPSI

RAYMOND LETARE

2110311016

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2025



**KARAKTERISASI SIFAT MEKANIKAL KOMPOSIT
LIMBAH HDPE (*High Density Polyethylene*) DENGAN
PENGUAT SERAT BAJA BELT PLY BAN BEKAS**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

RAYMOND LETARE

2110311016

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2025

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Raymond Letare
NIM : 2110311016
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : KARAKTERISASI SIFAT MEKANIKAL KOMPOSIT
LIMBAH HDPE (High Density Polyethylene) DENGAN
PENGUAT SERAT BAJA BELT PLY BAN BEKAS

Telah berhasil dipertahankan dihadapan para penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Budhi Martana, S.T., M.M.

Penguji Utama



Ir. Fahrudin S.T., M.T.

Penguji Lembaga



Dr. Eng. Riki Hendra Purba., S.T., M.Eng.

Penguji III (Pembimbing)



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,

S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng

Plt. Dekan Fakultas Teknik



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Kepala Program Studi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 16 Juli 2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Raymond Letare

NIM : 2110311016

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Judul Skripsi : Karakterisasi Sifat Mekanikal Komposit Limbah HDPE (*High Density Polyethylene*) Dengan Penguat Serat Baja Belt Ply Ban Bekas

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan oleh dosen pembimbing dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui,



(Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T.,
M.Eng.)

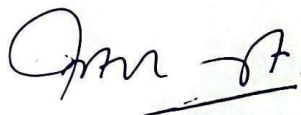
Pembimbing I



(Nicky Yongkimandalan, S.T., M.M.,
.M.T)

Pembimbing II

Mengetahui,



(Ir. Fahrudin, S.T., M.T.)

Kepala Program Studi Teknik Mesin

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Raymond Letare
NPM : 2110311016
Program Studi : S-1 Teknik Mesin

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

Jakarta, 16 Juli 2025

Yang menyatakan,



(Raymond Letare)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta,
saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Raymond Letare

NIM : 2110311016

Fakultas : Teknik

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

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

KARAKTERISASI SIFAT MEKANIKAL KOMPOSIT LIMBAH HDPE (*High Density Polyethylene*) DENGAN PENGUAT SERAT BAJA BELT PLY BAN BEKAS

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 Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal: 16 Juli 2025

Yang menyatakan



(Raymond Letare)

KARAKTERISASI SIFAT MEKANIKAL KOMPOSIT LIMBAH HDPE (*High Density Polyethylene*) DENGAN PENGUAT SERAT BAJA BELT PLY BAN BEKAS

Raymond Letare

ABSTRAK

Tingginya limbah khususnya limbah botol HDPE dan limbah ban mengakibatkan semakin tingginya angka limbah yang sulit terurai dan terdaur ulang yang menjadikan Indonesia penyumbang limbah anorganik kedua di dunia. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah tutup botol berbahan HDPE (*High Density Polyethylene*) dan serat baja dari limbah ban kendaraan dalam pembuatan komposit sebagai upaya pengurangan limbah. Variasi volume serat baja sebagai penguat yang digunakan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kekuatan tarik dan kekerasan dengan variasi volume 3%, 5%, dan 7%. Pada penelitian ini dilakukan uji kekuatan tarik berdasarkan standar ASTM D3039 dengan metode *furnace* dan *stamping*. Berdasarkan data yang diperoleh, nilai kekuatan tarik dan nilai kekerasan tertinggi dihasilkan pada variasi volume serat baja 7% yaitu dengan kekuatan tarik rata-rata sebesar 6,25 MPa dan nilai modulus elastisitas sebesar 220,62 Hv sedangkan untuk modulus elastisitas tertinggi pada variasi penguat 5% dengan nilai 73,32 MPa.

Kata kunci : komposit, hdpe, serat baja

**CHARACTERIZATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF
COMPOSITE OF HDPE (High Density Polyethylene) BOTTLE
COVER WASTE WITH STEEL FIBERS FROM WASTE
VEHICLE TIRES**

Raymond Letare

ABSTRACT

The high amount of waste, especially HDPE bottle waste and tire waste, has resulted in an increasing amount of waste that is difficult to decompose and recycle, making Indonesia the second largest contributor to inorganic waste in the world. This research aims to utilize HDPE (High Density Polyethylene) bottle cap waste and steel fiber from vehicle tire waste in composite manufacturing as an effort to reduce waste. The volume variation of steel fiber as reinforcement is used to determine its effect on tensile strength and hardness with volume variations of 3%, 5%, and 7%. In this study, tensile strength testing was carried out based on ASTM D3039 standards using furnace and stamping methods. Based on the data obtained, the highest tensile strength and hardness values were produced at 7% steel fiber volume variation, with an average tensile strength of 6.25 MPa and elastic modulus value of 220.62 Hv, while the highest elastic modulus was at 5% reinforcement variation with a value of 73.32 MPa.

Keywords : *composite, hdpe, steel fibre*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas rahmat Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Penelitian yang berjudul “Karakterisasi Sifat Mekanikal Komposit Limbah HDPE (*High Density Polyethylene*) Dengan Penguat Serat Baja Belt Ply Ban Bekas”. Proposal Penelitian ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta. Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terwujud dengan baik dengan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak, baik secara langsung dan tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih terutama kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kesempatan, keberkahan, ilmu, kelancaran dan kemudahan.
2. Ibu, Ayah, dan Adik penulis atas nama doa, dukungan dan kasih sayangnya.
3. Bapak Dr. Eng. Riki Hendra Purba., S.T., M. Eng selaku Dosen pembimbing satu.
4. Bapak Nicky Yongkimandalan, S.T., M.M., M.T. selaku Dosen pembimbing dua.
5. Komunitas WongBant atas penyedia sarana dan prasarana penyusunan penelitian ini.
6. Bapak Dr. Ir Muchamad Octaviandri S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng selaku Plt. Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
7. Bapak Ir. Fahrudin ST., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
8. Dosen-dosen Teknik Mesin UPN Veteran Jakarta yang telah memberi ilmunya sebagai pedoman dalam penyusunan penelitian ini.

9. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2021 yang selalu memberikan semangat dan motivasi penulis.

10. Pihak-pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian terdahulu	5
2.2. Material Teknik	6
2.2.1 Klasifikasi Material	6
2.3 Plastik	8
2.3.1 Klasifikasi Plastik	8
2.3.2 Sifat Plastik.....	9
2.4. Ban.....	9
2.5 HDPE.....	12
2.6 Sabuk Baja.....	13
2.7. Komposit	15
2.8. Klasifikasi Komposit.....	16
2.9 Matriks.....	18
2.9.2 Fungsi Matriks.....	18
2.10 Metode Pembuatan Komposit	19
2.11 Kaidah Pencampuran Komposit (<i>Rules of Mixture</i>)	21

2.12 Kekuatan Uji Tarik.....	23
2.13. Struktur Mikro.....	25
2.14. Nilai Uji Kekerasan.....	26
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	28
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	28
3.2. Diagram Alir Penelitian.....	28
3.3 Prosedur Penelitian.....	29
3.3.1 Studi Literatur	29
3.3.2 Persiapan Material.....	29
3.3.3 Pembuatan Spesimen.....	29
3.3.4 Evaluasi Spesimen.....	29
3.3.5 Pengujian.....	30
3.4. Alat dan Bahan	30
3.4.1. Persiapan Alat.....	30
3.5. Desain Cetakan dan Spesimen Pengujian.....	36
3.6. Proses Pembuatan Spesimen Komposit.....	37
3.7. Pengujian Struktur Mikro	37
3.8. Pengujian Tarik	38
3.9. Analisis Deskripsi Data	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1. Komposisi Fraksi Volume	41
4.2. Proses Manufaktur Komposit.....	43
4.2.2. Persiapan <i>Reinforcement</i>	44
4.2.3. Proses Pembuatan.....	44
4.3. Analisis Mikrostruktur.....	48
4.4. Proses Pengujian	51
4.5. Bentuk Spesimen setelah pengujian	51
4.6. Analisis Kekerasan	53
4.6. Data Hasil Pengujian Spesimen.....	54
4.6.1. Diagram Hooke Spesimen	55
4.6.2. Data Kelompok	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Susunan Komponen Ban	10
Gambar 2. 2	Jenis Struktur Ban	14
Gambar 2. 3	Klasifikasi Komposit.....	16
Gambar 2. 4	Diagram Hooke.....	23
Gambar 2. 5	Mikrostruktur HDPE.....	25
Gambar 2. 6	Metode Vickers	26
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 3. 2	Oven.....	30
Gambar 3. 3	Timbangan	30
Gambar 3. 4	Mesin Pencacah	31
Gambar 3. 5	Mesin Pemotong	31
Gambar 3. 6	Jangka Sorong.....	32
Gambar 3. 7	Gerinda	32
Gambar 3. 8	Ragum.....	32
Gambar 3. 9	SEM.....	33
Gambar 3. 10	Polish Machine.....	33
Gambar 3. 11	UTM.....	33
Gambar 3. 12	Vickers Hardness.....	34
Gambar 3. 13	Stamper	34
Gambar 3. 14	Cacahan Tutup Botol HDPE	35
Gambar 3. 15	Potongan Serat Baja	35
Gambar 3. 16	Amplas	36
Gambar 3. 17	Desain Ukuran Cetakan dan Spesimen.....	36
Gambar 3. 18	Desain Ukuran Spesimen SEM	37
Gambar 4. 1	Tutup Botol HDPE dan mesin crusher	43
Gambar 4. 2	Bentuk cacahan tutup botol HDPE.....	43
Gambar 4. 3	Serat Baja.....	44
Gambar 4. 4	Ukuran Serat Baja	44
Gambar 4. 5	Desain 2D Oven Gas.....	45
Gambar 4. 6	Proses Oven Komposit.....	45
Gambar 4. 7	Desain 2D Stamper	46
Gambar 4. 8	Proses Stamping Komposit	46
Gambar 4. 9	Lembaran Komposit.....	47
Gambar 4. 10	Potongan Spesimen	47
Gambar 4. 11	Mikrostruktur Variasi Penguat 3%.....	48
Gambar 4. 12	Mikrostruktur Variasi Penguat 5%	48
Gambar 4. 13	Mikrostruktur Variasi Penguat 7%	49
Gambar 4. 14	Grafik Sum Spectrum.....	49
Gambar 4. 15	Topologi Kandungan Metaloid Variasi 3%.....	50
Gambar 4. 16	Topologi Kandungan Metaloid Variasi 5%.....	50
Gambar 4. 17	Topologi Kandungan Metaloid Variasi 7%.....	50
Gambar 4. 18	Proses Uji Tarik Spesimen	51
Gambar 4. 19	Patahan Spesimen Fraksi 3%	51
Gambar 4. 20	Patahan Spesimen Fraksi 5%	52
Gambar 4. 21	Patahan Spesimen Fraksi 7%	52

Gambar 4. 22 Kurva Nilai Kekerasan	54
Gambar 4. 23 Diagram Hooke Variasi 3%:97%.....	55
Gambar 4. 24 Diagram Hooke Variasi 5%:95%.....	55
Gambar 4. 25 Diagram Hooke Variasi 7%:93%.....	55
Gambar 4. 28 Distribusi Normal Fraksi 3%:97%	61
Gambar 4. 26 Distribusi Normal Fraksi 5%:95%	61
Gambar 4. 27 Distribusi Normal Fraksi 7%:93%	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat HDPE	12
Tabel 2.2 Sifat Kawat Baja	13
Tabel 2.3 Kelebihan dan Kekurangan Hand Lay-up	20
Tabel 2.4 Kelebihan dan Kekurangan Injection	20
Tabel 2.5 Kelebihan dan Kekurangan Furnace	21
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan.....	40
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Vickers Hardness	53
Tabel 4.2 Hasil Uji Tarik	56
Tabel 4.3 Data Kelompok Tegangan Tarik Variasi 3%:97%	57
Tabel 4.4 Data Kelompok Modulus Elastis Variasi 3%:97%	57
Tabel 4.5 Data Kelompok Vickers Hardness Variasi 3%:97%	57
Tabel 4.6 Data Kelompok Tegangan Tarik Variasi 5%:95%	58
Tabel 4.7 Data Kelompok Modulus Elastis Variasi 5%:95%	58
Tabel 4.8 Data Kelompok Vickers Hardness Variasi 5%:95%	58
Tabel 4.9 Data Kelompok Tegangan Tarik Variasi 7%:93%	59
Tabel 4.10 Data Kelompok Modulus Elastis 7%:93%	59
Tabel 4.11 Data Kelompok Vickers Hardness 7%:93%	60

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Data Kurva Mathlab
- Lampiran 2.** Diagram Hooke Pengujian
- Lampiran 3.** Uji Vickers