

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KEKUATAN MEKANIS KOMPOSIT  
*HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE)  
BERPENGUAT PASIR VULKANIK SEBAGAI  
ALTERNATIF PEMBUATAN MATERIAL**



**Disusun Oleh:**

**Risang Dony Azrul Ananda**

**NBI: 1422000111**

**Rizky Ramadhan**

**NBI: 1422000115**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2024**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR**

NAMA : RISANG DONY AZRUL ANANDA  
NBI : 1422000111  
NAMA : RIZKY RAMADHAN  
NBI : 1422000115  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISIS KEKUATAN MEKANIS  
KOMPOSIT *HIGH DENSITY POLYETHYLENE*  
(HDPE) BERPENGUAT PASIR VULKANIK  
SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing


  
Dr. I Made Kastiawan, S.T., MT  
NPP. 20420950414



Dekan  
Fakultas Teknik

  
Dr. H. Sajiyo, M. Kes., IPU., ASEAN Eng  
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin

  
Edi Santoso, S.T., MT  
NPP. 20420960485

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul :

**“ANALISIS KEKUATAN MEKANIS KOMPOSIT *HIGH DENSITY*  
*POLYETHYLENE (HDPE)* BERPENGUAT PASIR VULKANIK SEBAGAI  
MATERIAL ALTERNATIF”**

Yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.



Risang Dony Azrul Ananda  
1422000111



## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Risang Dony Azrul Ananda  
NBI/ NPM : 1422000111  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Skripsi/~~Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/Praktek\*~~

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

**“ANALISIS KEKUATAN MEKANIS *HIGH DENISTY POLYETHYLENE* (HDPE) BERPENGUAT PASIR VULKANIK SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF”**

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada tanggal : 4 Juli 2024

Yang Menyatakan,

(Risang Dony Azrul Ananda)  
1422000111

\*Coret yang tidak perlu

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

### **PERSEMBAHAN:**

Saya ucapkan terimakasih kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, petunjuk, dan kemudahan yang diberikan kepada kami dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini kami persembahkan kepada kedua orang tua dan keluarga yang selalu mendukung, mendoakan dan memotivasi kami dalam menyelesaikan pendidikan perguruan tinggi dan juga kepada dosen pembimbing Bapak Dr. I Made Kastiawan, S.T., M.T. yang telah membantu dan mendidik kami dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini serta kepada teman-teman Mahasiswa Teknik Mesin yang tak pernah lelah membantu, mendukung, dan memberi nasihat.

### **Kata Mutiara :**

***“WA MA MIN DAB BABATIN FIL ARDI ILLA ALALLAHRIZKUH”***

*Tidak ada satupun makhluk bumi yang bergerak di atas bumi ini*

*Melainkan rezekinya sudah diatur sama*

*Tuhan Yang Maha Esa*

## ABSTRAK

### ANALISIS KEKUATAN MEKANIS KOMPOSIT *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) BERPENGUAT PASIR VULKANIK SEBAGAI ALTERNATIF PEMBUATAN MATERIAL

*Perkembangan teknologi terus berlanjut di sektor industri saat ini. Banyak perusahaan berupaya meningkatkan kualitas produk dengan menggunakan bahan yang hemat biaya, ringan, kuat, mudah diakses, dan memiliki tingkat kekuatantinggi salah satu bahan yang sesuai dengan kriteria ini adalah material komposit yang diperkuat dengan pasir vulkanik. Alasan utama pemilihan pasir vulkanik sebagai penguat dalam komposit terletak pada sifat mekaniknya yang menguntungkan dan biayanya yang relatif rendah. Namun, penggunaan pasir vulkanik sebagai penguat dalam bahan alternatif masih jarang di Indonesia, dimana pemanfaatannya belum sepenuhnya optimal. Penelitian ini menyelidiki material komposit High Density Polyethylene (HDPE) yang diperkuat dengan pasir vulkanik, dengan mengkaji berbagai fraksi berat. Rasio antara pasir vulkanik dan High Density Polyethylene (HDPE) berkisar dari 8% : 92%, 10% : 90%, 12% : 88%, 14% : 86%, hingga 16% : 84%. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kekuatan mekanik dari material komposit High Density Polyethylene (HDPE) yang diperkuat dengan partikel pasir vulkanik berukuran 6-10 mesh. Campuran komposit diaduk dengan pasir vulkanik pada kecepatan 15 rpm selama 20 menit sifat mekanik dievaluasi melalui uji tarik dan uji impak. Analisis data penelitian mengungkap bahwa komposit dengan penguatan pasir vulkanik sebesar 10% menunjukkan nilai tegangan tarik sebesar 15,61 MPa, sementara variasi 16% menunjukkan nilai tegangan tarik terendah sebesar 7,81 MPa sebaliknya, uji impak mencatat nilai energi yang diserap tertinggi dengan variasi 8% sebesar 19,09 Joule, sedangkan nilai terendah diamati pada variasi 10% sebesar 0,88 Joule.*

**Kata Kunci :** *material komposit, high density polyethylene, pasir vulkanik, kekuatan tarik, kekuatan impak.*

## ABSTRACT

### ANALYZING THE MECHANICAL STRENGTH OF HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) COMPOSITE REINFORCED WITH VULKANIK SAND INVOLVES

*Technological advancements are continually progressing in today's industrial sector. Many companies are striving to enhance product quality by employing materials that are cost-effective, lightweight, strong, easily accessible, and possess high levels of strength. One such material that meets these criteria is a composite material reinforced with vulkanik sand. The main reason for choosing vulkanik sand as a reinforcement in composites lies in its favorable mechanical properties and relatively low cost. However, the use of vulkanik sand as reinforcement in alternative materials remains uncommon in Indonesia, where its utilization is not yet fully optimized. This study investigates High Density Polyethylene (HDPE) composite material reinforced with vulkanik sand, exploring various weight fractions. The ratios between vulkanik sand and High Density Polyethylene (HDPE) range from 8% : 92%, 10% : 90%, 12% : 88%, 14% : 86%, to 16% : 84%. The objective of this research is to evaluate the mechanical strength of High Density Polyethylene (HDPE) composite material reinforced with vulkanik sand particles ranging in size from 6 - 10 mesh. The composite mixture was blended with vulkanik sand at 15 rpm for 20 minutes. Mechanical properties were assessed through tensile and impact tests. Analysis of the research data revealed that the composite with a 10% vulkanik sand reinforcement exhibited a tensile stress value of 15.61 MPa, while the 16% variation showed the lowest tensile stress value at 7.81 MPa. In contrast, the impact test recorded the highest absorbed energy value with an 8% variation at 19.09 Joules, whereas the lowest was observed with a 10% variation at 0.88 Joules.*

**Keyword : Composite material, High Density Polyethylene, vulkanik sand, tensile strength, impact strength.**

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbil'alamin.* Kami mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya yang melimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Kekuatan Mekanis Komposit *High Density Polyethylene (HDPE) Berpenguat Pasir Vulkanik sebagai Alternatif Material***” dengan maksimal. Tugas Akhir ini disusun sebagai bukti pemenuhan persyaratan kelulusan bagi mahasiswa yang ingin meraih gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Untuk mencapai hasil akhir dari perkuliahan ini, tentu saja banyak pihak yang berperan aktif maupun pasif dalam membantu penulis menyelesaikan perkuliahan dari awal hingga akhir semester. Keberhasilan penulisan Tugas Akhir ini juga tidak lepas dari bantuan, bimbingan, pendapat, dan saran dari berbagai pihak yang memungkinkan penulis mengatasi kesulitan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, karena kesempurnaan hanya milik Tuhan Yang Maha Esa. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, sehingga penelitian ini dapat menjadi artikel yang bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan dan membutuhkan.

Surabaya, 4 Juli 2024

Penulis



Risang Dony Azrul Ananda

NBI. 1422000111

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2 Komposit .....	6
2.3 <i>Interface Matriks</i> dan Penguat.....	8
2.4 <i>Interphase</i> .....	8
2.5 Klasifikasi Komposit .....	9
2.6 Komposit Partikel.....	10
2.7 Mekanisme Kerusakan pada Komposit .....	11
2.7.1 <i>Debonding</i> .....	11
2.7.2 <i>Fiber Pull Out</i> .....	11

2.8	Plastik.....	11
2.8.1	PE / PET ( <i>Polyethylene Terephthalate</i> ) .....	12
2.8.2	HDPE ( <i>High Density Polyethylene</i> ) .....	12
2.8.3	PVC ( <i>Polyvinyl Chloride</i> ) .....	12
2.8.4	LDPE ( <i>Low Density Polyethylene</i> ).....	12
2.8.5	PP ( <i>Polypropylene</i> ).....	13
2.8.6	PS ( <i>Polystyrene</i> ).....	13
2.8.7	<i>Other</i> .....	13
2.9	Termoplastik <i>High Density Polyethilene</i> (HDPE).....	13
2.10	Pasir Vulkanik .....	16
2.11	<i>Paving Block</i> .....	17
2.12	Metode Pembuatan Komposit .....	19
2.12.1	Proses Cetakan Terbuka ( <i>Open Mould Process</i> ).....	19
2.12.2	Proses Cetakan Tertutup ( <i>Close Mould Process</i> ).....	22
2.13	Sifat Mekanis Material .....	24
2.13.1	Uji Tarik ( <i>Tensile Test</i> ) .....	24
2.13.2	Uji <i>Impact</i> .....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....		28
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	29
3.2	Ide Penelitian.....	31
3.3	Permasalahan.....	31
3.4	Perencanaan Penelitian.....	31
3.5	Alat dan Bahan .....	32
3.5.1	Alat.....	32
3.5.2	Bahan.....	36
3.6	Pembuatan Spesimen.....	37
3.6.1	Prosedur Pembuatan Material Komposit.....	37
3.6.2	Proses Pembuatan Spesimen Uji .....	42
3.7	Perhitungan Fraksi Berat .....	44

3.8	Pengujian <i>Impact</i> .....	44
3.9	Pengujian Tarik .....	44
3.10	Pengambilan Data.....	45
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....		48
4.1	Variabel Penelitian .....	48
4.1.1	Pengujian Tarik .....	48
4.1.2	Tegangan Tarik <i>Maximum</i> .....	49
4.1.3	Regangan Tarik <i>Maximum</i> .....	50
4.1.4	Modulus Elastisitas .....	52
4.1.5	Pengujian <i>Impact</i> .....	54
4.1.6	Energi .....	55
4.2	Analisis Sifat Mekanik .....	59
4.2.1	Analisis Pengujian Uji Tarik .....	59
4.2.2	Analisis Pengujian <i>Impact</i> .....	62
4.3	Analisis Morfologi .....	63
4.3.1	Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) .....	63
4.3.2	Hasil dari Pengujian SEM Nilai Terbaik Uji Tarik.....	64
4.3.3	Hasil dari pengujian SEM Nilai Terburuk Uji Tarik .....	65
4.3.4	Hasil dari Pengujian SEM Nilai Terbaik Uji <i>Impact</i> .....	66
4.3.5	Hasil dari Pengujian SEM Nilai Terburuk Uji <i>Impact</i> .....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		71
DAFTAR PUSTAKA .....		74
LAMPIRAN.....		77

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1: Ilustrasi Komposit (Mawardi dan Lubis, 2019) .....	6
GAMBAR 2.2: Struktur Penyusun Komposit (Mawardi dan Lubis, 2019) .....	7
GAMBAR 2.3: Klasifikasi Komposit .....	9
GAMBAR 2.4: Struktur Komposit Partikel (Mawardi dan Lubis, 2019) .....	10
GAMBAR 2.5: Simbol-simbol Plastik.....	13
GAMBAR 2.6: Cacahan Tutup Botol <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE).....	13
GAMBAR 2.7: <i>Polyethylene</i> (Abdillah dan Hisbullah, 2017) .....	14
GAMBAR 2.8: <i>Polyethylene</i> (Abdillah dan Hisbullah, 2017) .....	14
GAMBAR 2.9: Skema HDPE Linear dan Bercabang .....	15
GAMBAR 2.10: Pasir Vulkanik (Mayun, 2021).....	16
GAMBAR 2.11: <i>Hand Lay Up</i> .....	19
GAMBAR 2.12: <i>Vacum Bag</i> .....	20
GAMBAR 2.13: <i>Pressure Bag</i> .....	20
GAMBAR 2.14: <i>Spray Up</i> .....	21
GAMBAR 2.15: <i>Fillament Winding</i> .....	21
GAMBAR 2.16: <i>Compression Moulding</i> .....	22
GAMBAR 2.17: <i>Injection Moulding</i> .....	22
GAMBAR 2.18: <i>Continuous Pultrusion</i> .....	23
GAMBAR 2.19: <i>Sheet Moulding Compound</i> (SMC).....	24
GAMBAR 2.20: Resin <i>Transfer Moulding</i> .....	24
GAMBAR 2.21: Skema Alat <i>Impact</i> , Prinsip Kerja Metode Izod dan Charpy (Suarso, 2017) .....	26
GAMBAR 3.1: Mesin Pencacah Plastik .....	32
GAMBAR 3.2: Mesin Pengayak Pasir .....	32
GAMBAR 3.3: <i>Mixer</i> .....	33
GAMBAR 3.4: Mesin Peleleh Plastik.....	33
GAMBAR 3.5: Saringan Mesh .....	34
GAMBAR 3.6: Alat Press Hidraulik .....	34
GAMBAR 3.7: Timbangan Digital .....	35
GAMBAR 3.8: Cetakan Spesimen.....	35
GAMBAR 3.9: Cacahan Tutup Botol Plastik .....	36
GAMBAR 3.10: Pasir Vulkanik.....	36
GAMBAR 3.11: Pemilahan Ukuran Mesh yang dibutuhkan .....	37
GAMBAR 3.12: Perendaman Pasir Vulkanik .....	38
GAMBAR 3.13: Pengeringan Pasir Vulkanik .....	38
GAMBAR 3.14: Penimbangan Pasir Vulkanik .....	39
GAMBAR 3.15: Penimbangan Plastik HDPE .....	39
GAMBAR 3.16: Penuangan HDPE ke Tungku Pemanas .....	40

GAMBAR 3.17: Penuangan Pasir Vulkanik ke Tungku Pemanas .....	40
GAMBAR 3.18: Proses Pencetakan Spesimen .....	41
GAMBAR 3.19: Proses Pengepressan .....	41
GAMBAR 3.20: Spesimen Hasil dari Pengepressan.....	41
GAMBAR 3.21: Proses <i>Fraiss</i> .....	42
GAMBAR 3.22: Ilustrasi Spesimen Uji Tarik D638 <i>Type III</i> .....	42
GAMBAR 3.23: Dimensi ASTM Uji <i>Impact D256 Type III</i> .....	43
GAMBAR 3.24: Spesimen Uji.....	43
GAMBAR 3.25: Alat Uji <i>Impact</i> .....	44
GAMBAR 3.26: Mesin Uji Tarik.....	45
GAMBAR 4.1: Grafik Hubungan Tegangan Tarik <i>Maximum</i> dengan Perbandingan dari <i>Raw Material</i> HDPE Murni dengan 5 Variasi Pencampuran Penguat Pasir Vulkanik.....	60
GAMBAR 4.2: Grafik Hubungan Regangan Tarik <i>Maximum</i> dengan Perbandingan dari <i>Raw Material</i> HDPE Murni dengan 5 Variasi Penguat Pasir Vulkanik.....	61
GAMBAR 4.3: Grafik Hubungan Modulus Elastisitas terhadap <i>Raw Material</i> HDPE Murni dengan 5 Variasi Penguat .....	62
GAMBAR 4.4: Grafik Hubungan Energi yang diserap terhadap raw material HDPE murni dengan 5 variasi penguat pasir vulkanik.....	63
GAMBAR 4.5: Morfologi Hasil Sampel Uji Tarik Penguat Pasir Vulkanik 10% <i>Zoom 50x</i> .....	64
GAMBAR 4.6: Morfologi Hasil Sampel Uji Tarik Penguat Pasir Vulkanik 10% <i>Zoom 500x</i> .....	64
GAMBAR 4.7: Morfologi Hasil Sampel Uji Tarik Penguat Pasir Vulkanik 16% <i>Zoom 50x</i> .....	65
GAMBAR 4.8: Morfologi Hasil Sampel Uji Tarik Penguat Pasir Vulkanik 16% <i>Zoom 500x</i> .....	66
GAMBAR 4.9: Morfologi Hasil Sampel Uji <i>Impact</i> Penguat Pasir Vulkanik 8% <i>Zoom 50x</i> .....	67
GAMBAR 4.10: Morfologi Hasil Sampel Uji <i>Impact</i> Penguat Pasir Vulkanik 8% <i>Zoom 500x</i> .....	67
GAMBAR 4.11: Morfologi Hasil Sampel Uji <i>Impact</i> Penguat Pasir Vulkanik 10% <i>Zoom 50x</i> .....	68
GAMBAR 4.12: Morfologi Hasil Sampel Uji <i>Impact</i> Penguat Pasir Vulkanik 10% <i>Zoom 500x</i> .....	69

## DAFTAR TABEL

TABEL 2.1: Titik Leleh Thermoplastik.....	16
TABEL 2.2: Kekuatan Fisik <i>Paving</i> .....	18
TABEL 2.3: Kekuatan <i>Impact</i> Material Plastik (Mawardi dan Lubis, 2019).....	26
TABEL 3.1: Tabel ASTM Uji Tarik (Sumber: Shimidzu Industry).....	43
TABEL 3.2: Uji Tarik Komposit Pasir Vulkanik.....	45
TABEL 3.3: Uji <i>Impact</i> Komposit Pasir Vulkanik.....	46
TABEL 4.1: Data Pengujian Tarik Semua Variasi.....	48
TABEL 4.2: Hasil Perhitungan Uji Tarik Semua Variasi.....	53
TABEL 4.3: Data Pengujian <i>Impact</i> Semua Variasi.....	54
TABEL 4.4: Hasil Perhitungan Data <i>Impact</i> Semua Variasi Perlakuan.....	58