



**ANALISIS SIFAT MEKANIS DAN MIKROSTRUKTUR
KOMPOSIT RESIN DIPERKUAT SERBUK
CANGKANG TELUR DAN SERAT IJUK SEBAGAI
MATERIAL ALTERNATIF RAMAH LINGKUNGAN**

TESIS

OLEH

MUHAMMAD EDI LAKSONO

55822010006

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

2024



**ANALISIS SIFAT MEKANIS DAN MIKROSTRUKTUR
KOMPOSIT RESIN DIPERKUAT SERBUK
CANGKANG TELUR DAN SERAT IJUK SEBAGAI
MATERIAL ALTERNATIF RAMAH LINGKUNGAN
TESIS**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan

Program Studi Magister Teknik Mesin

OLEH

MUHAMMAD EDI LAKSONO

55822010006

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

2024

PENGESAHAN TESIS

Judul : Analisis Sifat Mekanis dan Mikrostruktur Komposit Resin
Diperkuat Serbuk Cangkang Telur dan Serat Ijuk sebagai
Material Alternatif Ramah Lingkungan

Nama : Muhammad Edi Laksono

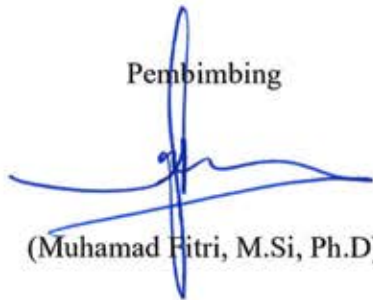
NIM : 55822010006

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : 12 Juni 2024

Mengesahkan

Pembimbing



(Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D)

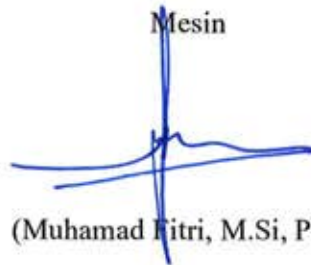
Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Magister Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T)

Mesin



(Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D)

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa semua pernyataan dalam Proposal Tesis ini :

Judul : Analisis Sifat Mekanis dan Mikrostruktur Komposit Resin Diperkuat Serbuk Cangkang Telur dan Serat Ijuk sebagai Material Alternatif Ramah Lingkungan

Nama : Muhammad Edi Laksono

NIM : 55822010006

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : 12 Juni 2024

Merupakan hasil studi Pustaka, penelitian lapangan dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, Juni 2024

Penulis,



Muhammad Edi Laksono, S.Pd

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Muhammad Edi Laksono

NIM : 55822010006

Program Studi : Magister Teknik Mesin

dengan judul

“ANALISIS SIFAT MEKANIS DAN MIKROSTRUKTUR KOMPOSIT RESIN DIPERKUAT SERBUK CANGKANG TELUR DAN SERAT IJUK SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF RAMAH LINGKUNGAN”,

telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistim Turnitin pada tanggal 4 Juni 2024

didapatkan nilai persentase sebesar 20 %.

Jakarta, 3 Agustus 2024

Administrator Turnitin,



Saras Nur Pratichia, S.Psi, MM

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Adapun judul tesis yang penulis ambil adalah “Analisis Sifat Mekanis dan Mikrostruktur Komposit Resin Diperkuat Serbuk Cangkang Telur dan Serat Ijuk sebagai Material Alternatif Ramah Lingkungan”.

Tujuan penulisan tesis ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Magister Teknik Mesin di Fakultas Magister Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan ini tidak akan berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof.Dr.Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta
2. Dr.Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta
3. Dr.Muhamad Fitri, Ph.D selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta
4. Dr.Muhamad Fitri, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan
5. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, atas curahan ilmu yang telah Bapak/Ibu berikan kepada penulis

6. Kedua orang tua H. Sakur dan Erni Restiyani yang telah memberikan doa dan restunya
7. Keluarga besar saya yang juga telah mendukung dan memberikan doanya
8. Rekan rekan kuliah dan rekan kerja atas kerjasama, ijin, bantuan dan dukungannya
9. Istri Maya Subekti yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik

Penulis menyadari bahwa penyusunan tesis ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis mohon kritik saran yang konstruktif untuk perbaikan penulisan dimasa yang akan datang.

Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Jakarta, Mei 2024

Penulis,

Muhammad Edi Laksono, S.Pd

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. PERUMUSAN MASALAH	5
1.3. TUJUAN PENELITIAN	6
1.4. BATASAN MASALAH	7
1.5. NOVELTY	7
1.6. MANFAAT PENELITIAN.....	8
1.7. SISTEMATIKA PENULISAN.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 KOMPOSIT	10
2.1.1. Matriks Resin	12
2.1.2. Klasifikasi Komposit.....	13
2.1.3. Serbuk Cangkang Telur Ayam Negeri	15
2.1.4. Serat Ijuk	16
2.2. SIFAT MEKANIS DAN MIKROSTRUKTURAL	17
2.3. PENGUJIAN IMPAK	20
2.4. PENGUJIAN PUNTIR	20
2.5. TEKNIK ANALISIS <i>FULL FACTORIAL DESIGN</i>	21
2.6. REVIEW PENELITIAN TERDAHULU	23

BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1. METODE PENELITIAN	29
3.1.1. Kontrol.....	29
3.1.2. Manipulasi atau perlakuan.....	29
3.1.3. Pengamatan atau pengukuran	29
3.2. TEMPAT PENELITIAN	31
3.3. BAHAN PENELITIAN.....	31
3.3.1. Resin Epoksi dan <i>Hardener</i>	32
3.3.2. Serbuk cangkang telur	32
3.3.3. Serat ijuk.....	33
3.4. ALAT PENELITIAN	33
3.4.1. Alat Uji Impak <i>Charpy</i>	35
3.4.2. Alat Uji Puntir	35
3.4.3. Mikroskop Optik.....	36
3.4.4. Cetakan Uji Impak.....	37
3.4.5. Cetakan Uji Puntir	37
3.4.6. Pembuatan spesimen.....	38
3.5. VARIABEL PENELITIAN	47
3.5.1. Variabel Bebas.....	47
3.5.2. Variabel Terikat.....	47
3.6. DIAGRAM ALIR PENELITIAN	48
BAB IV	51
HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 PENGUJIAN IMPAK KOMPOSIT	51
4.2 PENGUJIAN PUNTIR KOMPOSIT	63
4.3 ANALISIS PENGARUH KANDUNGAN SERBUK CANGKANG TELUR PADA MATERIAL KOMPOSIT TERHADAP KEKUATAN IMPAK DAN KEKUATAN PUNTIR.....	74
4.4 ANALISIS PENGARUH KANDUNGAN SERAT IJUK PADA MATERIAL KOMPOSIT TERHADAP KEKUATAN IMPAK DAN KEKUATAN PUNTIR.	77

4.2. ANALISIS PENGARUH KANDUNGAN CAMPURAN SERBUK CANGKANG TELUR DAN SERAT IJUK PADA MATERIAL KOMPOSIT RESIN TERHADAP KEKUATAN IMPAK DAN KEKUATAN PUNTIR.	81
4.3. MENGANALISIS STRUKTUR MORFOLOGI SPESIMEN KOMPOSIT PADA MIKROSKOP OPTIK.	86
BAB 5 PENUTUP.....	97
5.1 KESIMPULAN.....	97
5.2 SARAN	98
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN.....	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Review Penelitian Terdahulu	24
Tabel 3. 1. Bahan Penelitian	31
Tabel 3. 2 Alat Penelitian.....	33
Tabel 3. 3 Komposisi fraksi volume bahan penguat komposit	39
Tabel 3. 4. Tabel spesimen komposit uji dampak standar ISO 179.....	40
Tabel 3. 5 Tabel spesimen komposit uji puntir standar ASTM E 143	43
Tabel 4. 1 Hasil uji dampak spesimen I01 (komposit tanpa penguat).....	53
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Dampak Spesimen Komposit.....	54
Tabel 4. 3 Tabel keterangan Spesimen Uji Dampak Komposit	55
Tabel 4. 4. Tabel Kelompok Data Hasil Penelitian Spesimen Komposit Uji Dampak	56
Tabel 4. 5 Tabel Interpretasi <i>Coded Coefficient</i> uji dampak komposit pada <i>software</i> <i>minitab</i>	57
Tabel 4. 6 Tabel ANOVA Uji Dampak Komposit	59
Tabel 4. 7. Hasil pengujian puntir komposit	64
Tabel 4. 8. Tabel keterangan Spesimen Uji Puntir Komposit.....	65
Tabel 4. 9. Tabel Kelompok Data Hasil Penelitian Spesimen Komposit Uji Puntir	66
Tabel 4. 10. Tabel Interpretasi <i>Coded Coefficient</i> uji puntir komposit pada <i>software minitab</i>	67
Tabel 4. 11. Tabel ANOVA Uji Puntir Komposit	69

Tabel 4. 12. Hasil pengujian komposit berpenguat serbuk cangkang telur terhadap kekuatan impak dan tegangan geser.....	75
Tabel 4. 13 Perbandingan Kekuatan Impak dan Tegangan geser komposit berpenguat serat ijuk.	79
Tabel 4. 14 Hasil pengujian Kekuatan Impak dan Tegangan geser komposit berpenguat serbuk cangkang telur dan serat ijuk.	83
Tabel 4. 15. Gambar perbandingan struktur morfologi antara komposit tanpa penguat dan komposit berpenguat serbuk cangkang telur.	86
Tabel 4. 16. Gambar . Perbandingan Struktur Morfologi antara komposit tanpa penguat dan komposit berpenguat serbuk cangkang telur.	87
Tabel 4. 17. Gambar Perbandingan Struktur Morfologi antara komposit tanpa penguat dan komposit berpenguat campuran serbuk cangkang telur dan serat ijuk	89
Tabel 4. 18 Rekapitulasi kekuatan impak setiap spesimen komposit.....	91
Tabel 4. 19 Rekapitulasi tegangan geser setiap spesimen komposit.....	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Mikrostruktur <i>fibrous composite</i>	14
Gambar 2. 2. Mikrostruktur <i>Laminate Composite</i>	14
Gambar 2. 3. Mikrostruktur <i>particulate composite</i>	15
Gambar 2. 4. Struktur morfologi komposit tanpa <i>filler</i>	18
Gambar 2. 5. Struktur morfologi komposit ditambah <i>filler</i> (karet alam dan <i>black carbon</i>).	18
Gambar 2. 6. Perbandingan mikrostruktur Al-SiC sebelum dan sesudah penempaan. (a) Sampel 1; (b) Sampel 1-Tempa; (c) Sampel 2; (d) Sampel 2-Tempa. (ND untuk Arah Normal; FD untuk Arah Penempaan).	19
Gambar 3. 1. Resin Epoksi dan Hardener	32
Gambar 3. 2 Serbuk Cangkang Telur.....	32
Gambar 3. 3 Serat Ijuk	33
Gambar 3. 5. Alat Uji Impak <i>Charpy</i>	35
Gambar 3. 6. Spesimen Uji Impak standard ISO 179	35
Gambar 3. 7. Alat Uji Puntir	36
Gambar 3. 8. Spesimen berbentuk segi enam dengan standart ASTM E 143	36
Gambar 3. 9 Mikroskop Optik	37
Gambar 3. 10 Cetakan Uji Impak	37
Gambar 3. 11. Cetakan Uji Puntir.....	38
Gambar 4. 1. (a) Posisi pengujian impak (b) posisi spesimen	51
Gambar 4. 2. Skala menunjukkan sisa energi (E_c) spesimen	52

Gambar 4. 3 Chart <i>Pareto</i> pengaruh fraksi volume penguat komposit terhadap kekuatan impak.....	61
Gambar 4. 4. <i>Main Effect Plot</i> pengaruh fraksi volume komposit terhadap kekuatan impak.....	62
Gambar 4. 5. Interaksi komposit berpenguat serbuk cangkang telur dengan kekuatan ijuk terhadap kekuatan impak	63
Gambar 4. 6. Chart <i>Pareto</i> pengaruh fraksi volume penguat komposit terhadap tegangan geser.	71
Gambar 4. 7 <i>Main Effect Plot</i> pengaruh fraksi volume komposit terhadap tegangan geser	72
Gambar 4. 8. Interaksi komposit berpenguat serbuk cangkang telur dengan kekuatan ijuk terhadap tegangan geser.....	73
Gambar 4. 9. Chart kekuatan impak komposit berpenguat serbuk cangkang telur	76
Gambar 4. 10. Chart Tegangan geser komposit berpenguat serbuk cangkang telur	77
Gambar 4. 11. Chart kekuatan impak komposit berpenguat serat ijuk	79
Gambar 4. 12. Chart Tegangan geser komposit berpenguat serat ijuk	80
Gambar 4. 13 Chart kekuatan impak komposit berpenguat serat ijuk.....	84
Gambar 4. 14 Chart Tegangan geser komposit berpenguat serat ijuk	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesimen Komposit Setelah Diuji Impak.....	111
Lampiran 2. Hasil Pengujian Impak Spesimen Komposit	114
Lampiran 3. Spesimen Komposit Setelah Diuji Puntir	120
Lampiran 4. Hasil Pengujian Puntir Spesimen Komposit.....	123
Lampiran 5. Potongan Spesimen Komposit sebelum dilakukan uji Mikrostruktur.....	129

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

UPRs	: <i>Unsaturated Polyester Resin</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
NaOH	: Natrium Hidroksida (Sodium Hydroxide)
BQTN 157	: kode jenis poliester.
ASTM	: American Society for Testing and Materials
ISO	: International Organization for Standardization
J	: Joule
kJ	: Kilojoule
MPa	: Megapascal
Rad	: Radian
Nm	: Newton meter
mm ²	: Milimeter persegi
m ²	: Meter persegi
<i>I</i>	: kekuatan tumbukan <i>Charpy</i> , dalam kilojoule per meter persegi
<i>Ec</i>	: energi serap terkoreksi, dalam joule
<i>A</i>	: luas penampang, dalam milimeter, benda uji