

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI ALUMINA PADA RESIN POLIESTER
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN ELEKTROSTATIS
MATERIAL KOMPOSIT CFRP (*CARBON FIBER
REINFORCED POLYMER*)**



NURFITRIANI KHARISMADEWI

1518620036

**PROGRAM STUDI REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : Pengaruh Variasi Alumina pada Resin Poliester
terhadap Sifat Mekanik dan Elektrostatik
Material Komposit CFRP (*Carbon Fiber
Reinforced Polymer*)

Penyusun : Nurfitriani Kharismadewi

NIM : 1518620036

Pembimbing I : Dr. Himawan Hadi Sutrisno, M.T.

Pembimbing II : Dr. Siska Titik Dwiwati, M.T.

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Dr. Himawan Hadi Sutrisno, M.T.

NIP. 198105052008121002

Pembimbing II,



Dr. Siska Titik Dwiwati, M.T.

NIP. 197812122006042002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran

Universitas Negeri Jakarta



Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., PhD.

NIP. 197102232006041001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Pengaruh Variasi Alumina pada Resin Poliester
terhadap Sifat Mekanik dan Elektrostatik
: Material Komposit CFRP (*Carbon Fiber
Reinforced Polymer*)

Penyusun : Nurfitriani Kharismadewi

NIM : 1518620036

Tanggal Ujian : 11 Juli 2025

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Himawan Hadi Sutrisno, M.T.

Dr. Siska Titik Dwiwati, M.T.

NIP. 198105052008121002

NIP. 197812122006042002

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji,

Anggota Penguji I

Anggota Penguji II



Pratomo Setyadi, M.T.

Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., PhD.

Dr. Infam Basori, M.T.

NIP. 198102222006041001

NIP. 197102232006041001

NIP. 197906072008121003

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Universitas Negeri Jakarta



Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., PhD.

NIP. 197102232006041001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Nurfitriani Kharismadewi
NIM : 1518620036
Tempat, tanggal lahir : Bandung, 05 Mei 2002
Alamat : Komp. SMKN 4 Kota Tangerang, Kel.
Babakan, Kec. Tangerang, Kota Tangerang
15118

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Tangerang, 9 Maret 2025

Yang membuat pernyataan



The image shows a handwritten signature in blue ink over a yellow revenue stamp. The stamp is rectangular and contains the text 'Rp 10.000', 'METERAI TEMPEL', and a serial number '556BCAMX422678985'. There is also a small logo of a bird (Garuda) on the stamp.

Nurfitriani Kharismadewi
NRM. 1518620036



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : NURFITRIANI KHARISMADEWI
NIM : 1518620036
Fakultas/Prodi : TEKNIK/S-1REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN
Alamat email : kharisma.ksmn@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PENGARUH VARIASI ALUMINA PADA RESIN POLIESTER TERHADAP SIFAT

MEKANIK DAN ELEKTROSTATIS MATERIAL KOMPOSIT CFRP (CARBON FIBER

REINFORCED POLYMER)

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 25 Juli 2025

Penulis

(Nurfitriani Kharismadewi)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PENGARUH VARIASI ALUMINA PADA RESIN POLIESTER TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN ELEKTROSTATIS MATERIAL KOMPOSIT CFRP (*CARBON REINFORCED POLYMER*)”**. Penulisan laporan ini disusun sebagai salah syarat kelulusan untuk menyelesaikan jenjang Pendidikan S1 pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan ini banyak pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan inspirasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan dalam bentuk kasih sayang, doa, dan motivasi tanpa henti
2. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D. selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran
3. Bapak Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I
4. Ibu Dr. Siska Titik Dwiwati, M.T. selaku Dosen Pembimbing II
5. Bapak Pratomo Setyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Pengajar pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran
7. Yasmin Madaniah, Meta Aprillia Kusumaningsih, dan Bimo Septio Wibisono sebagai teman seperjuangan penulis selama masa perkuliahan yang selalu menemani, dan memberikan kepedulian terkait perkuliahan
8. Ishmah Zakin Alya, Reza Revita Zahra, Putra Nirhamsyah, dan Thoriq Abdansyakuro sebagai rekan satu bimbingan penulis yang selalu saling memberikan dukungan pada keadaan apapun
9. Seluruh teman-teman Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya, atas dukungan secara langsung dan tidak langsung dalam penyelesaian laporan skripsi ini

Penulis menyadari bahwa karya ini belum sempurna dari banyak aspek. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan guna perbaikan dan penyempurnaan laporan ini di masa mendatang. Semoga hasil karya ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca serta memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan ilmu pengetahuan.

Tangerang, 9 Maret 2025

Penyusun,



Nurfitriani Kharismadewi



Pengaruh Variasi Alumina pada Resin Poliester terhadap Sifat Mekanik dan Elektrostatis Material Komposit CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*)

Nurfitriani Kharismadewi

Dosen Pembimbing: Dr. Himawan Hadi Sutrisno, M.T. dan Dr. Siska Titik Dwiwati, M.T.

ABSTRAK

Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) merupakan komposit bermatriks polimer yang diperkuat serat karbon dengan susunan serat yang rapi dan kontinu, sehingga memberikan kekuatan yang tinggi dengan berat yang ringan. Material ini telah banyak digunakan dalam bidang transportasi darat, laut, maupun udara, khususnya pada struktur badan dan lantai pesawat terbang. Untuk mengembangkan bahan alternatif dengan performa lebih optimal, penelitian ini menambahkan partikel alumina (Al_2O_3) ke dalam matriks resin CFRP dengan variasi konsentrasi 1, 3, 5, 7, dan 9% berat. Pengujian kekuatan tarik menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) menunjukkan nilai tertinggi pada variasi 5%, yaitu 274,40 MPa. Uji kekerasan menggunakan *Vickers Hardness Tester* mencatat nilai maksimum sebesar 50,8 VHN pada variasi 9%. Adapun resistansi listrik tertinggi mencapai $1,205 \times 10^9$ ohm pada konsentrasi yang sama. Hasil menunjukkan bahwa penambahan alumina mampu meningkatkan kekuatan tarik dan resistansi material, sehingga berpotensi menggantikan material komposit konvensional untuk lantai pesawat. Namun, peningkatan kekerasan belum sepenuhnya memenuhi kriteria sifat mekanik material yang biasa ditemukan untuk penggunaan sejenis.

Kata Kunci: Komposit CFRP, Alumina (Al_2O_3), Kekuatan Tarik, Kekerasan Material, Resistansi Listrik

Influence of Alumina Content in Polymer Resin on the Mechanical and Electrostatic Properties of CFRP Composites

Nurfitriani Kharismadewi

Dosen Pembimbing: Dr. Himawan Hadi Sutrisno, M.T. dan Dr. Siska Titik Dwiyati, M.T.

ABSTRACT

This study investigates the enhancement of Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) composites through the incorporation of alumina (Al_2O_3) particles. CFRP, a polymer matrix composite reinforced with continuously arranged carbon fibers, is widely employed in land, sea, and aerospace transportation due to its high strength-to-weight ratio. In this research, alumina particles were introduced into the CFRP resin matrix at weight percentages of 1, 3, 5, 7, and 9%. Mechanical performance was assessed using tensile tests with a Universal Testing Machine (UTM), which revealed that a 5% alumina concentration produced the highest tensile strength of 274.40 MPa. Hardness evaluation using the Vickers Hardness Tester yielded a maximum of 50.8 VHN at 9% alumina, and electrical resistance measurements reached 1.205×10^9 ohm at the same concentration. The findings indicate that the addition of alumina particles effectively enhances both tensile strength and electrical resistance, positioning the modified composite as a promising alternative to conventional materials for aircraft floor applications. Nevertheless, the observed increase in hardness does not fully satisfy the mechanical property criteria commonly required for materials employed in comparable applications.

Keyword: Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) Composites; Alumina (Al_2O_3); Tensile Strength; Hardness Properties; Electrical Resistance.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Perumusan Masalah	4
1.5. Tujuan Penelitian.....	5
1.6. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN TEORITIK.....	6
2.1. Landasan Teori	6
2.1.1. Komposit.....	6
2.1.2. Polimer <i>Termosetting</i>	11
2.1.3. Serat Karbon.....	14
2.1.4. Aluminium Oksida	17
2.1.5. Metode Pembuatan Komposit	19

2.1.6. Pengujian Komposit	23
2.2. Penelitian Terdahulu	28
2.3. Kerangka Konseptual	33
2.4. Hipotesis Penelitian	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1. Tempat, Waktu, dan Subjek Penelitian	34
3.2. Populasi dan Sampel Penelitian	34
3.2.1. Populasi Penelitian	34
3.2.2. Sampel Penelitian	34
3.3. Diagram Alir Penelitian	38
3.4. Metode dan Prosedur Penelitian	38
3.5. Prosedur Penelitian	39
3.5.1. Prosedur Pembuatan Material Komposit	39
3.5.2. Prosedur Pengujian Material Komposit	43
3.6. Instrumen Penelitian	48
3.6.1. Alat Penelitian	48
3.6.2. Bahan Penelitian	54
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	57
4.1. Deskripsi Data	57
4.2. Persyaratan Analisis	59
4.2.1. Persyaratan Analisis Pengujian Tarik	59
4.2.2. Persyaratan Analisis Pengujian Kekerasan	60
4.2.3. Persyaratan Analisis Pengujian Pelepasan Elektrostatik	60
4.3. Analisa Hasil Pengujian	61
4.3.1. Pengujian Tarik	61
4.3.2. Pengujian Kekerasan	65

4.3.3. Pengujian Pelepasan Elektrostatik.....	66
4.4. Pembahasan.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1. Kesimpulan	73
5.2. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....	74
LAMPIRAN.....	81
RIWAYAT HIDUP.....	115



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Mekanik dari Resin Termoset yang diperkuat Serat Kaca[4]	10
Tabel 2. 2 Sifat-sifat Mekanik Resin Kedirgantaraan Berkinerja Tinggi setelah...	11
Tabel 2. 3 Sifat Mekanik dari Komposit Serat Kaca-Resin Poliester [25].....	11
Tabel 2. 4 Sifat Matriks Termoset [28]	13
Tabel 2. 5 Formulasi <i>Vickers</i> dan <i>Knoop</i> [50].....	26
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu.....	28
Tabel 3. 1 Variasi Sampel Pengujian.....	37
Tabel 3. 2 Rekomendasi Geometri Spesimen Tarik [48]	43
Tabel 3. 3 Rentang Gaya Uji [64]	45
Tabel 3. 4 Kategori Material dan Batas Nilai Resistansi [51].....	47
Tabel 3. 5 Spesifikasi Bubuk Alumina	55
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kekuatan Tarik.....	62
Tabel 4. 2 Nilai <i>Modulus Young</i>	64
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	65
Tabel 4. 4 Pengujian Nilai Resistansi Permukaan Disipatif.....	67
Tabel 4. 5 Konversi <i>Barcoll Hardness</i> ke <i>Vickers Hardness</i>	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Komposit [9]	6
Gambar 2. 2 (a) Struktur Komposit CFRP; (b) Struktur Komposit Secara Makroskopik[15].....	8
Gambar 2. 3 Penggunaan Komposit pada Pesawat Komersial [17].....	10
Gambar 2. 4 Transportasi Suhu dan Waktu Resin Termoset [3]	12
Gambar 2. 5 Tipe Serat Berdasarkan Bentuk Serat [13]	15
Gambar 2. 6 Tipe Anyaman Serat [13].....	16
Gambar 2. 7 Tipe Serat Berdasarkan Orientasi [13]	17
Gambar 2. 8 Struktur Aluminium Oksida	18
Gambar 2. 9 Metode <i>Hand Lay-Up</i> [42].....	19
Gambar 2. 10 Metode <i>Vacuum Bag</i> [42].....	21
Gambar 2. 11 <i>Vacuum Bag</i> Jenis SVB [44]	22
Gambar 2. 12 <i>Vacuum Bag</i> Jenis DVB [44].....	23
Gambar 2. 13 Kurva Tegangan-Regangan Material Plastik [4]	25
Gambar 2. 14 Kerangka Berpikir	33
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 3. 2 Pengukuran Serat Satu <i>Layer</i>	39
Gambar 3. 3 Pengukuran Matriks dan Bahan Pengisi.....	40
Gambar 3. 4 Matriks dan Pengisi Per Satu <i>Layer</i>	40
Gambar 3. 5 Hasil Pengadukan Resin dan Bubuk Alumina.....	40
Gambar 3. 6 Aplikasi Lapisan <i>Anti-Adhesive</i> pada Cetakan.....	41
Gambar 3. 7 Peletakan Serat Karbon diatas Matriks pada Cetakan Komposit.....	41
Gambar 3. 8 Proses <i>Rolling</i> Komposit.....	41
Gambar 3. 9 (a) Stuktur Komposit Pengujian ESD; (b) Struktur Komposit	42
Gambar 3. 10 Aplikasi <i>Anti-Adhesive</i> pada <i>Vacuum Bag</i>	42
Gambar 3. 11 Proses <i>Curing</i> pada <i>Vacuum Bag</i>	43
Gambar 3. 12 Bentuk Spesimen tanpa <i>Tabs</i> [48]	44
Gambar 3. 13 Bentuk Spesimen dengan <i>Tabs</i> [48]	44
Gambar 3. 14 Bentuk dan Ukuran Spesimen Pengujian Tarik [62]	44
Gambar 3. 15 Prosedur Pengujian Tarik	45
Gambar 3. 16 Jarak Antar Titik Pengujian [50]	45

Gambar 3. 17 Jarak Elektroda pada Pengujian Elektrostatis [66].....	46
Gambar 3. 18 Timbangan Digital Ketelitian 0,01 gram.....	48
Gambar 3. 19 <i>Syringe</i> Takar.....	49
Gambar 3. 20 Cetakan Komposit.....	49
Gambar 3. 21 Sarung Tangan <i>Latex</i>	49
Gambar 3. 22 Kuas Silikon.....	50
Gambar 3. 23 Kantung Vakum.....	50
Gambar 3. 24 Pompa Vakum Otomatis.....	50
Gambar 3. 25 Wadah Pengadukan.....	51
Gambar 3. 26 Pengaduk Kaca.....	51
Gambar 3. 27 Pengaduk Resin.....	51
Gambar 3. 28 <i>Cutter</i> Pemotong Serat.....	52
Gambar 3. 29 Bor Tangan.....	52
Gambar 3. 30 <i>Roller Rubber</i>	52
Gambar 3. 31 Mesin Pengujian Tarik.....	53
Gambar 3. 32 Mesin Pengujian Kekerasan.....	53
Gambar 3. 33 <i>Insulation and Continuity Tester</i>	54
Gambar 3. 34 Bubuk Alumina.....	54
Gambar 3. 35 <i>Realease Agent</i>	55
Gambar 3. 36 Resin Poliester.....	56
Gambar 3. 37 Serat Karbon.....	56
Gambar 4. 1 Ukuran Spesimen Pengujian Kekuatan Tarik.....	58
Gambar 4. 2 Ukuran Spesimen Pengujian Kekerasan.....	58
Gambar 4. 3 Ukuran Spesimen Pengujian Pelepasan Elektrostatis.....	59
Gambar 4. 4 Sertifikasi Kalibrasi Alat Uji Tarik.....	59
Gambar 4. 5 Sampel <i>Hardnes Test</i> SUS 304 [67].....	60
Gambar 4. 6 Sertifikasi Kalibrasi Alat <i>Insulation and Continuity Tester</i>	61
Gambar 4. 7 Proses Pegujian Kekuatan Tarik.....	61
Gambar 4. 8 Grafik Kekuatan Maksimal Pengujian Tarik.....	62
Gambar 4. 9 Grafik Nilai Regangan.....	63
Gambar 4. 10 Grafik Nilai Rata-Rata <i>Modulus Young</i> (E).....	64
Gambar 4. 11 Sampel Hasil Pengujian Tarik.....	65

Gambar 4. 12 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	66
Gambar 4. 13 Hasil Sampel Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	66
Gambar 4. 14 Proses Pengujian Pelepasan Elektrostatis	67
Gambar 4. 15 Grafik Hasil Pengujian Nilai Resistansi Permukaan.....	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Komposisi Matriks dan Serat Komposit CFRP.....	81
Lampiran 2 Hasil Pengujian Tarik	85
Lampiran 3 Perhitungan Tegangan, Regangan, dan <i>Modulus Young</i> Berdasarkan Grafik	88
Lampiran 4 Pengujian Kekerasan	108
Lampiran 5 Perhitungan Nilai Resistansi Permukaan.....	111
Lampiran 6 Standar Pengujian Kekuatan Tarik	112
Lampiran 7 Standar Pengujian Kekerasan	113
Lampiran 8 Standar Pengujian Pelepasan Elektrostatik	114

