

TUGAS SARJANA

BIDANG MATERIAL

**PENGARUH VARIASI, KOMPOSISI, DAN UKURAN PARTIKEL GRAFIT
TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN KEKERASAN
KOMPOSIT GRAFIT/EPOKSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyarat Dalam Menyelesaikan Program Strata

Satu (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

Diajukan Oleh :

EGGY FEBRI YUDA

1810017211055



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2023**

LEMBARAN PERSETUJUAN PENGUJI
SIDANG SARJANA

"PENGARUH VARIASI, KOMPOSISI, DAN UKURAN PARTIKEL
GRAFIT TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN
KEKERASAN KOMPOSIT GRAFIT/EPOKSI"

*Telah diuji dan dipertahankan pada Sidang Sarjana
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
pada Tanggal 27 Januari 2023*

Oleh:

EGGY FEBRI YUDA
1810017211055

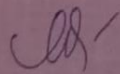
Disetujui Oleh Tim Penguji :

Ketua



Prof. Dr. Hendra Suherman S., S.T., M.T.
NIDN: 1001047101

Penguji 1,



Dr. Ir. Edi Septe, M.T.
NIDN: 1001096301

Penguji 2,



Ir. Rizky Arman, S.T., M.T.
NIDN: 1026057402

LEMBARAN PENGESAHAN
TUGAS SARJANA

"PENGARUH VARIASI, KOMPOSISI, DAN UKURAN PARTIKEL
GRAFIT TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN
KEKERASAN KOMPOSIT GRAFIT/EPOKSI"

*Telah memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh:

EGGY FEBRI YUDA

1810017211055

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Hendra Suherman S., S.T., M.T.

NIDN: 1001047101

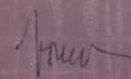
Fakultas Teknologi Industri
Dekan,



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T

NIDN: 1012097403

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin, M.T

NIDN: 1013036202

KATA MUTIARA



Sujud sukur pada sang maha besar, Allah SWT

Terima kasihku pada pembawa cahaya penuntun, Nabi besar Muhammad SAW Kecupan
indah untuk pembimbing kehidupan manusia, Alqur'an

Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan Maka apabila kamu telah selesai
(dari suatu urusan)

Kerjakanlah dengan sungguh – sungguh (urusan) yang lain Dan kepada Tuhan Mu
hendaknya kamu berharap.

(Q.S AL-Insyirah : 6-8)

Ya.....,Allah

Karena Mu jualah...

Pada hari ini...

Engkau beri aku kesempatan untuk membahagiakan

Orang – orang yang aku sayangi

Namun..., Kusadari perjuanganku belum usai,

Tujuan belum tercapai

Esok maupun lusa aku masih mengharapkan ridho-mu ya Allah 'Sesungguhnya ridho Allah
itu terletak pada ridhoorang tua'

Sebuah langkah usai sudah, satu cita sudah tercapai, kubersujud dihadapan Mu, engkau
berikan kesempatan sampai pada saat perjuanganku.

Segala puji bagi Mu ya Allah...

Terimakasih ku hantarkan pada cahaya mulia, Kekasih Allah SWT, penuntun umat berilmu, berakal, beriman, dan sabar Nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan sebuah karya kecil ku ini untuk ayahku yang srelama ini telah membesarkan dan merawatku, Bapak (Ramli) tersayang dan untuk malaikat tanpa saayapku Ibu tercinta (Siti Suhaibah) yang tiada henti memberiku semangat, do'a, nasehat dan kasih saying yang tiada tara serta pengorbanan yang tidak pernah tergantikan oleh apapun di dunia hingga aku selalu kuat menjalani setiap rintangan...

Setulus hati ibu, searif arahan bapak....

Izinmu hadirkan keridhoan untukku,

Petuahmu tuntunkan jalanku,

Pelukmu berkahi hidupku,

Perjuangan serta tetesan doa malammu memudahkan jalanku,

Dan senyum hangatmu merangkul diriku menuju hari depan yang

cerah hingga diriku selesai dalam studi sarjana

Terimalah bukti kecil ini sebagai kado keseriusanku untuk membalas pengorbananmu.

Maafkan anakmu Ayah, Ibu, masih saja ananda menyusahkan mu.

Dalam setiap langkah aku berusaha mewujudkan harapan – harapan yang kalian inpikan, meski belum semua itu kuraih Inshaallah atas dukungan, do'a dan restu semua mimpi itu kan tercapai dimasa yang penuh kehangatan nantinya.

Semoga secercah keberhasilan ini menjadi pelita

Dalam perjalanan hidupku

Meraih sukses dimasa yang akan

Amin.....

PERNYATAAN
KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Eggy Febri Yuda

NPM : 1810017211055

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi, Komposisi, dan Ukuran Partikel Terhadap
Konduktivitas Listrik dan Kekerasan Komposit Grafit/Epoksi

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul diatas adalah benar hasil karya sendiri, kecuali yang bereferensi dan dinyatakan sumbernya pada referensi dan dinyatakan sumbernya pada referensi yang tertera dalam daftar pustaka

Padang, 20 Februari 2023

Saya yang menyatakan

Eggy Febri Yuda

NPM : 1810017211055

ABSTRACT

Conductive polymer composite is a combination of several materials that can be delivered electricity, one type of conductive polymer composite is graphite/epoxy composite. However, single -filled graphite/epoxy composite has a fairly low electrical conductivity, so required second conductive filler material with smaller particle size to increase electrical conductivity. The hot press method is used to produce a deep epoxy graphite composite this research. Graphite is added with epoxy resin in weight percent variations (wt%), time, temperature, and the pressure of hot press forming. The results show that the single -filled graphite/epoxy composite has the highest in-plane and through-plane electrical conductivity of 40.12 to S/cm and 21.36 to S/cm and 21.36 Hardness of 97.10 SHA. In graphite/epoxy composites of double-filled with the highest electricity conductivity in plane and through-throughs of 112 to S/cm and 57.47 to S/cm, as well as hardness 99.72 SHA.

Keywords: conductive polymer composites, electrical conductivity, hardness

ABSTRAK

Komposit polimer konduktif merupakan gabungan dari beberapa material yang dapat menghantarkan listrik, salah satu jenis komposit polimer konduktif adalah komposit grafit/epoksi. Namun demikian, komposit grafit/epoksi berpengisi tunggal mempunyai konduktivitas listrik yang cukup rendah, sehingga dibutuhkan bahan pengisi konduktif kedua dengan ukuran partikel yang lebih kecil untuk meningkatkan konduktivitas listrik. Metode Hot Press digunakan untuk menghasilkan komposit grafit epoksi dalam penelitian ini. Grafit ditambahkan dengan resin epoksi pada variasi persen berat (wt%), waktu, temperatur, dan tekanan pembentukan hot press. Hasil menunjukkan bahwa komposit grafit/epoksi berpengisi tunggal memiliki konduktivitas listrik in-plane dan through-plane tertinggi sebesar 40,12 S/cm dan 21,36 S/cm dan kekerasan sebesar 97,10 SHA. Pada komposit grafit/epoksi berpengisi ganda dengan konduktivitas listrik in plane dan through-plane tertinggi sebesar 112 S/cm dan 57,47 S/cm, serta kekerasan 99,72 SHA.

Kata kunci: Komposit polimer konduktif, Konduktivitas listrik,, Kekerasan

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta berkat petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Pembuatan tugas akhir sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin. Adapun judul tugas akhir ini adalah **PENGARUH VARIASI, KOMPOSISI, DAN UKURAN PARTIKEL GRAFIT TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN KEKERASAN KOMPOSIT GRAFIT/EPOKSI**

Tugas sarjana ini ditulis untuk memenuhi sebagian dari persyaratan guna mencapai gelar sarjana Pendidikan pada program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam menyelesaikan Tugas sarjana ini penelitian banyak mendapat bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Atas bantuan dan bimbingan tersebut penelitian mengucapkan terima kasih :

1. Kepada Allah SWT.
2. Kedua orang tua (Ibu dan Bapak), kakak dan adik penulis yang senantiasa mendoakan dan menjadi motivasi tersendiri bagi penulis.
3. Kepada Prof. Dr. Tafdil Husni, S.E., M.B.A. selaku rektor Universitas Bung Hatta
4. Bapak Dr. Yovial Mahjoedin M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Hendra Suherman, M.T. selaku pembimbing yang telah memberi perhatian, membantu, dan membimbing penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
6. Bapak-bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
7. Teman-teman angkatan 2018 Jurusan Teknik Mesin yang selalu memberikan semangat dan saran dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis sadar akan batasan kemampuan penulis dalam menulis tugas akhir ini yang masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangannya. Untuk itu penulis mohon maaf dan semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan penulis sendiri.

Semoga Allah SWT memberikan imbalan yang berlimpah ganda atas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Serta semoga laporan ini memberikan manfaat kepada penulis khususnya dan kepada pembaca umumnya. **Aamiin.**

Padang, 20 Januari 2023

Eggy Febri Yuda

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA MUTIARA.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Komposit	5
2.2. Jenis-Jenis Komposit	6

2.2.1. Jenis-Jenis Komposit Berdasarkan Penguat.....	6
2.2.2. Jenis-Jenis Komposit Berdasarkan Matriks	8
2.3. Metoda Pembuatan Komposit	9
2.3.1. Proses Cetakan Terbuka.....	9
2.3.2. Proses Cetakan Tertutup	12
2.4. Konduktif Polimer Komposit	14
2.5. Bahan Penguat	16
2.5.1. Grafit.....	17
2.6. Matriks Resin Epoxy	19
2.7. Pengujian Komposit Polimer Konduktif	22
2.7.1. Uji Konduktifitas Listrik.....	22
2.7.2. Uji Kekerasan.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Diagram Alir.....	25
3.2. Metodologi Penelitian.....	26
3.3. Alat dan Bahan	26
3.3.1. Alat.....	25
3.3.2. Bahan	29
3.4. Dimensi Spesimen dan Cetakan	31
3.4.1. Dimensi Spesimen	31
3.4.2. Dimensi Cetakan.....	32

3.5. Proses Manufaktur Komposit	32
3.6. Waktu Pelaksanaan Penelitian	34
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Tabel Data.....	37
4.2. Konduktivitas Listrik	39
4.2.1. Analisa Konduktivitas Listrik	39
4.2.2. Grafik Konduktivitas Listrik	48
4.3. Kekerasan	54
4.3.1. Analisa Uji Kekerasan	54
4.3.2. Grafik Uji Kekerasan	57
4.4. Pembahasan	60
4.4.1. Konduktivitas Listrik Komposit Grafit/Epoksi Berpengisi Tunggal (<i>Single Filler</i>).....	60
4.4.2. Konduktivitas Listrik Komposit Grafit/Epoksi Berpengisi Ganda (<i>Multi Filler</i>)	61
4.4.3. Kekerasan Komposit Grafit/Epoksi	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Komposit	6
Gambar 2.2. Komposit Serat	7
Gambar 2.3. Komposit Laminat	7
Gambar 2.4. Komposit Partikel	8
Gambar 2.5. <i>Hand Lay-up Process</i>	10
Gambar 2.6. <i>Vacuum Bag Process</i>	10
Gambar 2.7. <i>Pressure Bag Process</i>	11
Gambar 2.8. <i>Spray-up Process</i>	12
Gambar 2.9. <i>Compression Molding Process</i>	12
Gambar 2.10. <i>Injection Molding</i>	13
Gambar 2.11. <i>Continuous Pultrusion Process</i>	14
Gambar 2.12. Komposit Grafit Pelat Bipolar	15
Gambar 2.13. Komposit Berpenguat Partikel	17
Gambar 2.14. Grafit	18
Gambar 2.15. Lambang Polimer	20
Gambar 2.16. Resin Epoxy	22
Gambar 2.17. Pengujian Uji Kekerasan	24
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3.2. <i>Hot Press Machine</i>	26

Gambar 3.3. Timbangan Digital	27
Gambar 3.4. <i>Mixer</i>	27
Gambar 3.5. Gelas Ukur.....	28
Gambar 3.6. Cetakan Spesimen	28
Gambar 3.7. Durometer.....	29
Gambar 3.8. Grafit	29
Gambar 3.9. Resin epoxy	30
Gambar 3.10. <i>Hardener</i>	30
Gambar 3.11. <i>Wax/Release Agent</i>	31
Gambar 3.12. Dimensi Spesimen Konduktifitas Listrik	31
Gambar 3.13. Alat Uji Konduktifitas Listrik	32
Gambar 4.1. Nilai Konduktivitas Listrik <i>in-plane conductivity</i> Komposit Berpengisi Tunggal dengan Waktu Pembentukan 120 Menit.....	48
Gambar 4.2. Nilai Konduktivitas Listrik <i>in-plane conductivity</i> Komposit Berpengisi Ganda dengan Waktu Pembentukan 60 Menit.....	49
Gambar 4.3. Nilai Konduktivitas Listrik <i>in-plane conductivity</i> Komposit Berpengisi Ganda dengan Waktu Pembentukan 90 Menit.....	49
Gambar 4.4. Nilai Konduktivitas Listrik <i>in-plane conductivity</i> Komposit Berpengisi Ganda dengan Waktu Pembentukan 120 Menit.....	50
Gambar 4.5. Nilai Konduktivitas Listrik <i>through-plane conductivity</i> Komposit Berpengisi Tunggal dengan Waktu Pembentukan 120 Menit.....	51
Gambar 4.6. Nilai Konduktivitas Listrik <i>through-plane conductivity</i> Komposit Berpengisi Ganda dengan Waktu Pembentukan 60 Menit.....	52

Gambar 4.7. Nilai Konduktivitas Listrik <i>through-plane conductivity</i> Komposit Berpengisi Ganda dengan Waktu Pembentukan 90 Menit.....	52
Gambar 4.8. Nilai Konduktivitas Listrik <i>through-plane conductivity</i> Komposit Berpengisi Ganda dengan Waktu Pembentukan 120 Menit.....	53
Gambar 4.9. Nilai Uji Kekerasan Komposit Berpengisi Tunggal dengan Waktu Pembentukan 120 Menit	57
Gambar 4.10. Nilai Uji Kekerasan Komposit Berpengisi Ganda dengan Waktu Pembentukan 60 Menit	58
Gambar 4.11. Nilai Uji Kekerasan Komposit Berpengisi Ganda dengan Waktu Pembentukan 90 Menit	59
Gambar 4.12. Nilai Uji Kekerasan Komposit Berpengisi Ganda dengan Waktu Pembentukan 120 Menit	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Komposisi Material Komposit Berdasarkan Bobot Berat.....	33
Tabel 3.2. Waktu Pelaksanaan Penelitian	34
Tabel 4.1. Tabel Data Komposit Berpengisi Tunggal (<i>Single filler</i>)	37
Tabel 4.2. Tabel Data Komposit Berpengisi Ganda (<i>Multi filler</i>)	38
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik <i>in-plane conductivity</i> Komposit G300/Epoxy	40
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik <i>in-plane conductivity</i> Komposit G300/G44/Epoxy	41
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik <i>through-plane conductivity</i> Komposit G300/Epoxy	44
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik <i>through-plane conductivity</i> Komposit G300/G44/Epoxy	45
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Kekerasan Komposit Berpengisi Tunggal	54
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Kekerasan Komposit Berpengisi Ganda.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komposit adalah suatu material berupa gabungan dari satu atau lebih material, komposit terdiri dari bahan pengisi (*filler*) dan matriks. Material komposit terbilang cukup banyak digunakan pada zaman sekarang. Hal ini dikarenakan sifat-sifat material komposit yang memiliki sifat tahan korosi, ringan, kekuatan mekanik yang baik serta ramah lingkungan dibandingkan dengan material lainnya. (Suharjanto et al, 2009)

Komposit dibuat untuk mendapatkan sifat yang lebih baik, contohnya adalah sel tunam (*Fuel cell*) yang merupakan suatu energi alternatif pengganti bahan bakar fosil dengan menggunakan prinsip dasar elektrokimia dengan cara mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik. Komponen *fuel cell* tergolong mahal karena Sebagian besar material digunakan berupa logam paduan, serta berat jenis logam yang tinggi mengakibatkan berkurangnya efisiensi bahan bakar. Oleh karena itu komposit polimer konduktif diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut, sifat polimer tahan korosi dan ringan sesuai dengan aplikasi tersebut. Untuk menambahkan sifat konduktivitas listrik, diperlukan *filler* seperti grafit, *carbon nano tube* (CNT), dan *carbon fiber* yang memiliki sifat konduktif yang tinggi. (Suharjanto et al, 2009)

Komposit polimer konduktif (CPC) telah menarik perhatian industri dan akademis yang signifikan selama beberapa dekade. Komposit polimer konduktif yang berisi pengisi konduktif yang dipisahkan di sekeliling butiran polimer alih-alih didistribusikan secara acak ke seluruh bahan komposit polimer konduktif massal; bahan-bahan ini sangat unggul dibandingkan dengan komposit polimer konduktif normal. Misalnya, bahan komposit polimer konduktif memiliki konsentrasi perkolasi yang sangat rendah (0,005–0,1 vol%), konduktivitas listrik yang unggul (hingga 106 S/m), dan efektivitas pelindung interferensi elektromagnetik (EMI) yang wajar (di atas 20 dB) pada pengisi rendah pemuatan. (Suherman et al, 2013)

Komposit polimer konduktif listrik (CPC), yang terdiri dari pengisi konduktif tunggal hingga hibrida (misalnya, karbon, logam, dan partikel polimer konduktor) yang terdispersi dalam matriks polimer berdasarkan polimer tunggal atau campuran multi-fase. (Suherman et al, 2013)

