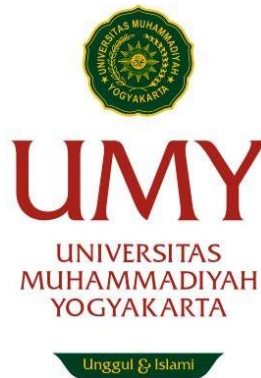


SKRIPSI
KARAKTERISASI SIFAT LENTUR DAN TARIK KOMPOSIT HIBRID *CARBON*
***FIBER (CF) / PARTIKEL HYDROXYAPATITE - EPOXY* DENGAN VARIASI**
KONSENTRASI PARTIKEL HAP UNTUK APLIKASI EKSTERNAL *BONE-PLATE*

Disusun untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh
Derajat Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh :

ANANDA ARTHA NURAZIZ

(20190130173)

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ananda Artha Nuraziz
NIM : 20190130173
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Penelitian : Karakterisasi Sifat Lentur Dan Tarik Komposit
Hibrid *Carbon Fiber* (CF) / Partikel *Hydroxyapatite*
- *Epoxy* Dengan Variasi Konsentrasi Partikel HAp
Untuk Aplikasi Eksternal *Bone-Plate*

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tugas akhir yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal dari kutipan dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan tercantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir Tugas Akhir ini. Apabila pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya akan menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 29 Januari 2024


Ananda Artha Nuraziz
20190130173



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa dengan teraksananya tugas akhir dan tersusunnya skripsi ini berkat bantuan berbagai pihak. Terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta dan tersayang selamanya, Bapak Budhiarto dan Ibu Titik Handayani atas doa dan dukungan baik secara moril dan materil, hingga penulis dapat berada di titik ini.
2. Ibu Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak ilmu, dorongan, saran dan arahan kepada penulis selama melaksanakan penelitian.
3. Bapak Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D Selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Dr. Ir. Bambang Riyanta, S.T., M.T. Selaku dosen penguji pada sidang Pendaran.
5. Bapak Dr. Ir. Wahyudi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
6. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta .
8. Ryan Nufal Wicaksono sebagai rekan, kerabat, sahabat yang membersamai dalam berproses menyelesaikan tugas akhir.
9. Rekan- rekan perjuangan Kelompok Tugas Akhir rumpun Material Komposit, Arif, Ilham, Gilang, Syaif, Haris, Rahmat, Khosi, Naufal, Alm. Lutfi dan adik-adik Angkatan 2020 yang sedang berproses dan telah membantu dan berjuang Bersama.
10. Saudara Rahmat, Arif, Ankas, Revlyn selaku mentor yang selalu support
11. UKM Bola Voli UMY yang selalu menjadi pelampiasan saat penat dan gelap saat proses penulisa Tugas Akhir, dan tentunya diiringi prestasi untuk UMY.
12. Himpunan Mahasiswa Mesin yang menjadi wadah berproses dan berdedikasi untuk Teknik Mesin
13. Rekan-rekan mahasiswa S1 teknik mesin angkatan 2019 yang sedang melaksanakan tugas akhir.

14. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Ucapan terimakasih tersebut disertai dengan harapan semoga bantuan yang diberikan dapat menjadi amal kebaikan dan mendapat balasan dari Allah SWT. Amiin.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin puji syukur kita ucapkan kepada Allah Subhannallahu wa Ta'ala atas segala rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "KARAKTERISASI SIFAT LENTUR DAN TARIK KOMPOSIT HIBRID *CARBON FIBER (CF)*/ PARTIKEL *HYDROXYAPATITE - EPOXY* DENGAN VARIASI KONSENTRASI PARTIKEL HAP UNTUK APLIKASI EKSTERNAL *BONE-PLATE*" untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tugas akhir ini membahas tentang karakterisasi komposit hibrid *Carbon Fiber (CF)*/*Hydroxyapatite/Epoxy* sebagai alternatif bahan *eksternal bone plate*. Fabrikasi komposit menggunakan metode *hot press molding* dengan tekanan 100 kg/cm² hingga suhu 100°C. Komposit tersebut dilakukan pengujian *bending*, Tarik, Pengamatan Makro dan *scanning electron microscope (SEM)*. Penulis telah berusaha supaya tulisan ini dapat dengan mudah dipahami oleh pembaca dari berbagai kalangan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca, khususnya para peneliti yang akan mengembangkan penelitian mengenai komposit sebagai alternatif bahan *eksternal bone plate*.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberi bimbingan, arahan serta motivasi sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Penulis juga menyadari masih banyak kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasa dalam penulisan tugas akhir ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat menjadi informasi tambahan mengenai alternatif bahan *eksternal bone plate*

Yogyakarta, 29 Januari 2024



Ananda Artha Nuraziz
20190130173

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Dasar teori.....	10
2.2.1 Komposit	10
2.2.2 Klasifikasi komposit	10
2.2.3 Matriks.....	13
2.2.4 <i>Filler</i>	14
2.2.5 <i>Carbon Fiber</i>	14
2.2.6 <i>Hydroxyapatite</i>	14
2.2.7 <i>Epoxy</i>	14
2.2.8 Pengujian <i>Bending</i>	15
2.2.9 Pengujian Tarik	17

2.2.10 Pengujian <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	20
2.2. 11Pengujian Makro Menggunakan Mikroskop Optik	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Bahan Penelitian	23
3.1.1 <i>Carbon Fiber</i>	23
3.1.2 <i>Epoxy dan Hardener</i>	23
3.1.3 <i>Hydroxyapatite</i>	24
3.1.4 <i>Mold Release Wax</i>	24
3.1.5 Sarung Tangan Karet (<i>Handscoon</i>).....	24
3.1.6 <i>Liquid Nitrogen</i>	25
3.2 Alat Penelitian.....	26
3.2.1 Mesin Hot Press Molding.....	26
3.2.2 Mesin Pengaduk	26
3.2.3 Timbangan Digital.....	27
3.2.4 Timbangan Digital Kecil.....	27
3.2.5 Cup Puding	28
3.2.6 Cetakan Komposit	28
3.2.7 Desikator	28
3.2.8 <i>Laser Cutting Machine</i>	29
3.2.9 Ayakan 200 Mesh.....	29
3.2.10 <i>Milk Can</i>	30
3.2.11 Mikroskop optik	30
3.2.12 Mesin SEM (<i>scanning electron microscope</i>).....	31
3.2.13 Mesin Universal Testing Machine (UTM).....	31
3.3 Metode Penelitian	32
3.4 Perhitungan Komposisi Komposit.....	34
3.4.1 Perhitungan Fraksi Volume (TCF/ <i>epoxy</i> /HAp (79:20:1%))	35
3.4.2 Perhitungan Fraksi Volume (TCF/ <i>epoxy</i> /HAp (78:20:2%))	35
3.4.3 Perhitungan Fraksi Volume (TCF/ <i>epoxy</i> /HAp (77:20:3%))	36
3.4.4 Perhitungan Fraksi Volume (TCF/ <i>epoxy</i> /HAp (75:20:5%))	37
3.4.5 Hasil Perhitungan <i>filler</i> dan <i>matriks</i>	38
3.5 Persiapan dan Perlakuan Serat Karbon.....	39
3.5.1 <i>Treatment Carbon Fiber</i>	39
3.5.2 Proses Pengayakan Mikropartikel <i>Hydroxyapatite</i>	39

3.6 Proses Fabrikasi Komposit	40
3.7 Pengujian dan Karakterisasi Komposit.....	42
3.7.1 Pengujian Mekanik.....	42
3.7.2 Pengujian Makro	43
3.7.3 Pengujian Fisik	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Sifat <i>Bending</i>	45
4.2 Analisa Foto Makro Retakan Hasil Pengujian <i>bending</i>	48
4.3 Sifat Tarik	52
4.4 Analisis Foto SEM Patahan Pengujian Tarik	55
4.6 Potensi Komposit Carbon Fiber/Epoxy/Hydroxyapatite	58
BAB V PENUTUP.....	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	61
UCAPAN TERIMAKASIH.....	62
DAFTAR PUSTAKA	64
DAFTAR LAMPIRAN	66
Lampiran 1 Tabel Hasil Uji <i>Bending</i>	66
Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Tarik	72
Lampiran 3 Hasil Pengujian SEM	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Potensi material CF/epoxy/HAp sebagai aplikasi bone plate.....	2
Gambar 2.1 Susunan Komposit.....	10
Gambar 2.2 <i>Continuous Fiber Composite</i>	11
Gambar 2.3 <i>Woven Fiber Composite</i>	11
Gambar 2.4 <i>Discontinuous Fiber</i>	11
Gambar 2.5 <i>Hybride Fiber Composite</i>	12
Gambar 2.6 <i>Laminat Composite</i>	12
Gambar 2.7 <i>Particulate Composite</i>	13
Gambar 2.8 Three Point <i>Bending</i> ASTM D790-03.....	15
Gambar 2.9 Ukuran Spesimen Pengujian <i>Bending</i>	17
Gambar 2.10 Kurva Kekuatan-Regangan.....	17
Gambar 2.11 Ukuran Spesimen Uji Tarik ASTM D638-02.....	18
Gambar 2.12 <i>scanning electron microscopy (SEM)</i>	20
Gambar 2.13 Mikroskop Optik SZ61.....	22
Gambar 3.1 Carbon Fiber.....	23
Gambar 3. 2 <i>Epoxy dan Hardener</i>	23
Gambar 3.3 <i>Hydroxyapatite</i>	24
Gambar 3.4 <i>Mold Release Wax</i>	24
Gambar 3.5 Sarung Tangan Karet.....	24
Gambar 3.6 <i>Liquid nitrogen</i>	25
Gambar 3.7 Mesin <i>Hot Press Molding</i>	26
Gambar 3.8 Mesin pengaduk.....	26
Gambar 3.9 Timbangan Digital.....	27
Gambar 3.10 Timbangan Digital Kecil.....	27
Gambar 3.11 Cup puding.....	28
Gambar 3.12 Cetakan Komposit.....	28
Gambar 3.13 Desikator.....	28
Gambar 3.14 Laser Cutting Machine.....	29
Gambar 3.16 Ayakan 200 Mesh.....	29

Gambar 3.17 Milk Can	30
Gambar 3.18 Gunting	30
Gambar 3.19 Mikroskop Optik.....	30
Gambar 3.20 scanning electron microscope.....	31
Gambar 3.21 Universal Testing Machine.....	31
Gambar 3.22 Universal Testing Machine.....	31
Gambar 3.23 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.24 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.25 <i>Treatment Carbon Fiber</i>	39
Gambar 3.26 Fabrikasi Komposit.....	40
Gambar 3.27 Pengujian <i>Bending</i>	42
Gambar 3.28 Pengujian Tarik.....	42
Gambar 3.29 Pengujian Makro.....	43
Gambar 3.30 <i>Scanning electron microscope</i>	44
Gambar 4.1 Grafik Kuat <i>Bending</i> dan Modulus Elastisitas.....	45
Gambar 4.2 Grafik Kekuatan dan Regangan pengujian <i>Bending</i>	46
Gambar 4.3 Foto Makro Treated CF/epoxy	48
Gambar 4.4 Foto Makro Unreated CF/epoxy	48
Gambar 4.5 Foto Makro TCF/epoxy/HAp 1%	48
Gambar 4.6 Foto Makro TCF/epoxy/HAp 3%	49
Gambar 4.7 Foto Makro TCF/epoxy/HAp 2%	49
Gambar 4.8 Foto Makro TCF/epoxy/HAp 5%	49
Gambar 4.9 Grafik Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas	52
Gambar 4.10 Grafik Kekuatan dan Regangan pengujian tarik.....	53
Gambar 4.11 SEM (E) TCF/Epoxy/HAp 3%, (F) TCF/Epoxy/HAp 5%	55
Gambar 4.12 SEM (C) TCF/Epoxy/HAp 1%, (D) TCF/Epoxy/HAp 2%	55
Gambar 4.13 SEM (A) UCF/Epoxy, (B) TCF/Epoxy	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Carbon Fiber Spread Tow T700.....	14
Tabel 2.2 <i>Epoxy</i>	15
Tabel 2.3 Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	18
Tabel 2.4 Spesifikasi Mikroskop Tipe SZ61 OLYMPUS.....	22
Tabel 3.1 Perhitungan filler dan matriks.....	38
Tabel 4.1 Perbandingan Sifat Mekanis Bahan <i>Bone Plate</i>	58

DAFTAR NOTASI

CF	= <i>Carbon Fiber</i>
UCF	= Untreatment / Tanpa Perlakuan
TCF	= Treatment / Dengan Perlakuan
HAp	= <i>Hydroxyapatite</i>
SEM	= <i>scanning electron microscope</i>
MPa	= Megapascal
Gpa	= Gigapascal
N	= Newton
J	= Joule
σ	= Kekuatan (MPa)
E	= Modulus elastisitas (Mpa)
ϵ	= Regangan (%)
P	= Gaya pembebanan (N)
b	= Lebar spesimen (mm)
d	= Tebal spesimen (mm)
ρ_{epoxy}	= Massa jenis matriks
ρ_{cf}	= Massa jenis <i>carbon fiber</i>
ρ_{epoxy}	= Massa jenis matriks <i>epoxy</i>
ρ_{HAp}	= Masa Jenis HAp
V_C	= Volume Cetakan
V_{cf}	= Volume <i>carbon fiber</i>
V_{epoxy}	= Volume matriks <i>epoxy</i>
V_{HAp}	= Volume HAp

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 <i>Untreatment Carbon Fiber/ Epoxy</i>	66
Lampiran 1.2 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy</i>	67
Lampiran 1.3 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy/HAp 1%</i>	68
Lampiran 1.4 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy/HAp 2%</i>	69
Lampiran 1.5 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy/HAp 3%</i>	70
Lampiran 1.6 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy/HAp 5%</i>	71
Lampiran 2.1 <i>Untreatment Carbon Fiber/Epoxy</i>	72
Lampiran 2.2 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy</i>	73
Lampiran 2.3 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy/HAp 1%</i>	74
Lampiran 2.4 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy/HAp 2%</i>	75
Lampiran 2.5 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy/HAp 3%</i>	76
Lampiran 2.6 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy/HAp 5%</i>	77
Lampiran 3.1 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy</i>	78
Lampiran 3.2 <i>Untreatment Carbon Fiber/Epoxy</i>	79
Lampiran 3.3 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy/HAp 1%</i>	79
Lampiran 3.4 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy/HAp 2%</i>	79
Lampiran 3.5 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy/HAp 3%</i>	79
Lampiran 3.6 <i>Treatment Carbon Fiber/Epoxy/HAp 5%</i>	79