

TUGAS AKHIR

**KARAKTERISASI SIFAT IMPAK DAN BENDING KOMPOSIT
LAMINAT BERMATRIKS EPOKSI DENGAN VARIASI LAMINASI
ALUMINIUM FOIL DAN ANYAMAN SERAT GLASS**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

ARYA SETYAKI ABDILLAH

20200130061

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2024

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arya Setyaki Abdillah
Nomor Induk Mahasiswa : 20200130061
Program Studi Fakultas : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Penelitian : Karakterisasi Sifat Impak dan Bending
Komposit Laminat Bermatriks Epoksi
Dengan Variasi Laminasi Aluminium Foil
dan Anyaman Serat Glass

Saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah asli hasil karya saya, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tegas disebutkan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 22 Oktober 2024



Arya Setyaki Abdillah

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

- QS. Al-Insyirah: 5-6 -

"Jalan menuju kesuksesan penuh dengan tantangan, tetapi setiap langkah maju akan membawa mu lebih dekat ke impian."

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakterisasi Sifat Impak Dan Bending Komposit Laminat Bermatriks Epoksi Dengan Variasi Laminasi Aluminium Foil Dan Anyaman Serat *Glass*.” Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Skripsi ini mengkaji pengaruh susunan laminasi pada komposit epoksi yang diperkuat serat *E-glass* dan aluminium foil terhadap kekuatan bending dan ketangguhan impaknya. Penggunaan aluminium foil yang lebih tipis dibandingkan logam lembar diharapkan dapat menyederhanakan proses fabrikasi dan mengurangi biaya tanpa mengorbankan performa.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, saran, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik mesin dan material komposit.

Yogyakarta, 22 Oktober 2024



Arya Setyaki Abdillah

20200130061

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	II
LEMBAR PERNYATAAN	III
MOTTO.....	IV
KATA PENGANTAR.....	V
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR TABEL.....	XII
INTISARI.....	1
<i>ABSTRACT</i>	2
BAB I PENDAHULUAN.....	3
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Batasan Masalah.....	5
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Material Komposit	9
2.2.1.1 Matriks	10
2.2.1.2 Filler/Reinforcement	11
2.2.2 Klasifikasi Material Komposit	11
2.2.2.1 Klasifikasi Berdasarkan Jenis Matriks	11
2.2.2.2 Klasifikasi Berdasarkan Jenis Penguat.....	13
2.2.3 Komposit Hibrid	17
2.2.3.1 Komposit hibrid serat – serat	17
2.2.3.2 Komposit hibrid serat – partikel.....	18

2.2.3.3	Fiber Metal laminate (FML)	18
2.2.4	Resin Epoksi	19
2.2.5	Hardener Poliaminoamida.....	20
2.2.6	Serat <i>glass</i>	20
2.2.7	Aluminium foil.....	21
2.2.8	Pengujian <i>Three-Point Bending</i>	22
2.2.9	Pengujian Impak.....	23
2.2.10	Mikroskop Optik	25
2.2.11	Aplikasi Komposit Serat-Logam pada Sektor Dirgantara	27
2.2.11.1	<i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i>	27
BAB III	METODE PENELITIAN.....	29
3.1	Metode Penelitian.....	29
3.2	Alat - Alat Penelitian.....	31
3.3	Bahan - Bahan Penelitian	37
3.4	Proses Fabrikasi Komposit.....	40
3.4.1	Variasi Laminasi Spesimen	40
3.5	Fabrikasi Spesimen	42
3.6	Pengujian Spesimen	45
3.6.1	Pengujian Bending	45
3.6.2	Pengujian Impak.....	46
3.6.3	Mikrograf Spesimen Hasil Uji Menggunakan Mikroskop Optik.....	47
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1	Hasil Uji Mekanis Spesimen Komposit	48
4.1.1	Sifat Bending Spesimen Komposit	50
4.1.2	Analisis Optik Spesimen Uji Bending	53
4.1.2.1	Hasil Optik Spesimen Bending Default	53
4.1.2.2	Hasil Optik Spesimen Bending V1	54
4.1.2.3	Hasil Optik Spesimen Bending V2	56
4.1.3	Sifat Impak Spesimen Komposit.....	57
4.1.4	Analisis Optik Spesimen Uji Impak.....	59

4.1.4.1	Hasil Optik Spesimen Impak Default	59
4.1.4.2	Hasil Optik Spesimen Impak V1.....	61
4.1.4.3	Hasil Optik Spesimen Impak V2.....	62
4.2	Potensi Komposit Serat <i>Glass</i> /Aluminium Foil/Epoksi Sebagai Material Untuk <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (UAV)	64
BAB V PENUTUP.....		67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran.....	68
UCAPAN TERIMA KASIH		69
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN I PERHITUNGAN FRAKSI VOLUME KOMPOSIT		77
A.	Perhitungan Fraksi Volume Komposit	77
LAMPIRAN II HASIL UJI TARIK ALUMINIUM FOIL		79
A.	Hasil Uji Tarik Aluminium Foil	79
B.	Olah Data Hasil Uji Tarik Aluminium Foil.....	85
LAMPIRAN III HASIL UJI MEKANIS KOMPOSIT.....		87
A.	Hasil Uji Bending Spesimen Default	87
B.	Hasil Uji Bending Spesimen V1	88
C.	Hasil Uji Bending Spesimen V2	89
D.	Hasil Uji Impak Spesimen Default	90
E.	Hasil Uji Impak Spesimen V1.....	91
F.	Hasil Uji Impak Spesimen V2.....	92
LAMPIRAN IV OLAH DATA HASIL PENGUJIAN MEKANIS KOMPOSIT .		93
A.	Olah Data Hasil Uji Bending	93
B.	Nilai Tegangan, Modulus, Dan Regangan Lentur.....	93
C.	Olah Data Hasil Uji Impak.....	94
D.	Nilai Ketangguhan Impak dan Serapan Energi	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema deskriptif dari berbagai konfigurasi geometri dan spasial partikel-partikel inklusi komposit: (a) konsentrasi, (b) ukuran, (c) bentuk, (d) distribusi, dan (e) orientasi.....	10
Gambar 2. 2 Macam - macam penguat serat pada komposit.....	14
Gambar 2. 3 Komposit dengan partikel sebagai penguat	16
Gambar 2. 4 Komposit dengan penguat jenis whisker	16
Gambar 2. 5 Komposit laminat.....	17
Gambar 2. 6 Skema pengujian <i>three-point bending</i>	22
Gambar 2. 7 Skema pengujian impak: (a) <i>Flatwise</i> , (b) <i>Edgewise</i>	24
Gambar 2. 8 Mikroskop optik.....	26
Gambar 2. 9 Klasifikasi UAV berdasarkan ukuran : (a) UAV ultra-kecil, (b) UAV sangat kecil, (c) UAV kecil, (d) UAV sedang, (e) UAV besar	27
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	29
Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian (lanjutan).....	30
Gambar 3. 3 Mesin <i>vacuum hot press molding</i>	31
Gambar 3. 4 Cetakan spesimen	31
Gambar 3. 5 <i>Mechanical Stirrer</i>	32
Gambar 3. 6 Desikator.....	32
Gambar 3. 7 <i>Hand dust-blower</i>	33
Gambar 3. 8 Sendok spatula	33
Gambar 3. 9 Timbangan digital	34
Gambar 3. 10 <i>Rotary cutter</i>	34
Gambar 3. 11 <i>Cutting mat</i>	35
Gambar 3. 12 <i>Dermaroller</i>	35
Gambar 3. 13 Mesin <i>CNC router</i>	36
Gambar 3. 14 <i>Circular saw</i>	36
Gambar 3. 15 Mikroskop optik Olympus SZ61	37
Gambar 3. 16 Resin Epoksi dan Hardener merek Eposchon.....	37
Gambar 3. 17 Serat <i>E-glass</i> anyam ukuran 200 g/m ²	38

Gambar 3. 18 Aluminium foil komersial.....	38
Gambar 3. 19 <i>Mold release agent</i>	39
Gambar 3. 20 Etanol 96%.....	39
Gambar 3. 21 Konfigurasi laminasi 1 (Default)	40
Gambar 3. 22 Konfigurasi laminasi 2 (V1)	41
Gambar 3. 23 Konfigurasi laminasi 3 (V2).....	42
Gambar 3. 24 <i>Filler</i> dipotong sesuai ukuran cetakan : (a) aluminium foil, (b) serat <i>E-glass</i>	43
Gambar 3. 25 <i>Treatment</i> aluminium foil : (a) perlakuan aluminium foil berupa pemberian lubang menggunakan <i>dermaroller</i> ; (b) aluminium foil yang telah diberi perlakuan	43
Gambar 3. 26 Persiapan matriks : (a) Penimbangan matriks, (b) Pengadukan matriks.....	43
Gambar 3. 27 Proses <i>hand lay-up</i> : (a) lapisan matriks diratakan pada dasar cetakan menggunakan spatula, (b) lapisan penguat diletakkan pada cetakan sesuai dengan urutan susunan laminasinya, (c) pemberian lapisan matriks setelah lapisan aluminium foil, (d) pemberian lapisan matriks setelah serat <i>glass</i> , (e) cetakan ditutup setelah semua komponen tersusun. (f) cetakan dimasukkan ke mesin <i>vacuum hot press</i>	44
Gambar 3. 28 Komposit dilepaskan dari cetakan : (a) Pelepasan komposit dari cetakan, (b) Komposit yang telah dilepaskan dari cetakan	45
Gambar 3. 29 Komposit telah dipotong menjadi spesimen uji mekanis : (a) Hasil pemotongan menggunakan <i>CNC Router</i> , (b) Hasil finalisasi spesimen menggunakan <i>circular saw</i>	45
Gambar 3. 30 Pengujian bending menggunakan UTM Zwick Roell Z020.....	46
Gambar 3. 31 Pengujian impak menggunakan Charpy Impact Zwick Roell HIT5.5P.....	46
Gambar 4. 1 Hasil Uji Bending Spesimen Default (A), V1 (B), dan V2 (C); Tampak atas (1) dan tampak samping (2)	48
Gambar 4. 2 Hasil Uji Impak Spesimen Default (A), V1 (B), dan V2 (C); Tampak atas (1) dan tampak samping (2)	49

Gambar 4. 3	Grafik Hasil Uji Bending.....	50
Gambar 4. 4	Grafik Tegangan - Regangan Spesimen Uji Bending.....	52
Gambar 4. 5	Tampak Atas Spesimen Bending Default	53
Gambar 4. 6	Tampak Bawah Spesimen Bending Default	53
Gambar 4. 7	Tampak Samping Spesimen Bending Default	53
Gambar 4. 8	Tampak Atas Spesimen Bending V1.....	54
Gambar 4. 9	Tampak Bawah Spesimen Bending V1.....	54
Gambar 4. 10	Tampak Samping Spesimen Bending V1	55
Gambar 4. 11	Tampak Atas Spesimen Bending V2.....	56
Gambar 4. 12	Tampak Bawah Spesimen Bending V2.....	56
Gambar 4. 13	Tampak Samping Spesimen Bending V2	56
Gambar 4. 14	Grafik Hasil Uji Impak	57
Gambar 4. 15	Tampak Atas Spesimen Impak Default.....	59
Gambar 4. 16	Tampak Bawah Spesimen Impak Default.....	59
Gambar 4. 17	Tampak Samping Spesimen Impak Default.....	59
Gambar 4. 18	Tampak Atas Spesimen Impak V1	61
Gambar 4. 19	Tampak Bawah Spesimen Impak V1	61
Gambar 4. 20	Tampak Samping Spesimen Impak V1	61
Gambar 4. 21	Tampak Atas Spesimen Impak V2.....	62
Gambar 4. 22	Tampak Bawah Spesimen Impak V2.....	62
Gambar 4. 23	Tampak Bawah Spesimen Impak V2.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Karakteristik dari berbagai macam jenis serat <i>glass</i>	21
Tabel 2 Perbandingan sifat tarik <i>GFRP</i> dan aluminium foil	51
Tabel 3 Perbandingan kekuatan mekanis komposit pada aplikasi kedirgantaraan	64
Tabel 4 Perbandingan kekuatan mekanis komposit pada aplikasi kedirgantaraan (lanjutan)	65