

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH SUSUNAN LAMINASI ALUMINIUM FOIL DAN  
ANYAMAN SERAT *GLASS* TERHADAP SIFAT *BENDING* DAN  
KETANGGUHAN *IMPACT* KOMPOSIT LAMINAT BERMATRIKS  
EPOXY**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



**Disusun Oleh :**

**ANUGRAH CAHYA FARISA**

**20200130035**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2024**

## MOTTO

「やらなくても良いことならやらない、  
やらなければいけないことなら手短かに」

— 折木 奉太郎

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anugrah Cahya Farisa  
NIM : 20200130035  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul : Pengaruh Susunan Laminasi Alumunium Foil dan Anyaman Serat *Glass* Terhadap Sifat *Bending* dan Ketangguhan *Impact* Komposit Laminat Bermatriks Epoxy

Menyatakan dengan ini bahwa tugas akhir saya tulis benar-benar merupakan hasil dari karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjanah di perguruan tinggi manapun. Semua sumber yang berasal dari penulis lain sudah disebutkan dan tercantun pada daftar pustaka dibagian bagian akhir.

Apabila dikemudian hari tugas akhir yang saya buat terbukti merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi.

Yogyakarta, 21 Oktober 2024



Anugrah Cahya Farisa

20200130035

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Pengaruh Susunan Laminasi Alumunium Foil dan Anyaman Serat Glass Terhadap Sifat Bending dan Ketangguhan Impact Komposit Laminat Bermatriks Epoxy**”.

Penyusunan tugas akhir ini bertujuan untuk meneliti dan memahami pengaruh kombinasi susunan laminasi aluminium foil dan anyaman serat kaca terhadap sifat mekanik komposit laminat, khususnya dalam hal kekuatan lentur (bending) dan ketangguhan impact. Harapannya, penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan material komposit di bidang teknik, terutama dalam aplikasinya pada struktur yang memerlukan sifat mekanik unggul.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada dosen pembimbing, Ibu Dr. Ir. Harini Sosiati, M. Eng, atas bimbingan, nasihat, serta waktunya selama proses penelitian hingga penulisan tugas akhir ini selesai. Terima kasih juga disampaikan kepada keluarga, teman-teman, serta semua pihak yang telah memberikan dorongan dan motivasi.

Yogyakarta, 21 Oktober  
2024



Anugrah Cahya Farisa

20200130035

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>II</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>III</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>IV</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>VI</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>IX</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>X</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>XI</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>XII</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>XIV</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XV</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>2</b>
1.1. Latar Belakang .....	2
1.2. Batasan Masalah.....	4
1.3. Rumusan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	5
2.2. Landasan Teori .....	7
2.2.1. Material Komposit.....	7
2.2.2. <i>Fiber Metal laminate (FML)</i> .....	9
2.2.3. Matriks .....	11
2.2.3.1. Resin Epoksi .....	11
2.2.3.2. Hardener Poliaminoamida.....	12
2.2.4. Filler/Reinforcement.....	12
2.2.4.1. Serat kaca .....	13
2.2.4.2. Aluminium foil .....	14
2.2.5. <i>Adhesion</i> (Kerekatan) .....	15
2.2.6. <i>Surface Treatment</i> .....	16

2.2.8.	Pengujian Impak.....	19
2.2.9.	Mikroskop Optik .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>21</b>
3.1.	Diagram Alur Penelitian.....	21
3.2.	Alat-alat Penelitian.....	23
3.3.	Bahan-bahan penelitian.....	26
3.4.	Pelaksanaan Penelitian .....	29
3.4.1.	Perhitungan.....	29
3.4.2.	Pembuatan Matriks .....	31
3.4.3.	Persiapan Alumunium Dan Serat Kaca .....	31
3.4.4.	Fabrikasi Spesimen.....	32
3.4.4.1.	Variasi Laminasi Pembending .....	33
3.4.4.2.	Variasi Laminasi I .....	34
3.4.4.3.	Variasi Laminasi II .....	35
3.5.	Pengujian Spesimen .....	37
3.5.1.	Pengujian <i>Bending</i> .....	37
3.5.2.	Pengujian Impak.....	37
3.5.3.	Karakterisasi Menggunakan Optik Makro .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>40</b>
4.1.	Spesimen Hasil Pengujian.....	40
4.1.1.	Spesimen Uji Bending .....	40
4.1.2.	Spesimen Uji Impak .....	41
4.2.	Sifat <i>Bending</i> .....	42
4.2.1.	Analisis Hasil Uji <i>Bending</i> .....	42
4.2.2.	Karakterisasi Profil Patahan Hasil Pengujian <i>Bending</i> .....	44
4.3.	Ketangguhan Impak .....	45
4.3.1.	Analisis Hasil Uji Ketangguhan Impak.....	45
4.3.2.	Karakterisasi Profil Patahan Hasil Pengujian Impak.....	46
4.4.	Potensi Material Komposit Lamminat Epoksi Berpenguat E-Glass Anyam dan Al Foil.....	47
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>49</b>
5.1.	Kesimpulan .....	49
5.2.	Saran.....	49
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>		<b>50</b>

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Skematik geometri dan karakteristik spasial dari komponen penguat: (a) konsentrasi, (b) ukuran, (c) bentuk, (d) distribusi, (e) orientasi. ....	8
<b>Gambar 2. 2</b> Kegagalan adhesif dan kohesif .....	15
<b>Gambar 2. 3</b> Mechanical interlocking Adhesion .....	17
<b>Gambar 2. 4</b> Skema pengujian three-point bending .....	17
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram alir penelitian .....	22
<b>Gambar 3. 2</b> Mesin hot press .....	23
<b>Gambar 3. 3</b> Mechanical stirrer .....	24
<b>Gambar 3. 4</b> Sendok spatula lab .....	24
<b>Gambar 3. 5</b> Cetakan spesimen dimensi (170 mm x 90 mm x 32 mm) .....	25
<b>Gambar 3. 6</b> Timbangan digital .....	25
<b>Gambar 3. 7</b> Rotary cutter .....	26
<b>Gambar 3. 8</b> Derma roller.....	26
<b>Gambar 3. 9</b> Epoxy dan hardener .....	27
<b>Gambar 3. 10</b> Mould release agent.....	27
<b>Gambar 3. 11</b> Aluminium Foil.....	28
<b>Gambar 3. 12</b> Ethanol 96%.....	28
<b>Gambar 3. 13</b> E-glass.....	29
<b>Gambar 3. 14</b> A) Untreatment Al foil, B) Treatment Al foil.....	32
<b>Gambar 3. 15</b> Konfigurasi variasi lapisan pembanding .....	33
<b>Gambar 3. 16</b> Konfigurasi variasi lapisan I.....	34
<b>Gambar 3. 17</b> Konfigurasi variasi lapisan II.....	35
<b>Gambar 3. 18</b> Alat penguji bending zwick Z020.....	37
<b>Gambar 3. 19</b> Alat penguji kekuatan impak zwick roel hit 5,5P.....	38
<b>Gambar 3. 20</b> Mikroskop Optik (a) BX53M, (b) Olympus SZ61 .....	39
<b>Gambar 4. 1</b> Spesimen hasil pengujian bending.....	40
<b>Gambar 4. 2</b> Spesimen hasil pengujian Impak .....	41
<b>Gambar 4. 3</b> Data hasil uji bending .....	42
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik perbandingan nilai bending rata-rata setiap spesimen.....	43
<b>Gambar 4. 5</b> Profil patahan hasil uji bending .....	44
<b>Gambar 4. 6</b> Data hasil uji ketangguhan impak.....	45
<b>Gambar 4. 7</b> Profil patahan hasil uji impak.....	46



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> komposisi wt% glass fiber .....	13
<b>Tabel 2. 2</b> Properti mekanis pada glass fiber .....	14
<b>Tabel 3. 1</b> Tabel konfigurasi lapisan pembanding .....	33
<b>Tabel 3. 2</b> Tabel konfigurasi variasi lapisan I .....	34
<b>Tabel 3. 3</b> Tabel konfigurasi variasi lapisan II.....	35
<b>Tabel 4. 1</b> Potensi pengaplikasian komposit laminat berpenguat anyaman serat glass dan alumunium foil.....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Bending Variasi Pembanding.....	56
Lampiran 2 Pengujian Bending Variasi I .....	57
Lampiran 3 Pengujian Bending Variasi II.....	58
Lampiran 4 Olah Data Hasil Pengujian Bending.....	59
Lampiran 5 Pengujian Impak Variasi Pembanding.....	61
Lampiran 6 Pengujian Impak Variasi I.....	62
Lampiran 7 Pengujian Impak Variasi II .....	63
Lampiran 8 Pengolahan Data Hasil Pengujian Impak .....	64
Lampiran 9 Pengujian Tarik Alumunium Foil .....	65
Lampiran 10 Pengolahan Data Hasil Pengujian Tarik Alumunium Foil.....	66

## DAFTAR NOTASI

$\sigma_f$  = Kekuatan lentur (MPa)

P = Beban (N)

b = Lebar spesimen (mm)

L = Panjang span (mm)

d = Tebal spesimen (mm)

$\epsilon_f$  = Regangan (%)

D = Defleksi maksimum (mm)

E<sub>b</sub> = Modulus elastisitas lentur (MPa)

m = *Slope* pada bagian elastis kurva beban-defleksi (N/mm)

E = Energi yang diserap (J)

W = Berat pendulum (N)

R = Panjang lengan pendulum (m)

$\beta$  = Sudut awal sebelum pendulum diayunkan

$\beta'$  = Sudut akhir pendulum setelah mematahkan spesimen

K<sub>I</sub> = Ketangguhan impak (J/mm<sup>2</sup>)

E = Energi yang diserap (J)

A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

$\rho$  = Massa jenis

( $\rho_R$ ) = Massa jenis resin dan hardener

( $\rho_g$ ) = Massa jenis *E-glass*

( $m_g$ ) = Massa *E-glass*

$(n_g)$  = Jumlah lapisan *E-glass*

$(\rho_a)$  = Massa jenis alumunium foil

$(m_a)$  = Massa alumunium foil

$p$  = Panjang *mould*

$l$  = Lebar *mould*

$t$  = Tinggi *mould*

$V_{f_g}$  = Fraksi volume *E-glass*

$V_{f_a}$  = Fraksi volume alumunium foil

$V_{f_R}$  = Fraksi volume resin

$V_R$  = Volume resin

$m_R$  = Massa resin

$V_f$  = Fraksi volume