

# **SKRIPSI**

## **KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS KUAT TARIK DAN KUAT TEKAN TABUNG KOMPOSIT *CARBON/EPOXY* DENGAN VARIASI PARAMETER *CURING* DAN *POST CURING***

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



# **UMY**

**UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

**Disusun Oleh :**

**DWI CAHYO NUGROHO**

**20150130120**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2020**

### HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Juli 2020



Dwi Cahyo Nugroho

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, kami panjatkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya kepada kita semua, sehingga kami diberikan kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Karakterisasi Sifat Mekanis Kuat Tarik dan Kuat Tekan Tabung Komposit Carbon/Epoxy dengan Variasi Parameter Curing dan Post Curing”** secara baik dan tepat pada waktunya.

Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis, baik secara moril dan materil dalam pelaksanaan tugas akhir maupun penyusunan laporan ini. Terima kasih kepada Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas izin dan persetujuan peminjaman laboratorium untuk penelitian, Bapak Ir. Cahyo Budiyanoro, M.Sc., IPM. dan Bapak Ir. Aris Widy Nugroho, M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan ilmu kepada penulis dan membantu dalam pelaksanaan penyusunan ataupun penulisan tugas akhir ini hingga selesai, bapak Drs. Sudarisman M.S.Mechs., Ph.D. selaku dosen penguji tugas akhir, semua staf pelayanan dan laboran Teknik Mesin UMY yang telah melayani mahasiswa dalam segala urusan akademik dan teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2015 serta rekan tim tugas akhir aliran dua fase yang telah membantu baik itu berupa saran, doa, maupun dukungan sampai selesai.

Akhir kata penulisan tugas akhir ini, penulis sadar masih adanya kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan karya tulis ini. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk perbaikan dimasa mendatang agar menjadi lebih baik dikemudian hari.

Yogyakarta, Juli 2020

Dwi Cahyo Nugroho

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR PERSAMAAN .....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
PERSEMBAHAN.....	xv
MOTTO.....	xvi
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II .....	6
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 <i>Frame</i> Sepeda.....	9

2.3 Komposit.....	10
2.3.1 Penguat... ..	11
2.3.2 <i>Matriks</i> .....	12
2.4 Modus kegagalan komposit .....	12
2.5 Serat Karbon.....	13
2.6 Resin Epoksi.....	15
2.7 Metode <i>Hand Lay-up</i> .....	16
2.8 Tabung GFRP.....	17
2.9 Proses <i>Curing</i> dan <i>Post Curing</i> .....	18
2.10 Uji Tarik komposit.....	19
2.11 Uji Tekan komposit .....	21
BAB III .....	24
METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	24
3.2 Alat Penelitian.....	25
3.3 Bahan Penelitian.....	27
3.4 Proses Pembuatan Komposit.....	29
3.5 Tabel berat spesimen .....	31
3.6 Ukuran Spesimen .....	31
3.7 Prosedur Uji Tarik Komposit.....	32
3.8 Proses Uji Tekan Komposit .....	33
BAB IV .....	34
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	34
4.1 Hasil Penelitian Uji Tarik .....	34
4.2 Pembahasan Uji Tarik.....	42

4.3 Hasil Faktografi Makro Spesimen Uji Tarik.....	45
4.4 Hasil Pengujian Tekan.....	49
4.5 Pembahasan Uji Tekan .....	56
4.6 Hasil Makro Spesimen Uji Tekan .....	56
4.7 Pembahasan Hasil Uji Makro Spesimen Tekan.....	62
BAB V .....	64
PENUTUP .....	64
5.1 Kesimpulan .....	64
5.2 Saran .....	64
DAFTAR PUSTAKA .....	66
LAMPIRAN .....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Geometri <i>frame</i> sepeda .....	9
Gambar 2.2 Susunan pada komposit.....	11
Gambar 2.3 Klasifikasi material komposit berdasarkan penguat.....	11
Gambar 2.4 Klasifikasi material komposit berdasarkan matriks.....	12
Gambar 2.5 Kerusakan komposit akibat beban tarik longitudinal .....	13
Gambar 2.6 <i>Carbon woven rovin</i> .....	15
Gambar 2.7 Metode <i>Hand lay up</i> .....	17
Gambar 2.8 Tipe rantai polimer .....	18
Gambar 2.9 Geometri spesimen uji tarik .....	19
Gambar 2.10 Kurva tegangan-regangan pengujian tarik .....	20
Gambar 2.11 Geometri spesimen uji tekan .....	21
Gambar 2.12 Kurva tegangan-regangan .....	22
Gambar 3.1 Diagram alir.....	24
Gambar 3.2 Cetakan.....	26
Gambar 3.3 <i>Specimen holder compressive test</i> .....	26
Gambar 3.4 <i>Universal Testing Machine</i> (UTM).....	27
Gambar 3.5 Serat <i>carbon woven</i> .....	28
Gambar 3.6 Resin epoksi dan hardener .....	28
Gambar 3.7 <i>Mirror glaze</i> .....	29
Gambar 3.8 Proses pemotongan serat <i>carbon</i> .....	29
Gambar 3.9 Proses fabrikasi komposit tabung .....	30
Gambar 3.10 Proses pengovenan.....	30
Gambar 3.11 Proses pelepasan spesimen dari cetakan .....	30
Gambar 3.12 Spesimen komposit.....	31

Gambar 3.13 Ukuran spesimen uji .....	32
Gambar 4.1 Hubungan tegangan-regangan pada pengujian tarik komposit dengan variasi temperatur <i>curing</i> 80°C, 100°C, 120°C .....	34
Gambar 4.2 Grafik nilai rata-rata tegangan tarik dan modulus elastisitas pada beberapa variasi temperatur <i>curing</i> .....	36
Gambar 4.3 Grafik nilai rata-rata regangan tarik pada beberapa variasi temperatur <i>curing</i> .....	37
Gambar 4.4 Hubungan tegangan-regangan pada pengujian tarik komposit dengan variasi temperatur <i>post curing</i> 80°C, 100°C, 120°C.....	38
Gambar 4.5 Grafik nilai rata-rata tegangan tarik dan modulus elastisitas pada beberapa variasi temperatur <i>post curing</i> .....	40
Gambar 4.6 Grafik nilai rata-rata regangan tarik pada beberapa variasi temperatur <i>post curing</i> .....	41
Gambar 4.7 Spesimen hasil pengujian tarik variasi temperatur <i>curing</i> .....	43
Gambar 4.8 Spesimen hasil pengujian tarik variasi temperatur <i>post curing</i> .....	44
Gambar 4.9 Uji makro patahan uji tarik variasi temperatur <i>curing</i> 80°C.....	45
Gambar 4.10 Uji makro patahan uji tarik variasi temperatur <i>curing</i> 100°C.....	45
Gambar 4.11 Uji makro patahan uji tarik variasi temperatur <i>curing</i> 120°C.....	46
Gambar 4.12 Uji makro patahan uji tarik variasi temperatur <i>post curing</i> 80°C ...	46
Gambar 4.13 Uji makro patahan uji tarik variasi temperatur <i>post curing</i> 100°C.....	47
Gambar 4.14 Uji makro patahan uji tarik variasi temperatur <i>post curing</i> 120°C.....	47
Gambar 4.15 Hubungan gaya-deformasi pada pengujian tekan komposit carbon/epoxy pada temperatur curing 80°C, 100°C, 120°C.....	49
Gambar 4.16 Grafik nilai rata-rata kekakuan tekan dan modulus tekan pada beberapa variasi temperatur curing .....	51



Gambar 4.17 Hubungan gaya-deformasi pada pengujian tekan komposit carbon/epoxy pada temperatur <i>post curing</i> 80°C, 100°C, 120°C.....	52
Gambar 4.18 Grafik nilai rata-rata kekakuan tekan dan modulus tekan pada beberapa variasi temperatur <i>post curing</i> .....	54
Gambar 4.19 Grafik perbandingan nilai kekakuan tekan temperatur <i>curing</i> dan <i>post curing</i> .....	55
Gambar 4.20 Grafik perbandingan nilai modulus tekan temperatur <i>curing</i> dan <i>post curing</i> .....	55
Gambar 4.21 Spesimen hasil pengujian tekan variasi temperatur <i>curing</i> .....	57
Gambar 4.22 Spesimen hasil pengujian tekan variasi temperatur <i>post curing</i> .....	58
Gambar 4.23 Uji makro spesimen tekan variasi temperatur <i>curing</i> 80°C .....	59
Gambar 4.24 Uji makro spesimen tekan variasi temperatur <i>curing</i> 100°C .....	60
Gambar 4.25 Uji makro spesimen tekan variasi temperatur <i>curing</i> 120°C .....	60
Gambar 4.26 Uji makro spesimen tekan variasi temperatur <i>post curing</i> 80°C.....	61
Gambar 4.27 Uji makro spesimen tekan variasi temperatur <i>post curing</i> 100°C...	61
Gambar 4.28 Uji makro spesimen tekan variasi temperatur <i>post curing</i> 120°C...	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi sifat mekanis material <i>frame</i> sepeda.....	10
Tabel 2.2 Sifat mekanis <i>carbon fiber</i> TC35-12K.....	14
Tabel 2.3 Spesifikasi resin epoksi .....	16
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Universal Testing Machine</i> (UTM) zwick roell.....	27
Tabel 3.2 Carbon fiber TC35-12K.....	28
Tabel 3.3 Variasi temperatur <i>curing</i> .....	31
Tabel 3.4 Variasi temperatur <i>post curing</i> .....	31
Tabel 4.1 Hasil perhitungan nilai kuat tarik material komposit <i>carbon/epoxy</i> pada temperatur <i>curing</i> 80°C, 100°C, 120°C .....	35
Tabel 4.2 Hasil perhitungan nilai modulus elastisitas material komposit <i>carbon/epoxy</i> pada temperatur <i>curing</i> 80°C, 100°C, 120°C .....	36
Tabel 4.3 Hasil perhitungan nilai regangan tarik material komposit <i>carbon/epoxy</i> pada temperatur <i>curing</i> 80°C, 100°C, 120°C .....	37
Tabel 4.4 Hasil perhitungan nilai kuat tarik material komposit <i>carbon/epoxy</i> pada temperatur <i>post curing</i> 80°C, 100°C, 120°C.....	39
Tabel 4.5 Hasil perhitungan nilai modulus elastisitas material komposit <i>carbon/epoxy</i> pada temperatur <i>post curing</i> 80°C, 100°C, 120°C.....	40
Tabel 4.6 Hasil perhitungan nilai regangan tarik material komposit <i>carbon/epoxy</i> pada temperatur <i>post curing</i> 80°C, 120°C, 120°C.....	41
Tabel 4.7 Hasil perhitungan nilai kekakuan tekan material komposit <i>carbon/epoxy</i> pada temperatur <i>curing</i> 80°C, 100°C, 120°C .....	50
Tabel 4.8 Hasil perhitungan nilai modulus tekan material komposit <i>carbon/epoxy</i> pada temperatur <i>curing</i> 80°C, 100°C, 120°C .....	51
Tabel 4.9 Hasil perhitungan nilai kekakuan tekan material komposit <i>carbon/epoxy</i> pada temperatur <i>post curing</i> 80°C, 100°C, 120°C.....	53

Tabel 4.10 Hasil perhitungan nilai modulus tekan material komposit  
*carbon/epoxy* pada temperatur *post curing* 80°C, 100°C, 120°C..... 54

## **DAFTAR PERSAMAAN**

Persamaan 2.1 .....	20
Persamaan 2.2 .....	20
Persamaan 2.3 .....	21
Persamaan 2.4 .....	22
Persamaan 2.5 .....	22
Persamaan 2.6 .....	23

## DAFTAR NOTASI

$M_c$ = massa komposit	(gr)
$M_f$ = massa fiber	(gr)
$M_m$ = massa matriks	(gr)
$V_c$ = volume komposit	(cm <sup>3</sup> )
$V_f$ = volume <i>fiber</i>	(cm <sup>3</sup> )
$V_m$ = volume matriks	(cm <sup>3</sup> )
$V_v$ = volume voids	(cm <sup>3</sup> )
$\rho_c$ = massa jenis <i>fiber</i>	(gr)
$\rho_m$ = massa jenis matriks	(gr)
$\sigma$ = Tegangan normal	(Mpa)
$F$ = Gaya yang bekerja	(N)
$A_0$ = Luas penampang patahan	(mm <sup>2</sup> )
$\varepsilon$ = Regangan normal	(%)
$\Delta L$ = pertambahan panjang	(mm)
$L_0$ = Panjang mula-mula	(mm)
$L$ = Panjang akhir	(mm)
$E$ = Modulus elastisitas	(Mpa)
$P_s$ = <i>pipe stiffness</i>	(Mpa).
$P_d$ = <i>pipe deflection</i>	(%).

## PERSEMBAHAN

*Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah skripsi ini saya persembahkan untuk ibu saya tercinta ibu **Tubaryati** terima kasih atas doa, motivasi, perhatian, dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penyusun.*

## **MOTTO**

*“Barang siapa yang bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut  
untuk kebaikan dirinya sendiri.”*

**(Qs. Al-Ankabut: 6)**

*“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada  
berputus dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kufur.”*

**(Qs. Yusuf: 87)**

*“Bertaqwalah pada Allah maka Allah akan mengajarimu.  
Sesungguhnya Allah maha mengetahui segala sesuatu.”*

**(Qs. Al-Baqarah: 282)**