

No. 57/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2025

SKRIPSI

**EFEK VARIASI SUHU PEMANASAN TERHADAP SIFAT
MEKANIK TULANGAN GFRP**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh:

Ratu Anugrah Ramadhani

NIM 2101421004

Pembimbing 1:

Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T.

NIP. 197303181998022004

Pembimbing 2:

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.

NIP. 199111222019031010

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi Berjudul:

EFEK VARIASI SUHU PEMANASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK TULANGAN GFRP

Yang disusun oleh **Ratu Anugrah Ramadhani (2101421004)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam Sidang Skripsi

Pembimbing I

Dr. Anis Rosyidah., S.Pd., S.S.T., M.T.

NIP. 197303181998022004

Pembimbing II

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.

NIP. 199111222019031010



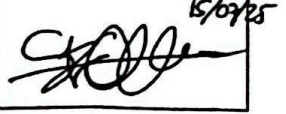
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul:

**EFEK VARIASI SUHU PEMANASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK
TULANGAN GFRP** yang disusun oleh **Ratu Anugrah Ramadhani
(2101421004)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi di depan Tim Penguji
pada hari Rabu, 02 Juli 2025.

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Tri Widya Swastika, S.T., M.T. NIP 198604292014042001	
Anggota	Andrias Rudi Hermawan, S.T., M.T. NIP 196601181990111001	
Anggota	Sukarman, S.Pd., M.Eng. NIP 199306052020121013	 15/07/25

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Istiatun, S.T., M.T.
NIP 196605181990102001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Ratu Anugrah Ramadhani

NIM : 2101421004

Program Studi : D4-Teknik Konstruksi Gedung

Alamat Email : ratu.anugrah.ramadhani.ts21@mhs.w.pnj.ac.id

Judul Naskah : Efek Variasi Suhu Pemansan Terhadap Sifat Mekanik Tulangan GFRP

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 01 Juni 2025

Ratu Anugrah

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Efek Variasi Suhu Pemanasan Terhadap Sifat Mekanik Tulangan GFRP dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan Program Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada keluarga penulis yang senantiasa menjadi sumber kekuatan, semangat, dan doa dalam setiap langkah. Terutama kepada kedua orang tua tercinta, yang telah membesarkan, membimbing, dan mendidik penulis dengan penuh kasih sayang, ketulusan, serta dukungan tanpa henti.
2. Ibu Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa membimbing dan memberikan arahan kepada penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa membimbing dan memberikan saran kepada penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Ibu Istiatun, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung D4 Teknik Konstruksi Gedung.
6. Kepada Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, atas ilmu, bimbingan, dan dedikasi yang telah diberikan selama masa perkuliahan, yang menjadi dasar penting dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Rafi Ubaidillah Rachman, yang telah memberikan dukungan moral, semangat, dan kehadiran yang berarti selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh rekan mahasiswa Teknik Konstruksi Gedung angkatan 2021, atas kebersamaan, semangat, dan dukungan yang selalu diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat berbagai kekurangan yang tidak dapat dihindari. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis membuka diri terhadap kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca yang membutuhkan.



Depok, 01 Juni 2025

Ratu Anugrah Ramadhani



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Material Komposit <i>Glass Fiber Reinforced Polymer</i>	8
2.2.1 Kuat Tarik	9
2.2.2 Modulus Elastisitas	12
2.3 Tulangan Baja.....	13
2.3.1 Kuat Tarik	14
2.3.2 Modulus elastisitas.....	16
2.4 Pengaruh Suhu terhadap Sifat Mekanik Tulangan GFPR	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Gambaran Umum	19
3.2 Rancangan Penelitian	19
3.3 Lokasi & Waktu Penelitian.....	19
3.4 Objek Penelitian	20
3.5 Peralatan dan Bahan yang Digunakan	21

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.5.1 Perlengkapan K3	21
3.5.2 Peralatan Pengujian.....	21
3.5.3 Bahan Pengujian	22
3.6 Tahapan Penelitian.....	23
3.6.1 Studi Literatur	24
3.6.2 Pengumpulan Data	24
3.6.3 Persiapan Alat & Bahan.....	24
3.6.4 Proses Pemanasan Benda Uji.....	24
3.6.5 Proses Pemasangan Grip.....	25
3.6.6 Pengujian Sifat Mekanik.....	25
3.6.7 Analisis Hasil Pengujian	27
3.6.8 Interpretasi Hasil.....	27
3.6.9 Kesimpulan	27
3.7 Standar yang Digunakan.....	27
3.8 Luaran.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Proses Experimen	29
4.1.1 Proses Pemanasan Spesimen	29
4.1.2 Pembuatan Grip	30
4.2 Analisis Data Pengujian.....	33
4.2.1 Hasil dan Analisis Kuat Tarik Tulangan GFRP	33
4.2.2 Hasil dan Analisis Data Modulus Elastisitas Tulangan GFRP	40
4.2.3 Hasil dan Analisis Kuat Tarik Tulangan Baja.....	57
4.2.4 Hasil dan Analisis Data Modulus Elastisitas Tulangan Baja	65
4.3 Analisis Perbandingan Nilai Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas Tulangan GFRP dan Tulangan Baja.	82
4.3.1 Perbandingan Hasil Kuat Tarik.....	82
4.3.2 Perbandingan Hasil Modulus Elastisitas.....	85
BAB V PENUTUP	89
5.1 Kesimpulan.....	89
5.2 Saran	90
LAMPIRAN.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Hubungan Regangan-Tegangan Tulangan GFRP	12
Gambar 2. 2 Bentuk Penampang Benda Uji Tarik	14
Gambar 2. 3 Diagram Tegangan-Regangan Tulangan Baja	16
Gambar 2. 4 Tahap Degradasi Tulangan GFRP	18
Gambar 3. 1 Hubungan Antar Kedua Variabel Penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian	20
Gambar 3. 3 Diagram Alir.....	23
Gambar 3. 4 Ukuran Grip.....	25
Gambar 4. 1 Warna Tulangan GFRP Suhu Ruang (a); Suhu 100°C (b); Suhu 250°C (c); Suhu 450°C (d).	30
Gambar 4. 2 Warna Tulangan Baja Pada 4 Variasi Suhu	30
Gambar 4. 3 Pembuatan Grip Menggunakan FRP Sheet	31
Gambar 4. 4 Hasil Pembuatan Grip	32
Gambar 4. 5 Grip Baja	32
Gambar 4. 6 Grafik Rekapitulasi Rata-Rata Kuat Tarik Tul. GFRP diameter 6 mm	36
Gambar 4. 7 Grafik Rekapitulasi Rata-Rata Kuat Tarik Tulangan GFRP D-8 mm	39
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan GFRP Suhu Ruang-6 mm	42
Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan V2-6 mm	44
Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Suhu 250°C -6 mm	45
Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Suhu 450°C 6 mm	47
Gambar 4. 12 Grafik Rekapitulasi Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP D-6 mm	48
Gambar 4. 13 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan GFRP Suhu Ruang-8 mm	50
Gambar 4. 14 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Suhu 100°C -8 mm	51
Gambar 4. 15 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Suhu 250°C	53
Gambar 4. 16 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Suhu 450°C	55
Gambar 4. 17 Diagram Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas GFRP Diameter 8 mm	56
Gambar 4. 18 Grafik Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Baja Diameter 6 mm	61
Gambar 4. 19 Grafik Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Baja Diameter 8 mm	64
Gambar 4. 20 Contoh Analisis Regresi Linear	66
Gambar 4. 21 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Baja Suhu Ruang-6 mm	67
Gambar 4. 22 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Baja Suhu 100°C -6 mm	69

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 23 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Baja Suhu 250°C -6 mm.....	70
Gambar 4. 24 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Suhu 450°C-6 mm.....	72
Gambar 4. 25 Grafik Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Baja Diameter 6 mm	73
Gambar 4. 26 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Suhu Ruang-8 mm.....	75
Gambar 4. 27 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan 100°C - 8 mm	76
Gambar 4. 28 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Suhu 250°C-8 mm.....	78
Gambar 4. 29 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Suhu 450°C-8 mm.....	80
Gambar 4. 30 Grafik Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Baja Diameter 8 mm	81
Gambar 4. 31 Perbandingan Kuat Tarik GFRP & Baja D-6 mm	83
Gambar 4. 32 Perbandingan Kuat Tarik GFRP & Baja D-8 mm	85
Gambar 4. 33 Perbandingan Modulus Elastisitas GFRP & Baja D-6 mm.....	86
Gambar 4. 34 Perbandingan Modulus Elastisitas GFRP & Baja D-8 mm.....	88

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2. 2 Sifat Material Tulangan GFRP	9
Tabel 2. 3 Sifat Tarik Tulangan GFRP & Tulangan Baja	11
Tabel 2. 4 Persyaratan Panjang Benda Uji	11
Tabel 2. 5 Ukuran Benda Uji Tarik	15
Tabel 2. 6 Pengaturan Laju Regangan.....	15
Tabel 2. 7 Sifat Mekanis Tulangan Baja	15
Tabel 3. 1 Variasi Suhu & Jumlah Spesimen	20
Tabel 3. 2 Peralatan Pengujian.....	21
Tabel 3. 3 Bahan Pengujian.....	22
Tabel 4. 1 Nilai Kuat Tarik Suhu Ruang	34
Tabel 4. 2 Nilai Kuat Tarik Suhu 100°C	34
Tabel 4. 3 Nilai Kuat Tarik Suhu 250°C	35
Tabel 4. 4 Nilai Kuat Tarik Suhu 450°C	35
Tabel 4. 5 Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 6 mm.....	36
Tabel 4. 6 Nilai Kuat Tarik Suhu Ruang	37
Tabel 4. 7 Nilai Kuat Tarik Suhu 100°C	37
Tabel 4. 8 Nilai Kuat Tarik Suhu 250°C	38
Tabel 4. 9 Nilai Kuat Tarik Suhu 450°C	38
Tabel 4. 10 Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Tul. GFRP Diameter 8 mm.....	39
Tabel 4. 11 Tegangan-Regangan Tul. GFRP Suhu Ruang	41
Tabel 4. 12 Hasil Modulus Elastisitas Suhu Ruang	42
Tabel 4. 13 Tegangan-Regangan Tul. GFRP Suhu 100°C	43
Tabel 4. 14 Hasil Modulus Elastisitas Suhu 100°C	44
Tabel 4. 15 Tegangan-Regangan Tul. GFRP Suhu 250°C	45
Tabel 4. 16 Hasil Modulus Elastisitas Suhu 250°C	46
Tabel 4. 17 Tegangan-Regangan Tul. GFRP Suhu 450°C	46
Tabel 4. 18 Hasil Modulus Elastisitas Suhu 450°C	47
Tabel 4. 19 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tul. GFRP Diameter 6 mm	48
Tabel 4. 20 Tegangan-Regangan GFRP Suhu Ruang.....	49
Tabel 4. 21 Hasil Modulus Elastisitas Suhu Ruang	50
Tabel 4. 22 Tegangan-Regangan GFRP Suhu 100°C.....	51

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 23 Hasil Modulus Elastisitas Suhu 100°C	52
Tabel 4. 24 Tegangan-Regangan Tul. GFRP Suhu 250°C	52
Tabel 4. 25 Hasil Modulus Elastisitas Suhu 250°C	53
Tabel 4. 26 Tegangan-Regangan Tul. GFRP Suhu 450°C	54
Tabel 4. 27 Hasil Modulus Elastisitas Suhu 450°C	55
Tabel 4. 28 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas GFRP Diameter 8 mm	56
Tabel 4. 29 Nilai Kuat Tarik Suhu Ruang	58
Tabel 4. 30 Nilai Kuat Tarik Suhu 100°C	59
Tabel 4. 31 Nilai Kuat Tarik Suhu 250°C	59
Tabel 4. 32 Nilai Kuat Tarik Suhu 450°C	60
Tabel 4. 33 Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Baja Diameter 6 mm	60
Tabel 4. 34 Nilai Kuat Tarik Suhu Ruang	62
Tabel 4. 35 Nilai Kuat Tarik Suhu 100°C	62
Tabel 4. 36 Nilai Kuat Tarik Suhu 250°C	63
Tabel 4. 37 Nilai Kuat Tarik Suhu 450°C	63
Tabel 4. 38 Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Baja Diameter 8 mm	64
Tabel 4. 39 Tegangan-Regangan Baja Suhu Ruang	66
Tabel 4. 40 Hasil Modulus Elastisitas Suhu Ruang	67
Tabel 4. 41 Tegangan-Regangan Baja Suhu 100°C	68
Tabel 4. 42 Hasil Modulus Elastisitas Suhu 100°C	69
Tabel 4. 43 Tegangan-Regangan Baja Suhu 250°C	69
Tabel 4. 44 Hasil Modulus Elastisitas Suhu 250°C	70
Tabel 4. 45 Tegangan-Regangan Baja Suhu 450°C	71
Tabel 4. 46 Hasil Modulus Elastisitas Suhu 450°C	72
Tabel 4. 47 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Baja Diameter 6 mm	73
Tabel 4. 48 Tegangan-Regangan Baja Suhu Ruang	74
Tabel 4. 49 Hasil Modulus Elastisitas Suhu Ruang	75
Tabel 4. 50 Tegangan-Regangan Baja Suhu 100°C	76
Tabel 4. 51 Hasil Modulus Elastisitas Suhu 100°C	77
Tabel 4. 52 Tegangan-Regangan Baja Suhu 250°C	77
Tabel 4. 53 Hasil Modulus Elastisitas Suhu 250°C	78
Tabel 4. 54 Tegangan-Regangan Baja Suhu 450°C	79
Tabel 4. 55 Hasil Modulus Elastisitas Suhu 450°C	80



Tabel 4. 56 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Baja Diameter 8 mm	81
Tabel 4. 57 Hasil Kuat Tarik Tulangan GFRP & Baja D-6 mm.....	82
Tabel 4. 58 Hasil Kuat Tarik Tulangan GFRP & Baja D-8 mm.....	84
Tabel 4. 59 Hasil Modulus Elastisitas Tulangan GFRP & Baja D-6 mm	86
Tabel 4. 60 Hasil Modulus Elastisitas Tulangan GFRP & Baja D-8 mm	87



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 FORM SI-1 (Pernyataan Calon Pembimbing)	94
LAMPIRAN 2 FORM SI-2 (Lembar Pengesahan).....	97
LAMPIRAN 3 FORM SI-3 (Lembar Asistensi)	99
LAMPIRAN 4 FORM SI-4 & SI-5 (Lembar Persetujuan Pembimbing & Penguji)	105
LAMPIRAN 5 FORM SI-7 (Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi)	113
LAMPIRAN 6 Dokumentasi Kegiatan	115
LAMPIRAN 7 Jadwal Penelitian.....	119





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam bidang konstruksi, kebutuhan akan material yang tahan korosi, ringan, dan memiliki kekuatan mekanik yang memadai terus meningkat. Salah satu material yang sering digunakan adalah *Glass Fiber-Reinforced Polymer* (GFRP), yang merupakan inovasi dalam desain struktur yang mumpuni karena tulangan GFRP ringan, tidak korosif, dan memiliki kekuatan tinggi dan sering dijadikan alternatif tulangan baja pada struktur beton bertulang (Rosyidah et al., 2018). GFRP digunakan khususnya di lingkungan dengan risiko korosi tinggi, seperti daerah pesisir atau kawasan industri (Wang et al., 2017).

GFRP terdiri dari serat kaca sebagai penguat dan matriks resin sebagai pengikat. Kombinasi ini memberikan kekuatan tarik yang baik, namun sifat mekanik GFRP dapat terpengaruh oleh perubahan suhu terutama pada suhu tinggi (Hajiloo et al., 2018). Kondisi kritis akibat suhu tinggi terjadi ketika suhu mencapai *glass transition temperature* (T_g) dari matriks polimer, yaitu saat resin mulai melunak sehingga kemampuan resin untuk mengikat serat melemah, yang menyebabkan penurunan kapasitas transfer tegangan antar serat dan mengurangi kemampuan material dalam menahan beban (Bazli et al., 2020).

Dalam penggunaannya, tulangan GFRP sering kali terpapar suhu tinggi akibat berbagai faktor, seperti paparan sinar matahari, kebakaran, atau kondisi lingkungan tertentu. Pemanasan ini dapat memengaruhi sifat mekanik GFRP, termasuk penurunan kekuatan tarik dan modulus elastisitas (Jahanzaib et al., 2021). Untuk mengetahui perubahan tersebut, diperlukan pengujian yang mensimulasikan berbagai kondisi suhu (ASTM D7205M-21).

GFRP diketahui kehilangan sebagian kekuatannya pada suhu sekitar 250°C, dengan penurunan sifat mekanik yang signifikan terjadi di atas suhu 400°C (Jahanzaib et al., 2021). Pada penelitian lain menyatakan bahwa suhu tinggi di atas 300°C yang mengakibatkan kekuatan tarik menurun 84.5% dan modulus elastisitas stabil menurun hingga 17.7% pada 400°C (Zhou et al., 2022).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Karakteristik material tulangan GFRP sangat bervariasi tergantung pada beberapa faktor, termasuk jenis dan proporsi serat dan resin, serta kontrol kualitas produk akhirnya (ACI 440.1R-15). Oleh karena itu pengujian lebih lanjut masih diperlukan untuk mengevaluasi pengaruh suhu tinggi terhadap berbagai jenis tulangan GFRP, terutama pada produk baru dengan konfigurasi resin dan serat yang berbeda.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi suhu terhadap sifat mekanik tulangan GFRP, seperti kekuatan tarik dan modulus elastisitas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi untuk pengembangan dan penerapan GFRP dalam berbagai kondisi lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana variasi suhu pemanasan mempengaruhi kekuatan tarik tulangan GFRP?
2. Bagaimana variasi suhu pemanasan mempengaruhi modulus elastisitas tulangan GFRP?
3. Bagaimana nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas tulangan GFRP dibandingkan dengan tulangan baja?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi suhu pemanasan terhadap kekuatan tarik tulangan GFRP.
2. Menganalisis pengaruh variasi suhu pemanasan terhadap modulus elastisitas tulangan GFRP.
3. Membandingkan nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas tulangan GFRP dan tulangan baja.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan arahan dan upaya agar masalah tidak menjadi meluas. Adapun batasan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya mengkaji pengaruh pemanasan terhadap tulangan GFRP pada tiga variasi suhu, yaitu 100°C, 250°C, dan 450°C, dengan durasi pemanasan selama 3 jam untuk setiap suhu.
2. Penelitian ini akan menggunakan GFRP dari PT Kuria Komposite Teknologi Indonesia.
3. Fokus penelitian ini terbatas pada analisis sifat mekanik GFRP, khususnya kekuatan tarik dan modulus elastisitas, pada material GFRP.
4. Penelitian ini hanya difokuskan pada tulangan GFRP dengan diameter 6 mm dan 8 mm, disesuaikan dengan keterbatasan alat dan fasilitas pengujian yang tersedia.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun berdasarkan pedoman skripsi. Adapun sistematika yang digunakan terdiri dari 5 (lima) bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang dalam penulisan, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang penelitian terdahulu serta landasan teori yang membahas tentang GFRP, tulangan baja, sifat mekanik tulangan, pengaruh pemanasan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini terdiri atas gambaran umum penelitian, rancangan penelitian, objek penelitian, tahapan penelitian, penggunaan peraturan, dan luaran penelitian.



BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data-data yang digunakan dalam penelitian, kajian dari data-data penelitian, serta pembahasan dari hasil analisis dan pengujian yang didapatkan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang didapatkan disertai dengan saran untuk penelitian selanjutnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap pengaruh variasi suhu pemanasan terhadap sifat mekanik tulangan GFRP, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kuat tarik tulangan GFRP menurun seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan. Nilai tertinggi kuat tarik diperoleh pada suhu ruang, dan terus berkurang pada suhu 100°C, 250°C, hingga 450°C. Penurunan ini terjadi karena resin yang menyatukan serat kaca dalam GFRP mulai melemah ketika terkena panas, sehingga material tidak lagi sekuat sebelumnya. Semakin tinggi suhu, semakin besar pengaruhnya terhadap kekuatan tarik GFRP.
2. Modulus elastisitas tulangan GFRP menunjukkan perubahan akibat pemanasan. Hasil pengujian menunjukkan adanya penurunan nilai modulus elastisitas secara bertahap pada spesimen yang diuji pada suhu lebih tinggi. Nilai modulus tertinggi terdapat pada kondisi suhu ruang, kemudian menurun pada suhu 100°C hingga 450°C. Penurunan ini menandakan bahwa kekakuan material turut terpengaruh oleh suhu, yang kemungkinan besar berkaitan dengan perubahan sifat fisik dan kimiawi resin akibat panas.
3. Hasil perbandingan antara tulangan GFRP dan baja menunjukkan bahwa GFRP memiliki nilai kuat tarik yang lebih tinggi dibandingkan tulangan baja berdiameter sama pada seluruh variasi suhu yang diuji, yaitu suhu ruang hingga 450°C. Sebaliknya, nilai modulus elastisitas tulangan baja secara konsisten lebih tinggi dibandingkan GFRP, menunjukkan bahwa baja memiliki kekakuan yang lebih besar. Perbedaan ini mencerminkan karakteristik dasar dari kedua material. GFRP, sebagai material komposit berbasis serat kaca dalam matriks resin, dirancang untuk menahan gaya tarik tinggi namun dengan tingkat kekakuan yang lebih rendah. Sementara itu, baja sebagai material logam isotropik memiliki struktur kristal yang seragam, yang memungkinkannya menahan deformasi elastis dengan lebih stabil dan kaku, meskipun kekuatannya lebih terbatas. Dengan demikian, GFRP lebih unggul dalam hal kekuatan tarik, sedangkan baja lebih unggul dalam hal kekakuan material.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Berdasarkan hasil penelitian, GFRP mampu mempertahankan kekuatan tarik yang tinggi meskipun telah mengalami perlakuan panas pada berbagai suhu. Hal ini menunjukkan bahwa GFRP merupakan inovasi material struktural yang unggul, karena tetap memberikan performa mekanik yang baik setelah terpapar suhu tinggi. Keunggulan ini menjadikan GFRP sebagai alternatif yang menjanjikan untuk digunakan pada struktur yang berisiko terhadap paparan panas atau kebakaran.

5.2 Saran

Dari penelitian ini, penulis dapat memberi saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi sifat mekanik tulangan GFRP yang telah mengalami pemanasan awal, kemudian dipanaskan kembali (pemanasan berulang), hal ini penting untuk mensimulasikan kondisi nyata seperti kebakaran berulang.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variasi suhu yang lebih detail, termasuk suhu di bawah 100°C dan di antara 250°C – 450°C , serta memvariasikan durasi pemanasan untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap sifat mekanik GFRP.
3. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan berbagai jenis GFRP dari produsen berbeda, guna membandingkan pengaruh komposisi resin dan jenis serat terhadap ketahanan termal. Hal ini penting karena perbedaan formulasi dapat memberikan hasil yang berbeda secara signifikan.
4. Material GFRP memiliki keunggulan berupa kekuatan tarik yang tinggi, sehingga cocok digunakan sebagai tulangan pada elemen struktur non-struktural atau sekunder seperti pelat lantai, trotoar, atau struktur yang tidak memerlukan perilaku daktil. Namun, untuk aplikasi pada struktur utama bangunan tahan gempa seperti balok dan kolom, penggunaan GFRP tidak disarankan. Hal ini dikarenakan GFRP merupakan material yang *brittle* (getas) dan tidak memiliki nilai daktilitas yang memadai.



DAFTAR PUSTAKA

- ACI 440.1R. 2015. American Concrete Institute.
- ACI 440.1R-15. 2015. *Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer FRP Bars*. American Concrete Institute.
- “ASTM D7205M.” 2021. ASTM International.
https://doi.org/10.1520/D7205_D7205M-21.
- Bazli, Milad, Armin Jafari, Hamed Ashrafi, Xiao Ling Zhao, Yu Bai, and R. K. Singh Raman. 2020. “Effects of UV Radiation, Moisture and Elevated Temperature on Mechanical Properties of GFRP Pultruded Profiles.” *Construction and Building Materials* 231 (January). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117137>.
- Gooranorimi, Omid, Wimal Suaris, Edward Dauer, and Antonio Nanni. 2016. “Microstructural Investigation of Glass Fiber Reinforced Polymer Bars 1.”
- Hajiloo, Hamzeh, Mark F. Green, and John Gales. 2018. “Mechanical Properties of GFRP Reinforcing Bars at High Temperatures.” *Construction and Building Materials* 162 (February):142–54.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.025>.
- Jahanzaib, and Zahra Kharal. 2022. “Empirical Model for Temperature-Dependent Tensile Strength of Glass Fiber-Reinforced Polymer Bars.” *ACI Structural Journal* 119 (3): 307–20. <https://doi.org/10.14359/51734498>.
- Jahanzaib, Zahra Kharal, and Shamim A. Sheikh. 2021. “Behavior of Glass Fiber-Reinforced Polymer Bar Coupons under Sustained Load and High Temperatures.” *ACI Structural Journal* 118 (2): 139–52.
<https://doi.org/10.14359/51728188>.
- Liu, Hongbo, Thierno Aliou Ka, Nianjiu Su, Yaoyu Zhu, Shuai Guan, Jinxi Long, and T. Tafsirojjaman. 2024. “Experimental Study of Dimensional Effects on Tensile Strength of GFRP Bars.” *Buildings* 14 (5).
<https://doi.org/10.3390/buildings14051205>.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Najafabadi, Esmaeil Pournamazian, Asghar Vatani Oskouei, Mohammad Houshmand Khaneghahi, Parham Shoaie, and Togay Ozbakkaloglu. 2019. "The Tensile Performance of FRP Bars Embedded in Concrete under Elevated Temperatures." *Construction and Building Materials* 211 (June):1138–52. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.239>.

Rosyidah, Anis, I Ketut Sucita, and Fery Hidayat. 2018. "The Bond Strength of Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Reinforcement with Monolith Concrete" 8 (2).

"RSNI 3." 2024.

Setya Budi, Gatot. 2021. "PENGUJIAN KUAT TARIK DAN MODULUS ELASTISITAS TULANGAN BAJA (KAJIAN TERHADAP TULANGAN BAJA DENGAN SUDUT BENGKOK 45°, 90°, 135°)."

"SNI 2052." 2017. www.bsn.go.id.

"SNI 8970:2021." n.d.

SNI_8389. 2017. "SNI 8389:2017." www.bsn.go.id.

Wang, Zike, Xiao Ling Zhao, Guijun Xian, Gang Wu, R. K. Singh Raman, Saad Al-Saadi, and Asadul Haque. 2017. "Long-Term Durability of Basalt- and Glass-Fibre Reinforced Polymer (BFRP/GFRP) Bars in Seawater and Sea Sand Concrete Environment." *Construction and Building Materials* 139 (May):467–89. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.02.038>.

Zhou, Chunheng, Jinjing Pan, Zihua Zhang, and Yaohong Zhu. 2022. "Comparative Study on the Tensile Mechanical Behavior of GFRP Bars under and after High Temperature Exposure." *Case Studies in Construction Materials* 16 (June). <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00905>.