

No. 44/SKRIPSI/S.TR-TKG/2026

SKRIPSI

**PENGARUH KONDISI EKSTREM TERHADAP SIFAT
MEKANIK TULANGAN *GLASS FIBER-REINFORCED*
POLYMER (GFRP)**



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

Disusun Oleh :

**Nazwa Anatasya
NIM 2201421033**

Pembimbing :

**Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T.
NIP. 197303181998022004**

**Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.
NIP. 199111222019031010**

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

2026



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi Berjudul :

**PENGARUH KONDISI EKSTREM TERHADAP SIFAT MEKANIK
TULANGAN *GLASS FIBER-REINFORCED POLYMER* (GFRP)** yang disusun
oleh **Nazwa Anatasya (NIM 2201421033)** telah disetujui dosen pembimbing
untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi**

Pembimbing 1

Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T.
NIP. 197303181998022004

Pembimbing 2

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.
NIP. 199111222019031010



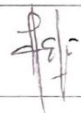
Hak Cipta :

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

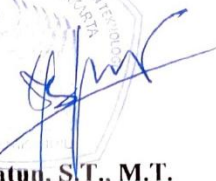
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Berjudul :

**PENGARUH KONDISI EKSTREM TERHADAP SIFAT MEKANIK
TULANGAN *GLASS FIBER-REINFORCED POLYMER (GFRP)* yang disusun
oleh **Nazwa Anatasya (NIM 2201421033)** telah dipertahankan dalam **Sidang
Skripsi** di depan Tim Penguji pada hari Selasa tanggal 23 Juni 2026**

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Amalia, S.Pd., S.S.T., M.T. NIP 197401311998022001	
Anggota	Rafie Itharani Ulkhaq, S.T., M.T. NIP 199510112024062001	
Anggota	Hendrian Budi Bagus K, S.T., M.Eng. NIP 198905272022031004	

**Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta**


Istiatun, S.T., M.T.
NIP 195912131986031004



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Nazwa Anatasya
NIM : 2201421033
Alamat Email : nazwa.anatasya.ts22@mhs.w.pnj.ac.id
Judul Naskah : Pengaruh Kondisi Ekstrem Terhadap Sifat Mekanik Tulangan *Glass Fiber-Reinforced Polymer* (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 dikemudian 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.

Depok, 10 Juni 2026
Yang menyatakan,

Nazwa Anatasya



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Pengaruh Kondisi Ekstrem terhadap Sifat Mekanik Tulangan *Glass Fiber-Reinforced Polymer* (GFRP)** dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Konstruksi Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai hambatan. Namun berkat doa, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, dan semangat tanpa henti kepada penulis.
2. Ibu Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, serta arahan dalam penulisan 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 D4 Teknik Konstruksi Gedung.
6. Seluruh dosen, tenaga kependidikan, dan staf administrasi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
7. PT Kuria Composite Teknologi yang telah mendukung penyediaan material dan fasilitas dalam penelitian ini.
8. Arief Bima Fajriawan dan Sinergi Rizaldi yang telah kebersamai penulis, memberikan bantuan, masukan, serta menjadi teman berdiskusi sejak awal proses penyusunan skripsi, pelaksanaan penelitian, hingga skripsi ini dapat diselesaikan.



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Konstruksi Gedung angkatan 2022 yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan kebersamaan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi.
10. Teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
11. Sahabat serta orang-orang terdekat yang selalu memberikan semangat, doa, dan motivasi kepada penulis.
12. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada diri sendiri atas usaha, ketekunan, dan perjuangan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik sipil.

Depok, 10 Juni 2026
Yang menyatakan,

Nazwa Anatasya

**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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 <i>Glass Fiber-Reinforced Polymer (GFRP)</i>	9
2.2.1 Kuat Tarik <i>Glass Fiber-Reinforced Polymer (GFRP)</i>	11
2.2.2 Modulus Elastisitas <i>Glass Fiber-Reinforced Polymer (GFRP)</i>	12
2.3 Pengaruh Suhu Terhadap Sifat Mekanik GFRP	14
2.4 Pengaruh Lingkungan Asam Terhadap Sifat Mekanik GFRP	15
2.5 Pengaruh Lingkungan Alkali Terhadap Sifat Mekanik GFRP	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Gambaran Umum	16



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2	Rancangan Penelitian	16
3.3	Objek Penelitian.....	16
3.4	Alat dan Bahan.....	17
3.5	Tahapan Penelitian	21
3.5.1	Studi Literatur	22
3.5.2	Persiapan Alat dan Bahan	22
3.5.3	Pengumpulan Data	22
3.5.4	Perlakuan Benda Uji	22
3.5.5	Pengkondisian Benda Uji Pasca Perlakuan	23
3.5.6	Pemasangan <i>Grip</i>	24
3.5.7	Pengujian Sifat Mekanik (Laboratorium)	24
3.5.8	Analisis Hasil Pengujian	26
3.5.9	Interpretasi Hasil.....	26
3.6	Luaran.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Proses Eksperimen.....	27
4.1.1	Proses Perlakuan Benda Uji.....	27
4.1.2	Proses Pengkondisian Benda Uji Pasca Perlakuan	30
4.2	Hasil dan Analisis Eksperimen Sifat Mekanik Tulangan GFRP Tanpa Perlakuan.....	31
4.2.1	Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan GFRP	31
4.2.2	Hasil Modulus Elastisitas Tulangan GFRP	33
4.2.3	Rekapitulasi Hasil dan Analisis Sifat Mekanik Tulangan GFRP	39
4.3	Hasil dan Analisis Eksperimen Variasi Suhu Tinggi terhadap Sifat Mekanik Tulangan GFRP	41
4.3.1	Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan GFRP.....	41
4.3.2	Hasil Modulus Elastisitas Tulangan GFRP	44
4.3.3	Rekapitulasi Hasil dan Analisis Sifat Mekanik Tulangan GFRP	55



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4	Hasil dan Analisis Eksperimen Lingkungan Asam pada Tulangan GFRP	61
4.4.1	Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan GFRP	61
4.4.2	Hasil Modulus Elastisitas Tulangan GFRP	62
4.4.3	Rekapitulasi Hasil dan Analisis Sifat Mekanik Tulangan GFRP	69
4.5	Hasil dan Analisis Eksperimen Lingkungan Alkali pada Tulangan GFRP	72
4.5.1	Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan GFRP	73
4.5.2	Hasil Modulus Elastisitas Tulangan GFRP	74
4.5.3	Rekapitulasi Hasil dan Analisis Sifat Mekanik Tulangan GFRP	81
4.6	Analisis Perbandingan Sifat Mekanik Tulangan GFRP Berdasarkan Diameter pada Berbagai Kondisi Perlakuan	84
4.6.1.	Analisis Sifat Mekanik Tulangan GFRP Diameter 6 mm pada Berbagai Kondisi Perlakuan	84
4.6.2.	Analisis Sifat Mekanik Tulangan GFRP Diameter 8 mm pada Berbagai Kondisi Perlakuan	88
4.6.3.	Analisis Sifat Mekanik Tulangan GFRP Diameter 10 mm pada Berbagai Kondisi Perlakuan	91
4.7	Rekapitulasi dan Perbandingan Sifat Mekanik Tulangan GFRP pada Seluruh Variasi Perlakuan	95
4.7.1.	Analisis Rekapitulasi Kuat Tarik Rata- Rata Tulangan GFRP pada Seluruh Variasi Perlakuan	95
4.7.2.	Analisis Rekapitulasi Modulus Elastisitas Rata- Rata Tulangan GFRP pada Seluruh Variasi Perlakuan	96
BAB V	PENUTUP	99
5.1	Kesimpulan	99
5.2	Saran	100
DAFTAR	PUSTAKA	101



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 1 Nilai Regangan-Tegangan yang Digunakan untuk Mencari Nilai Modulus Elastisitas	105
LAMPIRAN 2 Dokumentasi Kegiatan	153
LAMPIRAN 3 Form SI-1 (Pernyataan Calon Pembimbing).....	157
LAMPIRAN 4 Form SI-2 (Lembar Pengesahan)	160
LAMPIRAN 5 FORM SI-3 (Lembar Asistensi).....	162
LAMPIRAN 6 FORM SI-4 (Lembar Persetujuan Pembimbing)	165
LAMPIRAN 7 FORM SI-5 (Lembar Persetujuan Penguji).....	173
LAMPIRAN 8 FORM SI-7 (Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi ...	177





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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. 2 Keunggulan Material GFRP.....	10
Tabel 2. 3 Kekurangan Material GFRP.....	10
Tabel 2. 4 Sifat Material Tulangan GFRP	11
Tabel 2. 5 Karakteristik Kekuatan Tarik GFRP dan Baja.....	11
Tabel 3. 1 Variasi Perlakuan dan Jumlah Spesimen Tulangan	17
Tabel 3. 2 Peralatan Penelitian.....	18
Tabel 3. 3 Bahan Penelitian	19
Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan Visual Tulangan GFRP Setelah Pengkondisian.....	30
Tabel 4. 2 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 6 mm Tanpa Perlakuan	32
Tabel 4. 3 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 8 mm Tanpa Perlakuan	32
Tabel 4. 4 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 10 mm Tanpa Perlakuan	33
Tabel 4. 5 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Diameter 6 mm Tanpa Perlakuan.....	35
Tabel 4. 6 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Diameter 8 mm Tanpa Perlakuan.....	37
Tabel 4. 7 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Diameter 10 mm Tanpa Perlakuan.....	39
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Tulangan GFRP Tanpa Perlakuan	40
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Tanpa Perlakuan.....	40
Tabel 4. 10 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 6 mm pada Suhu 300 °C ...	41
Tabel 4. 11 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 8 mm pada Suhu 300°C	41
Tabel 4. 12 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 10 mm pada Suhu 300°C ..	42
Tabel 4. 13 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 6 mm pada Suhu 500 °C ...	42
Tabel 4. 14 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 8 mm pada Suhu 500 °C ..	43
Tabel 4. 15 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 10 mm pada Suhu 500 °C ..	43
Tabel 4. 16 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Diameter 6 mm Pada suhu 300 °C	45



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 17 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Diameter 8 mm Pada suhu 300 °C	47
Tabel 4. 18 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Diameter 10 mm Pada suhu 300 °C	49
Tabel 4. 19 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Diameter 6 mm Pada Suhu 500 °C	51
Tabel 4. 20 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Diameter 8 mm Pada Suhu 500 °C	53
Tabel 4. 21 Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Diameter 10 mm Pada Suhu 500 °C	55
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Tulangan GFRP pada Variasi Suhu Tinggi.....	56
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP pada Variasi Suhu Tinggi	58
Tabel 4. 24 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 6 mm pada Perendaman Larutan Asam.....	61
Tabel 4. 25 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 8 mm pada Perendaman Larutan Asam.....	62
Tabel 4. 26 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 10 mm pada Perendaman Larutan Asam.....	62
Tabel 4. 27 Nilai Rata-Rata Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 6 mm Pada Perendaman Larutan Asam	64
Tabel 4. 28 Nilai Rata-Rata Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 8 mm Pada Perendaman Larutan Asam	67
Tabel 4. 29 Nilai Rata-Rata Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 10 mm Pada Perendaman Larutan Asam	69
Tabel 4. 30 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Tulangan GFRP pada Perendaman Larutan Asam	69
Tabel 4. 31 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP pada Perendaman Larutan Asam	71
Tabel 4. 32 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 6 mm pada Perendaman Larutan Alkali	73
Tabel 4. 33 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 8 mm pada Perendaman Larutan Alkali	73



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. 34 Nilai Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 10 mm pada Perendaman Larutan Alkali	74
Tabel 4. 35 Nilai Rata-Rata Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 6 mm Pada Perendaman Larutan Alkali.....	76
Tabel 4. 36 Nilai Rata-Rata Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 8 mm Pada Perendaman Larutan Alkali.....	78
Tabel 4. 37 Nilai Rata-Rata Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 10 mm Pada Perendaman Larutan Alkali.....	80
Tabel 4. 38 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Tulangan GFRP pada Perendaman Larutan Alkali.....	81
Tabel 4. 39 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Tulangan GFRP pada Perendaman Larutan Alkali.....	82

**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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva Tegangan-Regangan GFRP dan Baja.....	13
Gambar 3. 1 Hubungan Antar Variabel Penelitian	16
Gambar 3. 2 Panjang Spesimen GFRP	17
Gambar 3. 3 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	21
Gambar 3. 7 Detail Grip GFRP.....	24
Gambar 3. 8 Setup Pengujian Tarik pada Tulangan GFRP	25
Gambar 4. 1 Kondisi Awal Benda Uji Sebelum Perlakuan	27
Gambar 4. 2 Tungku Suhu Benda Uji.....	28
Gambar 4. 3 Set Up Pemanasan Benda Uji.....	28
Gambar 4. 4 Tulangan GFRP Setelah Proses Suhu	29
Gambar 4. 5 Proses Perendaman Tulangan.....	29
Gambar 4. 6 Tulangan GFRP Setelah Proses Perendaman dalam Lingkungan Kimia	30
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 6 mm Tanpa Perlakuan.....	34
Gambar 4. 8 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 6 mm Tanpa Perlakuan.....	35
Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 8 mm Tanpa Perlakuan.....	36
Gambar 4. 10 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 8 mm Tanpa Perlakuan.....	37
Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 10 mm Tanpa Perlakuan.....	38
Gambar 4. 12 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP.....	39
Gambar 4. 13 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 6 mm Pada Suhu 300 °C	44
Gambar 4. 14 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 6 mm Pada Suhu 300 °C	45
Gambar 4. 15 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 8 mm Pada Suhu 300 °C	46



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 16 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 8 mm Pada Suhu 300 °C	47
Gambar 4. 17 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 10 mm Pada Suhu 300 °C	48
Gambar 4. 18 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 10 mm Pada Suhu 300 °C	49
Gambar 4. 19 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 6 mm Pada Suhu 500 °C	50
Gambar 4. 20 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 6 mm Pada Suhu 500 °C	51
Gambar 4. 21 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 8 mm Pada Suhu 500 °C	52
Gambar 4. 22 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 8 mm Pada Suhu 500 °C	53
Gambar 4. 23 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 10 mm Pada Suhu 500 °C	54
Gambar 4. 24 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 10 mm Pada Suhu 500 °C	55
Gambar 4. 25 Grafik Rekapitulasi Hasil Pengujian Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Pada Pemanasan Suhu Tinggi.....	56
Gambar 4. 26 Grafik Rekapitulasi Hasil Pengujian Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Pada Pemanasan Suhu Tinggi.....	59
Gambar 4. 27 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 6 mm Pada Perendaman Larutan Asam	63
Gambar 4. 28 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 6 mm Pada Perendaman Larutan Asam	64
Gambar 4. 29 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 8 mm Pada Perendaman Larutan Asam	65
Gambar 4. 30 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 8 mm Pada Perendaman Larutan Asam	66
Gambar 4. 31 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 10 mm Pada Perendaman Larutan Asam	67
Gambar 4. 32 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 10 mm Pada Perendaman Larutan Asam	68



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 33 Grafik Rekapitulasi Hasil Pengujian Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Pada Perendaman Larutan Asam	70
Gambar 4. 34 Grafik Rekapitulasi Hasil Pengujian Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Pada Perendaman Larutan Asam	71
Gambar 4. 35 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 6 mm Pada Perendaman Larutan Alkali.....	75
Gambar 4. 36 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 6 mm Pada Perendaman Larutan Alkali.....	76
Gambar 4. 37 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 8 mm Pada Perendaman Larutan Alkali.....	77
Gambar 4. 38 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 8 mm Pada Perendaman Larutan Alkali.....	78
Gambar 4. 39 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 10 mm Pada Perendaman Larutan Alkali.....	79
Gambar 4. 40 Grafik Regresi Linear Tegangan-Regangan Tulangan GFRP Diameter 10 mm Pada Perendaman Larutan Alkali.....	80
Gambar 4. 41 Grafik Rekapitulasi Hasil Pengujian Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Pada Perendaman Larutan Alkali.....	81
Gambar 4. 42 Grafik Rekapitulasi Hasil Pengujian Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas Pada Perendaman Larutan Alkali.....	83
Gambar 4. 43 Grafik Perbandingan Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 6 mm pada Berbagai Kondisi Perlakuan.....	85
Gambar 4. 44 Grafik Perbandingan Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Diameter 6 mm pada Berbagai Kondisi Perlakuan.....	86
Gambar 4. 45 Grafik Perbandingan Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 8 mm pada Berbagai Kondisi Perlakuan.....	88
Gambar 4. 46 Grafik Perbandingan Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Diameter 8 mm pada Berbagai Kondisi Perlakuan.....	90
Gambar 4. 47 Grafik Perbandingan Kuat Tarik Tulangan GFRP Diameter 10 mm pada Berbagai Kondisi Perlakuan.....	92
Gambar 4. 48 Grafik Perbandingan Modulus Elastisitas Tulangan GFRP Diameter 10 mm pada Berbagai Kondisi Perlakuan.....	93
Gambar 4. 49 Grafik Rekapitulasi Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Rata-Rata Tulangan GFRP pada Seluruh Kondisi Perlakuan	95



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 50 Grafik Rekapitulasi Hasil Nilai Modulus Elastisitas Rata-Rata Tulangan GFRP pada Seluruh Variasi Perlakuan97





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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Nilai Regangan-Tegangan yang Digunakan untuk Mencari Nilai Modulus Elastisitas	105
LAMPIRAN 2 Dokumentasi Kegiatan	153
LAMPIRAN 3 Form SI-1 (Pernyataan Calon Pembimbing).....	157
LAMPIRAN 4 Form SI-2 (Lembar Pengesahan)	160
LAMPIRAN 5 FORM SI-3 (Lembar Asistensi).....	162
LAMPIRAN 6 FORM SI-4 (Lembar Persetujuan Pembimbing)	165
LAMPIRAN 7 FORM SI-5 (Lembar Persetujuan Penguji).....	173
LAMPIRAN 8 FORM SI-7 (Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi ...	177

**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 mengumumkan 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, material baja masih banyak digunakan sebagai tulangan pada struktur beton bertulang. Namun, baja rentan terhadap korosi yang menyebabkan material baja mengalami degradasi (Palanivelu et al., 2025). Proses degradasi ini terjadi ketika baja terpapar lingkungan agresif seperti di kawasan industri, instalasi pengolahan limbah, dan instalasi pengolahan air, serta pada paparan suhu tinggi akibat kebakaran (Tang et al., 2025) (Yu et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan alternatif material tulangan dengan umur layan dan ketahanan yang tinggi terhadap kondisi ekstrem.

Salah satu material yang dikembangkan sebagai alternatif tulangan adalah Fiber-Reinforced Polymer (FRP), yaitu material komposit yang terdiri dari serat sebagai penguat dan matriks resin polimer sebagai pengikat (ACI 440.1R-15, 2015) (Jesús D et al., 2023). Beberapa jenis FRP yang umum digunakan antara lain Glass Fiber-Reinforced Polymer (GFRP), Carbon Fiber-Reinforced Polymer (CFRP), dan Aramid Fiber-Reinforced Polymer (AFRP) (ACI 440.1R-15, 2015). Di antara berbagai jenis tersebut, GFRP dipilih dalam penelitian ini karena memiliki biaya yang lebih ekonomis (Monti et al., 2025). GFRP tersusun atas serat kaca sebagai penguat dan matriks resin polimer sebagai pengikat (Morampudi et al., 2020). Kombinasi kedua komponen tersebut menghasilkan material yang ringan, memiliki kekuatan tarik yang tinggi, serta ketahanan yang baik terhadap korosi (Adlparvar & Parsa, 2021).

Sebagai bahan berbasis polimer, sifat mekanik GFRP sangat dipengaruhi oleh kondisi ekstrem terutama pada suhu tinggi (Trevisan et al., 2025). Pada suhu tinggi, matriks resin polimer mengalami penurunan kekakuan akibat pelemahan ikatan antar molekul, khususnya ketika suhu mendekati atau melampaui *glass transition temperature* (T_g) (Zhou et al., 2022) (Tefera et al., 2022). Pada kondisi tersebut, resin kehilangan kemampuan untuk mentransfer tegangan secara efektif dari matriks ke serat kaca, sehingga terjadi penurunan kuat tarik dan modulus elastisitas (Zhou et al., 2022) (Qian et al., 2025). Dampak pembakaran pada suhu tinggi menunjukkan bahwa GFRP masih mempertahankan kekuatan tarik yang relatif mendekati kondisi suhu ruang hingga



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

100°C, namun pada suhu 400°C terjadi penurunan kekuatan tarik hingga 80,7%, disertai penurunan modulus elastisitas sebesar 21,7% (Zhou et al., 2022).

Selain suhu tinggi, paparan lingkungan asam dan alkali juga berpotensi menyebabkan perubahan dan penurunan sifat mekanik pada GFRP (ACI 440.1R-15, 2015). Dalam lingkungan alkali, ion OH^- mudah beraksi terhadap silika yang terdapat pada serat kaca sehingga menyebabkan pelarutan permukaan serat yang berdampak pada penurunan sifat mekanik material GFRP (Wu et al., 2022). Sementara itu, paparan lingkungan asam terhadap GFRP menyebabkan pelepasan ikatan matriks resin dan pengikisan permukaan yang meluas (Mirabdolhagh et al., 2026). Dampak lingkungan asam dan alkali menunjukkan bahwa perendaman GFRP dalam larutan HCl 10% selama 56 hari pada suhu 80°C menyebabkan penurunan kekuatan tarik sebesar 52,26% dan modulus elastisitas sebesar 32%, sedangkan perendaman dalam NaOH 10% pada kondisi yang sama menyebabkan penurunan kekuatan tarik hingga 80% dan modulus elastisitas sebesar 43% (Zhu et al., 2022).

Penelitian ini difokuskan pada analisis pengaruh paparan suhu tinggi dan lingkungan kimia terhadap sifat mekanik tulangan GFRP. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai sifat mekanik GFRP pada kondisi ekstrem, serta menjadi bahan pertimbangan pada penggunaan struktur beton bertulang.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu tinggi terhadap kekuatan tarik dan modulus elastisitas tulangan GFRP?
2. Bagaimana pengaruh lingkungan asam terhadap kekuatan tarik dan modulus elastisitas tulangan GFRP?
3. Bagaimana pengaruh lingkungan alkali terhadap kekuatan tarik dan modulus elastisitas tulangan GFRP?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan agar pembahasan tetap terfokus dan tidak meluas. Adapun batasan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Penelitian ini menggunakan tulangan GFRP dari PT Kuria Komposite Teknologi Indonesia.
2. Fokus penelitian ini terbatas pada analisis sifat mekanik yaitu, kekuatan tarik dan modulus elastisitas pada material.
3. Penelitian ini hanya difokuskan pada tulangan dengan diameter 6 mm, 8 mm dan 10 mm.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian dapat dirinci sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi suhu tinggi terhadap kekuatan tarik dan modulus elastisitas tulangan GFRP.
2. Menganalisis pengaruh lingkungan asam terhadap kekuatan tarik dan modulus elastisitas tulangan GFRP.
3. Menganalisis pengaruh lingkungan alkali terhadap kekuatan tarik dan modulus elastisitas tulangan GFRP.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun berdasarkan pedoman skripsi yang berlaku. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas penelitian-penelitian terdahulu yang relevan serta landasan teori yang berkaitan dengan topik penelitian, meliputi Tulangan *Glass Fiber-Reinforced Polymer* (GFRP), sifat mekanik tulangan GFRP, pengaruh suhu terhadap sifat mekanik GFRP, pengaruh lingkungan asam terhadap sifat mekanik GFRP, dan pengaruh lingkungan alkali terhadap sifat mekanik GFRP.



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini terdiri atas gambaran umum penelitian, rancangan penelitian, objek penelitian, tahapan penelitian, peralatan dan bahan yang digunakan, metode pengujian, penggunaan standar atau peraturan yang terkait, serta luaran penelitian yang diharapkan.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil pengujian yang diperoleh dalam penelitian, analisis data yang dilakukan, serta pembahasan hasil pengujian yang didapat dari penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat untuk penelitian selanjutnya.

**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 mengumumkan 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 mengenai pengaruh kondisi ekstrem terhadap sifat mekanik tulangan Glass Fiber-Reinforced Polymer (GFRP), dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi suhu tinggi menyebabkan penurunan kuat tarik dan modulus elastisitas tulangan GFRP yang semakin besar seiring meningkatnya suhu. Pada suhu 300°C, kuat tarik menurun sebesar 4,57–28,44%, sedangkan modulus elastisitas menurun sebesar 2,49–12,46%. Meskipun mengalami penurunan, seluruh nilai kuat tarik masih memenuhi persyaratan ACI 440.1R-15, sedangkan nilai modulus elastisitas hanya diameter 6 mm yang masih memenuhi standar, sementara diameter 8 mm dan 10 mm berada sedikit di bawah batas minimum. Pada suhu 500°C, penurunan menjadi lebih signifikan, yaitu 70,91–89,00% untuk kuat tarik dan 18,77–70,83% untuk modulus elastisitas. Pada kondisi ini, seluruh nilai kuat tarik dan modulus elastisitas berada di bawah persyaratan ACI 440.1R-15 akibat degradasi termal matriks resin yang menyebabkan melemahnya ikatan serat–matriks sehingga kemampuan transfer beban dan kekakuan komposit menurun.
2. Perendaman dalam larutan H_2SO_4 5% memberikan pengaruh yang tidak konsisten terhadap kuat tarik tulangan GFRP. Nilai kuat tarik mengalami peningkatan sebesar 5,96% pada diameter 6 mm dan 6,25% pada diameter 10 mm, sedangkan diameter 8 mm mengalami penurunan sebesar 4,51%. Sementara itu, modulus elastisitas meningkat pada seluruh diameter, yaitu sebesar 8,66–19,10%, dan seluruh hasil pengujian masih berada dalam rentang persyaratan ACI 440.1R-15. Hasil tersebut menunjukkan bahwa selama 60 hari perendaman, lingkungan asam belum menyebabkan degradasi terhadap sifat mekanik tulangan GFRP. Peningkatan yang diperoleh tidak dapat diinterpretasikan sebagai peningkatan sifat mekanik material karena penelitian ini tidak melakukan karakterisasi mikrostruktur untuk memastikan mekanisme yang terjadi.



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Perendaman dalam larutan NaOH 5% menyebabkan penurunan sifat mekanik tulangan GFRP pada seluruh diameter. Nilai kuat tarik menurun sebesar 23,05–49,28%, sedangkan modulus elastisitas menurun sebesar 0,74–11,33% dibandingkan kondisi tanpa perlakuan. Meskipun demikian, seluruh nilai kuat tarik masih memenuhi persyaratan ACI 440.1R-15, sedangkan nilai modulus elastisitas pada diameter 8 mm masih memenuhi standar, sementara diameter 6 mm dan 10 mm berada sedikit di bawah batas minimum. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa paparan lingkungan alkali mulai menyebabkan degradasi pada matriks resin dan antarmuka serat–matriks sehingga efektivitas transfer tegangan berkurang dan sifat mekanik tulangan GFRP mengalami penurunan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan variasi suhu, konsentrasi larutan, dan durasi perendaman yang lebih beragam agar pengaruh kondisi ekstrem terhadap sifat mekanik tulangan GFRP dapat dianalisis lebih mendalam.
2. Pada proses pembakaran, penelitian selanjutnya disarankan melakukan pemanasan untuk setiap target suhu secara terpisah. Pada penelitian ini, target suhu 300°C dan 500°C dilakukan dalam satu proses pembakaran yang sama dengan perbedaan jarak terhadap sumber api, sehingga masih memungkinkan terjadinya perbedaan distribusi panas pada benda uji.
3. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan alat pengukur suhu berbasis data *logger* seperti termokopel digital agar suhu benda uji dapat dipantau secara otomatis dan real-time melalui layar laptop selama proses pembakaran berlangsung. Penggunaan alat tersebut diharapkan dapat meningkatkan ketelitian dalam pengontrolan suhu pada proses penelitian.



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 440.1R-15. (2015). Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars. In *American Concrete Institute* (Issue 4).
- ACI 440.3R-04. (2004). Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymers (FRPs) for Reinforcing or Strengthening Concrete Structures. *Technical Documents*, 440.
- Adlparvar, M. R., & Parsa, M. H. T. (2021). The improvement of the tensile behavior of CFRP and GFRP laminates at elevated temperatures using fire protection mortar. *Journal of Rehabilitation in Civil Engineering*, 9(2), 14. <https://doi.org/10.22075/JRCE.2020.21334.1444>
- Altın, M., & Muhammed Furkan, M. (2023). Two real room fire and the evaluation of its consequences in terms of fire safety. *Case Studies in Thermal Engineering*, 44. <https://doi.org/10.10110/j.csite.2023.10210710>
- ASTM D7205/D7205M – 21. (2021). Standard Test Method for Tensile Properties of Fiber Reinforced Polymer Matrix. *Astm D7205/D7205M, i*, West Conshohocken, PA. <https://doi.org/10.1520/D7205>
- Balaguru, P., Nanni, A., & Giancaspro, J. (2011). *FRP Composites for Reinforced and Prestressed Concrete Structures*.
- Hajmoosa, A., Mahmoudi, M., Ebrahimzadeh, M., Shakiba, M., & Bazli, M. (2024). Tensile strength retention of glass fibre-reinforced stirrups subjected to aggressive solutions: effect of environmental condition, stirrup shape and stirrup diameter. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, 57(2), 1–110. <https://doi.org/10.11017/s11527-024-023010-0>
- Hastuty, S., Widiatmoko, A., Sudiro, T., Awwaludin, M., & Puspitasari, P. (2023). *Corrosion Behavior of Hastelloy C-2710 in Hydrochloric and Sulfuric Acid*. 940. <https://doi.org/10.40210/p-1102v0d>
- International Code Council. (2021). *International Building Code*.
- Jesús D, O., Seyed Saman Khedmatgozar, D., Dolati, K., Malla, P., Nanni, A., & Mehrabi, A. (2023). *Review on Durability and Mechanical Effects*. 1–30. <https://doi.org/10.3390/ma110051990>
- Kang, K., Shim, C., Lee, Y., Byeon, H., & Park, J. (2021). *Dissolution Behavior and Kinetics of Insulating Glass Wool Under Highly Alkaline Conditions*.
- Kosbar, L. L., & Wenzel, T. J. (2017). Inclusion of Synthetic Polymers within the Curriculum of the ACS Certified Undergraduate Degree. *Journal of Chemical Education*, 1599–11002. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.10b00922>
- Maraveas, C. (2020). *Durability Issues and Corrosion of Structural Materials and Systems in Farm Environment*



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Mirabdolhagh, M., Javid, A., Palizi, S., & Toufigh, V. (20210). Simulated acid rain exposure on CFRP and GFRP composites. *Results in Engineering*, 29(September 2025), 109177. <https://doi.org/10.10110/j.rineng.20210.109177>
- Monti, G., Napoli, A., & Realfonzo, R. (2025). Reliable design and optimization of SRP -, CFRP -, and GFRP - confined concrete : experimental validation and cost - effectiveness analysis. *Materials and Structures*, 510(10), 1–25. <https://doi.org/10.11017/s11527-025-021071-y>
- Morampudi, P., Namala, K. K., Gajjela, Y. K., Barath, M., & Prudhvi, G. (2020). Review on glass fiber reinforced polymer composites. *Materials Today: Proceedings*, 43, 10. <https://doi.org/10.10110/j.matpr.2020.11.10109>
- Nguyen, D. P., & Dang, V. Q. (2021). Limiting Reinforcement Ratios for Hybrid GFRP/Steel Reinforced Concrete Beams. *International Journal of Engineering and Technology Innovation*, 11(1), 01–11. <https://doi.org/10.4101004/IJETI.2021.1010100>
- Palanivelu, S., Avudaiappan, S., & Maureira, N. (2025). *Corrosion behaviour of mild steel in diverse environments : a coMParative study of hot - rolled and cold - rolled specimens*. 2.
- Pramanik, K. S., Bhuiyan, M., Robert, D., Roychand, R., Gao, L., Cole, I., & Pramanik, K. B. (2024). Bio-corrosion in concrete sewer systems : Mechanisms and mitigation strategies. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.10110/j.scitotenv.2024.171231>
- Qian, W., Lu, C., Yuan, S., & Li, H. (2025). Experiment and calculation of high-temperature effect on tensile performance of GFRP rebars embedded in concrete. *Case Studies in Construction Materials*, 22(January), e04231. <https://doi.org/10.10110/j.cscm.2025.e04231>
- Ramadhani, R. A., Rosyidah, A., Saputra, J., Sucita, I. K., & Andy, M. (20210). *Effect of Heating Temperature Variations on the Mechanical Properties of GFRP Reinforcement*. https://doi.org/10.1007/9710-9101-95-101095-10_14
- Saeed, M. H., & Al-Ahmed, A. H. A. (2025). Properties of GFRP Bars Subjected to High Temperature. *Engineering, Technology and Applied Science Research*, 15(1), 20012–20017. <https://doi.org/10.4100104/etasr.9710>
- Shulan, Y., Mingkun, C., Fangyi, C., Miaoruui, F., Yiwen, L., Ziyi, X., Ningning, F., Yang, S., & Jiannan, L. (2022). *Effect of Different Environmental Conditions on Durabilities of Polyester- and Vinylester-Based Glass-Fiber-Reinforced Polymer Pultruded Profiles*. 9(April), 1–14. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202031000022>
- Tang, H., Zhu, J., Xiao, W., & Ba, G. (2025). *Stress – Strain Relationship for Steel*



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bars at Elevated Temperatures. 1–12.
<https://doi.org/10.3390/buildings15244475> Copyright:

- Tefera, G., Adali, S., & Bright, G. (2022). *Mechanical Behavior of GFRP Laminates Exposed to Thermal and Moist Environmental Conditions : Experimental and Model Assessment*. <https://doi.org/10.3390/polym140101523>
- Trevisan, R., Pacheco, F., Christ, R., Ehrenbring, H. Z., Portela, G. M., & Tutikian, B. (2025). Evaluation of Tensile Strength, Elastic Modulus, Density, and Fiber Content of Glass Fiber-Reinforced Polymer Rebars During and After Exposure to High Temperatures. *Buildings*, 15(24), 1–22. <https://doi.org/10.3390/buildings152443910>
- Wu, W., He, X., Yang, W., Alam, M. S., Wei, B., & He, J. (2023). Degradation factors and microstructure degradation characteristics of B / GFRP bars in harsh environment : A review. *Construction and Building Materials*. <https://doi.org/10.10110/j.conbuildmat.2022.1302410>
- Wu, W., He, X., Yang, W., Dai, L., Wang, Y., & He, J. (2022). Long-time durability of GFRP bars in the alkaline concrete environment for eight years. *Construction and Building Materials*, 314(PA), 125573. <https://doi.org/10.10110/j.conbuildmat.2021.125573>
- Yu, L., Feng, H., Li, S., Guo, Z., & Chi, Q. (2025). *Study on Hydrogen Embrittlement Behavior of X105 Pipeline Steel in Gaseous Hydrogen Environment*. 1–19. <https://doi.org/10.3390/met1501005910> Copyright:
- Zhang, H., Huang, W., Wei, H., Chen, Z., Cao, J., Tang, Y., Zhao, X., & Yu, Z. (2022). *Effect of HAc on the Metastable Pitting Corrosion of 304 SS in*.
- Zhou, C., Pan, J., Zhang, Z., & Zhu, Y. (2022). CoMParative study on the tensile mechanical behavior of GFRP bars under and after high temperature exposure. *Case Studies in Construction Materials*, 110(September 2021). <https://doi.org/10.10110/j.cscm.2022.e00905>
- Zhu, J., Deng, Y., Chen, P., Wang, G., Min, H., & Fang, W. (2022). Prediction of Long-Term Tensile Properties of Glass Fiber Reinforced Composites under Acid-Base and Salt Environments. *Polymers*, 14(15), 1–19. <https://doi.org/10.3390/polym14153031>