



**LEMBAR PENGESAHAN**

TUGAS AKHIR

TEKNOLOGI *FIBER REINFORCED POLYMER* (FRP) SEBAGAI  
ALTERNATIF PERKUATAN STRUKTUR TAMBAHAN DENGAN METODE  
*JACKETING* DI MASJID RAYA AL JABBAR JAWA BARAT

Telah disetujui dan dinyatakan lulus

**Nama Mahasiswa**

**1. Anindya Satrio Bagus Hutomo**  
**NIM. 193009**

**Nama Mahasiswa**

**2. Tiara Wahyu Adriani**  
**NIM. 193013**

Semarang, 24 Agustus 2022

Dosen Pembimbing 1

Julmadian Abda, S.T., M.T.  
NIP. 197007161997011001

Dosen Pembimbing 2

Dr. Raditya Hari Murti, S.T., M.Sc., M.T.  
NIP. 197904282005021002

Mengetahui,  
Ketua Program Studi

Julmadian Abda, S.T., M.T.  
NIP. 197007161997011001

**PROGRAM STUDI**  
**TEKNOLOGI KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG**  
**POLITEKNIK PEKERJAAN UMUM**  
**Tahun 2022**

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur senantiasa dipanjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “**Teknologi *Fiber Reinforced Polymer (FRP)* sebagai Alternatif Perkuatan Struktur Tambahan dengan Metode *Jacketing* di Masjid Raya Al Jabbar, Jawa Barat** “ dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Laporan tugas akhir ini merupakan hasil penelitian yang didapat dari kegiatan magang pada Proyek 1 Pekerjaan Tahun Jamak Pembangunan Masjid Raya Provinsi Jawa Barat (Tahap IV).

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua beserta keluarga yang telah memberikan dukungan moral, material, dan doa demi kelancaran selama kegiatan magang ini. Pembimbing baik dosen pembimbing kampus maupun mentor pembimbing lapangan beserta segenap personil proyek yang tidak dapat disebutkan satu-persatu dan PT. ADHI-HK KSO selaku mitra magang.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir yang berjudul “**Teknologi *Fiber Reinforced Polymer (FRP)* sebagai Alternatif Perkuatan Struktur Tambahan dengan Metode *Jacketing* di Masjid Raya Al Jabbar, Jawa Barat** “ ini masih belum sempurna sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Semarang, Agustus 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	19
1.1 Latar Belakang .....	19
1.2. Rumusan Masalah .....	21
1.3. Tujuan Penelitian.....	21
1.4. Pembatasan Masalah .....	22
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	24
2.1. Umum.....	24
2.2. Perkuatan Struktur.....	24
2.3. <i>Fiber Reinforced Polymer (FRP)</i> .....	26
2.3.1. Material Penyusun Komponen FRP .....	26
2.3.2. Jenis Material FRP .....	35
2.3.3. Sifat Material FRP .....	40
2.3.4. Metode Pemasangan FRP .....	43
2.3.5. Pengujian Perkuatan dengan Material Komposit FRP .....	46

2.3.6. Pemeliharaan/ <i>Maintenance</i> Struktur yang Diperkuat dengan Material Komposit FRP.....	49
2.3.7. Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Material Komposit FRP sebagai Perkuatan Struktur .....	51
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	54
3.1. Lokasi Penelitian .....	54
3.2. Jenis dan Variabel Penelitian .....	54
3.2.1. Jenis Penelitian .....	54
3.2.2. Variabel Penelitian.....	55
3.2.3. Definisi Operasional .....	56
3.3. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data .....	57
3.3.1. Pengumpulan Data.....	57
3.3.2. Studi Literatur .....	58
3.3.3. Diskusi .....	58
3.3.4. Analisis Data.....	59
3.4. Bagan Alur Penelitian .....	64
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	66
4.1. Perhitungan Perkuatan Struktur Tambahan Setelah Menggunakan <i>Jacketing</i> FRP.....	66
4.2. Metode Instalasi Pemasangan <i>Fiber Reinforced Polymer (FRP)</i> .....	134
4.3. Pengujian Perkuatan Struktur Menggunakan Komposit FRP dengan Metode <i>Pull Off Test</i> .....	138
4.3.1. Tujuan .....	138
4.3.2. Alat.....	139
4.3.3. Cara Pengujian .....	139
4.3.4. Hasil pengujian .....	140
4.3.5. Kesimpulan .....	141

4.4. Sistem <i>Maintenance</i> dan Perawatan.....	141
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	143
5.1. Kesimpulan.....	143
5.2. Saran.....	152
DAFTAR PUSTAKA .....	154
DAFTAR NOTASI.....	156
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	157
LAMPIRAN.....	159

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Perbandingan Sifat Mekanis Material Resin.....	31
Tabel 2. 2	Perbandingan Jenis Material FRP.....	35
Tabel 2. 3	Perbandingan Sifat Mekanik Bahan CFRP.....	37
Tabel 2. 4	Perbandingan Sifat Mekanik Bahan GFRP.....	38
Tabel 2. 5	Perbandingan Sifat Fisik Material FRP Dengan Besi.....	40
Tabel 2. 6	Perbandingan Koefisien Ekspansi Thermal Material FRP	40
Tabel 2. 7	Perbandingan Pengaruh Suhu Tinggi Material FRP.....	41
Tabel 2. 8	Perbandingan Sifat Mekanis Material FRP.....	41
Tabel 3. 1	Data Umum Penelitian.....	57
Tabel 3. 2	Spesifikasi Material Beton Bertulang.....	57
Tabel 3. 3	Spesifikasi Material FRP.....	58
Tabel 4. 1	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B17 Momen Positif.....	66
Tabel 4. 2	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B18 Momen Negatif.....	70
Tabel 4. 3	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B18 Momen Positif.....	72
Tabel 4. 4	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B124 Momen Negatif.....	74
Tabel 4. 5	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B124 Momen Negatif.....	76
Tabel 4. 6	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B124 Momen Negatif.....	78
Tabel 4. 7	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kiri Bawah Balok B124 Momen Positif.....	80
Tabel 4. 8	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B136 Momen Positif.....	82
Tabel 4. 9	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kiri Bawah Balok B136 Momen Positif.....	84

Tabel 4. 10	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B136 Momen Negatif.....	86
Tabel 4. 11	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B136 Momen Positif.....	88
Tabel 4. 12	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B135 Momen Negatif.....	90
Tabel 4. 13	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kiri Bawah Balok B135 Momen Positif.....	92
Tabel 4. 14	Analisis Momen Lentur Lapangan Atas Balok B135 Momen Positif.....	94
Tabel 4. 15	Analisa Momen Lentur Lapangan Bawah Balok B135 Momen Positif.....	96
Tabel 4. 16	Analisa Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B135 Momen Positif.....	98
Tabel 4. 17	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B135 Momen Positif.....	100
Tabel 4. 18	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B134 Momen Negatif.....	102
Tabel 4. 19	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kiri Bawah Balok B134 Momen Positif.....	104
Tabel 4. 20	Analisis Momen Lentur Tumpuan Lapangan Atas Balok B13 Momen Negatif.....	106
Tabel 4. 21	Analisis Momen Lentur Lapangan Bawah Balok B134 Momen Positif.....	108
Tabel 4. 22	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B134 Momen Negatif.....	110
Tabel 4. 23	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B134 Momen Positif.....	112
Tabel 4. 24	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B133 Momen Negatif.....	114
Tabel 4. 25	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B133 Momen Positif.....	116

Tabel 4. 26	Analisis Momen Lentur Tumpuan Lapangan Atas Balok B133 Momen Negatif.....	118
Tabel 4. 27	Analisis Momen Lentur Lapangan Bawah Balok B133 Momen Positif.....	120
Tabel 4. 28	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B133 Momen Negatif.....	122
Tabel 4. 29	Analisis Kapasitas Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B133 Momen.....	124
Tabel 4. 30	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B132 Momen Negatif.....	126
Tabel 4. 31	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B132 Momen Negatif.....	128
Tabel 4. 32	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B132 Momen Positif.....	130
Tabel 4. 33	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B123 Momen Negatif.....	132
Tabel 4. 34	Analisis Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B123 Momen Negatif.....	134
Tabel 4. 35	Hasil Pengujian Material FRP Dengan Metode Pull Off Test.....	140
Tabel 5. 1	Rekapitulasi Perhitungan Momen Lentur Dengan Jacketing FRP.....	144



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Material Serat ( <i>Fiber</i> ) FRP.....	27
Gambar 2. 2	Material Helaiian ( <i>String</i> ) FRP.....	28
Gambar 2. 3	Material <i>Carbon</i> (CFRP).....	36
Gambar 2. 4	Material <i>Glass</i> (GFRP).....	37
Gambar 2. 5	Material <i>Aramid</i> (AFRP).....	39
Gambar 2. 6	Metode Pemasangan <i>Near Surface Mounted</i> (NSM).....	45
Gambar 3. 1	Peta orientasi site proyek dari citra satelit Google Maps.	54
Gambar 4. 1	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B17 Momen Positif.....	66
Gambar 4. 2	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B18 Momen Negatif.....	70
Gambar 4. 3	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B18 Momen Positif.....	72
Gambar 4. 4	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B124 Momen Negatif.....	74
Gambar 4. 5	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B124 Momen Negatif.....	76
Gambar 4. 6	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B124 Momen Negatif.....	78
Gambar 4. 7	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kiri Bawah Balok B124 Momen Positif.....	80
Gambar 4. 8	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B136 Momen Positif.....	82
Gambar 4. 9	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kiri Bawah Balok B136 Momen Positif.....	84
Gambar 4. 10	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B136 Momen Negatif.....	86
Gambar 4. 11	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B136 Momen Positif.....	88

Gambar 4. 12	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B135 Momen Negatif.....	90
Gambar 4. 13	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kiri Bawah Balok B135 Momen Positif.....	92
Gambar 4. 14	Grafik Momen Lentur Lapangan Atas Balok B135 Momen Positif.....	94
Gambar 4. 15	Grafik Momen Lentur Lapangan Bawah Balok B135 Momen Positif.....	96
Gambar 4. 16	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B135 Momen Positif.....	98
Gambar 4. 17	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B135 Momen Positif.....	100
Gambar 4. 18	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B134 Momen Negatif.....	102
Gambar 4. 19	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kiri Bawah Balok B134 Momen Positif.....	104
Gambar 4. 20	Grafik Momen Lentur Tumpuan Lapangan Atas Balok B134 Momen Negatif.....	106
Gambar 4. 21	Grafik Momen Lentur Lapangan Bawah Balok B134 Momen Positif.....	108
Gambar 4. 22	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B134 Momen Negatif.....	110
Gambar 4. 23	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B134 Momen Positif.....	112
Gambar 4. 24	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B133 Momen Negatif.....	114
Gambar 4. 25	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B133 Momen Positif.....	116
Gambar 4. 26	Grafik Momen Lentur Lapangan Atas Balok B133 Momen Negatif.....	118
Gambar 4. 27	Grafik Momen Lentur Lapangan Bawah Balok B133 Momen Positif.....	120

Gambar 4. 28	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B133 Momen Negatif.....	122
Gambar 4. 29	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B133 Momen Positif.....	124
Gambar 4. 30	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B132 Momen Negatif.....	126
Gambar 4. 31	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B132 Momen Negatif.....	128
Gambar 4. 32	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Bawah Balok B132 Momen Positif.....	130
Gambar 4. 33	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kiri Atas Balok B123 Momen Negatif.....	132
Gambar 4. 34	Grafik Momen Lentur Tumpuan Kanan Atas Balok B123 Momen Negatif.....	134
Gambar 4. 35	Persiapan Permukaan Beton.....	134
Gambar 4. 36	Pencampuran Epoxy.....	135
Gambar 4. 37	Priming Permukaan Beton.....	135
Gambar 4. 38	Saturasi Serat Fiber SCH-41.....	136
Gambar 4. 39	Wrapping FRP Pada Permukaan Beton.....	136
Gambar 4. 40	Alat Pull Off Test.....	139

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi Pemasangan <i>Jacketing</i> FRP.....	159
Lampiran 2	Dokumentasi Pemasangan <i>Jacketing</i> FRP.....	160
Lampiran 3	Proposal Perkuatan Balok Masjid Al-Jabbar Oleh PT. FYFE Fibrewarp Indonesia.....	162
Lampiran 4	Spesifikasi Material FRP SCH-41 Oleh PT. FYFE Fibrewarp Indonesia.....	171
Lampiran 5	Rencana Anggaran Biaya Perkuatan Struktur Tambahan Masjid Raya Al-Jabbar Jawa Barat Oleh PT. FYFE Fibrewarp Indonesia.....	175
Lampiran 6	Gambar Kerja Perkuatan Struktur Dengan Metode <i>Jacketing</i> FRP Pada Masjid Raya Al-Jabbar Jawa Barat.....	177