

**PERBAIKAN BALOK BETON BERTULANG DENGAN *GLASS FIBER*  
JACKET PADA KONDISI LENTUR**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

**FRIENDLY ALEXANDER AMBARITA**

NPM : 13 02 14963



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2017**

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

**PERBAIKAN BALOK BETON BERTULANG DENGAN *GLASS FIBER***

***JACKET* PADA KONDISI LENTUR**

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Januari 2017

Yang membuat pernyataan

(Friendly Alexander Ambarita)

**PENGESAHAN**

Laporan Tugas Akhir

**PERBAIKAN BALOK BETON BERTULANG DENGAN *GLASS FIBER*  
JACKET PADA KONDISI LENTUR**

Oleh :

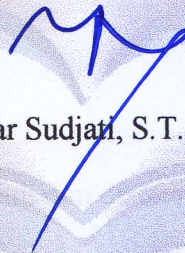
FRIENDLY ALEXANDER AMBARITA

NPM : 13 02 14963

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, .....21-2-2017.....

Pembimbing

  
(J. Januar Sudjati, S.T., M.T.)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(J. Januar Sudjati, S.T., M.T.)



## PENGESAHAN PENGUJI

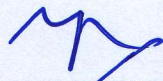
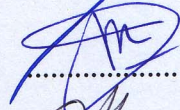
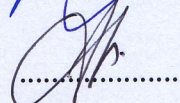
Laporan Tugas Akhir

### PERBAIKAN BALOK BETON BERTULANG DENGAN *GLASS FIBER JACKET* PADA KONDISI LENTUR

FRIENDLY ALEXANDER AMBARITA

NPM. : 130214963

Telah diuji dan disetujui oleh :

Nama	Tanggal	Tanda Tangan
Ketua : J. Januar Sudjati, S.T., M.T.	21/2-17 .....	 .....
Sekretaris : Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng	21/2 2017 .....	 .....
Anggota : Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T	21/2 -2017 .....	 .....

## PERSEMBAHAN

Moto Kehidupan :

“ Apa yang kamu pikirkan adalah apa yang kamu dapatkan “

Persembahan kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Orang Tua ( ayah dan mama )
3. Abang dan Adek tersayang ( Doddy dan Tiara )
4. Wanita Penyemangat kehidupan saya ( Laetitia Cici )
5. Keluarga dan Teman-teman yang saya cintai

Teman – teman Teknik sipil Unversitas Atma Jaya Yogyakarta

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis sampaikan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan kasihNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul “ PERBAIKAN BALOK BETON BERTULANG DENGAN *GLASS FIBER JACKET* PADA KONDISI LENTUR “ adalah untuk melengkapi syarat menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain :

1. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak J. Januar Sudjati, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan dosen pembimbing saya yang telah sabar meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk dan membimbing saran selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak V. Sukaryantara, selaku staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah banyak membantu dan membagi saran selama pengujian.

4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
5. Rekan – rekan Tugas Akhir Struktur, yaitu : Sritomo, Rony dan Arriel.
6. Rekan – rekan Asisten Praktikum Teknologi Bahan Bangunan , yaitu : Richardo, Beni, Harry, Nike dan Gerry.
7. Rekan – rekan yang telah membantu dalam proses tugas akhir, yaitu : Sabdo Adi, Dani pasaribu dan Brian.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, Januari 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL</b> .....	i
<b>PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iv
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>INTISARI</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Keaslian Tugas Akhir .....	3
1.5. Manfaat Tugas Akhir .....	3
1.6. Tujuan Tugas Akhir .....	3
1.7. Lokasi Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1. <i>Fiber Glass</i> .....	4
2.2. Perbaikan Kekuatan dan Daktilitas Balok Beton Bertulang Menggunakan Glass Fiber Reinforced polymer (GFRP) strips.....	4
2.3. Pengaruh Lapisan <i>Hybrid</i> Serat Karbon dan Serat Gelas Terhadap Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang .....	4

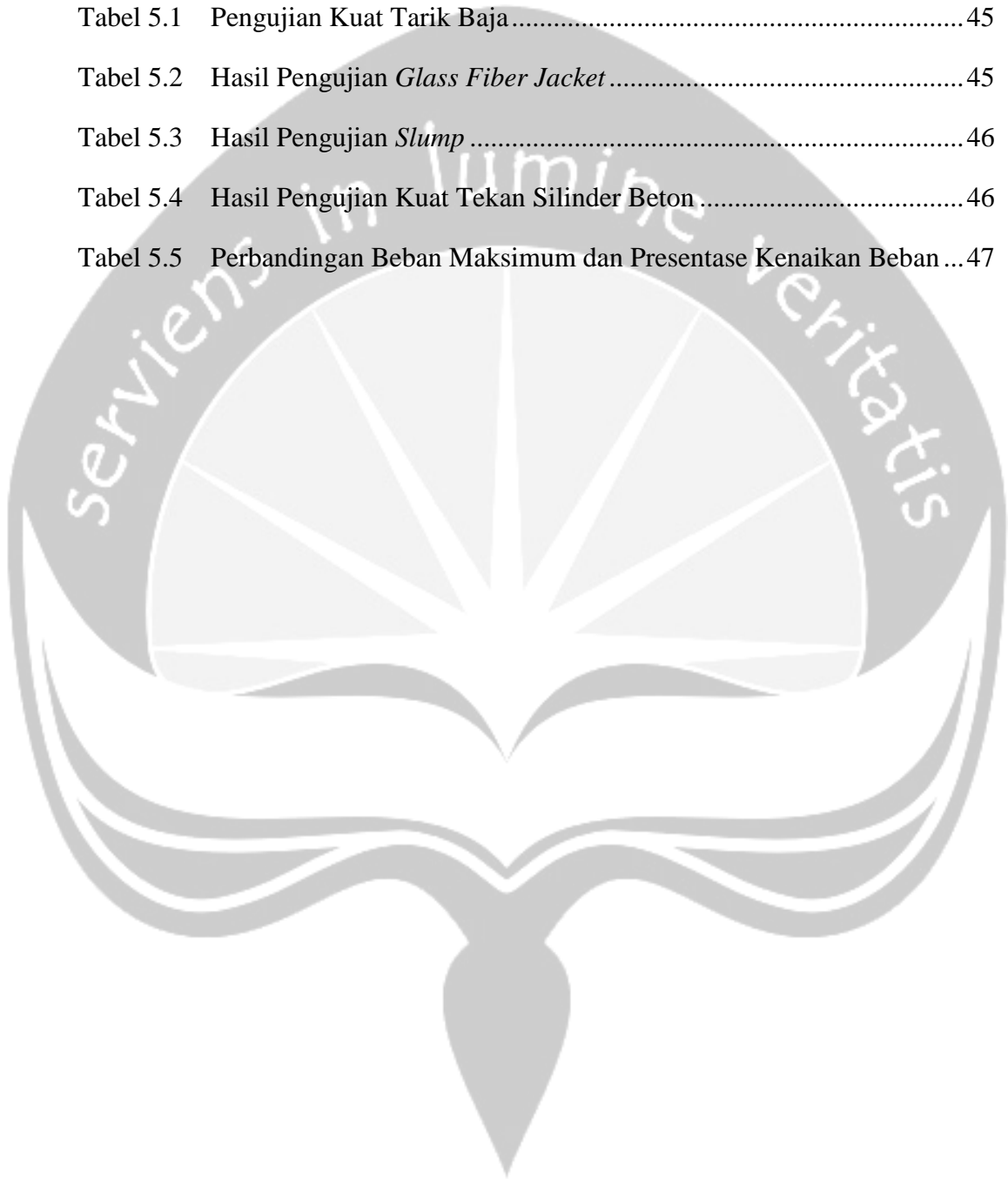


2.4.	Perkuatan Balok Beton Bertulang dengan <i>Fiber Glass Jacket</i> pada Kondisi Lentur .....	4
2.5.	Perbaikan Kolom Pendek Beton Bertulang Menggunakan <i>Fiber Glass Jacket</i> dengan Variasi Tingkat Kerusakan .....	5
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....		7
3.1.	Kuat Tekan Beton .....	7
3.2.	Kuat Lentur Balok .....	8
3.3.	Momen Ultimit .....	8
3.4.	Perancangan Keruntuhan Lentur .....	10
3.5.	Hubungan Beban dan Defleksi .....	11
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		15
4.1.	Umum .....	15
4.2.	Tahap Persiapan .....	15
4.2.1.	Pengumpulan Bahan .....	17
4.2.2.	Peralatan penelitian .....	19
4.3.	Tahap Pengujian Bahan .....	24
4.3.1.	Pengujian Agregat Halus .....	24
4.3.2.	Pengujian Agregat Kasar .....	29
4.3.3.	Pengujian Baja Tulangan.....	33
4.3.4.	Pengujian <i>Glass Fiber</i> .....	34
4.4.	Tahap Pembuatan Benda Uji .....	35
4.4.1.	Pembuatan <i>MixDesign</i> .....	35
4.4.2.	Pembuatan Bekisting.....	36
4.4.3.	Perakitan Tulangan.....	36
4.4.4.	Pengecoran Benda Uji.....	37
4.5.	Tahap Perawatan Benda Uji .....	38
4.6.	Tahap Pengujian Benda Uji .....	39
4.6.1.	Pengujian Silinder Beton .....	39
4.6.2.	Pengujian Balok Beton .....	40
4.7.	Tahap Analisis Data.....	42

4.8.	Hambatan Pelaksanaan .....	43
<b>BAB V</b>	<b>HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>44</b>
5.1.	Pengujian Bahan .....	44
5.1.1.	Pengujian Agregat Halus.....	44
5.1.2.	Pengujian Agregat Kasar.....	44
5.1.3.	Pengujian Kuat Tarik Baja.....	45
5.1.4.	Pengujian Kuat Tarik <i>Glass Fiber Jacket</i> .....	45
5.2.	Pengujian <i>Slump</i> .....	46
5.3.	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton .....	46
5.4.	Beban Lentur Maksimum Balok.....	47
5.5.	Perbandingan Beban Lentur dan Lendutan.....	48
5.6.	Pola dan Jenis Retak Balok.....	53
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>54</b>
6.1.	Kesimpulan .....	54
6.2.	Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>56</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>57</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 5.1	Pengujian Kuat Tarik Baja.....	45
Tabel 5.2	Hasil Pengujian <i>Glass Fiber Jacket</i> .....	45
Tabel 5.3	Hasil Pengujian <i>Slump</i> .....	46
Tabel 5.4	Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton .....	46
Tabel 5.5	Perbandingan Beban Maksimum dan Presentase Kenaikan Beban ...	47



## DAFTAR LAMPIRAN

Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran <i>Split</i> .....	57
Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam <i>Split</i> .....	58
Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar.....	59
Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Pasir.....	60
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air.....	61
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan <i>Split</i> .....	62
Pemeriksaan Kandungan Dalam Pasir.....	63
Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Dalam Pasir.....	64
Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja.....	65
Pengujian Kuat Tarik <i>Fiber Glass Jacket</i> .....	68
Perencanaan Adukan untuk Beton Normal.....	69
Perhitungan Perencanaan Tulangan dan Retak Pertama.....	76
Data Pengujian Silinder Beton .....	81
Data Hasil Pengujian Perbaikan Balok Beton .....	82
Dokumentasi Penelitian .....	92





## INTISARI

**PERBAIKAN BALOK BETON BERTULANG DENGAN *GLASS FIBER JACKET* PADA KONDISI LENTUR.** Friendly Alexander Ambarita, NPM 13 02 14963, tahun 2017, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Indonesia merupakan salah satu negara yang sering terjadi gempa bumi sehingga terjadi kerusakan ringan pada struktur seperti pada balok atau kolom suatu bangunan. Perbaikan dengan metode *concrete jacketing* dengan menggunakan *glass fiber* dengan variasi jumlah lapisan dapat digunakan dalam perbaikan balok yang mengalami kerusakan ringan. Metode tersebut sudah banyak diterapkan dengan menggunakan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*), adapun tiga jenis FRP yaitu GFRP (*Glass Fiber Reinforced Polymer*), ARFP (*Aramid Fiber Reinforced Polymer*), dan CRFP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*). Perbaikan menggunakan *glass fiber* tersebut membutuhkan biaya yang cukup mahal, sehingga dapat digunakan *glass fiber* tipe *Woven Roving* yang sering digunakan pada tandon air.

Pada penelitian ini variasi jumlah lapisan yang digunakan adalah 4 lapis dan 5 lapis *glass fiber*. Beton yang akan dilakukan perbaikan *glass fiber* terlebih dahulu diberi beban 60 % P max dimana terjadi kerusakan ringan pada balok tersebut, kemudian balok dilapisi dengan *glass fiber*. selanjutnya balok di uji sampai hancur sehingga didapatkan data beban maksimum dan lendutan pada setiap balok yang telah dilapisi *glass fiber*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa balok yang mengalami kerusakan ringan setelah diperbaiki menggunakan *glass fiber* dapat meningkatkan kekakuan pada balok, dimana grafik balok yang dilapisi *glass fiber* berada di atas balok sebelum dilapisi *glass fiber*. Beban maksimum rata-rata pada BN (Balok Normal), BBGF 4 (Balok Beton Glass fiber 4 Lapis) dan BBGF 5 (Balok Beton Fiber Glass 5 Lapis) berturut-turut adalah 23,2 kN, 23,6 kN dan 24,4 kN. Presentase kenaikan beban maksimum BBGF 4 dan BBGF 5 terhadap BN berturut-turut adalah 1,72 % dan 5,17 %. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa jumlah lapisan mempengaruhi kekakuan pada balok tersebut.

**Kata Kunci :** *Glass fiber, concrete jacketing, woven roving, jumlah lapisan, beban maksimum, kekakuan.*