

**PERBAIKAN KOLOM LANGSING BETON BERTULANG
MENGUNAKAN *FIBER GLASS JACKET* DENGAN VARIASI TINGKAT
KERUSAKAN**

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:
IDA BAGUS MADE TRESNA
NPM. : 10 02 13574



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
OKTOBER 2014**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERBAIKAN KOLOM LANGSING BETON BERTULANG
MENGUNAKAN *FIBER GLASS JACKET* DENGAN VARIASI TINGKAT
KERUSAKAN**

Oleh :
IDA BAGUS MADE TRESNA
NPM. : 10 02 13574

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 15-12-2019

Pembimbing



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

Disahkan oleh:
Program Studi Teknik Sipil
Ketua



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

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERBAIKAN KOLOM LANGSING BETON BERTULANG
MENGUNAKAN *FIBER GLASS JACKET* DENGAN VARIASI TINGKAT
KERUSAKAN**

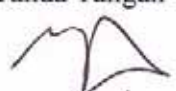


Oleh:

IDA BAGUS MADE TRESNA

NPM : 10 02 13574

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: J. Januar Sudjati, S.T., M.T.		15/12-17
Sekretaris	: Ir. Wiryawan Sardjono, M.T		12/12/2014
Anggota	: Ir. Agt. Wahyono, M.T		2 Des '14

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Ida Sang Hyang Widi Wasa/Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan tuntunanNya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“PERBAIKAN KOLOM LANGSING BETON BERTULANG MENGGUNAKAN *FIBER GLASS JACKET* DENGAN VARIASI TINGKAT KERUSAKAN”**. Laporan tugas akhir ini bertujuan sebagai syarat dalam menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dengan adanya laporan tugas akhir ini penulis berharap dapat menggunakan ilmu yang sudah di dapatkan pada saat menempuh pendidikan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Selain itu laporan tugas akhir ini juga dapat bermanfaat dan digunakan bagi pihak lain yang berhubungan dengan teknik sipil.

Penulisan laporan tugas akhir ini tidak akan terselesaikan jika tidak adanya kerjasama dari berbagai pihak yang bersangkutan, sehingga penulis mendapat bantuan berupa bimbingan dan dukungan. Maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D, 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 dan juga sebagai dosen pembimbing yang berkenan meluangkan waktu, membimbing dan memberikan saran dalam proses pembuatan tugas akhir ini.

3. Bapak V. Sukaryantara selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang berkenan membantu selama proses penelitian di laboratorium
4. Dosen-dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
5. Kedua orang tua penulis, Ida Bagus Made Suartha dan Ni Ketut Parwanti serta kakak penulis Ida Ayu Putu Widyani yang selalu memberikan dukungan melalui doa dan semangat.
6. Teman seperjuangan penelitian Randy Tarigan yang sering bersama-sama mencari solusi dalam proses penelitian dari awal hingga akhir penelitian.
7. Paul, Sigit selaku asisten Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang membantu selama proses pengujian.
8. Teman-teman penulis yang bersama-sama dalam penyusunan laporan Iyo Sagala, Herman, Aris, dodod dan juga teman-teman yang membantu selama proses penelitian di laboratorium, Aan, Hanavi, Nataniel, Rain, Panca.
9. Zara Syafitri yang selalu memberikan semangat tanpa henti selama menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta angkatan 2010.
11. Serta pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu dalam proses menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat memperbaiki laporan ini.

Yogyakarta, Oktober 2014

IDA BAGUS MADE TRESNA

NPM : 10 02 13574

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
INTISARI.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Keaslian Tugas Akhir	4
1.5. Manfaat Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Perbaikan Kolom Beton Bertulang Menggunakan <i>Concrete Jacketing</i> dengan Persentase Beban Runtuh Yang Bervariasi	6
2.2. Perkuatan Menggunakan <i>Fiber Glass</i>	6
2.2.1. Perkuatan Kolom Langsing Beton Bertulang dengan <i>Fiber Glass Jacket</i> Pada Kondisi Keruntuhan Tarik	6
2.2.2. Perkuatan Kolom dengan Fiberglass Jacket Yang Dibebani Konsentrik.....	7
2.3. Kolom	7
2.4. <i>Fiber Reinforced Plastic</i>	8
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1. Kolom	10
3.2. Kegagalan Material pada Kolom	11

	3.3.1.Keruntuhan <i>Balanced</i> pada Penampang Kolom segiempat	11
	3.3.2.Keuntuhan Tarik pada Penampang Kolom Segiempat	12
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	13
4.1.	Tahap Persiapan	13
4.1.1.	Bahan Penelitian	13
4.1.2.	Peralatan Penelitian	15
4.2.	Tahap Pemeriksaan Bahan	18
4.2.1.	Pemeriksaan Agregat Kasar	19
4.2.2.	Pemeriksaan Agregat Halus	22
4.2.3.	Pemeriksaan Kuat Tarik Baja	28
4.2.4.	Perencanaan Campuran Adukan Beton atau <i>Mix Design</i>	29
4.3.	Tahap Pembuatan Benda Uji	30
4.3.1.	Benda Uji	30
4.3.2.	Pembuatan Bekisting Benda Uji	31
4.3.3.	Perakitan Baja Tulangan Kolom	32
4.3.4.	Pembuatan Tahu beton dan Minyak Bekisting	33
4.3.5.	Pengecoran Benda Uji	34
4.3.6.	Perawatan Benda Uji (Curing)	36
4.3.7.	Pengapuran dan Penggarisan Kolom	37
4.4.	Tahap Pengujian Benda Uji	37
4.4.1.	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	37
4.4.2.	Pengujian Benda Uji Kolom	38
4.5.	Tahap Analisa Data	43
4.6.	Hambatan Pelaksanaan	43
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	45
5.1.	Pemeriksaan Bahan	45
5.1.1.	Pemeriksaan Agregat Halus	45
5.1.2.	Pemeriksaan Agregat Kasar	45

5.2.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja	46
5.3.	Hasil Pengujian Benda Uji.....	46
5.3.1.	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	46
5.3.2.	Pengujian Benda Uji Kolom.....	47
5.3.3.	Pola Retakan dan Kerusakan Kolom Setelah Perbaikan	50
5.3.4.	Hubungan Antara Beban dan Defleksi	54
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
6.1.	Kesimpulan.....	60
6.2.	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. <i>Fiber Glass</i> Tipe <i>Woven Roving</i>	14
Gambar 4.2. Lem <i>Epoxy Adhesive</i> Merek ALF	14
Gambar 4.3. Sketsa Pemeriksaan Kadar Lumpur	25
Gambar 4.4. Sketsa Pemeriksaan Zat Organik Dalam Pasir	25
Gambar 4.5. Baja tulangan polos diameter 8 mm	29
Gambar 4.6. Bekisting kolom	32
Gambar 4.7. Dimensi Benda Uji Kolom	32
Gambar 4.8. Rakitan Baja Tulangan	33
Gambar 4.9. Tahu Beton Dibuat pada Cetakan	33
Gambar 4.10. Proses Pengadukan Agregat Beton	35
Gambar 4.11. Pengujian Nilai <i>Slump</i>	35
Gambar 4.12. Pengecoran Adukan Beton dalam Bekisting	35
Gambar 4.13. Perawatan Benda Uji Kolom	36
Gambar 4.14. Perawatan Benda Uji Silinder Beton	36
Gambar 4.15. Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	38
Gambar 4.16. <i>Setting</i> Pengujian Dengan Menggunakan <i>Loading Frame</i>	39
Gambar 4.17. <i>Setting</i> Alat Pengujian Benda Uji Kolom	40
Gambar 4.18. Pengujian Benda Uji Kolom Variasi Tingkat Kerusakan	40
Gambar 4.19. Benda Uji Kolom yang Diperbaiki dengan <i>Fiber Glass</i>	42
Gambar 4.20. Pengujian Benda Uji Kolom setelah Diperbaiki <i>Fiber Glass</i> ...	43
Gambar 5.1. Grafik Perbandingan Beban Kolom Pembanding (P_{max}) dengan Beban Kolom Variasi Tingkat Kerusakan dan Kolom Perbaikan	49
Gambar 5.2. Pola Retak K1 60 % P_{max}	51
Gambar 5.3. Pola Retak K2 60 % P_{max}	51
Gambar 5.4. Pola Retak K1 70 % P_{max}	51
Gambar 5.5. Pola Retak K2 70 % P_{max}	51
Gambar 5.6. Pola Retak K1 80 % P_{max}	51
Gambar 5.7. Pola Retak K2 80 % P_{max}	51

Gambar 5.8. Pola Retak Kolom Pembanding (P max)	52
Gambar 5.9. Kerusakan Kolom K1 60 % P max FG	52
Gambar 5.10. Kerusakan Kolom K2 60 % P max FG	53
Gambar 5.11. Kerusakan Kolom K1 70 % P max FG	53
Gambar 5.12. Kerusakan Kolom K2 70 % P max FG	53
Gambar 5.13. Kerusakan Kolom K1 80 % P max FG	54
Gambar 5.14. Kerusakan Kolom K2 80 % P max FG	54
Gambar 5.15. Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi Kolom Pembanding (P max)	55
Gambar 5.16. Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi K1 60 %.....	55
Gambar 5.17. Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi K2 60 %	56
Gambar 5.18. Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi K1 70 %	56
Gambar 5.19. Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi K2 70 %	57
Gambar 5.20. Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi K1 80 %	57
Gambar 5.21. Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi K2 80 %	58
Gambar 5.22. Grafik Perbandingan Kolom P max (Pembanding) dengan Kolom Perbaikan Menggunakan <i>Fiber Glass</i>	59

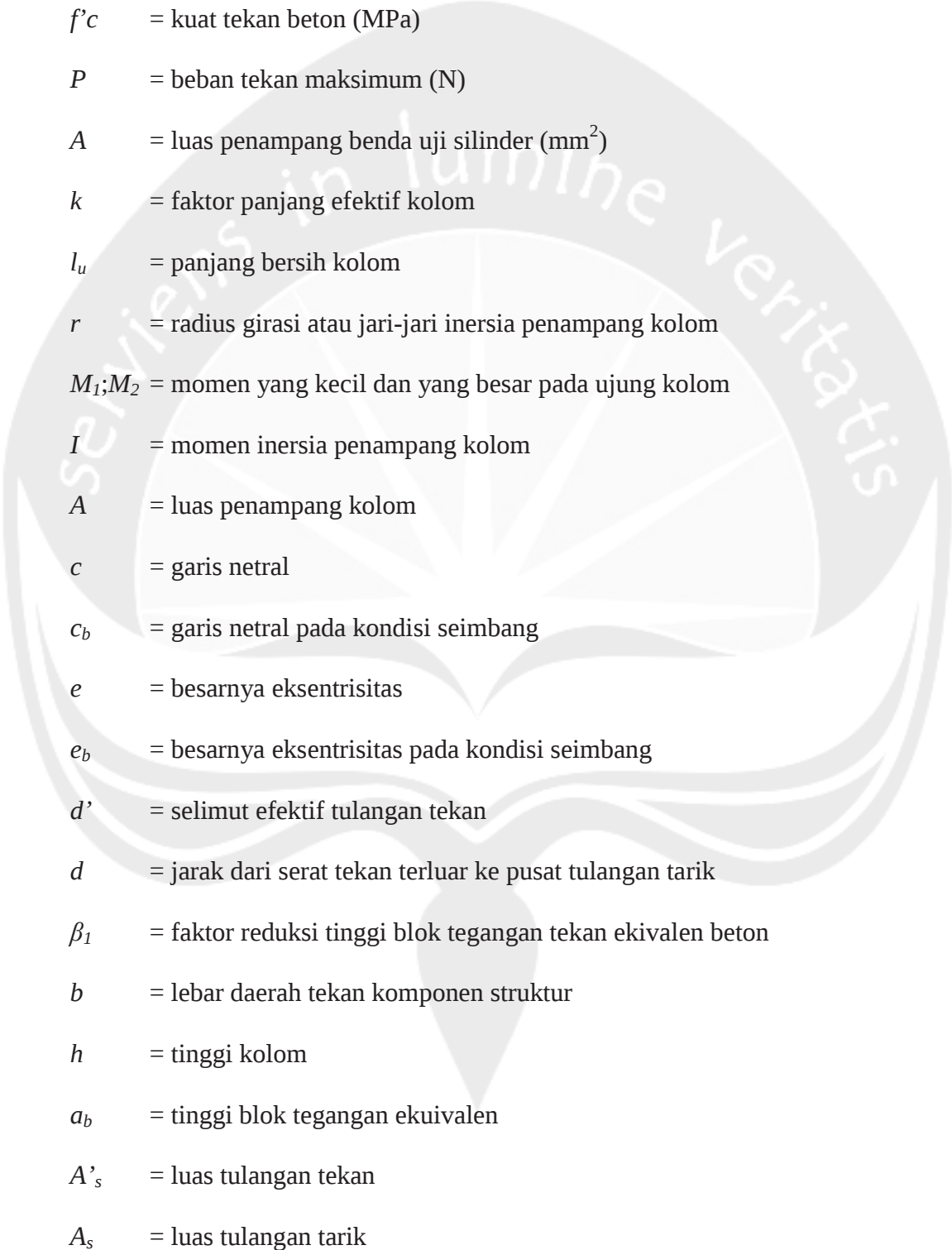
DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Tabel Perencanaan Benda Uji	30
Tabel 5.1. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja	46
Tabel 5.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder.....	47
Table 5.3. Perbandingan Beban Kolom Tingkat Variasi Kerusakan dengan Beban Kolom Setelah Diperbaiki Terhadap Kolom Pembanding (P max)	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran <i>Split</i>	63
Lampiran 2	Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam <i>Split</i>	64
Lampiran 3	Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar.....	65
Lampiran 4	Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Pasir	66
Lampiran 5	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir.....	67
Lampiran 6	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan <i>Split</i>	68
Lampiran 7	Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam Pasir.....	69
Lampiran 8	Pemeriksaan Kandungan Zat Organik dalam Pasir	70
Lampiran 9	Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-1993)	71
Lampiran 10	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja	78
Lampiran 11	Perhitungan Baja Tulangan	79
Lampiran 12	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	80
Lampiran 13	Perhitungan Teoritis Kolom	81

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN



f'_c	= kuat tekan beton (MPa)
P	= beban tekan maksimum (N)
A	= luas penampang benda uji silinder (mm ²)
k	= faktor panjang efektif kolom
l_u	= panjang bersih kolom
r	= radius girasi atau jari-jari inersia penampang kolom
$M_1; M_2$	= momen yang kecil dan yang besar pada ujung kolom
I	= momen inersia penampang kolom
A	= luas penampang kolom
c	= garis netral
c_b	= garis netral pada kondisi seimbang
e	= besarnya eksentrisitas
e_b	= besarnya eksentrisitas pada kondisi seimbang
d'	= selimut efektif tulangan tekan
d	= jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik
β_1	= faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekivalen beton
b	= lebar daerah tekan komponen struktur
h	= tinggi kolom
a_b	= tinggi blok tegangan ekuivalen
A'_s	= luas tulangan tekan
A_s	= luas tulangan tarik

f'_c = kuat tekan beton diukur pada 28 hari setelah dicor

f_y = kekuatan leleh tulangan tarik

f'_s = tegangan pada baja yang tertekan

f_s = tegangan pada tulangan tarik



INTISARI

PERBAIKAN KOLOM LANGSING BETON BERTULANG MENGUNAKAN *FIBER GLASS JACKET* DENGAN VARIASI TINGKAT KERUSAKAN,

Ida Bagus Made Tresna, NPM. 10 02 13574, Tahun 2014, Bidang Keahlian Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Kawasan Indonesia merupakan kawasan kepulauan yang sebagian besar mengalami gempa bumi, salah satunya daerah yang mengalami gempa cukup besar adalah Pulau Jawa. Pada saat terjadi gempa, struktur bangunan akan menahan gempa sehingga struktur mengalami kerusakan. Dari kerusakan tersebut dapat dikategorikan sebagai kerusakan tingkat ringan, sedang, sampai kerusakan tingkat berat. Masalah tersebut dapat diatasi dengan suatu perbaikan atau penguatan memakai bahan tertentu. Salah satu perbaikan yang akan dilakukan yaitu dengan metode *Jacketing* menggunakan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*). Perbaikan menggunakan metode ini membutuhkan biaya yang cukup mahal, sehingga pada penelitian ini penulis akan menggunakan *Fiber Glass* tipe *Woven Roving* yang sudah biasa digunakan pada tandon air yang kemudian akan digunakan pada penelitian kolom benda uji.

Pada penelitian ini kolom yang digunakan dengan dimensi 120 mm x 120 mm x 1400 mm yang tergolong kolom langsing. Tulangan longitudinal berdiameter 8 mm dan sengkang 6 mm dengan jarak 100 mm pada badan kolom dan 25 mm pada kaki kolom. Kolom akan dibebani dengan variasi tingkat kerusakan sebesar 60 %, 70 % dan 80 % dari kolom pembanding (P_{max}), kolom menerima beban aksial eksentris pada kondisi keruntuhan tarik. Setelah mengalami kerusakan kolom akan diperbaiki menggunakan *fiber glass*. Jumlah benda uji kolom yaitu 7 buah, terdiri dari 1 kolom sebagai pembanding, 6 kolom akan dibebani sesuai dengan variasi tingkat kerusakan dan akan diuji kembali setelah dilakukan perbaikan.

Dari hasil pengujian di laboratorium, kolom dengan variasi tingkat kerusakan setelah diperbaiki rata-rata mengalami peningkatan beban maksimum dari kolom pembanding (P_{max}). Beban maksimum pada kolom pembanding (P_{max}) yaitu sebesar 107,949 kN. Kolom dengan variasi tingkat kerusakan 60% P_{max} mampu menahan beban maksimum sebesar 131,815 kN dengan persentase peningkatan beban sebesar 18,113%, variasi tingkat kerusakan 70% P_{max} mampu menahan sebesar 127,377 kN dengan persentase peningkatan beban sebesar 15,259% dan variasi tingkat kerusakan 80% mampu menahan beban sebesar 114,266 kN dengan persentase peningkatan beban sebesar 5,531% dari kolom pembanding.

Kata kunci: kolom langsing beton bertulang, keruntuhan tarik, variasi tingkat kerusakan, *fiber glass*, beban maksimum.