

STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN KOLOM LINGKARAN BETON BERTULANG

Brama Kurnia

NRP: 1321052

Pembimbing: Dr. Anang Kristianto, S.T., M.T.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan risiko gempa bumi cukup tinggi. Beberapa gempa dengan *magnitude* tinggi pernah terjadi di Indonesia. Dampak dari bencana gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan bangunan yang cukup signifikan dan dapat menimbulkan korban jiwa. Oleh karena itu, diperlukan tindakan yang cepat dan tepat apabila terjadi kerusakan pada bangunan. Hal ini yang menjadi dasar dilakukannya studi eksperimental tentang perbaikan kolom lingkaran beton bertulang.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kapasitas kolom lingkaran beton bertulang setelah dilakukan perbaikan. Benda uji yang diteliti sebanyak 6 kolom dengan rincian 2 kolom standar, 2 kolom dengan *Pen-Binder*, dan 2 kolom dengan FRP (*Fiber Reinforced Polimer*). Perbaikan dilakukan pada kolom standar dan kolom dengan *Pen-Binder*. Perbaikan menggunakan *Pen-Binder*, *SikaGrout 215 (new)* sebagai semen *grouting* dengan $f_c' = 65\text{MPa}$ dan tulangan baja ulir diameter 6mm dengan tegangan leleh sebesar 500MPa.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbaikan pada kolom dengan menggunakan *pen-binder* yang diuji dengan beban lateral siklik dapat meningkatkan kapasitas kolom melebihi kapasitas awal kolom tersebut. Kapasitas kolom standar mengalami kenaikan sebesar 93.14kg atau 24.16%. Kolom *Pen-Binder* mengalami kenaikan kapasitas sebesar 77.37kg atau 18.13%. Kapasitas kolom FRP yang tidak diperbaiki mengalami penurunan kapasitas sebesar 122.75kg atau 24.88%.

kata kunci: kolom, perbaikan, beban lateral siklik, *Pen-Binder*

EXPERIMENTAL STUDY OF CIRCULAR REINFORCED CONCRETE COLUMN REPAIR

Brama Kurnia

NRP: 1321052

Supervisor: Dr. Anang Kristianto, S.T., M.T.

ABSTRACT

Indonesia is a country with a high earthquake risk. Several high magnitude earthquakes have occurred in Indonesia. The impacts of earthquake can cause significant damage to buildings and considerable loss of casualties. Because of that, a quick and appropriate action is needed if there is damage to the building. This is the basis for an experimental study on the improvement of reinforced concrete column.

This study aims to evaluate the capacity of circular reinforced concrete columns after improvement. Test object under study as many as 6 columns with details of 2 standard columns, 2 columns with Pen-Binder, and 2 column with FRP (Fiber Reinforced Polimer). The improvement made on standard columns and columns with Pen-Binders. Improvement using Pen-Binder, SikaGrout 215 (new) as cement grouting with $f'_c = 65\text{MPa}$ and 6mm deformed rebar with 500MPa yielding stress.

The results of this study indicate that the improvement of columns using pen-binder that have been accepted cyclic lateral load can increase the capacity of the column. The standard column capacity increased by 24.16% or 93.14kg. The capacity of column Pen-Binder increased by 18.13% or 77.37 kg. Meanwhile, the capacity of non-repaired column FRP decreased by 24.88% or 122.75 kg.

Keywords: column, repair, cyclic lateral load, Pen-Binder

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN.....	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN.....	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Sistematika Penelitian	3
BAB II TINJAUAN LITERATUR.....	4
2.1 Beton.....	4
2.2 Beton Bertulang.....	5
2.3 Kolom	7
2.4 Masalah pada Beton	10
2.4.1 Kegagalan Konstruksi	10
2.4.2 Kesalahan Desain	11
2.5 Investigasi Beton	12
2.6 Retak pada Beton.....	14
2.7 Perbaikan Beton.....	15
2.8 Perbaikan Beton Bertulang.....	17
2.9 Proses Perbaikan Beton Bertulang	18
2.10 <i>Pen-Binder</i>	19
2.11 Kurva Histeretik	20
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Bagan Alir Penelitian	23
3.2 Dimensi Benda Uji	25
3.2.1 Baja Tulangan.....	26
3.2.2 Kapasitas Kolom Rencana.....	26
3.3 Pelaksanaan Perbaikan Benda Uji	28
3.3.1 Investigasi Benda Uji.....	28
3.3.2 Pembuatan Besi Tulangan	30
3.3.3 Pembobokan Benda Uji.....	31

3.3.4	Pemasangan Tulangan Utama.....	31
3.3.5	Pemasangan Tulangan Sengkang	32
3.3.6	Pemasangan Bekisting.....	33
3.3.7	Pengecoran Beton	34
3.3.8	Pembukaan Bekisting	35
3.3.9	Pengecatan dan Penggarisan Benda Uji	36
3.4	<i>Set-up</i> Alat Pengujian	38
3.5	Proses Pengujian Benda Uji	39
BAB IV ANALISIS DATA		41
4.1	Kondisi Awal Benda Uji	41
4.1.1	Kondisi Awal Kolom Standar.....	42
4.1.2	Kondisi Awal Kolom <i>Pen-Binder</i>	43
4.2	Pola Retak Kolom.....	47
4.2.1	Pola Retak Kolom Standar	47
4.2.2	Pola Retak Kolom <i>Pen-Binder</i>	49
4.3	Hasil Pengujian Kolom.....	58
4.3.1	Kolom Standar.....	58
4.3.2	Kolom <i>Pen-Binder</i>	61
4.3.3	Kolom FRP	64
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		69
5.1	Simpulan	71
5.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		72
LAMPIRAN.....		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Gempa Bumi Sumatera Barat 2009 dengan Kekuatan 7,6 Skala Richter di Lepas Pantai Sumatera Barat pada Pukul 17:16:10 WIB Tanggal 30 September 2009.....	1
Gambar 2.1	Berbagai Bentuk Batang Ulir Berdasarkan ASTM	6
Gambar 2.2	Jenis-jenis Kolom (a) Kolom Segiempat; (b) Kolom Lingkaran; (c) Kolom Komposit.....	9
Gambar 2.3	Hubungan Beban-regangan pada Kolom.....	10
Gambar 2.4	Kurva Histeretik Ideal	20
Gambar 2.5	Model Kurva Histeretik <i>Ramberg-Osgood</i>	21
Gambar 2.6	Model Kurva Histeretik <i>Isotropic Hardening</i>	21
Gambar 2.7	Model Kurva Histeretik <i>Kinematic Hardening</i>	22
Gambar 2.8	Model Kurva Histeretik <i>Combined Hardening</i>	22
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	24
Gambar 3.2	Kondisi Awal Benda Uji (a) Kolom Standar; (b) Kolom <i>Pen-Binder</i> ; (c) Kolom FRP	25
Gambar 3.3	Kondisi Benda Uji Setelah Perbaikan (a) Kolom Standar; (b) Kolom <i>Pen-Binder</i> ; (c) Kolom FRP	25
Gambar 3.4	Diagram Interaksi Kolom pada Kondisi Awal	27
Gambar 3.5	Diagram Interaksi Kolom Rencana	27
Gambar 3.6	Beban dan Momen Lentur Pada Kolom	27
Gambar 3.7	Kondisi Awal Benda Uji (a) tampak depan; (b) tampak samping kiri; (c) tampak belakang, dan (d) tampak samping kanan.....	29
Gambar 3.8	Besi Tulangan yang digunakan (a) Tulangan Sengkang, (b) <i>Pen-Binder</i> , (c) Tulangan utama.....	30
Gambar 3.9	Daerah Pembobokan Benda Uji	31
Gambar 3.10	Pembobokan Benda Uji.....	31
Gambar 3.11	Pemasangan Tulangan Utama	32
Gambar 3.12	Pemasangan Tulangan Sengkang	33
Gambar 3.13	Pemasangan Bekisting.....	34
Gambar 3.14	Pengecoran pada Benda Uji.....	35
Gambar 3.15	Tampak Depan Benda Uji; (a) Kolom Standar 1; (b) Kolom Standar 2; (c) Kolom <i>Pen-Binder</i> ; (d) Kolom <i>Pen-Binder</i>	36
Gambar 3.16	Benda Uji Setelah Dilakukan Pengecatan dan Penggarisan	37
Gambar 3.17	2D <i>Set-Up</i> Alat Pengujian	38
Gambar 3.18	3D <i>Set-Up</i> Alat Pengujian	39
Gambar 3.19	<i>Set-Up</i> Alat Pengujian	39
Gambar 4.1	Kondisi Kolom Standar 1 Sebelum Diperbaiki: (a) Kolom Standar 1, (b) Tampak Depan, (c) Tampak Samping Kiri, (d) Tampak Belakang, (e) Tampak Samping Kanan.....	41
Gambar 4.2	Kondisi Kolom Standar 2 Sebelum Diperbaiki: (a) Kolom Standar 2, (b) Tampak Depan,	

	(c) Tampak Samping Kiri, (d) Tampak Belakang, (e) Tampak Samping Kanan	44
Gambar 4.3	Kondisi Kolom <i>Pen-Binder</i> 1 Sebelum Diperbaiki: (a) Kolom <i>Pen-Binder</i> 1, (b) Tampak Depan, (c) Tampak Samping Kiri, (d) Tampak Belakang, (e) Tampak Samping Kanan	45
Gambar 4.4	Kondisi Kolom <i>Pen-Binder</i> 2 Sebelum Diperbaiki: (a) Kolom <i>Pen-Binder</i> 2, (b) Tampak Depan, (c) Tampak Samping Kiri, (d) Tampak Belakang, (e) Tampak Samping Kanan	47
Gambar 4.5	Pola Retak Kolom Standar 1: (a) Kolom Standar 1, (b) Tampak Depan, (c) Tampak Samping Kiri, (d) Tampak Belakang, (e) Tampak Samping Kanan	48
Gambar 4.6	Pola Retak Kolom Standar 2: (a) Kolom Standar 2, (b) Tampak Depan, (c) Tampak Samping Kiri, (d) Tampak Belakang, (e) Tampak Samping Kanan	48
Gambar 4.7	Pola Retak Kolom <i>Pen-Binder</i> 1: (a) Kolom Standar 1, (b) Tampak Depan, (c) Tampak Samping Kiri, (d) Tampak Belakang, (e) Tampak Samping Kanan	50
Gambar 4.8	Pola Retak Kolom <i>Pen-Binder</i> 2: (a) Kolom Standar 1, (b) Tampak Depan, (c) Tampak Samping Kiri, (d) Tampak Belakang, (e) Tampak Samping Kanan	51
Gambar 4.9	Kurva Histeretik Kolom Standar 1	59
Gambar 4.10	Kurva Histeretik Kolom Standar 2	60
Gambar 4.11	Kurva <i>Envelope</i> Kolom Standar	61
Gambar 4.12	Kurva Histeretik Kolom <i>Pen-Binder</i> 1	62
Gambar 4.13	Kurva Histeretik Kolom <i>Pen-Binder</i> 2	63
Gambar 4.14	Kurva <i>Envelope</i> Kolom <i>Pen-Binder</i>	64
Gambar 4.15	Kurva Histeretik Kolom FRP 1	65
Gambar 4.16	Kurva Histeretik Kolom FRP 2	66
Gambar 4.17	Kurva <i>Envelope</i> Kolom FRP	67
Gambar 4.18	Kurva Kenaikan Beban	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Survei Visual	13
Tabel 2.2	Hal-hal yang Terkait dengan Investigasi Visual Beton.....	13
Tabel 2.3	Metode dan Material Perbaikan Beton.....	15
Tabel 3.1	<i>Drift Ratio</i> dan Simpangan.....	40
Tabel 4.1	Perbandingan Pola Retak pada Kolom.....	52
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Kolom Standar 1	58
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Kolom Standar 2	59
Tabel 4.4	Hasil Rata-rata Kolom Standar	60
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Kolom <i>Pen-Binder</i> 1	62
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Kolom <i>Pen-Binder</i> 2.....	63
Tabel 4.7	Hasil Rata-rata Kolom <i>Pen-Binder</i>	64
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Kolom FRP 1	65
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Kolom FRP 2	66
Tabel 4.10	Hasil Rata-rata Kolom FRP.....	67
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Kolom Standar	67
Tabel 4.12	Hasil Pengujian Kolom <i>Pen-Binder</i>	68
Tabel 4.13	Hasil Pengujian Kolom FRP	69
Tabel 4.14	Kapasitas Beban Maksimum.....	70



DAFTAR NOTASI

f_y	Kekuatan leleh
f_u	Kekuatan batas
d	Diameter
t	Tinggi
M	Momen
P	Beban Aksial
V	Beban Lateral



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1	Proses Pengerjaan Benda Uji	73
Lampiran L.2	Spesifikasi <i>Wire Mesh</i>	87
Lampiran L.3	Spesifikasi <i>Sikagrout 215 (New)</i>	93
Lampiran L.1	Spesifikasi <i>Sika Anchorfix-1</i>	96

