

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Pernyataan Bebas Plagiasi	iii
Dedikasi	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Lampiran	xiii
Daftar Notasi	xiv
Abstraksi	xv
<i>Abstract</i>	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Keaslian Penelitian	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>7</b>
2.1 Umum	7
2.2 Pemetaan Penelitian Terdahulu	8
2.3 Perbedaan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	12
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	<b>15</b>
3.1 Umum	15
3.2 Sifat Bahan Penyusun Balok Beton Bertulang	16
3.2.1 Bahan Beton	16
3.2.2 Bahan Baja Tulangan	19

3.3	Pola Ketuntuhan Balok	20
3.4	Lentur Murni pada Balok Beton Bertulang	23
3.5	Perkuatan Balok Beton Bertulang	25
3.7.1	Metode Perkuatan Struktur Beton Bertulang	25
3.7.2	Pelat Baja	26
3.7.3	Lem Perekat Sikadur-31 CF Normal	27
3.6	Formula Perkuatan Lentur dengan SK – SNI	28
3.8.1	Balok Beton Tanpa Menggunakan Pelat Baja	28
3.8.2	Balok Beton Dengan Menggunakan Pelat Baja	30
3.7	Pengujian Kuat Tekan Balok Beton Bertulang	32
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN</b>		<b>33</b>
4.1	Umum	33
4.2	Persiapan Penelitian	33
4.2.1	Desain Benda Uji dan Variabel Penelitian	33
4.2.2	Bahan Penyusun Benda Uji	35
4.2.3	Peralatan Penelitian	36
4.3	Pelaksanaan Penelitian	37
4.3.1	Pengujian Bahan	37
4.3.2	Metode Pembuatan Benda Uji	49
4.3.3	Perawatan Benda Uji	52
4.4	Metode Pengujian dan Analisis Data	52
4.4.1	Pengujian Lentur Balok Beton Bertulang	52
4.4.2	Analisis Rencana Anggaran Biaya Perkuatan	56
4.5	Tahap Kesimpulan Penelitian	56
4.6	Prosedur Penelitian	57
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>59</b>
5.1	Umum	59
5.2	Kekuatan Tekan Silinder Beton	59
5.3	Kuat Tarik Baja	60
5.4	Perhitungan Kuat Lentur Rencana	60
5.4.1	Prediksi Kuat Lentur Balok Kontrol	60

5.4.2	Prediksi Kuat Lentur Balok Menggunakan Pelat Baja	65
5.5	Pengujian Balok Kontrol dan Balok Uji	68
5.5.1.	Balok Kontrol	70
5.5.2.	Balok Uji	71
5.6	Rekapitulasi Hasil Pengujian Balok	79
5.7	Pola Keretakan Balok	81
5.8	Pola Keruntuhan Balok	85
5.9	Analisis Biaya Perkuatan Menggunakan Pelat Baja	86
5.9.1.	Daftar Harga Pekerjaan Dan Bangunan Tahun 2015 Di Wilayah Yogyakarta	86
5.9.2.	Analisis Perhitungan Harga Satuan Bahan	88
5.9.3.	Rekapitulasi Perhitungan Biaya Balok Dan Balok Perkuatan	91
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		93
6.1.	Kesimpulan	93
6.2.	Saran	94
Daftar Pustaka		95

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	12
Tabel 3.1	Nilai Modulus Elastisitas Beton ( $E_c$ ) berbagai mutu beton	19
Tabel 3.2	Karakteristik Epoxy	28
Tabel 4.1	Penamaan dan Parameter Balok Uji	35
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	40
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	45
Tabel 5.1	Pengujian Kuat Tekan Silinder	60
Tabel 5.2	Balok Kontrol (BK)	70
Tabel 5.3	Balok Uji 1 (Kode BU-1)	71
Tabel 5.4	Balok Uji 1 (Kode BP-1)	72
Tabel 5.5	Balok Uji 2 (Kode BU-2)	74
Tabel 5.6	Balok Uji 2 (Kode BP-2)	75
Tabel 5.7	Balok Uji 3 (Kode BU-3)	76
Tabel 5.8	Balok Uji 3 (Kode BP-3)	78
Tabel 5.9	Perbandingan Hasil Kuat Lentur Teoritis – Eksperimen	80
Tabel 5.10	Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Lentur	80
Tabel 5.11	Daftar Satuan Harga Pekerja	87
Tabel 5.12	Daftar Satuan Harga Bahan Bangunan	88
Tabel 5.13	Daftar Satuan Harga Material Perkuatan	88
Tabel 5.14	Daftar Satuan Harga Material dan Upah Pekerja Beton	88
Tabel 5.15	Daftar Satuan Harga Material dan Upah Pekerjaan Pembesian	89
Tabel 5.16	Daftar Satuan Harga Material dan Upah Pekerjaan Bekisting	90
Tabel 5.16	Daftar Satuan Harga Material dan Upah Perkuatan Balok	91
Tabel 5.17	Rekapitulasi Total Biaya Pembuatan Sampel dan Perkuatan Menggunakan Pelat Baja	92

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Regangan – Tegangan Beton	17
Gambar 3.2	Berbagai Kuat Tekan Beton	18
Gambar 3.3	Diagram Tegangan-Regangan Batang Tulangan Baja	19
Gambar 3.4	Perilaku Beban-Lendutan Struktur Beton	21
Gambar 3.5	Pola Keruntuhan Balok	22
Gambar 3.6	Balok Dibebeani Lentur Murni	23
Gambar 3.7	Distribusi Tegangan-Regangan pada Penampang Beton Bertulang dengan Momen yang Semakin Besar	24
Gambar 3.8	Diagram Tegangan dan Regangan	25
Gambar 3.9	Potongan dan Gaya Kopel pada Balok Tanpa Perkuatan	28
Gambar 3.10	Potongan dan Gaya Kopel pada Balok dengan Perkuatan Pelat Baja	30
Gambar 3.11	Setting Alat Pengujian Balok	32
Gambar 4.1	Benda Uji Silinder	33
Gambar 4.2	Dimensi Balok Uji	34
Gambar 4.3	Penampang Memanjang Balok Uji	34
Gambar 4.4	Metode Perkuatan Menggunakan <i>Stiplat</i>	35
Gambar 4.5	Pembuatan Grid	54
Gambar 4.6	Bagan Alur Penelitian	56
Gambar 5.1	Distribusi Regangan dan Tegangan pada Balok Tulangan Rangka	61
Gambar 5.2	Reaksi Momen	63
Gambar 5.3	Distribusi Regangan dan Tegangan pada Balok Perkuatan	64
Gambar 5.4	Reaksi Momen	66
Gambar 5.5	Peletakan LVDT Pengujian Pembebanan	68
Gambar 5.6	Kurva Beban-Lendutan untuk Balok Kontrol	69
Gambar 5.7	Kurva Beban-Lendutan untuk BP-1 dibebani 70% beban max	71
Gambar 5.8	Kurva Beban-Lendutan untuk Balok Pelat 1	73

Gambar 5.9	Kurva Beban-Lendutan untuk BP-2 dibebani 70% beban max	74
Gambar 5.10	Kurva Beban-Lendutan untuk Balok Pelat 2	75
Gambar 5.11	Kurva Beban-Lendutan untuk BP-2 dibebani 70% beban max	76
Gambar 5.12	Kurva Beban-Lendutan untuk Balok Pelat 3	78
Gambar 5.13	Kurva Beban – Lendutan Tengah untuk seluruh balok	79
Gambar 5.14	Diagram Batang Perbandingan <i>First Crack</i> - <i>Max Load</i> Seluruh Balok	80
Gambar 5.15	Pola Keretakan Balok BK	81
Gambar 5.16	Pola Keretakan Balok BP-1 Tanpa Perkuatan	82
Gambar 5.17	Pola Keretakan Balok BP-1 dengan Perkuatan	83
Gambar 5.18	Pola Keretakan Balok BP-2 Tanpa Perkuatan	83
Gambar 5.19	Pola Keretakan Balok BP-2 dengan Perkuatan	84
Gambar 5.20	Pola Keretakan Balok BP-3 Tanpa Perkuatan	85
Gambar 5.21	Pola Keretakan Balok BP-3 dengan Perkuatan	85



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tabel Hasil Uji Material	97
Lampiran 2	Dokumentasi	107
Lampiran 3	Brosur Sikadur®-31 CF Normal	113



## DAFTAR NOTASI

$f_y$	: kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan non-prategang, MPa
$f_{yp}$	: kuat leleh untuk bahan pelat baja <i>stripplatt</i> , MPa
$f'_c$	: kuat tekan beton disyaratkan, MPa
$d$	: jarak dari serat tekan terluar terhadap titik berat tulangan tarik, mm
$d_s$	: jarak dari serat tarik terluar ke pusat tulangan tarik, mm
$d_s'$	: jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan, mm
$A_s$	: luas tulangan tarik non-prategang, mm <sup>2</sup>
$A_s'$	: luas tulangan tekan, mm <sup>2</sup>
$A_{sp}$	: luas tulangan tarik non-prategang, mm <sup>2</sup>
$E_s$	: modulus elastisitas tulangan, MPa
$B$	: lebar muka tekan komponen struktur, mm
$h$	: tinggi total komponen struktur, mm
$M_{kap}$	: kapasitas lentur penampang, N-mm
$P_n$	: kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yang diberika, N
$B$	: rasio bentang bersih dalam arah memnajang terhadap arah memendek dari pelat dua arah
$\Phi$	: nilai faktor reduksi ( <i>over strength faktor</i> )
$a$	: tinggi balok tegangan beton tekan persegi ekivalen $\beta.c$ , mm
$c$	: jarak antara garis netral dan tepi serat beton tekan, mm
$C_s$	: gaya tekan baja, kN
$C_c$	: gaya tekan beton, kN
$T_s$	: gaya tarik baja tulangan, kN
$\epsilon_s$	: regangan tarik baja tulangan
$\epsilon_y$	: tarik baja tulangan pada saat leleh
$p$	: beban titik terpusat, kN
$q$	: beban merata , kN/m