

**TESIS**  
**STUDI EKSPERIMENTAL KUAT LENTUR BALOK BETON**  
**DENGAN TULANGAN MODEL RANGKA BATANG**  
**DARI BAJA PROFIL SIKU**

**HARI AFRIYONO**



**REKAYASA STRUKTURAL**  
**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**

**2024**

**TESIS**  
**STUDI EKSPERIMENTAL KUAT LENTUR BALOK BETON**  
**DENGAN TULANGAN MODEL RANGKA BATANG**  
**DARI BAJA PROFIL SIKU**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat**  
**untuk memperoleh gelar Magister dari**  
**Universitas Lambung Mangkurat**

**HARI AFRIYONO**  
**2220828310071**



**REKAYASA STRUKTURAL**  
**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**  
**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK SIPIL**

**Studi Eksperimental Kuat Lentur Balok Beton**  
**Dengan Tulangan Model Rangka Batang Dari Baja Profil Siku**

**Oleh**

**Hari Afriyono (2220828310071)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 5 Juli 2024  
dan dinyatakan

**L U L U S**

**Komite Penguji :**

**Ketua / Penguji I** : Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D  
NIP. 19900306 202203 2 010

**Sekretaris / Penguji II** : Ir. Ida Barkiah, M.T.  
NIP. 19691110 199303 2 001

**Anggota 1 / Penguji III** : Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19860628 201212 1 002

**Pembimbing** : Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng.  
NIP. 19790723 200501 2 005

**Co. Pembimbing** : Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.  
NIP. 19690106 199502 2 001

Banjarmasin, .....

Diketahui dan disahkan oleh :

**Wakil Dekan Bidang Akademik**  
**Fakultas Teknik ULM,**

**Dr. Mahmud, S.T., M.T.**  
NIP. 19740107 199802 1 001

**Koordinator Program Studi**  
**S-2 Teknik Sipil,**

**Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng.**  
NIP. 19790723 200501 2 005

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul Tesis : **Studi Eksperimental Kuat Lentur Balok Beton Dengan Tulangan Model Rangka Batang Dari Baja Profil Siku**

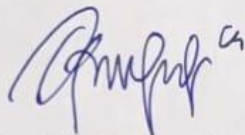
Nama : HARI AFRIYONO

NIM : 2220828310071

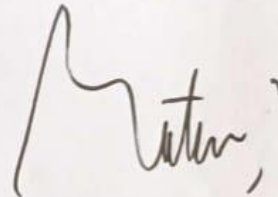
Disetujui Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

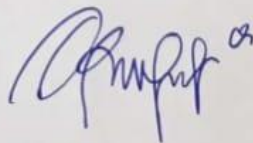


Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng  
NIP. 197907232005012005



Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, MT., M.Eng. Sc.  
NIP. 196901061995022001

Koordinator Program  
Studi Magister Teknik Sipil



Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng  
NIP. 197907232005012005

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan penelitian yang telah saya lakukan. Segala kutipan dari berbagai sumber telah di ungkapkan sebagaimana mestinya. Tesis ini belum pernah dipublikasikan untuk keperluan lain oleh siapapun juga.

Jika di kemudian hari ternyata pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima hukuman dari ketidak benaran pernyataan tersebut.

Banjarbaru, 10 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan,



HARI AFRIYONO

2220828310071

## ABSTRAK

### STUDI EKSPERIMENTAL KUAT LENTUR BALOK BETON DENGAN TULANGAN MODEL RANGKA BATANG DARI BAJA PROFIL SIKU

**Hari Afriyono**  
**2220828310071**

**Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M. Eng**  
**Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng. Sc**

Beton bertulang sebagai elemen balok harus diberi penulangan yang berupa penulangan lentur dan penulangan geser (sengkang). Tulangan lentur dan geser balok sebelum pelaksanaan pengecoran akan dirangkai bersama menjadi suatu model rangkaian yang terukur. Rangkaian tulangan ini secara umum akan mempunyai sifat lentur dari sebelum pengecoran hingga saat beton mulai mengeras, hal itu disebabkan karena rangkaian tulangan ini tidak mempunyai kekakuan awal.

Pada penelitian ini, akan dilakukan modifikasi tulangan baja normal dengan baja profil siku dengan model *Pratt* dan *Warren*. Pemilihan baja profil siku sebagai pengganti baja tulangan karena material ini mempunyai sifat yang lebih kaku. Variasi jenis tulangan tersebut bertujuan untuk meneliti pengaruh perbedaan jenis tulangan terhadap kuat lentur balok beton bertulang. Penelitian ini menggunakan beton kuat rencana 27 MPa, dengan benda uji balok beton bertulang berukuran 15 cm x 15 cm serta panjang 120 cm. Pengujian yang dilakukan antara lain; uji kuat tekan beton, dan uji kuat lentur balok.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan baja profil siku pada tulangan modifikasi memberikan kekuatan awal yang sangat besar pada rangka tulangan. Namun ketika tulangan modifikasi sudah monolit menjadi balok beton bertulang, ketika diberikan beban saat uji lentur, balok bertulang model *Pratt* dan balok bertulang model *Warren* memiliki kekuatan lentur hampir sama dengan balok bertulang normal.

Kata Kunci : Balok, Kuat Lentur, Baja Profil Siku, Model *Pratt*, Model *Warren*.

## ABSTRACT

### EXPERIMENTAL STUDY OF BENDING STRENGTH OF CONCRETE BEAM WITH REINFORCEMENT OF THE ROD FRAME MODEL FROM EQUAL ANGLE BAR

**Hari Afriyono**  
**2220828310071**

**Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M. Eng**  
**Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng. Sc**

Reinforced concrete as a beam element must be reinforced in the form of flexural reinforcement and shear reinforcement (stirrups). The bending and shear reinforcement of the beam before casting will be assembled together into a measurable circuit model. This series of reinforcement will generally have flexible properties from before casting until when the concrete begins to harden, this is because this series of reinforcement does not have initial stiffness.

In this research, normal steel reinforcement will be modified with angle profile steel using the Pratt and Warren model. The choice of equal angle bar as a substitute for reinforcing steel is because this material has stiffer properties. The aim of varying the types of reinforcement is to examine the effect of different types of reinforcement on the bending strength of reinforced concrete beams. This research uses concrete with a strength of 27 MPa, with reinforced concrete beam's dimension 15 cm x 15 cm and 120 cm long. Tests carried out include; concrete compressive strength test, and bending strength test of reinforced concrete beams.

The results indicate that the use of the modified equal angle bar in reinforcement provides an initial strength greater than that of normal reinforcement. However, when the modified reinforcement is monolithic into a reinforced concrete beam, when a load is applied during a bending test, the Pratt model and the Warren model have almost the same bending strength as a normal reinforced beam.

Keywords: *Beam, Bending Strength, Equal Angle Bar, Pratt Model, Warren Model*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini yang berjudul “Studi Eksperimental Kuat Lentur Balok Beton Dengan Tulangan Model Rangka Batang Dari Baja Profil Siku”. Penyusunan tesis ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Magister S2 pada Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Selama penyusunan laporan Tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi baik berupa bantuan maupun dukung, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga, istri dan kedua anak saya, atas doa, dukungan, semangat, kasih sayang dan segala yang diperlukan hingga saya dapat menyelesaikan gelar magister ini.
2. Ibu Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M. Eng dan ibu Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam memberikan arahan dan penjelasan kepada saya sehingga laporan tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Ibu Ir. Ida Barkiah, M.T., Ibu Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.T., Ph. D, dan Bapak Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga dapat menyempurnakan tesis ini.
4. Segenap dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak memberikan ilmu kepada kami.
5. Rekan tim Laboratorium, yang telah banyak memberi semangat dan membantu saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Akhir kata, saya menyadari penyusunan tesis ini tidak luput dari kekurangan, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun agar tesis ini lebih baik lagi. Saya berharap tesis ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Batasan Masalah .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Balok Beton Bertulang .....	4
2.1.1 Beton.....	4
2.1.2 Baja Tulangan Beton .....	4
2.1.2.1 Baja Tulangan Beton Polos (BjTP) .....	5
2.1.2.2 Baja Tulangan Beton Sirip (BjTS) .....	5
2.1.3 Baja Profil Siku Sama Kaki (Bj P) .....	10
2.2 Kuat Tekan Beton.....	16
2.3 Kuat Tarik Baja.....	17

2.4 Kuat Lentur Balok Bertulang Rangkap .....	19
2.5 Kuat Geser Balok.....	23
2.6 Ragam Keruntuhan Balok Beton .....	27
2.7 Perilaku Hubungan Beban Vs Defleksi, dan Kekakuan Eksperimental	31
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	33
3.2 Tempat Pelaksanaan Penelitian .....	34
3.3 Persiapan Material .....	34
3.3.1 Beton Formula <i>Ready Mix</i> .....	34
3.3.2 Baja Tulangan.....	35
3.4 Kuat Tarik Baja Logam Normal.....	36
3.5 Kuat Tarik Baja Logam Campuran.....	37
3.6 <i>Strain Gauge</i> .....	40
3.7 Perencanaan Benda Uji.....	42
3.8 Preliminary Desain Benda Uji .....	43
3.9 Konversi Penggunaan Baja Tulangan Normal Menjadi Baja Tulangan Profil Siku.....	51
3.9.1 Konversi Baja Tulangan Normal Menjadi Profil Siku Pada Tulangan Tarik 3D13.....	53
3.9.2 Konversi Baja Tulangan Normal Menjadi Profil Siku Pada Tulangan Tekan 2D10 .....	54
3.9.3 Konversi Baja Tulangan Normal Menjadi Profil Siku Pada Tulangan Geser Ø6 .....	55
3.10 Permodelan Desain Rangka Tulangan Menggunakan Program SAP2000.....	57
3.11 Pembuatan Benda Uji Balok Beton Bertulang .....	73
3.12 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	78

3.13 Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Bertulang .....	79
3.13.1 Setting Pengujian Kuat Lentur .....	79
3.13.2 Pengujian Kuat Lentur .....	83
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>86</b>
4.1 Analisis Hasil Uji Tekan Beton .....	86
4.2 Analisis Perbandingan Kekakuan Awal Pada Penulangan Normal dan Modifikasi.....	88
4.3 Analisis Hasil Uji Lentur Balok Beton Bertulang .....	93
4.3.1 Defleksi / Lendutan B0-1 .....	93
4.3.2 Defleksi / Lendutan B0-2 .....	96
4.3.3 Defleksi / Lendutan B1-1 .....	98
4.3.4 Defleksi / Lendutan B1-2 .....	100
4.3.5 Defleksi / Lendutan B1-3 .....	103
4.3.6 Defleksi / Lendutan B2-1 .....	106
4.3.7 Defleksi / Lendutan B2-2 .....	108
4.3.8 Defleksi / Lendutan B2-3 .....	111
4.4 Perbandingan Regangan Rata-Rata dan Lendutan Rata-Rata .....	113
4.5 Perbandingan Defleksi / Lendutan.....	119
4.6 Analisis Pola Retak Balok Beton Bertulang .....	120
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>124</b>
5.1 Kesimpulan .....	124
5.2 Saran .....	127
<b>DAFTAR RUJUKAN.....</b>	<b>128</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>130</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos .....	5
Tabel II.2 Ukuran Baja tulangan Beton Sirip.....	7
Tabel II.3 Sifat Mekanis Baja Tulangan .....	9
Tabel II.4 Tanda Kelas Baja Tulangan Beton .....	10
Tabel II.5 Standar Ukuran Penampang Bj P Siku Sama Kaki .....	12
Tabel II.6 Sifat Mekanis Bj P Siku Sama Kaki.....	15
Tabel II.7 Warna Penandaan .....	16
Tabel II.8 Toleransi Ukuran Penampang Bj P Siku Sama Kaki .....	16
Tabel II.9 Pengelompokkan Batang Uji Sesuai Bentuk Produk .....	17
Tabel II.10 Ukuran Benda Uji Berbentuk Plat.....	18
Tabel II.11 Ukuran Benda Uji Berbentuk Batang.....	19
Tabel II.12 Pengaruh Kelangsingan Balok Terhadap Ragam Keruntuhan .....	30
Tabel II.13 Jenis Balok dan Ragam Keruntuhan Yang Terjadi .....	30
Tabel III.1 Data Hasil Pengujian Tarik Baja Logam Normal .....	37
Tabel III.2 Data Hasil Pengujian Tarik Baja Logam Campuran.....	39
Tabel III.3 Variabel dan Nomenklatur Benda Uji Balok Beton Bertulang.....	42
Tabel III.4 Rekapitulasi Preliminary Desain Balok Uji .....	50
Tabel III.5 Hasil Perhitungan Kapasitas Momen Nominal Balok B0, B1, dan B257	
Tabel III.6 Material Properties Tulangan.....	58
Tabel IV.1 Hasil Uji Tekan Beton Umur 28 Hari .....	86
Tabel IV.2 Hasil Uji Tekan Beton Umur 55 Hari.....	87
Tabel IV.3 Output Kombinasi Pembebanan Pada Tulangan Normal .....	88
Tabel IV.4 Output Kombinasi Pembebanan Pada Tulangan Model Pratt .....	89
Tabel IV.5 Output Kombinasi Pembebanan Pada Tulangan Model Warren .....	90
Tabel IV.6 Output Nilai Defleksi Pada Tulangan.....	91
Tabel IV.7 Hasil Kuat Lentur dan Regangan B0-1 .....	93
Tabel IV.8 Hasil Kuat Lentur dan Regangan B0-2.....	96
Tabel IV.9 Hasil Kuat Lentur dan Regangan B1-1 .....	98
Tabel IV.10 Hasil Kuat Lentur dan Regangan B1-2.....	101

Tabel IV.11 Hasil Kuat Lentur dan Regangan B1-3.....	103
Tabel IV.12 Hasil Kuat Lentur dan Regangan B2-1.....	106
Tabel IV.13 Hasil Kuat Lentur dan Regangan B2-2.....	108
Tabel IV.14 Hasil Kuat Lentur dan Regangan B2-3.....	111
Tabel IV.15 Rata-rata Tegangan Pada Balok B0.....	113
Tabel IV.16 Rata-rata Lendutan Pada Balok B0.....	114
Tabel IV.17 Rata-rata Tegangan Pada Balok B1.....	115
Tabel IV.18 Rata-rata Lendutan Pada Balok B1.....	116
Tabel IV.19 Rata-rata Tegangan Pada Balok B2.....	117
Tabel IV.20 Rata-rata Tegangan Pada Balok B2.....	118
Tabel IV.21. Hasil Perbandingan Defleksi/Lendutan.....	119
Tabel V.1 Konversi Tulangan Normal Menjadi Tulangan Modifikasi.....	124
Tabel V.2 Ultimit Balok Beton Bertulang Normal dan Modifikasi.....	126
Tabel V.3 Rekapitulasi Perbandingan Balok Tulangan Normal, Pratt, dan Warren .....	127

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Jenis Baja Tulangan Beton Sirip Bambu .....	6
Gambar II.2 Bentuk Penampang Bj P Siku Sama Kaki .....	10
Gambar II.3 Karakteristik Penampang .....	11
Gambar II.4 Benda Uji Berbentuk Plat .....	18
Gambar II.5 Benda Uji Berbentuk Batang .....	19
Gambar II.6 Konsep Gaya Tarik Tekan Pada Penampang Balok Bertulangan Rangkap (Nawy, 1998) .....	20
Gambar II.7 Distribusi Regangan Untuk Berbagai Ragam Keruntuhan Lentur (Nawy, 1998) .....	21
Gambar II.8 Diagram Alir Analisis Balok Bertulangan Rangkap (Nawy, 1998) .	22
Gambar II.9 Lanjutan Diagram Alir Analisis Balok Bertulangan Rangkap .....	23
Gambar II.10 Menentukan Jarak Spasi Sengkang Berdasarkan Syarat Kekuatan (Dipohusodo, 1999) .....	25
Gambar II.11 Ragam Keruntuhan Sebagai Fungsi Dari Kelangsingan Balok .....	29
Gambar II.12 Kategori Retakan Balok (Nawy, 1998) .....	29
Gambar II.13 Grafik Hubungan Beban Vs Lendutan Pada Balok (Nawy, 1998) .	31
Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian .....	33
Gambar III.2 Pengadukan Campuran Beton .....	34
Gambar III.3 Uji Slump pada Beton Segar .....	35
Gambar III.4 Tulangan Baja Ulir, Polos dan Profil Siku .....	35
Gambar III.5 Pengadaan Benda Uji .....	36
Gambar III.6 Pengujian Pada Mesin Uji Tarik .....	36
Gambar III.7 Penyesuaian Ukuran Batang Uji .....	38
Gambar III.8 Penyesuaian Ukuran Batang Uji .....	38
Gambar III.9 Contoh Batang Uji Tarik Bahan Logam .....	39
Gambar III.10 Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja .....	39
Gambar III.11 Persiapan alat dan bahan pemasangan <i>strain gauge</i> .....	40
Gambar III.12 Menghaluskan permukaan bagian tulangan .....	40
Gambar III.13 Mengisolasi di ujung permukaan untuk alas kaki <i>strain gauge</i> ....	40
Gambar III.14 Memposisikan <i>strain gauge</i> .....	41

Gambar III.15 Menempelkan <i>Strain Gauge</i> .....	41
Gambar III.16 Menutup kembali <i>strain gauge</i> yang sudah terpasang.....	41
Gambar III.17 Dimensi Ukuran Balok Uji.....	42
Gambar III.18 Desain Penampang Balok Beton Bertulang .....	43
Gambar III.19 Analisis Struktur Balok Bertulang .....	46
Gambar III.20 Diagram Momen dan Diagram Lintang .....	49
Gambar III.21 Titik Berat Penampang Tulangan Bulat dan Profil Siku.....	51
Gambar III.22 Rangka Batang Model Normal, Pratt dan Warren .....	52
Gambar III.23 Profil Siku Tulangan Tarik Modifikasi .....	54
Gambar III.24 Profil Siku Tulangan Tekan Modifikasi.....	55
Gambar III.25 Profil Siku Tulangan Geser Modifikasi .....	56
Gambar III.26 Perbandingan Tulangan Normal dan Tulangan Profil Siku Modifikasi.....	57
Gambar III.27 New Model.....	58
Gambar III.28 Material Properties Tulangan Utama .....	59
Gambar III.29 Material Properties Tulangan Sengkang .....	59
Gambar III.30 Material Properties Siku Bawah.....	60
Gambar III.31 Material Properties Siku Atas .....	60
Gambar III.32 Material Properties Siku Sengkang .....	61
Gambar III.33 Section Properties Besi Beton Tulangan Bawah.....	61
Gambar III.34 Section Properties Besi Beton Tulangan Atas.....	62
Gambar III.35 Section Properties Besi Beton Tulangan Sengkang .....	62
Gambar III.36 Section Properties Siku Bawah .....	63
Gambar III.37 Section Properties Siku Atas .....	63
Gambar III.38 Section Properties Siku Sengkang.....	64
Gambar III.39 Load Pattern .....	64
Gambar III.40 Load Combination.....	65
Gambar III.41 Drawing Permodelan.....	66
Gambar III.42 Joint Resistant .....	66
Gambar III.43 Frame Section.....	67
Gambar III.44 Release and Partial Fixity.....	67
Gambar III.45 Local Axes .....	68

Gambar III.46 General Option Display.....	68
Gambar III.47 Joint Load.....	69
Gambar III.48 Steel Frame Design .....	69
Gambar III.49 Select Design Combination.....	70
Gambar III.50 Set Analyze Option .....	70
Gambar III.51 Run Analysis .....	71
Gambar III.52 Deformed Dead .....	71
Gambar III.53 Deformed External Dead Load .....	72
Gambar III.54 P-M Interaction Ratio.....	72
Gambar III.55 Pengadaan Tulangan Besi Beton dan Baja Profil Siku .....	73
Gambar III.56 Contoh Batang Uji Tarik Bahan Logam .....	73
Gambar III.57 Peralatan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton.....	74
Gambar III.58 Cetakan/Bekisting Balok Beton.....	74
Gambar III.59 Strain Gauge.....	75
Gambar III.60 Rangkaian Baja Tulangan .....	75
Gambar III.61 Pemasangan Strain Gauge.....	76
Gambar III.62 Pemasangan Tulangan Dalam Cetakan .....	76
Gambar III.63 Persiapan Bekisting dan Material Pengecoran.....	77
Gambar III.64 Pelaksanaan Pengecoran Balok.....	77
Gambar III.65 Sampel Siap Uji dan Mobilisasi Sampel Balok .....	78
Gambar III.66 <i>Set-up</i> alat dan pembebanan: (a) Tampak Melintang; dan (b) Tampak Tampak Memanjang.....	79
Gambar III.67 Sketsa Pembebanan .....	80
Gambar III.68 Setting Pengujian Lentur Sampel Balok B0-1 .....	80
Gambar III.69 Setting Pengujian Lentur Sampel Balok B0-2 .....	80
Gambar III.70 Setting Pengujian Sampel Balok B1-1 .....	81
Gambar III.71 Setting Pengujian Lentur Sampel Balok B1-2 .....	81
Gambar III.72 Setting Pengujian Lentur Sampel Balok B1-3 .....	81
Gambar III.73 Setting Pengujian Lentur Sampel Balok B2-1 .....	82
Gambar III.74 Setting Pengujian Lentur Sampel Balok B2-2 .....	82
Gambar III.75 Setting Pengujian Lentur Sampel Balok B2-3 .....	82
Gambar III.76 Hasil Pengujian Lentur Sampel Balok B0-1 .....	83

Gambar III.77 Hasil Pengujian Lentur Sampel Balok B0-2 .....	83
Gambar III.78 Hasil Pengujian Lentur Sampel Balok B1-1 .....	84
Gambar III.79 Hasil Pengujian Lentur Sampel Balok B1-2 .....	84
Gambar III.80 Hasil Pengujian Lentur Sampel Balok B1-3 .....	84
Gambar III.81 Hasil Pengujian Lentur Sampel Balok B2-1 .....	85
Gambar III.82 Hasil Pengujian Lentur Sampel Balok B2-2 .....	85
Gambar III.83 Hasil Pengujian Lentur Sampel Balok B2-3 .....	85
Gambar IV.1 Hubungan Beban terhadap Lendutan B0-1 .....	94
Gambar IV.2 Gabungan Regangan Tulangan Tarik Kanan dan Kiri B0-1 .....	94
Gambar IV.3 Beban vs Regangan Rata-Rata B0-1 .....	95
Gambar IV.4 Hubungan Beban terhadap Lendutan B0-2 .....	96
Gambar IV.5 Gabungan Regangan Tulangan Tarik Kanan dan Kiri B0-2 .....	97
Gambar IV.6 Beban vs Regangan Rata-rata B0-2 .....	98
Gambar IV.7 Hubungan Beban terhadap Lendutan B1-1 .....	99
Gambar IV.8 Gabungan Regangan Tulangan Tarik Kanan dan Kiri B1-1 .....	99
Gambar IV.9 Beban vs Regangan Rata-rata B1-1 .....	100
Gambar IV.10 Hubungan Beban terhadap Lendutan B1-2 .....	101
Gambar IV.11 Gabungan Regangan Tulangan Tarik Kanan dan Kiri B1-2 .....	102
Gambar IV.12 Beban vs Regangan Rata-rata B1-2 .....	103
Gambar IV.13 Hubungan Beban terhadap Lendutan B1-3 .....	104
Gambar IV.14 Beban vs Regangan Tulangan Tarik Kanan dan Kiri B1-3 .....	104
Gambar IV.15 Beban vs Regangan Rata-rata B1-3 .....	105
Gambar IV.16 Hubungan Beban terhadap Lendutan B2-1 .....	106
Gambar IV.17 Gabungan Regangan Tulangan Tarik Kanan dan Kiri B2-1 .....	107
Gambar IV.18 Beban vs Regangan Rata-rata B2-1 .....	108
Gambar IV.19 Hubungan Beban terhadap Lendutan B2-2 .....	109
Gambar IV.20 Gabungan Regangan Tulangan Tarik Kanan dan Kiri B2-2 .....	109
Gambar IV.21 Gabungan Regangan Tulangan Tarik Kanan dan Kiri B2-2 .....	110
Gambar IV.22 Hubungan Beban terhadap Lendutan B2-3 .....	111
Gambar IV.23 Gabungan Regangan Tulangan Tarik Kanan dan Kiri B2-3 .....	112
Gambar IV.24 Beban vs Regangan Rata-rata B2-3 .....	113
Gambar IV.25 Grafik Regangan Rata-rata Balok B0 .....	114

Gambar IV.26 Grafik Lendutan Rata-rata Balok B0 .....	115
Gambar IV.27 Grafik Regangan Rata-rata Balok B1 .....	116
Gambar IV.28 Grafik Lendutan Rata-rata Balok B1 .....	116
Gambar IV.29 Grafik Regangan Rata-rata Balok B2 .....	117
Gambar IV.30 Grafik Lendutan Rata-rata Balok B2 .....	118
Gambar IV.31 Beban – Lendutan Rata-Rata .....	119
Gambar IV.32 Pola Retak Balok B0 .....	121
Gambar IV.33 Pola Retak Balok B1 .....	122
Gambar IV.34 Pola Retak Balok B2 .....	123