

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulisan skripsi dengan judul "Pengaruh variasi prosentase luas tulangan tumpuan yang masuk ke lapangan terhadap Lendutan (Defleksi) balok" ini dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bpk. Ir. Ahmad Wicaksono, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
2. Bpk. Ir. Wisnumurti, MT., selaku Sekretaris Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
3. Bpk. Ir. M. Taufik Hidayat, MT., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membagikan banyak ilmunya.
4. Ibu Ir. Ristinah S, MT., selaku dosen pembimbing yang sangat membantu dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Ir Edhi Wahyuni S, MT., selaku dosen penguji.
6. Bapak ibu tercinta Sasko Rudiono SPd dan Sukarni SPd yang selalu mendoakan dan memberikan dorongan.
7. Rekan – rekan angkatan 2002 yang tercinta dan semua pihak yang telah membantu, terima kasih atas segala dorongan, semangat, dan bantuan yang tulus selama ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu, kritik dan saran yang bermanfaat dari pembaca sangat kami harapkan demi kesempurnaannya, terima kasih.

Malang, April 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	ix
RINGKASAN	x
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Kegunaan Penelitian	3
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
2.1. Umum	4
2.2. Beton Bertulang	5
2.3. Hubungan Tegangan – Regangan Beton dan Baja	6
2.3.1. Hubungan Tegangan – Regangan Beton	6
2.3.2. Hubungan Tegangan – Regangan Baja	6
2.4. Penampang Balok Bertulangan Seimbang, Lebih, dan Kurang	8
2.4.1. Penampang Balok Bertulangan Seimbang (<i>Balanced</i>)	8
2.4.2. Penampang Balok Bertulangan Lebih (<i>Overreinforced</i>)	9
2.4.3. Penampang Balok Bertulangan Kurang (<i>Underreinforced</i>)	9
2.5. Penampang Balok Bertulangan Rangkap	11
2.5.1. Analisa Balok Bertulangan Rangkap	11
2.5.2. Penyaluran Tulangan	14
2.4.3. Penampang Balok Bertulangan Kurang (<i>Underreinforced</i>)	9
2.6. Perhitungan Lendutan	16
2.6.1. Persamaan Lendutan	18

2.6.2. Modulus Elastisitas	19
2.6.3. Momen Inersia	20
2.7. Perilaku Defleksi Pada Balok	21
2.7.1. Taraf Praretak	21
2.7.2. Taraf Beban Pasca Retak	14
2.7.3. Taraf Retak Pasca – Service Ability dan Keadaan Limit	23
2.8. Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang Pada Balok	24
2.8.1. Lendutan Seketika Pada Balok	24
2.8.2. Lendutan Jangka Panjang Pada Balok	24
2.9. Hipotesis Penelitian	26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	27
3.3. Analisa Bahan yang digunakan	28
3.3.1. Semen	28
3.3.2. Air	28
3.3.3. Pasir dan Kerikil	28
3.3.4. Baja Tulangan	28
3.4. Rancangan Penelitian	28
3.5. Rancangan Balok Uji	29
3.6. Prosedur Penelitian dan Pengujian	30
3.7. Metode Pengumpulan Data	31
3.8. Analisis Lendutan	31
3.9. Variabel Penelitian	32
3.10. Analisis Data	32
3.10.1. Analisis Regresi	33
3.10.2. Analisis Varian Satu Arah	34
3.11. Diagram Alir Penelitian	36

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Sifat-Sifat Bahan Penyusun Balok Beton Bertulang	37
4.1.1. Semen	37
4.1.2. Air	37

4.1.3. Agregat Halus (Pasir)	37
4.1.4. Agregat Kasar (Batu Pecah)	38
4.1.5. Baja Tulangan	38
4.1.6. Pengujian Beton Segar	39
4.1.7. Pengujian Beton Keras	40
4.2. Pengujian Lendutan (Defleksi) Balok	41
4.2.1. Lendutan Maksimum Pada Balok Uji	42
4.3. Pembahasan	49
4.3.1. Pembahasan Penelitian	49
4.3.2. Pembahasan Lendutan Maksimum Balok	50
4.3.3. Pengujian Hipotesis	53
BAB V. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	58



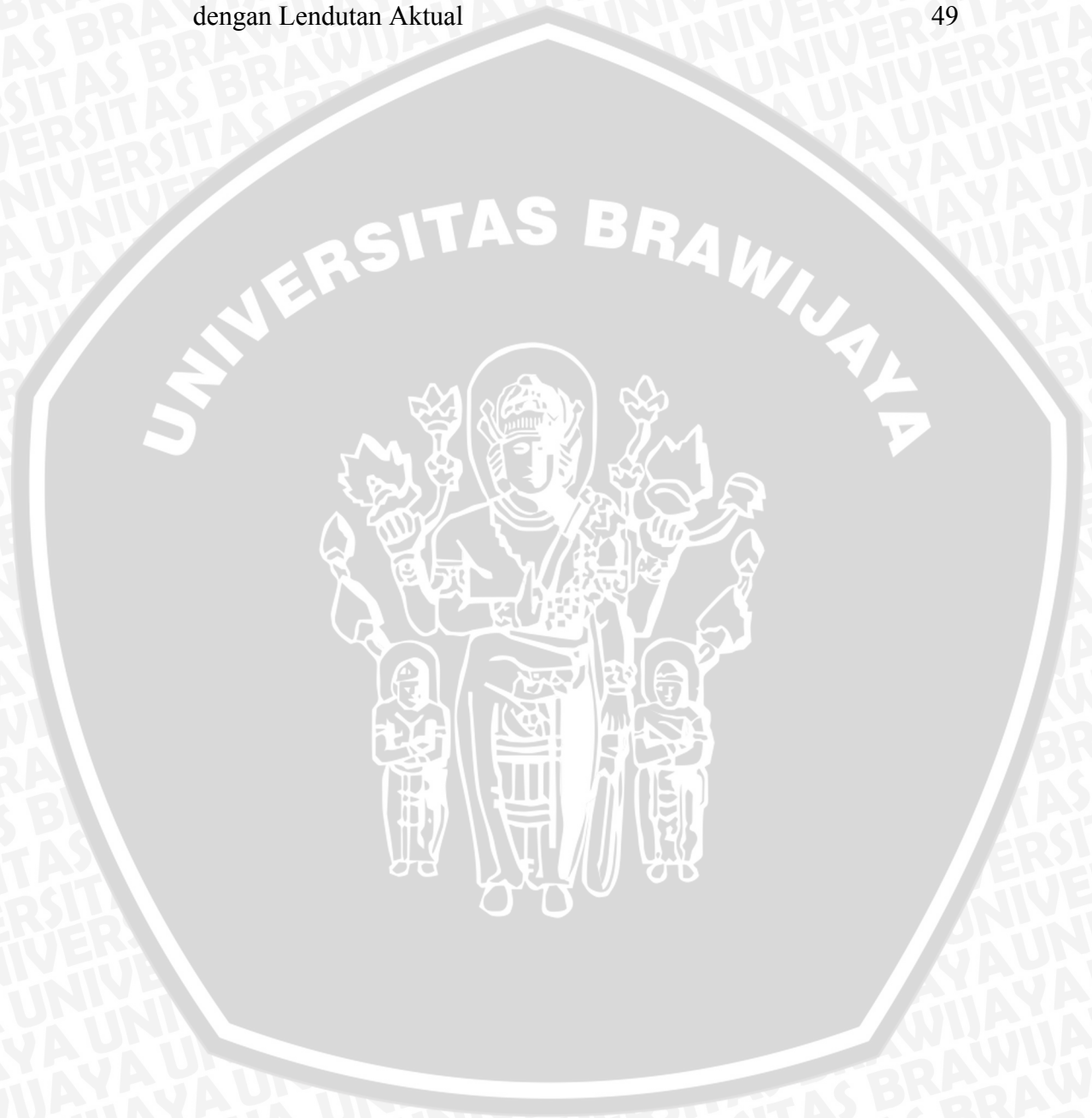
DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Sifat – Sifat Yang Berbeda Antara Beton dan Baja	5
Tabel 2.2.	Tebal Minimum Balok non Pratekan atau Plat Satu Arah Apabila Lendutan Tidak di hitung	8
Tabel 2.3.	Lendutan Ijin Maksimum	17
Tabel 3.1.	Karakteristik Benda Uji	28
Tabel 3.2.	Variasi Prosentase Luas tulangan tumpuan yang masuk ke lapangan	29
Tabel 3.3.	Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r	34
Tabel 3.4.	Analisis Ragam untuk Klasifikasi Satu Arah	35
Tabel 4.1.	Hasil Pengujian Agregat Halus	38
Tabel 4.2.	Hasil Pengujian Agregat Kasar	38
Tabel 4.3.	Hasil Pengujian Baja Tulangan	39
Tabel 4.4.	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	39
Tabel 4.5.	Hasil Uji Tekan Beton Silinder	40
Tabel 4.6.	Variasi prosentase luas tulangan tumpuan yang diteruskan ke lapangan pada balok dari perhitungan dan aktual	42
Tabel 4.7.	Perbandingan Lendutan Teoritis dan Lendutan Uji	42
Tabel 4.8.	Lendutan maksimum balok dengan f_c' rata-rata sebesar 33,631 MPa	44
Tabel 4.9.	Lendutan maksimum Aktual Balok Uji dengan Penambahan Data Nilai Prosentase Luas Tulangan Tumpuan yang diteruskan ke Lapangan dengan nilai 0 % dan 60 %.	48
Tabel 4.10.	Prosentase Peningkatan Lendutan uji	51
Tabel 4.11.	Prosentase Peningkatan Lendutan uji pada prosentase bulat	51
Tabel 4.12.	Prosentase peningkatan dan penurunan lendutan.	52
Tabel 4.13.	<i>Anova</i> satu arah	53
Tabel 5.1.	Prosentase Peningkatan Lendutan uji	55

DAFTAR GAMBAR

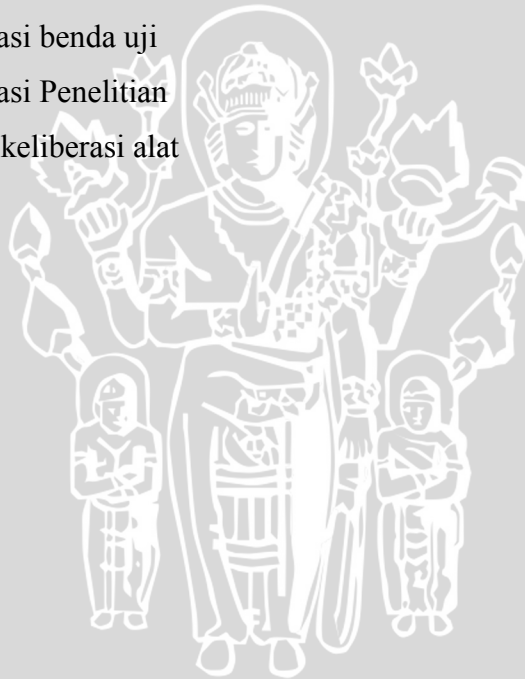
No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Diagram Tegangan-Regangan pada Beton	7
Gambar 2.2.	Diagram Tegangan-Regangan pada Baja	7
Gambar 2.3.	Penampang Balok dengan Penulangan Seimbang	8
Gambar 2.4.	Penampang Balok dengan Penulangan Lebih	9
Gambar 2.5.	Penampang Balok dengan Penulangan Kurang	10
Gambar 2.6.	Analisa Balok Bertulang Rangkap	11
Gambar 2.7.	Bidang Momen Dasar untuk Beban Terbagi Rata	15
Gambar 2.8.	Persyaratan-Persyaratan Penyaluran Tulangan	15
Gambar 2.9.	Kondisi Pembebanan Struktur Balok	18
Gambar 2.10.	Grafik Hubungan Beban (P) dengan Lendutan (δ) Balok Beton Bertulang yang Didapat dari Hasil Pengamatan.	21
Gambar 2.11.	Diagram Tegangan dan Regangan Pada Balok Taraf Praretak	22
Gambar 2.12.	Diagram Tegangan dan Regangan Pada Balok Taraf Pasca Retak	22
Gambar 2.13.	Diagram Tegangan dan Regangan Pada Taraf Balok Serviceability	24
Gambar 3.1.	Balok Uji	29
Gambar 3.2.	Skema Pembebanan	30
Gambar 3.3.	Diagram Momen Balok	31
Gambar 3.4.	Diagram Pengerjaan Penelitian	36
Gambar 4.1.	Grafik Perbandingan Prosentase Tulangan dengan Lendutan Perhitungan	43
Gambar 4.2.	Grafik Perbandingan Prosentase Tulangan dengan Lendutan Perhitungan dengan f_c' rata-rata = 33,616 MPa	44
Gambar 4.3.	Grafik polynomial orde 3 Perbandingan prosentase Tulangan dengan Lendutan Aktual	45
Gambar 4.4.	Grafik polynomial orde 4 Perbandingan prosentase Tulangan dengan Lendutan Aktual	45
Gambar 4.5.	Grafik polynomial orde 4 Perbandingan prosentase Tulangan dengan Lendutan Aktual Balok Uji 1	46
Gambar 4.6.	Grafik polynomial orde 4 Perbandingan prosentase Tulangan dengan Lendutan Aktual Balok Uji 2	47

Gambar 4.7.	Grafik polynomial orde 4 Perbandingan prosentase Tulangan dengan Lendutan Aktual Balok Uji 3	47
Gambar 4.8.	Grafik polynomial orde 5 Perbandingan prosentase Tulangan dengan Lendutan Aktual	48
Gambar 4.9.	Grafik polynomial orde 6 Perbandingan prosentase Tulangan dengan Lendutan Aktual	49



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Hasil Pengujian Agregat Halus	L1-1
Lampiran 2	Hasil Pengujian Agregat Kasar	L2-1
Lampiran 3	Hasil Perhitungan Campuran Bahan	L3-1
Lampiran 4	Data Hasil Uji Tarik Baja	L4-1
Lampiran 5	Data Hasil Uji Tekan Beton Silinder	L5-1
Lampiran 6	Analisa perhitungan balok bertulang rangkap	L6-1
Lampiran 7	Data Lendutan Perhitungan dan Lendutan Aktual balok	L7-1
Lampiran 8	Analisa statistik data uji bahan	L8-1
Lampiran 9	Gambar Tulangan Balok Uji	L9-1
Lampiran 10	Dokumentasi benda uji	L10-1
Lampiran 11	Dokumentasi Penelitian	L11-1
Lampiran 12	Sertifikasi keliberasi alat	L12-1



DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

A_s	= Luas tulangan tarik
A_s'	= Luas tulangan tekan
a	= Tinggi blok tekan persegi ekivalen $a = \beta.c$
b	= Lebar penampang balok
c	= Jarak dari serat tekan terluar ke garis netral
d	= Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik
d'	= Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan
E_c	= Modulus elastisitas beton
E_s	= Modulus elastisitas baja
f_c'	= Kuat tekan beton
f_y	= Tegangan luluh tarik
f_y'	= Tegangan luluh tekan
f_s	= Tegangan tulangan baja tarik dalam tulangan pada beban kerja
h	= Tinggi penampang balok
P	= Beban lentur luar
z	= Panjang lengan momen dalam
ρ	= Rasio penulangan tarik
ϕ	= Diameter batang tulangan
β	= Faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekivalen beton
ε	= Regangan
ε_c	= Regangan beton tarik
ε_c'	= Regangan beton tekan
ε_s	= Regangan baja tarik
ε_s'	= Regangan baja tekan
ε_y	= Regangan baja leleh tarik
ε_y'	= Regangan baja leleh tekan
σ'_{bm}	= Kekuatan beton rata-rata
δ	= Lendutan

ABSTRAKSI

YUDI EKO PRASETYO, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, April 2007, *Pengaruh variasi luas tulangan tumpuan yang masuk ke lapangan terhadap lendutan (defleksi) balok*. Dosen pembimbing : Ir. M Taufik Hidayat, MT. dan Ir. Ristinah S. MT.

Pada struktur beton bertulang seringkali dijumpai tulangan tumpuan yang diteruskan masuk ke lapangan. Hal tersebut adalah untuk mengatasi akibat-akibat dari redistribusi tegangan-tegangan setelah terjadinya retak-retak miring di sekitar tumpuan yang ekuivalen dengan pergeseran bidang momen nominal (PBI 1971: 68). Dalam SNI 03-2847-2002 pasal 14.12 ayat (3) mensyaratkan bahwa “Paling sedikit dari jumlah tulangan tarik total yang dipasang untuk momen negatif pada suatu tumpuan harus ditanamkan hingga melewati titik belok sejauh tidak kurang dari nilai terbesar antar tinggi efektif komponen struktur $12d_b$, atau seperenambelas bentang bersih”. Dengan kata lain bahwa pada tulangan momen negatif atau pada tumpuan minimal harus diteruskan sepertiga atau sekitar 30% dari tulangan total di tumpuan.

Syarat yang lain suatu balok harus memiliki kemampuan yang baik yaitu salah satunya lendutan. Lendutan balok-balok struktural merupakan fungsi dari panjang bentang, perletakan, atau kondisi-kondisi ujungnya (seperti tumpuan sederhana atau ada tahanan karena kesinambungan batang), jenis pembebanan (beban terpusat ataukah beban terdistribusi), dan kekakuan lentur EI dari elemen. Dengan ada adanya penambahan tulangan tumpuan yang masuk ke lapangan maka momen kapasitas balok berubah dan nilai inersia efektif balok juga berubah.

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil variasi balok uji sebesar 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dan 50 % dengan menggunakan balok berukuran 12 cm x 20 cm x 140 cm, dengan jarak antar tumpuan 120 cm. Tiap variasi di buat 3 buah sehingga total benda uji sebanyak 15 buah. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar nilai lendutan yang terjadi dengan adanya variasi prosentase luas tulangan tumpuan yang masuk ke lapangan, dan mengetahui bagaimanakah bentuk grafik yang menggambarkan hubungan antara variasi prosentase luas tulangan tumpuan yang masuk ke lapangan terhadap lendutan pada balok beton bertulang.

Berdasarkan analisis statistik hasil pengujian dengan mengambil resiko kesalahan 5 % di dapat nilai $f_{hitung} = 4,928263 > f_{tabel} = 3,47805$ sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan dari variasi prosentase tulangan tumpuan yang diteruskan ke lapangan terhadap lendutan (defleksi) balok. Sedangkan grafik hubungan antara variasi prosentase luas tulangan tumpuan yang masuk ke lapangan dan lendutan balok beton bertulang menunjukkan bahwa nilai lendutan minimum terjadi pada prosentase 33 % dan terjadi peningkatan nilai lendutan seiring dengan penambahan variasi prosentase tulangan yang digunakan.