

ANALISIS DAKTILITAS BALOK BETON BERTULANG

Bobly Sadrach

NRP : 9621081

NIRM : 41077011960360

Pembimbing : Daud Rahmat Wiyono, Ir., M.Sc

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG**

ABSTRAK

Untuk mendesain struktur tahan gempa ada tiga metode yaitu rangka pemikul khusus, menengah, dan biasa. Masing-masing metoda ini dipengaruhi oleh faktor daktilitasnya. Faktor daktilitas adalah kemampuan struktur berdeformasi sesudah melewati batas lelehnya. Disini dicari daktilitas kelengkungan dan faktor daktilitas dari balok dimana balok merupakan elemen struktur yang dituntut memiliki daktilitas yang tinggi karena pada balok terjadi sendi plastis.

Pada elemen balok terdapat dua macam daktilitas yaitu daktilitas kelengkungan dan faktor daktilitas. Pada desain bangunan tahan gempa harus memenuhi persyaratan daktilitasnya untuk menjamin bangunan itu tidak runtuh ketika gempa kuat terjadi.

Dari studi kasus yang dilakukan terhadap beberapa penampang balok, didapatkan semakin besar nilai rasio tulangan, ρ , dan mutu baja, f_y , semakin kecil daktilitas kelengkungan dan faktor daktilitasnya. Sedangkan dengan semakin besarnya mutu beton, f_c' , semakin kecil daktilitas kelengkungan dan faktor daktilitasnya.

DAFTAR ISI

	Halaman
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latarbelakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Ruang lingkup Pembahasan.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 Tinjauan Pustaka	
2.1 Hubungan Antara Momen-Kelengkungan.....	5
2.1.1 Lengkungan Pada Suatu Balok.....	5
2.1.2 Penentuan Teori Momen-Lengkungan.....	10
2.2 Lendutan Lateral Dalam Keadaan Post Elastis Dan Persyaratan Lengkungan.....	16

2.2.1 Mekanisme Kolom.....	16
2.2.2 Mekanisme Balok.....	18
2.3 Daktilitas Kelengkungan Balok Beton Bertulang.....	20
2.3.1 Daktilitas Kelengkungan Balok Beton Bertulangan Tunggal.....	21
2.3.2 Daktilitas Kelengkungan Balok Beton Bertulangan Rangkap.....	22
2.3.3 Daktilitas Kelengkungan Balok Beton Bertulang Dengan Sengkang.....	24
2.4 Analisis Struktur Untuk Balok Kantilever.....	25
2.4.1 Deformasi Ultimate Dihitung Dari Lengkungan.....	27
BAB 3 STUDI KASUS	
3.1 Perhitungan Rasio Tulangan Dan Daktilitas Kelengkungan.....	32
3.2 Perhitungan Faktor Daktilitas Balok Beton Bertulang.....	41
3.3 Pembahasan Hasil Perhitungan.....	45
BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Kesimpulan.....	47
4.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Parameter - parameter tekanan pada balok lentur yang diperoleh PCA pada pengujian balok tanpa sengkang..... 12
Tabel 3.1	Hasil perhitungan daktilitas kelengkungan berdasarkan rasio tulangan pada balok ukuran 40/70 dengan menaikkan mutu betonnya..... 36
Tabel 3.2	Hasil perhitungan daktilitas kelengkungan berdasarkan rasio tulangan pada balok ukuran 40/70 dengan menaikkan mutu bajanya..... 36
Tabel 3.3	Hasil perhitungan daktilitas kelengkungan berdasarkan rasio tulangan pada balok ukuran 40/70 dengan menambah jarak sengkangnya..... 37
Tabel 3.4	Hasil perhitungan daktilitas kelengkungan berdasarkan rasio tulangan pada balok ukuran 30/50 dengan menaikkan mutu betonnya..... 39
Tabel 3.5	Hasil perhitungan daktilitas kelengkungan berdasarkan rasio tulangan pada balok ukuran 30/50 dengan menaikkan mutu bajanya..... 40
Tabel 3.6	Hasil perhitungan daktilitas kelengkungan berdasarkan rasio tulangan pada balok ukuran 30/50 dengan menambah jarak sengkangnya..... 40

Tabel 3.7	Hasil perhitungan faktor daktilitas berdasarkan rasio tulangan pada balok ukuran 40/70 dengan menaikkan mutu betonnya.....	42
Tabel 3.8	Hasil perhitungan faktor daktilitas berdasarkan rasio tulangan pada balok ukuran 40/70 dengan menaikkan mutu bajanya.....	42
Tabel 3.9	Hasil perhitungan faktor daktilitas berdasarkan rasio tulangan pada balok ukuran 40/70 dengan menambah jarak sengkangnya.....	43
Tabel 3.10	Hasil perhitungan faktor daktilitas berdasarkan rasio tulangan pada balok ukuran 30/50 dengan menaikkan mutu betonnya.....	44
Tabel 3.11	Hasil perhitungan faktor daktilitas berdasarkan rasio tulangan pada balok ukuran 30/50 dengan menaikkan mutu bajanya.....	44
Tabel 3.12	Hasil perhitungan faktor daktilitas berdasarkan rasio tulangan pada balok ukuran 30/50 dengan menambah jarak sengkangnya.....	45

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Deformasi Akibat Lendutan Balok.....	6
Gambar 2.2	Defleksi Akibat Beban Pada Balok Lentur.....	7
Gambar 2.3	Hubungan Momen - Lengkungan Pada Balok Dengan Tulangan Tunggal.....	8
Gambar 2.4	Kurva Tekanan-Regangan Pada Beton Silinder.....	9
Gambar 2.5	Kurva Momen-Lengkungan Untuk Tulangan Tunggal.....	10
Gambar 2.6	Hubungan Tekanan - Regangan Pada Baja, Beton, dan Diagram Distribusi Regangan.....	11
Gambar 2.7	Distribusi Tekanan Pada Daerah Tekan.....	12
Gambar 2.8	Teori Hubungan Momen-Lengkungan.....	15
Gambar 2.9	Mekanisme Keruntuhan.....	16
Gambar 2.10	Distribusi Kelengkungan Kolom Kondisi Leleh.....	17
Gambar 2.11	Deformasi Plastis Pada Mekanisme Balok.....	18
Gambar 2.12	Distribusi Regangan Balok Tulangan Tunggal.....	21
Gambar 2.13	Regangan Balok Tulangan Rangkap.....	22
Gambar 2.14	Hubungan Tegangan-Regangan Penampang Beton Dengan Sengkang.....	24
Gambar 2.15	Pengaruh Kualitas Sengkang Terhadap Hubungan Tegangan-Regangan Beton.....	24
Gambar 2.16	Defleksi Dalam Kaitan Deformasi Lentur Pada Sebuah Balok.....	26

Gambar 2.17 Distribusi Kelengkungan Sepanjang Balok Pada Saat Momen Batas	29
Gambar 2.18 Aktual Dan Idealisasi Momen-Lengkungan Pada Retakan....	29
Gambar 2.19 Diagram Momen dan Distribusi Lengkungan.....	30

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- a = tinggi balok tegangan tekan persegi ekuivalen, mm.
- A_s = luas tulangan tarik nonprategangan, mm².
- A'_s = luas tulangan tekan, mm².
- b = lebar penampang balok, mm.
- C_c = gaya tekan beton.
- c = jarak dari serat tekan terluar ke garis netral, mm.
- d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik, mm.
- d' = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan, mm.
- dx = panjang dari suatu unsur kecil balok.
- EI = kekakuan lentur.
- E_s = modulus elastisitas baja tulangan, MPa.
- f_c' = kuat tekan beton, MPa.
- f_s = tegangan dalam tulangan pada beban kerja, MPa.
- f_y = tegangan leleh baja tulangan yang disyaratkan, MPa.
- f_{yv} = tegangan leleh baja tulangan sengkang, MPa.
- h = tinggi total penampang balok, mm.
- I = momen inersia penampang yang menahan beban luar terfaktor, mm⁴.
- I_{cr} = momen inersia penampang retak (*inersia cracking*), mm⁴.
- I_e = momen inersia efektif untuk perhitungan lendutan, mm⁴.
- I_g = momen inersia penampang bruto beton terhadap garis sumbunya, dengan

- Mengabaikan tulangnya, mm^4 .
- k = faktor panjang efektif serat tekan.
- kd = jarak dari serat tertekan ke garis netral, mm.
- l = panjang balok, mm.
- l_b = panjang antara sendi-sendi plastis balok, mm.
- l_c = panjang kolom, mm.
- l_{pc} = panjang sendi plastis bawah kolom, mm.
- l'_{pc} = panjang sendi plastis atas kolom, mm.
- M = gaya momen, Nmm.
- M_{cr} = momen yang menyebabkan terjadinya retak lentur pada penampang akibat beban luar, Nmm.
- M_y = tahanan momen yang disumbangkan oleh tulangan kepala geser, Nmm.
- M_u = momen terfaktor pada penampang, Nmm.
- n = E_s/E_c rasio modulus elastisitas.
- P = Gaya aksial balok, N.
- r = tingkat (lantai), *floor level*.
- R = jari-jari kelengkungan balok lentur yang diukur dari titik pusat ke garis netral, mm.
- S = f_s/A_s = besar gaya kekuatan baja, N.
- α = faktor tekan pada serat tekan.
- β_1 = faktor reduksi tinggi balok tegangan tekan ekuivalen balok.
- Δ_u = deformasi pada saat *ultimate*.

- Δ_y = deformasi pada saat *yield*.
- ϵ_c = regangan beton.
- ϵ_{cm} = regangan maksimum serat tekan.
- ϵ_{cu} = regangan maksimum.
- ϵ_s = regangan baja.
- ϵ_y = regangan leleh baja.
- γ = faktor pusat luasan.
- δ = deformasi plastis.
- μ = faktor daktilitas simpangan.
- ρ = A_s/bd = rasio penulangan tarik non-prategangan.
- ρ' = A_s'/bd = rasio penulangan tekan non-prategangan.
- ρ_b = rasio tulangan pada keadaan seimbang regangan (*rho balance*).
- ρ_{max} = rasio penulangan *maximum*.
- ρ_{min} = rasio penulangan *minimum*.
- ρ_v = perbandingan volume tulangan sengkang dan tulangan tekan terhadap volume beton yang diberi sengkang.
- θ_{pc} = rotasi plastis.
- θ_{pb} = rotasi sendi plastis momen positif.
- θ'_{pb} = rotasi sendi plastis momen negatif.
- ϕ = derajat kelengkungan.
- ϕ_u = kelengkungan pada keadaan batas.

φ_{uci} = kelengkungan batas pada ujung bawah kolom yang ditinjau.

φ'_{uci} = kelengkungan batas pada ujung atas kolom yang ditinjau.

φ_y = Kelengkungan pada keadaan leleh pertama pada baja.

φ_{yci} = kelengkungan kolom dalam keadaan leleh pertama pada ujung bawah kolom yang ditinjau.

φ'_{yci} = kelengkungan kolom dalam keadaan leleh pertama pada ujung atas kolom yang ditinjau.

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman	
Lampiran 1	Tabel Daktilitas Kelengkungan dan Faktor Daktilitas Berdasarkan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Beton (Balok 40/70).....	51
Lampiran 2	Grafik Hubungan Daktilitas Kelengkungan dan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Beton (Balok 40/70).	53
Lampiran 3	Grafik Hubungan Faktor Daktilitas dan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Beton (Balok 40/70).....	54
Lampiran 4	Tabel Daktilitas Kelengkungan dan Faktor Daktilitas Berdasarkan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Baja (Balok 40/70).....	55
Lampiran 5	Grafik Hubungan Daktilitas Kelengkungan dan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Baja (Balok 40/70)..	57
Lampiran 6	Grafik Hubungan Faktor Daktilitas dan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Baja (Balok 40/70).....	58
Lampiran 7	Tabel Daktilitas Kelengkungan dan Faktor Daktilitas Berdasarkan Rasio Tulangan Dengan Menambah Jarak Sengkang (Balok 40/70).....	59
Lampiran 8	Grafik Hubungan Daktilitas Kelengkungan dan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Baja (Balok 40/70).	60
Lampiran 9	Grafik Hubungan Faktor Daktilitas dan Rasio Tulangan Dengan Menambah Jarak Sengkang (Balok 40/70).....	61

Lampiran 10	Tabel Daktilitas Kelengkungan dan Faktor Daktilitas Berdasarkan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Beton (Balok 30/50).....	62
Lampiran 11	Grafik Hubungan Daktilitas Kelengkungan dan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Beton (Balok 30/50).	64
Lampiran 12	Grafik Hubungan Faktor Daktilitas dan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Beton (Balok 30/50).....	65
Lampiran 13	Tabel Daktilitas Kelengkungan dan Faktor Daktilitas Berdasarkan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Baja (Balok 30/50).....	66
Lampiran 14	Grafik Hubungan Daktilitas Kelengkungan dan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Baja (Balok 30/50)..	68
Lampiran 15	Grafik Hubungan Faktor Daktilitas dan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Baja (Balok 30/50).....	69
Lampiran 16	Tabel Daktilitas Kelengkungan dan Faktor Daktilitas Berdasarkan Rasio Tulangan Dengan Menambah Jarak Sengkang (Balok 30/50).....	70
Lampiran 17	Grafik Hubungan Daktilitas Kelengkungan dan Rasio Tulangan Dengan Menambah Tegangan Baja (Balok 30/50).	71
Lampiran 18	Grafik Hubungan Faktor Daktilitas dan Rasio Tulangan Dengan Menambah Jarak Sengkang (Balok 30/50).....	72
Lampiran 19	Grafik Hubungan Daktilitas Kelengkungan dan Faktor Daktilitas.....	73