

DESAIN TAHAN GEMPA BETON BERTULANG
PENAHAN MOMEN MENENGAH BERDASARKAN SNI
BETON 03-2847-2002 DAN SNI GEMPA 03-1726-2002

Rinto D.S

Nrp : 0021052

Pembimbing : Djoni Simanta,Ir.,MT

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara rawan gempa, maka sebaiknya setiap bangunannya harus didesain terhadap gempa. Pada tulisan ini bangunan yang akan di desain berada di Bandung yang merupakan wilayah gempa 4 maka cara pendesainan yang dipakai adalah struktur beton penahan momen menengah. Karena Indonesia memiliki Peraturan Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (03-2847-2002) dan Peraturan Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002) yang baru, maka syarat desain harus memenuhi ketentuan peraturan diatas.

Model gedung didesain menggunakan ETABS. Bentuk kolom yang digunakan yaitu lingkaran dengan diameter 50 cm, dan untuk balok induk persegi 60/40 cm , untuk balok anak ukuran 60/30 cm, pelat atap ukuran 10 cm dan pelat lantai ukuran 12 cm. Beban gempa yang dipakai adalah beban gempa sesuai wilayah gempa 4 tanah keras yaitu $C_a = 0.24$, $C_v = 0.3$ dengan menggunakan analisis dinamik ragam spektrum respons. Karena fungsi gedung adalah kantor maka beban hidup untuk lantai = 250 kg/m^2 , beban hidup atap = 100 kg/m^2 , beban mati tambahan = 150 kg/m^2 dan berat sendiri dihitung oleh program ETABS.

Untuk memeriksa simpangan antar tingkat harus dibuat model gedung yang sama dimana periode (T) yang digunakan untuk menghitung faktor skala adalah periode(T) yang dari ETABS dimana pada tulisan ini didapat periode (T)=1.532957det. Simpangan antar tingkat yang didapat masih memenuhi syarat yaitu 1.9584 mm lebih kecil dari $0.03/R$ kali tinggi tingkat atau 30mm.

Gaya dalam balok dari ETABS akan digunakan untuk menghitung jumlah tulangan lentur dan geser untuk balok dan kolom secara manual dengan menggunakan Mathcad yang hasilnya akan dibandingkan dengan hasil ETABS. Untuk mendesain kolom digunakan program PCACOL. Tulangan lentur yang digunakan yaitu 19, 22, 25 mm, sedangkan tulangan geser memakai diameter 10 mm. Untuk tulangan geser balok diperoleh D10-135 mm, sedangkan tulangan geser kolom diperoleh D10-100 mm.

DAFTAR ISI

SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR.....	ii
PRAKATA.....	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan.....	2
1.4 Sistematika Pembahasan.....	3
BAB 2 TARAF PEMBEBANAN GEMPA DALAM PERENCANAAN	
 BANGUNAN.....	4
2.1 Wilayah gempa dan spektrum respons.....	4
2.2 Faktor-faktor yang menentukan beban gempa.....	10
2.2.1 Faktor f_1 dan f_2	10
2.2.2 Koefisien gempa dasar (C).....	12
2.2.3 Faktor keutamaan (I).....	12
2.3 Faktor daktilitas.....	14

2.4	Arah pembebanan gempa.....	19
2.5	Analisis dinamik ragam spektrum respons.....	20
2.6	Ketentuan mengenai kekuatan dan kemampuan layan.....	21
	2.6.1 Kinerja batas layan.....	21
	2.6.2 Kinerja batas ultimit.....	22
	2.6.3 Kuat perlu.....	23
2.7	Perencanaan dengan daktilitas terbatas.....	24
	2.7.1 Ketentuan untuk sistem rangka pemikul momen menengah.....	24
2.8	Prosedur pemodelan struktur gedung 3D dengan Etabs.....	35
BAB 3	STUDI KASUS	
3.1	Data bahan dan struktur gedung.....	40
3.2	Perhitungan faktor skala untuk pemeriksaan simpangan antar tingkat.....	43
	3.2.1 Kontrol simpangan antar tingkat.....	44
3.3	Perhitungan faktor skala untuk design control.....	47
BAB 4	ANALISIS KASUS	
4.1	Desain balok.....	49
	4.1.1 Perhitungan balok B5 tingkat 5.....	57
	4.1.2 Perhitungan balok B6 tingkat 5.....	79
4.2	Desain kolom.....	105
	4.2.1 Perhitungan kolom C6 tingkat 5.....	119
	4.2.2 Perhitungan kolom C7 tingkat 5.....	169
4.3	Kesimpulan pembahasan.....	220

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....221

5.2 Saran.....223

DAFTAR PUSTAKA.....224

LAMPIRAN.....225

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Percepatan puncak Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal sebagai gempa masukan untuk analisis respons dinamik linear riwayat waktu struktur gedung
A_m	= Percepatan respons maksimum atau Faktor Respons Gempa Maksimum pada Spektrum Respons Gempa Rencana
A_o	= Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh Gempa Rencana yang bergantung pada Wilayah Gempa dan jenis tanah tempat struktur gedung berada
A_r	= Pembilang dalam persamaan hiperbola Faktor Respons Gempa C pada Spektrum Respons Gempa Rencana
a	= Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen, mm
A_s	= Luas tulangan tarik non-prategang, mm ²
A_s'	= Luas tulangan tekan, mm ²
A_{stL}	= Luas tulangan tekan atas tumpuan kiri balok, mm ²
A_{stLap}	= Luas tulangan tekan atas lapangan balok, mm ²
A_{stR}	= Luas tulangan tekan atas tumpuan kanan balok, mm ²
A_{sbL}	= Luas tulangan tekan bawah tumpuan kiri balok, mm ²
A_{sbLap}	= Luas tulangan tekan bawah lapangan balok, mm ²
A_{sbR}	= Luas tulangan tekan bawah tumpuan kanan balok, mm ²
A_v	= Luas tulangan geser, mm ²
A_{vL}	= Luas tulangan geser tumpuan kiri balok, mm ²
A_{vLap}	= Luas tulangan geser lapangan balok, mm ²
A_{vR}	= Luas tulangan geser tumpuan kanan balok, mm ²

b	= Lebar muka tekan komponen struktur mm
c	= Jarak dari serat tekan terluar garis netral, mm
C	= Faktor Respons Gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam Spektrum Respons Gempa Rencana
c_m	= Suatu faktor yang menghubungkan diagram momen aktual dengan suatu diagram momen merata ekuivalen
d	= Jarak dari serat tekan terluar terhadap ke pusat tulangan tarik, mm
d'	= Jarak dari serat tekan terluar terhadap ke pusat tulangan tekan, mm
DL	= Beban mati, kg/m^2
E_c	= Modulus elastisitas beton, MPa
E_s	= Modulus elastisitas baja tulangan, MPa
f'_c	= Kuat tekan beton karakteristik, MPa
f_y	= Kuat leleh tulangan non-prategang yang disyaratkan, MPa
g	= Percepatan gravitasi
h	= Tebal total komponen struktur, mm
I	= Faktor keutamaan gedung
I_1	= Faktor keutamaan gedung untuk menyesuaikan periode ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung
I_2	= Faktor keutamaan gedung untuk menyesuaikan periode ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian umur gedung
k	= Faktor panjang efektif komponen struktur tekan
LL	= Beban hidup, kg/m^2

M_c	= Momen terfaktor yang digunakan untuk perencanaan komponen struktur tekan, N-mm
M_1	= Momen ujung terfaktor yang lebih kecil pada komponen tekan, N-mm
M_2	= Momen ujung terfaktor yang lebih besar pada komponen tekan, N-mm
$M_{x\text{top}2}$	= Momen ujung terfaktor arah sumbu x yang lebih besar pada komponen tekan, N-mm
$M_{x\text{top}1}$	= Momen ujung terfaktor arah sumbu x yang lebih kecil pada komponen tekan, N-mm
$M_{y\text{op}2}$	= Momen ujung terfaktor arah sumbu y yang lebih besar pada komponen tekan, N-mm
$M_{y\text{op}1}$	= Momen ujung terfaktor arah sumbu y yang lebih kecil pada komponen tekan, N-mm
nM_{L1}	= Momen negatif kombinasi 1 tumpuan kiri balok, N-mm
nM_{R1}	= Momen negatif kombinasi 1 tumpuan kanan balok, N-mm,
nM_{Lap1}	= Momen negatif kombinasi 1 lapangan balok, N-mm
nM_{L1}	= Momen negatif kombinasi 1 tumpuan kiri, N-mm
P_u	= Beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan
R	= Faktor reduksi gempa
R_m	= Faktor reduksi gempa maksimum
SDL	= Beban mati tambahan, kg/m^2
T	= Waktu getar alami struktur gedung, detik
V_c	= Kuat geser nominal yang dipikul oleh beton
V_d	= Gaya geser desain, N
V_n	= Gaya geser akibat tulangan terpasang, N

V_{L1}	= Gaya geser kombinasi 1 tumpuan kiri balok, N
V_{gL1}	= Gaya geser akibat beban gravitasi kombinasi 1 tumpuan kiri balok, N
V_{Lap1}	= Gaya geser kombinasi 1 lapangan balok, N
V_{gLap1}	= Gaya geser akibat beban gravitasi kombinasi 1 lapangan balok, N
V_{R1}	= Gaya geser kombinasi 1 tumpuan kanan balok, N
V_{gR1}	= Gaya geser akibat beban gravitasi kombinasi 1 tumpuan kanan balok
V_s	= Gaya geser dasar nominal akibat beban gempa yang dipikul oleh suatu jenis subsistem struktur gedung tertentu di tingkat dasar
W_t	= Berat total gedung, termasuk beban hidup
Z_i	= Ketinggian lantai ke-I suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral
ρ	= Rasio tulangan tarik non-prategang
ρ'	= rasio tulangan tekan non-prategang
ρ	= Rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan yang seimbang
Φ	= faktor reduksi kekuatan
δ_{ns}	= Faktor pembesaran momen untuk rangka yang ditahan terhadap goyangan ke samping, untuk menggambarkan pengaruh kelengkungan komponen struktur diantara ujung-ujung komponen struktur tekan
δ_s	= Faktor pembesar momen untuk rangka yang tidak ditahan terhadap goyangan kesamping, untuk menggambarkan penyimpangan lateral akibat beban lateral dan gravitasi

- ξ = Faktor pengali dari simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa rencana pada taraf pembebanan nominal untuk mendapatkan simpangan maksimum struktur gedung saat mencapai kondisi diambang keruntuhan
- μ = Faktor daktilitas struktur gedung

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Wilayah gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun.....	8
Gambar 2.2 Respons spektrum gempa rencana.....	9
Gambar 2.3 Tahap-tahap penting pada kurva hubungan beban defleksi lateral suatu gedung.....	11
Gambar 2.4 Gaya geser rencana.....	26
Gambar 2.5 Detail tulangan lentur balok.....	27
Gambar 2.6 Detail tulangan geser balok.....	27
Gambar 2.7 Detail tulangan kolom.....	28
Gambar 2.8 Detail kaitan untuk penyaluran kait Standar.....	29
Gambar 2.9 Diagram alir perhitungan tulangan lentur balok.....	30
Gambar 2.9 Diagram alir perhitungan tulangan geser balok.....	31
Gambar 2.9 Diagram alir perhitungan tulangan lentur kolom.....	32
Gambar 2.9 Diagram alir perhitungan tulangan geser kolom.....	33
Gambar 3.1 Denah bangunan tampak atas.....	41
Gambar 3.2 Denah portal B.....	42
Gambar 3.4 Bangunan dalam 3 dimensi.....	42
Gambar 4.1 Denah balok di portal B yang akan di desain.....	50
Gambar 4.2 Detail penulangan balok B5 lantai 5.....	78
Gambar 4.3 Detail penulangan balok B6 lantai 5.....	98
Gambar 4.4 Denah kolom pada portal B yang akan di desain.....	105

Gambar 4.5	Detail penulangan kolom C6 lantai 5.....	168
Gambar 4.6	Detail penulangan kolom C7 lantai 5.....	217

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing wilayah gempa Indonesia.....	5
Tabel 2.2 Spektrum respons gempa rencana.....	7
Tabel 2.3 Faktor keutamaan untuk berbagai kategori gedung dan bangunan.....	14
Tabel 2.4 Faktor daktilitas, faktor reduksi gempa maksimum, faktor tahanan lebih struktur dan faktor tahanan lebih total beberapa jenis sistem dan subsistem struktur gedung.....	18
Tabel 3.1 Simpangan antar tingkat.....	46
Tabel 4.1 Momen terfaktor tumpuan kiri balok portal B.....	51
Tabel 4.2 Momen terfaktor lapangan balok portal B.....	52
Tabel 4.3 Momen terfaktor tumpuan kanan balok portal B.....	53
Tabel 4.4 Gaya geser terfaktor tumpuan kiri balok portal B.....	54
Tabel 4.5 Gaya geser terfaktor tumpuan kanan balok portal B.....	55
Tabel 4.6 Gaya geser terfaktor lapangan balok portal B.....	56
Tabel 4.7 Tabel tulangan lentur tumpuan kiri balok portal B.....	99
Tabel 4.8 Tabel tulangan lentur tumpuan kanan balok portal B.....	100
Tabel 4.9 Tabel tulangan lentur lapangan balok portal B.....	101
Tabel 4.10 Tabel tulangan geser tumpuan kiri balok portal B.....	102
Tabel 4.11 Tabel tulangan geser tumpuan kanan balok portal B.....	103
Tabel 4.12 Tabel tulangan geser lapangan balok portal B.....	104

Tabel 4.13 Gaya aksial terfaktor tumpuan bawah kolom portal B.....	106
Tabel 4.14 Gaya aksial terfaktor tumpuan atas kolom portal B.....	107
Tabel 4.15 Momen terfaktor kolom (M2) tumpuan bawah portal B.....	108
Tabel 4.16 Momen terfaktor kolom (M2) tumpuan atas portal B.....	109
Tabel 4.17 Momen terfaktor kolom (M3) tumpuan bawah portal B.....	110
Tabel 4.18 Momen terfaktor kolom (M3) tumpuan atas portal B.....	111
Tabel 4.19 Gaya geser terfaktor kolom (V2) tumpuan atas dan bawah portal B.....	112
Tabel 4.20 Gaya geser terfaktor kolom (V3) tumpuan atas dan bawah portal B.....	113
Tabel 4.21 Gaya aksial untuk perhitungan geser kolom tumpuan bawah portal B.....	114
Tabel 4.22 Gaya aksial untuk perhitungan geser kolom tumpuan atas portal B.....	115
Tabel 4.23 Momen desain untuk perhitungan geser kolom (M2) tumpuan bawah portal B.....	116
Tabel 4.24 Momen desain untuk perhitungan geser kolom (M2) tumpuan atas portal B.....	117
Tabel 4.25 Momen desain perhitungan geser kolom (M3) tumpuan bawah portal B.....	118
Tabel 4.26 Momen desain perhitungan geser kolom (M3) tumpuan atas portal B.....	119
Tabel 4.27 Tabel tulangan lentur dan geser kolom portal B.....	218

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil perhitungan dari PCACOL.....	225
---	-----