

**ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR TAHAN GEMPA
DENGAN SISTEM BALOK ANAK DAN BALOK INDUK
MENGUNAKAN PELAT SEARAH**

**David Bambang H
NRP : 0321059**

Pembimbing : Daud Rachmat W., Ir., M.Sc.

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

ABSTRAK

Metoda yang banyak digunakan dalam mendesain struktur beton bertulang adalah sistem balok anak dan balok induk. Untuk mendapatkan desain struktur yang memiliki dimensi balok dan dimensi kolom yang kecil serta harganya murah, perlu dilakukan penelitian untuk sistem strukturnya.

Pada Tugas akhir ini akan dibahas sistem balok anak dan balok induk dengan pelat searah yang akan ditunjukkan dalam dua model dengan variasi pada arah letak balok anak, dimana model 1 balok anak diletakkan searah untuk masing-masing bentang dan model 2 balok anak diletakkan dua arah untuk masing-masing bentang. Perhitungan akan dilakukan dengan bantuan program ETABS v9.04, dengan prosedur pemodelan yang dilampirkan. Dari kedua model struktur gedung pada Tugas Akhir ini akan ditampilkan simpangan antar tingkat, serta biaya total yang didapat dari perhitungan volume dan berat besi.

Dari data-data pemodelan yang telah dihitung, didapat beberapa kesimpulan, diantaranya adalah dimensi balok Induk model 1 $80 \times 95 \text{ mm}$ dan $60 \times 75 \text{ mm}$, dimensi balok induk model 2 $80 \times 95 \text{ mm}$ dan $70 \times 85 \text{ mm}$, volume balok induk model 1 = $580,8 \text{ m}^3$, volume balok induk model 2 = 690 m^3 , berat besi total model 1 = $28615,99 \text{ Kg}$, berat besi total model 2 = $29498,47 \text{ Kg}$, harga total struktur model 1 = Rp. 1.004.115.240 dan harga total struktur model 2 = Rp. 1.037.946.630.

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	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	3
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sistem Balok Anak dan Balok Induk.....	8
2.2 Pelat Satu Arah yang Terletak pada Keempat Sisinya.....	8
2.2.1 Tebal Pelat.....	10
2.2.2 Gaya Dalam Pelat.....	10
2.2.3 Penulangan Pelat Searah.....	13
BAB 3 ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR TAHAN GEMPA ... 16	
3.1 Beban Gempa di Indonesia.....	16

3.2	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	21
3.3	Analisis Struktur Gedung 3D.....	23
3.3.1	Ketentuan untuk Analisis Respon Dinamik.....	23
3.3.2	Analisis Ragam Spektrum Respon.....	24
BAB 4	STUDI KASUS.....	26
4.1	Perhitungan Struktur dengan Program.....	27
4.2	Hasil Perhitungan Jumlah Tulangan, Volume dan Berat Besi.....	36
4.2.1	Perhitungan Jumlah Tulangan	36
4.2.2	Perhitungan Volume.....	40
4.2.3	Perhitungan Berat Besi.....	41
4.3	Perhitungan Biaya Total.....	44
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran.....	48
	DAFTAR PUSTAKA.....	49
	LAMPIRAN.....	50

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- A_{ch} = Luas penampang komponen struktur dari sisi luar ke sisi luar tulangan transversal, mm^2
- A_g = Luas bruto penampang, mm^2
- A_m = Percepatan respons maksimum atau faktor respons gempa maksimum pada spektrum respons gempa rencana
- A_r = Pembilang dalam persamaan hiperbola faktor respons gempa (C_v)
- A_0 = Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh gempa rencana yang bergantung pada wilayah gempa dan jenis tanah tempat struktur gedung berada (C_a)
- b = Lebar efektif flens tekan dari komponen struktur, mm
- b_w = Lebar badan, atau diameter penampang lingkaran, mm
- C = Faktor respon gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam spektrum respons gempa rencana
- C_t = Nilai faktor respons gempa yang didapat dari respons spektrum gempa rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung
- C_v = Faktor respons gempa vertikal untuk mendapatkan beban gempa vertikal nominal statik ekuivalen pada unsur struktur gedung yang memiliki kepekaan yang tinggi terhadap beban gravitasi
- d = Tinggi efektif penampang, mm
- d_b = Diameter batang tulangan, mm

- E_c = Modulus elastisitas beton
 f_y = Kuat leleh tulangan (MPa)
 f'_c = Kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa)
 h = Tebal keseluruhan komponen struktur, mm
 I = Faktor keutamaan gedung
 l_n = Bentang bersih yang diukur dari muka-ke-muka tumpuan, mm
 M_n = Momen nominal suatu penampang unsur struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana pada taraf pembebanan nominal
 R = Faktor reduksi gempa
 R°_x = Faktor reduksi gempa untuk pembebanan gempa arah sumbu-x pada struktur gedung tidak beraturan
 R°_y = Faktor reduksi gempa untuk pembebanan gempa arah sumbu-y pada struktur gedung tidak beraturan
 T = Waktu getar alami, detik
 T_c = Waktu getar alami sudut, yaitu waktu getar alami pada titik perubahan diagram C dari garis datar menjadi kurva hiperbola pada spektrum respons gempa rencana
 V_1 = Gaya geser dasar nominal sebagai respons ragam yang pertama terhadap pengaruh gempa rencana
 V_c = Pembebanan gempa maksimum akibat pengaruh gempa rencana
 V_t = Gaya geser dasar nominal yang didapat dari hasil analisis ragam spektrum respons
 V°_x = Gaya geser dasar nominal akibat pengaruh gempa rencana pada taraf pembebanan yang bekerja dalam arah sumbu-x

- V_y = Gaya geser dasar nominal akibat pengaruh gempa rencana pada taraf pembebanan yang bekerja dalam arah sumbu-y
- x = Penunjuk arah sumbu koordinat
- y = Penunjuk arah sumbu koordinat
- W_t = Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai
- ϕ = Faktor reduksi kekuatan secara umum
- ρ = Rasio tulangan tarik non-prategang
- ρ' = Rasio tulangan tekan
- ρ_b = Rasio tulangan yang memberikan kondisi regang yang seimbang

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1	Konfigurasi balok anak yang diletakan searah.....2
Gambar 1.2	Konfigurasi balok anak yang diletakan dua arah.....2
Gambar 2.1	Skema sistem rangka.....7
Gambar 2.2	(a) Pelat satu arah, (b) Pelat satu arah yang menumpu pada keempat sisinya, (c) Potongan 3D dari pelat searah.....9
Gambar 2.3	(a) Terminologi balok/pelat satu arah diatas banyak tumpuan (b) Gaya dalam pelat searah.....12
Gambar 2.4	Penulangan pelat searah pada jarak 1 m.....15
Gambar 2.5	Detail penulangan untuk pelat satu arah.....15
Gambar 3.1	Wilayah gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun.....18
Gambar 3.2	Respon spektrum gempa rencana.....20
Gambar 3.3	Mekanisme keruntuhan gedung.....21
Gambar 4.1	Denah struktur model 1.....27
Gambar 4.2	Tampak samping struktur model 1.....28
Gambar 4.3	Tampak 3D model 1.....28
Gambar 4.4	Denah struktur model 2.....29
Gambar 4.5	Tampak samping struktur model 2.....29
Gambar 4.6	Tampak 3D model 2.....30
Gambar 4.7	Diagram alir untuk kontrol simpangan antar tingkat.....33
Gambar 4.8	(a) Balok yang dipasang pada model 1, (b) Balok yang dipasang pada model 2.....35

Gambar 4.9	Tipe balok sesuai dengan jumlah tulangan yang dipasang pada model 1.....	38
Gambar 4.10	Tipe balok sesuai dengan jumlah tulangan yang dipasang pada model 2.....	40
Gambar 4.11	Lendutan maksimum Model 1 pada titik 19 (Comb 2).....	83
Gambar 4.12	Lendutan maksimum Model 2 pada titik 32 (Comb 2).....	84
Gambar 4.13	Bidang momen model 1, elevasi 1, Comb 1 (<i>Kgm</i>).....	85
Gambar 4.14	Bidang geser model 1, elevasi 1, Comb 1 (<i>Kg</i>).....	86
Gambar 4.15	Gaya Aksial model 1, elevasi 1, Comb 1 (<i>Kg</i>).....	87
Gambar 4.16	Bidang momen model 2, elevasi 1, Comb 1 (<i>Kgm</i>).....	88
Gambar 4.17	Bidang geser model 2, elevasi 1, Comb 1 (<i>Kg</i>).....	89
Gambar 4.18	Gaya Aksial model 3, elevasi 1, Comb 1 (<i>Kg</i>).....	90
Gambar 4.19	Hasil penulangan Etabs v9.04 model 1.....	91
Gambar 4.20	Hasil penulangan Etabs v9.04 model 2.....	92
Gambar 4.21	(a) Penulangan lantai 2 model 1, (b) Penulangan lantai 2 model 2	93
Gambar 4.22	(a) Penulangan kolom model 1, (b) Penulangan kolom model 2	94
Gambar 4.23	Penulangan Balok Anak 30/45.....	106
Gambar 4.24	Penulangan Balok Induk 60/75.....	106
Gambar 4.25	Penulangan Balok Induk 80/95.....	106
Gambar 4.26	Penulangan Kolom 110/110.....	107

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Ketentuan tebal minimum pelat.....10
Tabel 3.1	Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing Wilayah Gempa Indonesia.....19
Tabel 3.2	Spektrum respon gempa rencana.....20
Tabel 3.3	Faktor daktilitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum, faktor tahanan lebih struktur dan tahanan lebih total beberapa jenis sistem dan subsistem struktur gedung.....22
Tabel 4.1	Kontrol rasio simpanga antar tingkat model 1.....34
Tabel 4.2	Kontrol rasio simpanga antar tingkat model 2.....34
Tabel 4.3	Pengelompokan balok Model 1.....37
Tabel 4.4	Pengelompokan balok Model 2.....39
Tabel 4.5	Volume balok dan kolom model 1.....41
Tabel 4.6	Volume balok dan kolom model 2.....41
Tabel 4.7	Berat tulangan memanjang.....42
Tabel 4.8	Tabel berat tulangan sengkang.....43
Tabel 4.9	Total pengeluaran untuk lantai 2 Model 1.....45
Tabel 4.10	Total pengeluaran untuk lantai 2 Model 2.....46

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN	
Lampiran 1	Prosedur pemodelan struktur gedung (SRPMK) untuk kontrol simpangan antar tingkat menggunakan program ETABS V9.04.....50
Lampiran 2	Prosedur pemodelan struktur gedung (SRPMK) untuk keperluan desain menggunakan program ETABS V9.04.....73
Lampiran 3	<i>OUTPUT</i> ETABS v9.04.....83
Lampiran 4	Perhitungan tulangan.....95
Lampiran 5	Langkah-langkah perhitungan volume struktur gedung.....108
Lampiran 6	Perhitungan berat besi.....109
Lampiran 7	Perhitungan pelat.....111
Lampiran 8	Perhitungan biaya pada model 1.....112