

**STUDI DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG TAHAN  
GEMPA UNTUK BENTANG PANJANG  
DENGAN PROGRAM KOMPUTER**

**Andi Algumari**

**NRP : 0321059**

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

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

---

**ABSTRAK**

Struktur dengan bentang balok yang panjang biasanya menggunakan struktur beton prategang karena dipandang lebih kecil tinggi baloknya dibandingkan dengan struktur beton bertulang. Dalam Tugas Akhir ini dicoba untuk memakai sistem struktur beton bertulang untuk bentang yang panjang yaitu 20 m dengan tinggi balok yang tidak terlalu besar sehingga mendekati tinggi balok struktur beton prategang. Pembahasan dilakukan untuk dua model sistem balok anak balok induk dengan pelat searah dan dengan pelat dua arah untuk struktur gedung 3 lantai dengan memperhitungkan beban gempa wilayah 4. Perhitungan struktur yang dilakukan memakai analisis dinamis dengan memakai program ETABS v9.04. Dari kedua model struktur gedung pada Tugas Akhir ini di teliti mengenai penulangan balok induk, penulangan kolom, penulangan pelat, waktu getar, kontrol simpangan antar tingkat dan lendutan.

Dari hasil perhitungan dapat ditarik kesimpulan yaitu pemilihan struktur dengan kekakuan yang besar harus memilih struktur model 2, pemilihan struktur dengan lendutan balok yang kecil harus memilih struktur model 1, pemilihan struktur dengan jumlah tulangan yang lebih kecil harus memilih struktur model 1.

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>i</b>
<b>SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI.. .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penulisan .....	2
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan .....	4
1.4 Sistematika Pembahasan .....	5
<b>BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sistem Struktur .....	7
2.2 Sistem Balok Anak dan Balok Induk .....	9
2.3 Pelat Searah dan Dua Arah ... ..	12
2.3.1 Pelat Searah .....	12
2.3.1.1 Penentuan Tebal Pelat Pelat Searah .....	13
2.3.1.2 Perhitungan Gaya Dalam Pelat Pelat Searah .....	14

2.3.1.3	Penulangan Pelat Searah .....	15
2.3.1	Pelat Dua Arah .....	17
2.3.1.1	Penentuan Tebal Pelat Pelat Searah .....	18
2.3.1.2	Perhitungan Gaya Dalam Pelat Pelat Searah .....	20
2.3.1.3	Penulangan Pelat Searah .....	21
<b>BAB 3 : ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR TAHAN GEMPA</b>		
3.1	Beban Gempa di Indonesia .....	23
3.2	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) .....	27
3.3	Perencanaan Kapasitas .....	28
3.4	Analisis Struktur Gedung 3 Dimensi .....	30
3.4.1	Ketentuan untuk Analisis Respon Dinamik .....	30
3.4.2	Analisis Ragam Spektrum Respons .....	31
<b>BAB 4 : STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Perhitungan Struktur dengan Program ETABS v9.04 .....	34
4.2	Pembahasan .....	55
<b>BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	61
5.2	Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>63</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

2.1	Lendutan izin maksimum .....	10
2.2	Ketentuan tebal minimum pelat .....	14
2.3	Momen di dalam pelat persegi yang menempuh pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata .....	21
3.1	Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing Wilayah Gempa Indonesia ....	25
3.2	Spektrum respon gempa rencana .....	26
3.3	Faktor daktilitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum, faktor tahanan lebih struktur dan tahanan lebih total beberapa jenis sistem dan subsistem struktur gedung .....	29
4.1	Tulangan balok induk model 1 .....	45
4.2	Tulangan kolom model 1 .....	46
4.3	Tulangan geser balok model 1 .....	46
4.4	Tulangan geser kolom model 1 .....	47
4.5	Tulangan balok induk model 2 .....	48
4.6	Tulangan kolom model 2 .....	49
4.7	Tulangan geser balok model 2 .....	49
4.8	Tulangan geser kolom model 2 .....	50
4.9	Periode model 1 .....	50
4.10	Periode model 2 .....	51
4.11	Simpangan antar tingkat model 1 .....	52
4.12	Simpangan antar tingkat model 2 .....	52
4.13	Lendutan model 1 .....	53

4.14	Lendutan model 2 .....	54
4.15	Dimensi struktur untuk kedua model struktur .....	55
4.16	Tulangan balok induk model 1 .....	55
4.17	Tulangan balok induk model 2 .....	55
4.18	Tulangan kolom model 1 dan 2 .....	56
4.19	Tulangan geser balok model 1 .....	57
4.20	Tulangan geser balok model 2 .....	57
4.21	Tulangan geser kolom model 1 .....	58
4.22	Tulangan geser kolom model 2 .....	58
4.16	Periode model 1 dan 2 .....	59
4.17	Simpangan antar tingkat model 1 dan 2 .....	59
4.18	Lendutan model 1 dan 2 .....	60

## DAFTAR GAMBAR

1.1 Portal 6 struktur model 1 ....	3
1.2 Portal 5 struktur model 2 ....	4
2.1 Skema sistem struktur rangka .....	9
2.2 Pelat searah ..	12
2.3 Lendutan pelat searah .....	13
2.4 Retakan pelat searah .....	13
2.5 Detail penulangan untuk pelat satu arah .....	17
2.6 Pelat dua arah .....	17
2.7 Lendutan pelat dua arah .....	18
2.8 Retakan pelat dua arah .....	18
3.1 Wilayah gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun .....	24
3.2 Respon spektrum gempa rencana ....	27
3.3 Mekanisme keruntuhan gedung .....	28
4.1 Denah struktur model 1 .....	35
4.2 Tampak samping struktur model 1 ..	36
4.3 Tampak 3D model 1 .....	37
4.4 Denah struktur model 2 .....	38
4.5 Tampak samping struktur model 2 ..	39
4.6 Tampak 3D model 2 .....	40
4.7 Diagram alir untuk kontrol lendutan .....	43
4.8 Potongan Portal 6 .....	44
4.9 Potongan Portal 5 .....	47

4.10	Lendutan maksimum .....	53
4.11	Lendutan maksimum .....	54

## DAFTAR NOTASI

- $A_{ch}$  = Luas penampang komponen struktur dari sisi luar ke sisi luas tulangan transversal, mm<sup>2</sup>
- $A_g$  = Luas bruto penampang, mm<sup>2</sup>
- $A_m$  = 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)
- $f_y$  = Kuat leleh tulangan geser (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

- $R^o_x$  = Faktor reduksi gempa untuk pembebanan gempa arah sumbu-x pada struktur gedung tidak beraturan
- $R^o_y$  = 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
- $V^o_x$  = Gaya geser dasar nominal akibat pengaruh gempa rencana pada taraf pembebanan yang bekerja dalam arah sumbu-x
- $V^o_y$  = 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
- $\phi$  = Faktor reduksi kekuatan secara umum
- $\rho$  = Rasio tulangan tarik non-prategang
- $\rho'$  = Rasio tulangan tekan
- $\rho_b$  = Rasio tulangan yang memberikan kondisi regang yang seimbang

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Prosedur Analisis dan Desain Struktur menggunakan Etabs ver.9.04 .....	64
Lampiran 2	Output ETABS Ver.9.04 .....	94
Lampiran 3	Langkah perhitungan tulangan .....	95
Lampiran 4	Denah penulangan ....	175