

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Persembahan	iii
Motto	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xix
Daftar Notasi	xx
Daftar Gambar	xxiv
Daftar Lampiran	xxviii
Abstraksi	xxix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum.....	4
2.2. Permasalahan Yang Akan Diteliti.....	6

BAB III LANDASAN TEORI

3.1. Pendahuluan.....	7
3.2. Beban Gempa.....	8
3.2.1. Gaya geser gasar.....	8
3.2.2. Koefisien gempa dasar.....	9
3.2.3. Faktor keutamaan gedung.....	11
3.2.4. Faktor jenis struktur.....	11
3.2.5. Berat bangunan total.....	11
3.2.6. Distribusi gaya geser dasar akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung.....	12
3.2.7. Evaluasi periode getar struktur.....	12
3.3. Prinsip Bangunan Tahan Gempa.....	13
3.4. Desain Balok.....	13
3.4.1. Perencanaan balok tulangan rangkap.....	13
3.4.2. Perencanaan balok portal terhadap geser.....	17
3.4.3. Persyaratan kuat geser portal.....	20
3.5. Desain Kolom.....	21
3.5.1. Persyaratan kuat lentur kolom portal.....	21
3.5.2. Perencanaan kolom terhadap beban lentur dan aksial.....	23

3.5.3. Perencanaan kolom terhadap beban geser.....	26
3.5.4. Titik pertemuan rangka.....	26
3.6. Program Aplikasi SAP90.....	31

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Model Struktur.....	33
4.2. Data Struktur.....	34
4.3. Tahapan Analisis.....	35
4.4. Representasi Rasio Antara Beban Gravitasi dan Beban Gempa....	35

BAB V ANALISIS STRUKTUR

5.1. Perhitungan Gaya-gaya yang Bekerja Pada Struktur 16 Lantai daerah 2 Tanah Keras.....	41
5.1.1. Perhitungan gaya geser dasar horisontal total akibat gempa dan distribusinya ke sepanjang tinggi gedung.....	41
5.1.2. Perhitungan beban akibat gaya gravitasi.....	55
5.2. Perhitungan Gaya-gaya yang Bekerja Pada Struktur 16 Lantai daerah 1 Tanah Lunak.....	60
5.3. Perhitungan Gaya-gaya yang Bekerja Pada Struktur 16 Lantai daerah 2 Tanah Lunak.....	64
5.4. Perhitungan Gaya-gaya yang Bekerja Pada Struktur 16 Lantai daerah 3 Tanah Lunak.....	68

BAB VI DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG TAHAN

GEMPA

6.1. Peraturan yang Dipakai.....	73
6.2. Desain Balok Struktur 16 Lantai Daerah 2 Tanah Keras.....	74
6.2.1. Momen rencana balok.....	75
6.2.2. Penulangan balok.....	78
6.3. Desain Sengkang Balok Struktur 16 Lantai Daerah 2 Tanah Keras	83
6.3.1 Momen kapasitas balok.....	83
6.3.2 Gaya geser rencana balok.....	83
6.3.3 Penulangan geser balok.....	85
6.4. Desain Kolom Struktur 16 Lantai Daerah 2 Tanah Keras.....	88
6.4.1 Momen rencana kolom.....	88
6.4.2. Gaya aksial rencana kolom.....	91
6.4.3 Grafik interaksi kolom dan contoh perhitungan.....	96
6.4.4 Penulangan kolom.....	107
6.4.5. Gaya geser dan tulangan geser kolom.....	109
6.4.5.1 Gaya geser rencana dan geser maksimum kolom.....	109
6.4.5.2 Gaya geser dan tulangan geser.....	112
6.5. Pertemuan Balok Kolom Struktur 16 Lantai Daerah 2 Tanah	
Keras.....	116
6.5.1. Penulangan geser horisontal.....	116
6.5.2. Penulangan geser vertikal.....	117
6.6. Perencanaan Pondasi Struktur 16 Lantai Daerah 2 Tanah Keras....	120

6.6.1. Perhitungan pondasi.....	120
6.6.2. Perhitungan dimensi.....	120
6.6.3. Kontrol kuat geser satu arah.....	121
6.6.4. Kontrol kuat geser pons.....	122
6.6.5. Perhitungan tulangan.....	124
6.6.5. Kontrol kuat dukung.....	125
6.7. Desain Struktur 16 Lantai Daerah 1 Tanah Lunak.....	126
6.8. Desain Struktur 16 Lantai Daerah 2 Tanah Lunak.....	136
6.9. Desain Struktur 16 Lantai Daerah 3 Tanah Lunak.....	146

BAB VII HASIL DAN PEMBAHASAN.

7.1. Analisa Balok.....	156
7.1.1. Momen tepi luar balok.....	157
7.1.2. Momen tepi dalam balok.....	161
7.1.3. Analisa geser balok.....	165
7.2. Analisa Kolom.....	169
7.2.1. Analisa momen kolom.....	169
7.2.2. Analisa geser kolom.....	173
7.2.3. Gaya aksial kolom.....	177
7.3. Rasio Koefisien Gempa Dasar.....	185
7.4. Hasil Desain Struktur.....	190
7.4.1. Momen analisa balok.....	190
7.4.2. Desain balok.....	193

7.4.3. Desain tulangan geser balok.....	195
7.4.4. Desain kolom.....	197
7.4.5. Spasi tulangan geser kolom.....	205
 BAB VII Kesimpulan dan Saran	
8.1. Kesimpulan.....	206
8.2. Saran.....	207
Daftar Pustaka	208
Lampiran	210



DAFTAR TABEL

- Tabel 5.1. Distribusi gaya geser dasar total di daerah 2 tanah keras akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung untuk tiap portal.
- Tabel 5.2. Deformasi lateral total akibat beban gempa di daerah 2 tanah keras
- Tabel 5.3. Distribusi gaya geser dasar horisontal total struktur di daerah 2 tanah keras akibat gempa dasar $c = 0,058$
- Tabel 5.4. Deformasi lateral total akibat beban gempa yang baru di daerah 2 tanah keras
- Tabel 5.5. Distribusi gaya geser dasar total di daerah 1 tanah lunak akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung untuk tiap portal.
- Tabel 5.6. Deformasi lateral total akibat beban gempa di daerah 1 tanah lunak
- Tabel 5.7. Distribusi gaya geser dasar horisontal total struktur di daerah 1 tanah lunak akibat gempa dasar $c = 0,13104$
- Tabel 5.8. Deformasi lateral total akibat beban gempa yang baru di daerah 1 tanah lunak
- Tabel 5.9. Distribusi gaya geser dasar total di daerah 2 tanah lunak akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung untuk tiap portal.
- Tabel 5.10. Deformasi lateral total akibat beban gempa di daerah 2 tanah

	lunak
Tabel 5.11.	Distribusi gaya geser dasar horisontal total struktur di daerah 2 tanah lunak akibat gempa dasar $c = 0,0906887$
Tabel 5.12.	Deformasi lateral total akibat beban gempa yang baru di daerah 2 tanah lunak
Tabel 5.13.	Distribusi gaya geser dasar total di daerah 3 tanah lunak akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung untuk tiap portal.
Tabel 5.14.	Deformasi lateral total akibat beban gempa di daerah 3 tanah lunak
Tabel 5.15.	Distribusi gaya geser dasar horisontal total struktur di daerah 3 tanah lunak akibat gempa dasar $c = 0,070535$
Tabel 5.16.	Deformasi lateral total akibat beban gempa yang baru di daerah 3 tanah lunak
Tabel 6.1.	Momen balok
Tabel 6.2.	Kombinasi momen balok kiri
Tabel 6.3.	Momen analisa struktur balok
Tabel 6.4.	Tulangan balok terpakai dan momen Mnak kolom
Tabel 6.5.	Gaya geser balok
Tabel 6.6.	Tulangan geser balok
Tabel 6.7.	Momen rencana kolom
Tabel 6.8.	Gaya aksial rencana kolom
Tabel 6.9.	Gaya aksial maksimum kolom
Tabel 6.10.a.	Hasil hitungan grafik interaksi kolom 450 x 750

Tabel 6.10.b.	Hasil hitungan grafik interaksi kolom 450 x 700
Tabel 6.10.c.	Hasil hitungan grafik interaksi kolom 450 x 650
Tabel 6.10.d.	Hasil hitungan grafik interaksi kolom 450 x 600
Tabel 6.10.e.	Hasil hitungan grafik interaksi kolom 450 x 800
Tabel 6.11.	Penulangan kolom
Tabel 6.12.	Gaya geser rencana kolom
Tabel 6.13.	Penulangan geser kolom
Tabel 6.14.	Tulangan geser joint balok kolom
Tabel 6.15.	Penulangan balok struktur bangunan daerah 1 tanah lunak
Tabel 6.16.	Gaya geser balok daerah 1 tanah lunak
Tabel 6.17.	Tulangan geser balok daerah 1 tanah lunak
Tabel 6.18.	Momen rencana kolom daerah 1 tanah lunak
Tabel 6.19.	Gaya aksial rencana kolom daerah 1 tanah lunak
Tabel 6.20.	Gaya aksial maksimum kolom daerah 1 tanah lunak
Tabel 6.21.	Penulangan kolom daerah 1 tanah lunak
Tabel 6.22.	Gaya geser rencana kolom daerah 1 tanah lunak
Tabel 6.23.	Penulangan geser kolom daerah 1 tanah lunak
Tabel 6.24.	Tulangan geser joint balok kolom daerah 1 tanah lunak
Tabel 6.25.	Penulangan balok struktur bangunan daerah 2 tanah lunak
Tabel 6.26.	Gaya geser balok daerah 2 tanah lunak
Tabel 6.27.	Tulangan geser balok daerah 2 tanah lunak
Tabel 6.28.	Momen rencana kolom daerah 2 tanah lunak
Tabel 6.29.	Gaya aksial rencana kolom daerah 2 tanah lunak

Tabel 6.30.	Gaya aksial maksimum kolom daerah 2 tanah lunak
Tabel 6.31.	Penulangan kolom daerah 2 tanah lunak
Tabel 6.32.	Gaya geser rencana kolom daerah 2 tanah lunak
Tabel 6.33.	Penulangan geser kolom daerah 2 tanah lunak
Tabel 6.34.	Tulangan geser joint balok kolom daerah 2 tanah lunak
Tabel 6.35.	Penulangan balok struktur bangunan daerah 3 tanah lunak
Tabel 6.36.	Gaya geser balok daerah 3 tanah lunak
Tabel 6.37.	Penulangan geser balok daerah 3 tanah lunak
Tabel 6.38.	Momen rencana kolom daerah 3 tanah lunak
Tabel 6.39.	Gaya aksial rencana kolom daerah 3 tanah lunak
Tabel 6.40.	Gaya aksial maksimum kolom daerah 3 tanah lunak
Tabel 6.41.	Penulangan kolom daerah 3 tanah lunak
Tabel 6.42.	Gaya geser rencana kolom daerah 3 tanah lunak
Tabel 6.43.	Penulangan geser kolom daerah 3 tanah lunak
Tabel 6.44.	Tulangan geser joint balok kolom daerah 3 tanah lunak
Tabel 7.1.	Koefisien α struktur 8 tingkat tepi luar balok
Tabel 7.2.	Koefisien α struktur 12 tingkat tepi luar balok
Tabel 7.3.	Koefisien α struktur 16 tingkat tepi luar balok
Tabel 7.4.	Koefisien α struktur 20 tingkat tepi luar balok
Tabel 7.5.	Koefisien α struktur 8 tingkat tepi dalam balok
Tabel 7.6.	Koefisien α struktur 12 tingkat tepi dalam balok
Tabel 7.7.	Koefisien α struktur 16 tingkat tepi dalam balok
Tabel 7.8.	Koefisien α struktur 20 tingkat tepi dalam balok

Tabel 7.9.	Koefisien β struktur 8 tingkat
Tabel 7.10.	Koefisien β struktur 12 tingkat
Tabel 7.11.	Koefisien β struktur 16 tingkat
Tabel 7.12.	Koefisien β struktur 20 tingkat
Tabel 7.13.	Koefisien α untuk kolom struktur 8 tingkat
Tabel 7.14.	Koefisien α untuk kolom struktur 12 tingkat
Tabel 7.15.	Koefisien α untuk kolom struktur 16 tingkat
Tabel 7.16.	Koefisien α untuk kolom struktur 20 tingkat
Tabel 7.17.	Koefisien β untuk kolom struktur 8 tingkat
Tabel 7.18.	Koefisien β untuk kolom struktur 12 tingkat
Tabel 7.19.	Koefisien β untuk kolom struktur 16 tingkat
Tabel 7.20.	Koefisien β untuk kolom struktur 20 tingkat
Tabel 7.21.	Gaya aksial kolom struktur 8 tingkat.
Tabel 7.22.	Gaya aksial kolom struktur 12 tingkat.
Tabel 7.23.	Gaya aksial kolom struktur 16 tingkat.
Tabel 7.24.	Gaya aksial kolom struktur 20 tingkat.
Tabel 7.25.	Koefisien δ struktur 8 tingkat.
Tabel 7.26.	Koefisien δ struktur 12 tingkat.
Tabel 7.27.	Koefisien δ struktur 16 tingkat.
Tabel 7.28.	Koefisien δ struktur 20 tingkat.
Tabel 7.29.	Koeffisien gempa dasar struktur 16 lantai.
Tabel 7.30.	Nilai δ pada wilayah gempa dan jenis tanah tertentu
Tabel 7.31.	Koefisien gempa dasar

Tabel 7.32.	Koefisien gempa dasar dengan tanah lunak
Tabel 7.33.	Koefisien gempa dasar dengan tanah keras
Tabel 7.34.	Momen analisa balok daerah 2 tanah keras
Tabel 7.35.	Momen analisa balok daerah 1 tanah lunak
Tabel 7.36.	Momen analisa balok daerah 2 tanah lunak
Tabel 7.37.	Momen analisa balok daerah 3 tanah lunak
Tabel 7.38.	Luas tulangan longitudinal perlu balok
Tabel 7.39.	Tulangan geser balok
Tabel 7.40.	$M_{u,k}$ atas rencana kolom
Tabel 7.41.	$M_{u,k}$ bawah rencana kolom
Tabel 7.42.	Momen rencana desain
Tabel 7.43.	Luasan tulangan kolom
Tabel 7.44.	Spasi tulangan geser kolom tepi.
Tabel 7.45.	Spasi tulangan geser kolom tengah.

DAFTAR NOTASI

A	= tinggi blok tegangan yang diperhitungkan
A_g	= luas bruto penampang kolom, mm ²
A_s	= Luas tulangan tarik, mm ²
A_s'	= Luas tulangan tekan, mm ²
A_{sD}	= Luas tulangan tarik yang diperlukan pada keseimbangan "balance", mm ²
A_{st}	= Luas total tulangan longitudinal, mm ²
b	= Lebar penampang struktur, mm
c	= Jarak antara serat beton tepi tarik ke garis netral, mm
C	= Koefisien gempa dasar
C_{acuan}	= Koefisien gempa dasar pada daerah gempa yang telah diketahui nilai rasio gaya aksial gempa dan gravitasi.
C₁	= Momen negatif balok pada perletakan jepit-jepit
C₂	= Gaya lintang balok pada perletakan jepit-jepit
D	= Beban mati
d	= Tinggi manfaat penampang struktur, mm
d_s	= selimut beton, mm
E	= Beban gempa
E_c	= Modulus elastisitas beton, Mpa

E_s	= Modulus elastisitas tulangan, Mpa
f_c	= Kuat tekan beton yang diisyaratkan, Mpa
f_y	= Tegangan leleh baja tulangan, Mpa
g	= Gaya gempa horisontal, KN
h	= Tinggi penampang struktur, mm.
h_n	= Tinggi bersih kolom, mm
H	= Tinggi antar tingkat, m.
H_{total}	= Tinggi total bangunan, m.
K	= Faktor jenis struktur..
L	= Beban hidup.
L_R	= Beban hidup tereduksi sesuai dengan ketentuan
L_B	= Bentang balok, m.
L_n	= Bentang bersih balok, m.
M_D	= Momen balok/kolom akibat beban mati, KNm.
M_L	= Momen balok/kolom akibat beban hidup, KNm.
M_E	= Momen balok/kolom akibat beban gempa, KNm.
M_n	= Momen nominal, KNm.
M_u	= Momen ultimit, KNm.
M_c	= Momen pembesaran kolom, KNm.
M_{kap}	= Momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada salah satu ujung balok atau bidang muka kolom.
M_{kap}'	= Momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada ujung balok atau bidang muka kolom yang lain.

N_u	= Gaya normal perlu kolom, KN.
P_n	= Gaya aksial nominal, KN.
V_c	= kuat geser Nominal beton, KN.
V_s	= Kuat geser yang dihasilkan oleh tulangan geser, KN.
V_g	= Gaya geser balok karena gaya grafitasi
VD,b	= gaya geser balok akibat mati
VL,b	= Gaya geser balok akibat beban hidup
VE,b	= Gaya geser akibat beban gempa
R_v	= Faktor reduksi tingkat
α_v	= koefisien rasio antara momen akibat grafitasi dengan C_1
α_g	= koefisien rasio antara momen akibat gempa dengan C_1
α_k	= Faktor distribusi momen dari kolom yang ditinjau
β	= koefisien rasio antara gaya lintang akibat grafitasi dengan C_2
β	= koefisien rasio antara gaya lintang akibat grafitasi dengan C_2
λ	= Koefisien aksial akibat beban gravitasi dan beban gempa
δ	= Rasio aksial akibat beban gempa dan beban gravitasi yang akan dicari
δ_{acuan}	= Rasio aksial akibat beban gempa dan beban gravitasi yang telah diketahui
ρ	= rasio tulangan.
ϕ	= Faktor reduksi kekuatan.
ω_d	= Faktor pembesaran dinamis yang memperhitungkan pengaruh terjadinya sendi plastis.

- ∂ = Nilai gaya dalam yang akan dicari (antara lain momen, gaya lintang dan gaya aksial)
- ∂_{acuan} = Besarnya gaya dalam suatu struktur yang telah diketahui besarnya gaya dalam



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3.1. Koefisien gempa dasar c
- Gambar 3.2. Distribusi tegangan regangan balok bertulangan rangkap
- Gambar 3.3. Detail pertemuan balok kolom
- Gambar 4.1. Struktur yang ditinjau
- Gambar 4.2. Portal melintang struktur
- Gambar 4.3. Momen dan gaya lintang pada balok jepit-jepit
- Gambar 4.4. Bending momen dan gaya geser akibat beban gravitasi
- Gambar 4.5. Bending momen dan gaya geser akibat beban gempa.
- Gambar 5.1. Grafik koefisien gempa dasar daerah gempa 2
- Gambar 5.2. Pembagian portal merata pada portal As-4
- Gambar 5.3. Perhitungan beban merata ekuivalen portal As-4
- Gambar 6.1. Diagram momen tumpuan balok
- Gambar 6.2. Tulangan balok dan geser balok
- Gambar 6.3. Grafik interaksi kolom 450 x 600
- Gambar 6.4. Grafik interaksi kolom 450 x 650
- Gambar 6.5. Grafik interaksi kolom 450 x 800
- Gambar 6.6. Grafik interaksi kolom 450 x 750
- Gambar 6.7. Grafik interaksi kolom 450 x 700
- Gambar 6.8. Tulangan pertemuan titik buhul kolom lantai 1.

- Gambar 6.9. Kuat geser satu arah
- Gambar 6.10. Kuat geser pons
- Gambar 7.1. Momen balok tepi luar struktur 8 tingkat
- Gambar 7.2. Momen balok tepi luar struktur 16 tingkat
- Gambar 7.3. Momen balok tepi luar struktur 12 tingkat
- Gambar 7.4. Momen balok tepi luar struktur 20 tingkat
- Gambar 7.5. Momen balok tepi dalam struktur 8 tingkat
- Gambar 7.6. Momen balok tepi dalam struktur 16 tingkat
- Gambar 7.7. Momen balok tepi dalam struktur 12 tingkat
- Gambar 7.8. Momen balok tepi dalam struktur 20 tingkat
- Gambar 7.9. Gaya geser balok struktur 8 lantai
- Gambar 7.10. Gaya geser balok struktur 16 lantai
- Gambar 7.11. Gaya geser balok struktur 12 lantai
- Gambar 7.12. Gaya geser balok struktur 20 lantai
- Gambar 7.13. Momen kolom struktur 8 lantai
- Gambar 7.14. Momen kolom struktur 12 lantai
- Gambar 7.15. Momen kolom struktur 16 lantai
- Gambar 7.16. Momen kolom struktur 20 lantai
- Gambar 7.17. Gaya geser kolom struktur 8 lantai
- Gambar 7.18. Gaya geser kolom struktur 16 lantai
- Gambar 7.19. Gaya geser kolom struktur 12 lantai
- Gambar 7.20. Gaya geser kolom struktur 20 lantai
- Gambar 7.21. Gaya aksial kolom struktur 8 lantai

- Gambar 7.22. Gaya aksial kolom struktur 16 lantai
- Gambar 7.23. Gaya aksial kolom struktur 12 lantai
- Gambar 7.24. Gaya aksial kolom sstruktur 20 lantai
- Gambar 7.25. Rasio aksial beban gempa dan beban gravitasi struktur 8 lantai.
- Gambar 7.26. Rasio aksial beban gempa dan beban gravitasi struktur 12 lantai.
- Gambar 7.27. Rasio aksial beban gempa dan beban gravitasi struktur 16 lantai.
- Gambar 7.28. Rasio aksial beban gempa dan beban gravitasi struktur 20 lantai.
- Gambar 7.29. Rasio aksial beban gempa dan beban gravitasi
- Gambar 7.30. Koefisien gempa dasar.
- Gambar 7.31. Koefisien gempa dasar tanah lunak
- Gambar 7.32. Koefisien gempa dasar tanah keras
- Gambar 7.33. Momen balok daerah 1 tanah lunak
- Gambar 7.34. Momen balok daerah 3 tanah lunak
- Gambar 7.35. Momen balok daerah 2 tanah keras
- Gambar 7.36. Momen balok daerah 2 tanah lunak
- Gambar 7.37. Luas tumpang perlu negatif balok
- Gambar 7.38. Luas tumpang perlu positif balok
- Gambar 7.39. Spasi tulangan geser balok daerah sendi plastis
- Gambar 7.40. Spasi tulangan geser balok daerah luar sendi plastis
- Gambar 7.41. $M_{u,k}$ atas kolom tengah
- Gambar 7.42. $M_{u,k}$ atas kolom tepi
- Gambar 7.43. $M_{u,k}$ bawah kolom tengah
- Gambar 7.44. $M_{u,k}$ bawah kolom tepi

Gambar 7.45. $M_{u,k}$ desain kolom tepi

Gambar 7.46. $M_{u,k}$ desain kolom tengah

Gambar 7.47. As perlu kolom tepi

Gambar 7.48. As perlu kolom tengah

Gambar 7.49. Spasi tulangan geser kolom tepi daerah Io.

Gambar 7.50. Spasi tulangan geser kolom tepi diluar daerah Io

Gambar 7.51. Spasi tulangan geser kolom tengah daerah Io.

Gambar 7.52. Spasi tulangan geser kolom tengah diluar daerah Io



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Gambar detail tulangan balok struktur 16 lantai daerah 2 tanah keras
- Lampiran 2 Gambar detail tulangan kolom struktur 16 lantai daerah 2 tanah keras.
- Lampiran 3 Hasil analisis SAP90 struktur 16 lantai daerah 2 tanah keras
- Lampiran 4 Hasil analisis SAP90 struktur 16 lantai daerah 1 tanah lunak
- Lampiran 5 Hasil analisis SAP90 struktur 16 lantai daerah 2 tanah lunak
- Lampiran 6 Hasil analisis SAP90 struktur 16 lantai daerah 3 tanah lunak

