

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR NOTASI .....	xvi
<b>1. BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian .....	4
<b>2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pendahuluan .....	6
2.2 Penelitian Yang Sebelumnya .....	6
2.3 Keaslian Judul .....	9
<b>3. BAB III LANDASAN TEORI</b>	
3.1 Pendahuluan .....	11
3.2 Model Denah Bangunan .....	12
3.3 Sistem Struktur .....	14
5.6.1. Sistem Koordinat Global .....	16

5.6.2. Sistem Koordinat Lokal .....	18
3.4 Beban Gempa Rencana Dengan Metode Statik Ekuivalen .....	18
3.4.1 Beban Geser Dasar Akibat Gempa.....	19
3.4.2 Koefisien Gempa Dasar (C) .....	20
3.4.3 Faktor Keutamaan (I) .....	21
3.4.4 Faktor reduksi gempa (R) .....	22
3.4.5 Beban geser dasar akibat gempa sepanjang tinggi gedung .....	23
3.4.6 Pembebanan Dan Gaya Horizontal Portal 2D dan 3D .....	25
3.5 Prinsip-Prinsip Dasar Konsep Disain Kapasitas .....	29
3.5.1 Karakteristik Disain Kapasitas .....	31
3.6 Perencanaan Struktur Dan Beton Bertulang .....	32
3.6.1 Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Lentur.....	34
3.6.2 Disain lentur balok tulangan sebelah.....	43
3.6.3 Balok Bertulangan Rangkap .....	45
3.7 Perhitungan Momen Kapasitas Balok .....	55
3.8 Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Geser .....	60
3.9 Perencanaan Kolom.....	66
3.9.1 Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Lentur .....	67
3.9.2 Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Aksial .....	69
3.9.3 Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Geser .....	75
3.10 Perencanaan Panel Pertemuan Balok Kolom .....	77
3.11 Perencanaan Pondasi .....	80
<b>4. BAB IV METODE PENELITIAN</b>	

4.1	Lokasi Penelitian .....	84
4.2	Pengumpulan Data .....	84
4.3	Model Struktur .....	84
4.4	Bahan dan Pembebanan .....	86
4.5	Tahapan Analisis .....	86
5.	<b>BAB V HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
5.1	Estimasi Awal Dimensi Struktur.....	88
5.2	Perhitungan Pembebanan.....	92
5.2.1.	Lantai dan Atap .....	92
5.2.2.	Perhitungan Beban Gravitasi.....	93
5.2.3.	Perhitungan Berat Total Struktur (W).....	96
5.2.4.	Perhitungan Beban Gempa.....	100
5.3	Perhitungan Eksentrisitas.....	104
5.4	Displacement.....	107
5.5	Drift Ratio .....	116
5.6	Momen Maksimum Balok .....	120
5.7	Momen Balok Yang Signifikan .....	124
5.8	Gaya Aksial Kolom Maksimum.....	130
5.9	Momen Kolom Maksimum.....	136
6.	<b>BAB VI IMPLEMENTASI DESAIN</b>	
6.1	Desain Struktur.....	142
6.2	Perhitungan Perencanaan Plat .....	144
6.3	Perencanaan Balok .....	146

6.3.1. Redistribusi Momen Balok .....	146
6.3.2. Perhitungan Perencanaan Balok.....	149
6.4 Perencanaan Kolom.....	165
6.4.1. Momen Rencana Kolom .....	165
6.4.2. Gaya Aksial Kolom .....	171
6.4.3. Grafik Mn dan Pn .....	173
6.4.4. Desain Tulangan Kolom .....	177
6.4.5. Geser Kolom .....	179
6.4.6. Joint.....	180
6.5 Perencanaan Pondasi .....	188
6.6 Perbandingan Hasil Desain.....	193
7. BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1 Kesimpulan .....	196
7.2 Saran.....	197
8. DAFTAR PUSTAKA .....	198
9. LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Denah struktur yang simetris dan mempunyai sumbu simetri .....	12
Gambar 3. 2. Denah struktur yang tidak simetris dan tidak mempunyai sumbu simetri .....	15
Gambar 3. 3. Struktur Balok Menerus .....	15
Gambar 3. 4. Struktur Grid .....	15
Gambar 3. 5. Struktur Portal Bidang (2D) .....	16
Gambar 3. 6. Struktur Portal Ruang (3D) .....	16
Gambar 3. 7. Sistem Koordinat Lokal .....	18
Gambar 3. 8. Koefisien gempa dasar untuk wilayah gempa 3 .....	21
Gambar 3. 9. Pembebanan Gempa dengan Metode Statik Ekuivalen .....	25
Gambar 3. 10. Pembebanan Gempa pada portal 3D dengan kombinasi arah gempa x dan arah gempa y .....	26
Gambar 3. 11. Tampang, regangan dan tegangan kondisi imbang pada balok	
Gambar 3. 12. Diagram regangan pada ragam kerusakan elemen balok .....	37
Gambar 3. 13. Diagram tegangan regangan dan kopel momen balok kondisi rusak imbang/ <i>balance failure</i> .....	37
Gambar 3. 14. Diagram tegangan regangan dan kopel momen balok .....	39
Gambar 3. 15. Diagram tegangan regangan dan kopel momen balok .....	42
Gambar 3. 16. Diagram tegangan regangan dan kopel momen balok .....	44
Gambar 3. 17. Distribusi Tegangan Regangan pada Balok Tulangan Rangkap .....	45
Gambar 3. 18. Tegangan Regangan dan momen kopel pada Balok .....	46

Gambar 3. 19. Perilaku struktur akibat menerima beban gempa .....	49
Gambar 3. 20. Tegangan Regangan dan momen kopel pada Balok .....	50
Gambar 3. 21. Tegangan Regangan dan momen kopel pada Balok .....	54
Gambar 3. 22. Diagram momen yang timbul akibat beban gempa dari arah kiri.....	55
Gambar 3. 23. Tegangan Regangan dan momen kopel pada Balok .....	56
Gambar 3. 24. Tegangan Regangan Balok.....	57
Gambar 3. 25. Penampang dan tegangan regangan balok yang fungsinya dibalik .....	60
Gambar 3. 26. Diagram gaya geser balok akibat beban gravitasi .....	62
Gambar 3. 27. Diagram gaya geser balok akibat beban gempa .....	63
Gambar 3. 28. Diagram gaya geser total balok akibat beban gravitasi dan gempa.....	64
Gambar 3. 29. Pertemuan Balok Kolom dengan Sendi Plastis pada ujung – ujungnya.....	68
Gambar 3. 30. Pertemuan balok Kolom dengan Sendi Plastis pada Ujung Balok.....	69
Gambar 3. 31. Tegangan Regangan dan Momen Kopel Kolom .....	71
Gambar 3. 32. Diagram interaksi Mn-Pn untuk luas tulangan 1%.....	73
Gambar 3. 33. Kolom Lantai Dasar dan Kolom Lantai Atas.....	76
Gambar 3. 34. Panel Pertemuan Balok dan Kolom Portal.....	78
Gambar 3. 35. Konfigurasi Kelompok Tiang Pancang.....	81
Gambar 3. 36. Reaksi tiang akibat gaya aksial dan momen.....	82
Gambar 4. 1. Model denah struktur yang digunakan.....	85

Gambar 5. 8. Grafik <i>Displacement</i> pada Portal A s/d H Akibat Gempa dari Arah Y (Comb2).....	107
Gambar 5. 9. Grafik <i>Displacement</i> pada Portal A s/d H Akibat Gempa dari Arah Y (Comb2).....	107
Gambar 5. 10. Grafik <i>Displacement</i> pada Portal 1 s/d 9 Akibat Gempa dari Arah X (Comb3).....	108
Gambar 5. 11. Grafik <i>Displacement</i> pada Portal 1 s/d 9 Akibat Gempa dari Arah X (Comb3).....	108
Gambar 5. 12. Denah Lokasi <i>Displacement</i> Maksimum dan Minimum Portal.....	109
Gambar 5. 13. Denah Lokasi <i>Displacement</i> Maksimum dan Minimum Portal.....	109
Gambar 5. 14. Grafik Perbandingan <i>Displacement</i> hasil analisis 2 dimensi dan 3 dimensi.....	111
Gambar 5. 15. Grafik Perbandingan <i>Displacement</i> hasil analisis 2 dimensi dan 3 dimensi.....	113
Gambar 5. 16. Grafik <i>Displacement</i> paling signifikan antara Analisis 2 Dimensi dengan 3 Dimensi .....	114
Gambar 5. 17. Puntir Pada Struktur 3 Dimensi.....	114
Gambar 5. 18. <i>Displacement</i> C31 untuk 2 arah.....	114
Gambar 5. 19. <i>Displacement</i> C50 untuk 2 arah.....	115
Gambar 5. 20. Lokasi Tinjauan displacement C31 dan C50.....	115
Gambar 5. 21. Grafik <i>Drift Ratio</i> Hasil analisis 2 Dimensi dan 3 Dimensi pada Seluruh Portal.....	116
Gambar 5. 22. Grafik Perbandingan <i>Drift Ratio</i> hasil analisis 2 dimensi dan 3 dimensi.....	117
Gambar 5. 23. Grafik Perbandingan <i>Drift Ratio</i> hasil analisis 2 dimensi dan 3 dimensi.....	119
Gambar 5. 24. Grafik <i>Drift Ratio</i> paling signifikan antara Analisis 2 Dimensi dengan 3 Dimensi .....	120

Gambar 5. 25. Denah Point <i>Drift Ratio</i> paling signifikan antara Analisis 2D dengan 3D.....	120
Gambar 5. 26. Grafik Momen Maksimum Balok Portal 1 s/d Portal 9 .....	121
Gambar 5. 27. Grafik Momen Maksimum Balok Portal A s/d Portal .....	122
Gambar 5. 28. Grafik Momen Tumpuan Balok yang signifikan.....	125
Gambar 5. 29. Grafik Momen Lapangan Balok yang signifikan .....	128
Gambar 5. 30. Grafik Gaya Aksial Kolom Maksimum Tiap-Tiap Portal pada Portal 1 s/d Portal 9 .....	132
Gambar 5. 31. Grafik Gaya Aksial Kolom Maksimum Tiap-Tiap Portal pada Portal A s/d Portal H Akibat Gempa Arah Y .....	133
Gambar 5. 32. Denah Lokasi Gaya Aksial Kolom Maksimum Tiap-Tiap Portal.....	133
Gambar 5. 33. Denah Lokasi Gaya Aksial Kolom Maksimum Tiap-Tiap Portal.....	134
Gambar 5. 34. Penjumlahan Gaya Aksial Dari Respon Analisis 2D.....	135
Gambar 5. 35. Grafik Momen Kolom Maksimum Tiap-Tiap Portal pada Portal 1 s/d Portal 9.....	138
Gambar 5. 36. Grafik Momen Kolom Maksimum Tiap-Tiap Portal pada Portal A s/d Portal H.....	139
Gambar 5. 37. Denah Lokasi Momen Kolom Maksimum Tiap-Tiap Portal ...	140
Gambar 5. 38. Denah Lokasi Momen Kolom Maksimum Tiap-Tiap Portal ...	140
Gambar 6. 1. Denah struktur beserta penamaan setiap portalnya dan jarak bentang .....	143
Gambar 6. 2. Struktur Tampak samping beserta penamaan balok dan kolom .....	143
Gambar 6. 3. Denah Plat Lantai .....	143
Gambar 6. 4. Grafik perbandingan momen balok B1 (story 1) akibat gempa kiri arah X (comb2) dgn akibat gempa kanan arah Y (comb9).....	147



Gambar 6. 5. Grafik perbandingan momen balok B6 (story 1) akibat gempa kiri arah X (comb3) dgn akibat gempa kanan arah Y (comb8).....	148
Gambar 6. 6. Grafik perbandingan momen balok B6 (story 1) setelah didistribusi.....	149
Gambar 6. 7. Diagram Regangan Tegangan Balok Tulangan Rangkap.....	152
Gambar 6. 8. Tegangan Regangan dan momen kopel pada Balok.....	153
Gambar 6. 9. Tegangan Regangan Dan Momen Kopel.....	159
Gambar 6. 10. Tegangan Regangan Pada Momen Kapasitas Balok (positif)..	161
Gambar 6. 11. Gaya geser yang terjadi pada abalok B1 (story 1).....	162
Gambar 6. 12. Momen kolom lebih kuat dari pada momen balok.....	170
Gambar 6. 13. Konfigurasi Kelompok Tiang Pancang.....	189
Gambar 6. 14. Penulangan Pile Cap.....	192
Gambar 6. 15. Momen yang diambil untuk balok B1-B5 lantai 15.....	193
Gambar 6. 16. Kebutuhan luas tulangan balok B1-B5 lantai 15.....	193
Gambar 6. 17. Momen desain yang diambil untuk balok B6-B10 lantai 15....	194
Gambar 6. 18. Kebutuhan luas tulangan B6-B10 lantai 15.....	194
Gambar 6. 19. Gaya aksial kolom K1-K3 lantai 1.....	195
Gambar 6. 20. Momen desain untuk K1-K3 lantai 1.....	195
Gambar 6. 21. Kebutuhan luas tulangan K1-K3 lantai 1.....	195

## DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1. Estimasi awal kolom.....	91
Tabel 5. 2. Estimasi akhir kolom.....	92
Tabel 5. 3. Tipe ukuran plat .....	95
Tabel 5. 4. Displacement max point (comb1 s/d comb9) pada iterasi 1 .....	102
Tabel 5. 5. Evaluasi periode getar T – Rayleigh iterasi 1 .....	102
Tabel 5. 6. Evaluasi periode getar T – Rayleigh iterasi 2 .....	103
Tabel 5. 7. Titik Berat Gedung Variasi Kedua.....	104
Tabel 5. 8. Jumlah kolom di tiap portal .....	105
Tabel 5. 9 Perhitungan Selisih Momen Tumpuan .....	125
Tabel 5. 10 Perhitungan Selisih Momen Lapangan.....	129
Tabel 5. 9 Perhitungan Selisih Momen Tumpuan .....	125
Tabel 5. 10 Perhitungan Selisih Momen Lapangan.....	129

## DAFTAR NOTASI

- A** = luas efektif tulangan tarik di sekitar tulangan lentur tarik, bertitik pusat sama dengan tulangan tersebut, dibagi dengan jumlah batang tulangan,  $\text{mm}^2$
- A<sub>tul</sub>** = luas penampang 1 batang tulangan,  $\text{mm}^2$
- A<sub>g</sub>** = luas bruto penampang,  $\text{mm}^2$
- A<sub>j,h</sub>** = luas tulangan geser horizontal,  $\text{mm}^2$
- A<sub>s</sub>** = luas tulangan tarik longitudinal,  $\text{mm}^2$
- A<sub>sh</sub>** = luas tulangan geser horizontal yang melewati bidang kritis horizontal,  $\text{mm}^2$
- A<sub>v</sub>** = luas tulangan geser pada daerah sejarak s, atau luas tulangan geser yang tegak lurus terhadap tulangan lentur tarik dalam suatu daerah sejarak pada komponen struktur lentur tinggi,  $\text{mm}^2$
- a** = tinggi blok tegangan tekan persegi ekuivalen
- a<sub>k</sub>** = tinggi blok tegangan tekan persegi kapasitas ekuivalen
- b** = lebar komponen struktur,  $\text{mm}^2$
- c** = jarak sisi tekan terluar ke garis netral, mm
- C<sub>c</sub>** = tegangan tekan beton, KN
- d** = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik (tinggi efektif balok), mm
- d'** = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik, mm

$e$	= eksentrisitas gaya terhadap sumbu, mm
$E_c$	= modulus elastisitas beton, MPa
$E_s$	= modulus elastisitas baja, MPa
$f'_c$	= kuat tekan beton, MPa
$f_y$	= tegangan leleh baja yang disyaratkan, MPa
$f_s$	= kuat leleh tulangan saat beban bekerja, MPa
$F_i$	= distribusi beban geser dasar pada tingkat ke-I, KN
$h_c$	= tinggi total penampang kolom dalam arah geser yang ditinjau, mm
$H_k$	= tinggi kolom portal, mm
$H_n$	= tinggi bersih kolom portal, mm
$H$	= tinggi portal struktur, mm
$H_i$	= tinggi tingkat ke-i, mm
$I$	= momen inersia penampang yang menahan beban luar terfaktor
$k$	= faktor panjang efektif komponen struktur beton tekan
$K$	= faktor jenis struktur
$L_I$	= beban hidup, atau momen yang berhubungan dengan beban tersebut
$L_d$	= panjang penyaluran tulangan tekan
$L_n$	= panjang bentang bersih komponen dalam arah momen dari muka ke muka tumpuan, mm
$L_k'$	= panjang bersih bentang balok portal, mm
$M_{kap}$	= momen kapasitas penampang, KNm
$M_u$	= momen ultimit penampang, KNm
$P_g$	= gaya aksial akibat beban gravitasi terfaktor pada pusat joint, KN

- $P_E$  = gaya aksial beban gempa pada pusat join, KN
- $P_u$  = gaya aksial terfaktor normal terhadap penampang dan terjadi bersamaan dengan  $V_u$ , diambil positif untuk tekan, negative untuk tarik dan memperhitungkan pengaruh tarik akibat rangkai dan susut
- $Q$  = beban terfaktor persatuan luas, KN/m
- $R$  = faktor reduksi gempa
- $S$  = spesi tulangan geser atau torsi kearah parallel dengan tulangan longitudinal, mm
- $T_s$  = tegangan tarik baja tulangan, KN
- $U$  = kuat perlu untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya
- $V$  = gaya geser dasar horizontal akibat gempa, KN
- $V_D$  = gaya geser dasar akibat beban mati, KN
- $V_g$  = gaya geser dasar akibat beban mati dan beban hidup, KN
- $V_E$  = gaya geser dasar akibat gempa, KN
- $V_L$  = gaya geser dasar akibat beban hidup, KN
- $V_{ch}$  = start beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung join yang memikul gaya geser, KN
- $V_{jh}$  = tegangan geser horizontal nominal dalam joint, KN
- $V_{sh}$  = tegangan geser horizontal nominal dalam joint (jika tegangan tekan rata-rata minimum pada penampang bruto kolom diatas join kurang dari  $0,1 f'_c$ ), KN
- $V_n$  = kuat geser nominal, KN

- $V_u$  = kuat geser penampang, KN
- $W_t$  = berat total gedung, KN
- $\alpha_k$  = faktor distribusi momen kolom portal yang ditinjau, yang nilainya dihitung sebanding dengan kekakuan relative unsure-unsur yang bertemu pada titik pertemuan tersebut.
- $\beta_1$  = faktor reduksi tinggi blok tekan tegangan tekan ekivalen beton
- $\epsilon_c$  = regangan tekan beton
- $\epsilon_{cu}$  = regangan tekan beton ultimit
- $\epsilon_y$  = regangan leleh bja tulangan
- $\rho$  = rasio penulangan tarik non prategang
- $\rho'$  = rasio penulangan tekan non prategang
- $\rho_b$  = rasio penulangan seimbang
- $\phi$  = faktor reduksi kekuatan
- $\omega$  = koefisien dinamins yang memeperhitungkan pengaruh dari terbentuknya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan.