

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	<i>i</i>
HALAMAN PENGESAHAN.....	<i>ii</i>
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	<i>iii</i>
ABSTRAK	<i>iv</i>
KATA PENGANTAR.....	<i>v</i>
DAFTAR ISI.....	<i>vi</i>
DAFTAR GAMBAR.....	<i>vii</i>
DAFTAR TABEL	<i>viii</i>
DAFTAR NOTASI.....	<i>ix</i>
DAFTAR LAMPIRAN	<i>x</i>
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Sistematika Tugas Akhir.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Umum	4
2.2. Sistem Struktur	5
2.3. Sistem Struktur Rangka Kaku (<i>Rigid Frame</i>)	13
2.4. Sistem Dinding Geser	15
2.4.1. Elemen Struktur Dinding Geser	17
2.4.2. Konsep Perencanaan Dinding Geser	19
2.4.3. Pola Keruntuhan Dinding Geser	22
2.4.4. Perhitungan Tulangan Dinding Geser	23
2.5. Perilaku Struktur Rangka Kaku, Dinding Geser, dan Rangka Kaku – Dinding Geser	24
2.5.1. Perilaku Struktur Rangka Kaku (<i>Rigid Frame</i>)	24

2.5.2. Perilaku Dinding Geser (<i>Shear Wall</i>)	26
2.5.3. Perilaku Struktur Rangka Kaku – Dinding Geser (<i>Dual System</i>)	27
2.6. Beban Yang Bekerja Pada Struktur Gedung Bertingkat	28
2.6.1. Beban Mati (DL)	29
2.6.2. Beban Hidup (LL)	30
2.6.3. Beban Angin (W)	33
2.6.4. Beban Gempa (E)	35
2.6.5. Kombinasi Beban	40
2.7. Aplikasi Penunjang Perhitungan Struktur	43
2.7.1. SAP2000	43
2.7.2. Langkah – langkah Pemodelan Struktur Gedung	44

BAB III METODE PERENCANAAN

3.1. Permodelan	69
3.1.1. Struktur	69
3.2. Pembebanan	70
3.2.1. Beban Mati	70
3.2.2. Beban Hidup	70
3.2.3. Beban Gempa	71
3.3. Kombinasi Pembebanan	74
3.4. Kontrol dan Analisis	75
3.4.1. Partisipasi Masa	75
3.4.2. <i>Modal and Frequencies</i>	76
3.4.3. Masa Gedung	76
3.5. Pembebanan Pada Plat Lantai	77
3.6. Pembebanan Pada Balok	85
3.7. Pembebanan Pada Kolom	91
3.8. Dinding Geser	103
3.9. Bagan Alur Pengerjaan Tugas Akhir	106

BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

4.1.	Data Struktur	107
4.2.	Pemodelan Struktur Kombinasi Rangka Kaku Dan Dinding Geser	108
4.3.	Pembebanan	109
4.3.1.	Beban Mati	109
4.3.2.	Beban Hidup	110
4.4.	Perhitungan Beban Gempa	111
4.5.	Kombinasi Pembebanan	114
4.6.	Kontrol dan Analisis	115
4.6.1.	Partisipasi Masa	115
4.6.2.	Modal and Frequencies	117
4.6.3.	Massa Gedung	118
4.7.	Perhitungan Struktur Rangka Kaku dan Dinding Geser	119
4.7.1.	Perhitungan Plat Lantai	119
4.7.2.	Perhitungan Balok	123
4.7.3.	Perhitungan Kolom	142
4.7.4.	Perhitungan Dinding Geser	157
4.8.	Perhitungan Struktur Rangka Kaku	159
4.8.1.	Perhitungan Balok	159
4.8.2.	Perhitungan Kolom	178

BAB V PENUTUP

5.1.	Kesimpulan	194
5.2.	Saran	195

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Rangka Kaku	6
Gambar 2.2 Struktur Rangka Kaku dan Inti.....	6
Gambar 2.3 Struktur Rangka Selang - Seling	7
Gambar 2.4 Struktur Rangka <i>Trussed</i>	8
Gambar 2.5 Struktur Rangka <i>Belt – Trussed</i> dan Inti	8
Gambar 2.6 Struktur Gantung	9
Gambar 2.7 Struktur Interspasial	9
Gambar 2.8 Struktur Plat Rata	10
Gambar 2.9 Struktur Plat Terkantilever	10
Gambar 2.10 Struktur Dinding Pendukung Sejajar.....	11
Gambar 2.11 Struktur Inti dan Dinding Pendukung Fasade	11
Gambar 2.12 Struktur Boks Berdisi Sendiri	12
Gambar 2.13 Struktur Tabung dalam Tabung.....	12
Gambar 2.14 Struktur Kumpulan Tabung.....	13
Gambar 2.15 Detail Penulangan Kolom	14
Gambar 2.16 Penggunaan Tranfer Girder	15
Gambar 2.17 Dinding Geser Beton Bertulang Pada Struktur Gedung.....	16
Gambar 2.18 <i>Bearing Walls(a);Frame Walls(b);Core Wals(c)</i>	17
Gambar 2.19 <i>Flexural Wall(a);Squat Wall(b);Coupled Wall(c)</i>	18

Gambar 2.20 Respon Lenturan Balok dan Kolom	24
Gambar 2.21 Simpangan Pada Struktur Rangka Kaku (<i>Rigid Frame</i>)	25
Gambar 2.22 Deformasi Dinding Geser.....	26
Gambar 2.23 <i>Superimpos mode individu</i> dari deformasi	27
Gambar 2.24 Pengaruh Angin Pada Bangunan Gedung	33
Gambar 2.25 Koefisien Angin untuk Tekanan dan Hisapan pada Bangunan...	34
Gambar 2.26 Wilayah Gempa Indonesia	36
Gambar 2.27 Respon Spektrum Gempa Rencana	37
Gambar 2.28 Kombinasi Arah Beban Gempa.....	40
Gambar 2.29 Tampilan Awal dari SAP	44
Gambar 2.30 Tampilan awal membuat model struktur.....	45
Gambar 2.31 Model struktur konstruksi	45
Gambar 2.32 <i>Coordinate System Name</i>	46
Gambar 2.33 <i>Define</i> dan <i>Coordinate System</i>	46
Gambar 2.34 <i>Frame Section</i>	47
Gambar 2.35 <i>Add New Property</i>	47
Gambar 2.36 <i>Add Frame Section Property</i>	48
Gambar 2.37 <i>Rectangular Section</i>	49
Gambar 2.38 Kondisi Beban.....	51
Gambar 2.39 <i>Properties</i>	52
Gambar 2.40 <i>set yz view</i> dan <i>Draw Frame</i>	52

Gambar 2.41 Kotak dialog	53
Gambar 2.42 Beban Pada Plat.....	54
Gambar 2.43 Beban Mati	54
Gambar 2.44 Beban Hidup.....	55
Gambar 2.45 Beban <i>Distributed</i>	55
Gambar 2.46 <i>Run Analysis</i>	58
Gambar 2.47 Cek Struktur	59
Gambar 2.48 <i>Input</i> Kombinasi Beban Gempa	61
Gambar 2.49 Reduksi Gempa	62
Gambar 2.50 Respon Spektrum Gempa.....	63
Gambar 2.51 <i>SPECT</i> Gempa	65
Gambar 2.52 <i>Combination</i>	66
Gambar 2.53 <i>Sway Ordinary</i>	66
Gambar 2.54 <i>Combination Selection</i>	67
Gambar 2.55 <i>Check Structure</i>	68
Gambar 3.1 Permodelan Struktur.....	69
Gambar 3.2 Peta Wilayah Gempa Indonesia	72
Gambar 3.3 Input Respon Spektrum.....	74
Gambar 3.4 <i>Load-countour</i> untuk beban <i>biaxial</i>	93
Gambar 3.5 <i>Load-countour</i> untuk penampang simetris.....	93
Gambar 3.6 Grafik Interaksi Kolom	95

Gambar 3.7 Diagram Interaksi P-M.....	101
Gambar 3.8 SRPMK	101
Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> Perencanaan Struktur Gedung RSI Surakarta.....	106
Gambar 4.1 Permodelan Struktur 3D <i>Frame</i> dan Dinding Geser	109
Gambar 4.2 Grafik Respon Spektra di Jl. Jendral A.Yani Pabelan Surakarta .	112
Gambar 4.3 Input Respon Spektrum SNI 03-1726-2002.....	113
Gambar 4.4 <i>Respons Modal</i> dari setiap <i>mode</i>	116
Gambar 4.5 Detail tulangan plat lantai (potongan S-1)	122
Gambar 4.6 Detail tulangan plat lantai (tampak atas).....	123
Gambar 4.7 Detail Tulangan Balok Anak B2	132
Gambar 4.8 Potongan Memanjang Detail Tulangan Balok Anak B2.....	132
Gambar 4.9 Detail Tulangan Balok Induk B1	141
Gambar 4.10 Potongan Memanjang Detail Tulangan Balok Induk B1	142
Gambar 4.11 <i>Load-countour</i> untuk beban <i>biaxial</i>	143
Gambar 4.12 <i>Load-countour</i> untuk penampang simetris.....	144
Gambar 4.13 Grafik Interaksi Kolom untuk tulangan pada seluruh sisi.....	146
Gambar 4.14 Detail tulangan Penampang kolom K1.....	147
Gambar 4.15 Diagram Interaksi P-M.....	154
Gambar 4.16 Gaya Geser Rencana Kolom SRPMK.....	154
Gambar 4.17 Detail Penulangan Kolom K1	157
Gambar 4.18 Detail Tulangan Balok Anak B2 (Tanpa <i>Shear Wall</i>).....	168

Gambar 4.19 Potongan Memanjang Detail Tulangan Balok Anak B2	168
Gambar 4.20 Detail Tulangan Balok Induk B1 (Tanpa <i>Shear Wall</i>).....	178
Gambar 4.21 Potongan Memanjang Detail Tulangan Balok Induk B1	182
Gambar 4.22 <i>Load-countour</i> untuk beban <i>biaxial</i>	180
Gambar 4.23 <i>Load-countour</i> untuk penampang simetris.....	180
Gambar 4.24 Grafik Interaksi Kolom untuk tulangan pada seluruh sisi.....	182
Gambar 4.25 Detail tulangan Penampang kolom K1(Tanpa <i>Shear Wall</i>).....	183
Gambar 4.26 Diagram Interaksi P-M.....	190
Gambar 4.27 Gaya Geser Rencana Kolom (SRPMK).....	190
Gambar 4.28 Detail Penulangan Kolom K1	193

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Berat Sendiri Bahan Bangunan	29
Tabel 2.2.	Berat Komponen Gedung	30
Tabel 2.3.	Faktor Reduksi Beban Hidup	32
Tabel 2.4.	Spektrum Respon Gempa Rencana	36
Tabel 2.5.	Klarifikasi Sistem Rangka Pemikul Momen Beserta Faktor R dan Ω_0	38
Tabel 2.6.	Faktor Keutamaan I	39
Tabel 3.1.	Beban Pada Plat Lantai T = 12 cm	70
Tabel 3.2.	Data Perhitungan Gempa Rencana	71
Tabel 3.3.	<i>Group 3 – Masses and Weight</i> Struktur Gedung RSI Surakarta	75
Tabel 3.4.	<i>Group Base Reactions</i> Struktur Gedung RSI Surakarta	76
Tabel 4.1.	Konfigurasi Gedung	107
Tabel 4.2.	Penampang dan Dimensi Struktur	107
Tabel 4.3.	Mutu Bahan Beton	108
Tabel 4.4.	Elemen dan Mutu Baja Tulangan	108
Tabel 4.5.	Beban Pada Plat Lantai T = 12 cm	110
Tabel 4.6.	Beban Merata pada Dinding ½ Bata	110
Tabel 4.7.	Data Perhitungan Gempa Rencana	111
Tabel 4.8.	<i>Modal Load Participation Ratios</i> Struktur Gedung Rawat Inap RSI Surakarta	115
Tabel 4.9.	<i>Modal and Frequencies</i> Struktur Gedung Rawat Inap RSI Surakarta	117
Tabel 4.10.	<i>Group 3 – Masses and Weight</i> Struktur Gedung Rawat Inap RSI Surakarta	118
Tabel 4.11.	<i>Group Base Reactions</i> Struktur Gedung Rawat Inap RSI Surakarta	118
Tabel 4.12.	Penulangan Balok Anak	131
Tabel 4.13.	Penulangan Balok Induk 350/500	141
Tabel 4.14.	Rekapitulasi Gaya Dalam Kolom K1 (600/600)	151
Tabel 4.15.	Detail Penulangan Kolom 600 x 600	157
Tabel 4.16.	Dimensi Dinding Geser	157
Tabel 4.17.	Penulangan Balok Anak	168

Tabel 4.18. Penulangan Balok Induk 400/550	177
Tabel 4.19. Rekapitulasi Gaya Dalam Kolom K1 (700/700)	187
Tabel 4.20. Detail Penulangan Kolom 700 x 700	193

DAFTAR NOTASI

A_b	= luas penampang ujung tiang (cm^2); luas penampang tiang (cm^2)
A_g	= luas bruto penampang (mm^2)
A_s	= luas tulangan tarik (mm^2); luas selimut tiang (cm^2)
A_{sh}	= luas penampang inti beton, di ukur dari serat terluar hoop ke serat terluar hoop di sisi lainnya.
A_p	= luas penampang tiang (cm^2)
A_v	= luas tulangan sengkang ikat dalam daerah sejarak s (mm^2)
A'_s	= luas tulangan tekan (mm^2)
b	= lebar penampang balok (mm)
b_w	= lebar badan atau diameter penampang lingkaran (mm)
C_a	= koefisien akselerasi
C_d	= faktor pembesaran defleksi
CP	= <i>Collapse Pervention</i>
C_s	= koefisien respons seismik; kohesi <i>undrained</i> (ton/m^2)
C_t	= koefisien rangka beton pemikul momen
C_u	= koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung
C_v	= koefisien respon gempa vertikal
D	= diameter tiang (cm)
DF	= faktor distribusi momen di bagian atas dan bawah kolom yang didisain
DL	= <i>dead load</i> (beban mati)
D_t	= displacement total
D_1	= displacement pertama
d	= tinggi efektif pelat; jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik (mm); diameter tiang (cm)
E	= pengaruh beban gempa
E_c	= modulus elastisitas beton (MPa)
E_g	= Efisiensi kelompok tiang
E_h	= pengaruh beban gempa horisontal
E_s	= modulus elastisitas tulangan (MPa)

E_v	= pengaruh beban gempa vertikal
F	= gaya lateral ekuivalen
F_a	= koefisien situs untuk perioda pendek (pada perioda 0,2 detik)
F_S	= faktor keamanan = 2,5
F_{sc}	= <i>local friction</i> (kg/cm^2)
F_v	= koefisien situs untuk perioda panjang (pada perioda 1 detik)
f_s	= tahanan selimut sepanjang tiang (kg/cm^2)
f_y	= tegangan leleh profil baja (MPa)
f'_c	= kuat tekan karakteristik beton (MPa)
H	= tebal lapisan tanah (m)
h_c	= lebar penampang inti beton (yang terkekang) (mm)
h_n	= ketinggian struktur (m)
h_x	= spasi horisontal maksimum untuk kaki sengkang tertutup atau sengkang ikat pada muka kolom
I	= faktor keutamaan struktur
IO	= <i>Immediate Occupancy</i>
J	= koefisien lengan momen
k	= faktor panjang efektif
k_c	= faktor tahanan ujung
LL	= <i>live load</i> (beban hidup)
LS	= <i>Life Safety</i>
l_n	= panjang sisi terpanjang
l_o	= panjang minimum
MCE_R	= spektrum respons gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget
M_n	= kuat momen nominal pada penampang ($kN-m$)
M_{nb}	= momen terfaktor dalam keadaan <i>balanced</i>
M_{pr}	= momen lentur dari suatu komponen struktur dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan sifat-sifat komponen struktur pada joint dengan menganggap kuat tarik pada tulangan longitudinal sebesar minimum
M_u	= momen yang terjadi pada penampang

M_x	= momen arah x ($ton.m$)
M_y	= momen arah y ($ton.m$)
m	= jumlah lapisan tanah yang ada di atas tanah dasar; jumlah tiang dalam 1 kolom
n	= jumlah lantai gedung
n	= jumlah tingkat gedung; jumlah tiang dalam 1 baris; banyaknya tiang pancang
n_x	= banyaknya tiang dalam satu baris arah y
n_y	= banyaknya tiang dalam satu baris arah x
p	= keliling tiang (cm)
$P_{ijm} = P_{all}$	= daya dukung vertikal yang diijinkan untuk sebuah tiang tunggal (ton)
P_{maks}	= beban maksimum yang diterima 1 tiang (ton)
P_n	= kuat nominal penampang yang mengalami tekan (N)
P_{tiang}	= daya dukung tiang pancang (ton)
P_u	= kuat beban aksial terfaktor pada eksentrisitas tertentu (N)
Q_{all}	= nilai daya dukung tanah (ton)
Q_E	= pengaruh gaya seismik horisontal dari V
Q_p	= tahanan ujung selimut tiang (kg)
Q_s	= tahanan geser selimut tiang (kg)
Q_{ult}	= daya dukung pondasi tiang pancang (ton)
q_c	= tahanan konus pada ujung tiang (kg/cm^2)
q_{cb}	= conus resistance rata-rata $1,5D$ di bawah ujung tiang (N/mm^2)
q_{cu}	= conus resistance rata-rata $1,5D$ di atas ujung tiang (N/mm^2)
R	= faktor reduksi gempa; radius girrasi
R_x	= resultan gaya arah x
R_y	= resultan gaya arah y
S_a	= spektrum respons percepatan disain
S_{DS}	= parameter respons spektral percepatan disain pada periode pendek
S_{DI}	= parameter respons spektral percepatan disain pada periode 1 detik
S_{MS}	= parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek
S_{MI}	= parameter spektrum respons percepatan pada periode 1 detik
S_s	= percepatan batuan dasar pada periode pendek

s_x	= spasi longitudinal tulangan transvesal dalam panjang l_0
S_I	= percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik
s	= jarak antar tiang (cm)
T_a	= perioda getar fundamental struktur
T_{eff}	= waktu getar gedung efektif (dt)
t_i	= tebal lapisan tanah ke - i
V	= gaya lateral (kg)
V_t	= beban gempa dasar nominal
V_e	= gaya geser rencana
V_n	= kuat geser nominal penampang (N)
V_s	= kecepatan rambat gelombang geser melalui lapisan tanah ke-i; kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser (N)
V_{sway}	= gaya geser rencana berdasarkan momen kapasitas pada balok
V_u	= gaya geser terfaktor penampang (N)
V_x	= beban gempa arah x
V_y	= beban gempa arah y
W	= berat lantai
W_t	= berat total struktur
x	= absis tiang ke pusat koordinat penampang (m)
y	= ordinat tiang ke pusat koordinat penampang (m)
α (<i>alpha</i>)	= faktor adhesi antara tanah dan tiang
B_{eff}	= indeks kepercayaan efektif
β_1	= 0,85 untuk $f'c \leq 30 \text{ Mpa}$
β_c	= sisi panjang kolom / sisi pendek kolom
δ_e (<i>delta e</i>)	= deformasi elastis
δ_p	= deformasi plastis
δ_m	= simpangan maksimum
δ_{xe}	= defleksi pada lokasi yang disyaratkn dan ditentukan sesuai dengan analisis elastis
δ_y	= pelelehan pertama
ρ (<i>rho</i>)	= rasio tulangan, faktor redundansi untuk desain seismik
ρ_b	= rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan seimbang

ρ_g	= rasio penulangan total terhadap luas penampang kolom
ρ_{min}	= rasio penulangan minimum
ρ_{maks}	= rasio penulangan maksimum
σ_b (<i>sigma b</i>)	= tegangan ijin beton (<i>MPa</i>)
σ_{pons}	= tegangan geser pons pada pile cap (<i>kg/cm²</i>)
\emptyset (<i>phi</i>)	= faktor reduksi lentur
λ	= angka kelangsingan
Ψ (<i>psi</i>)	= koefisien pengali dari percepatan puncak muka tanah (termasuk faktor keutamaannya) untuk mendapatkan faktor respons gempa vertikal, bergantung pada Wilayah Gempa.
ΣM_c	= jumlah Mn kolom yang bertemu di joint balok kolom.
ΣM_g	= jumlah Mn balok yang bertermu di joint balok kolom.
ΣP_v	= jumlah beban vertikal (<i>ton</i>)
Σx^2	= jumlah kuadrat jarak arah x (ordinat-ordinat) tiang (<i>m</i>)
Σy^2	= jumlah kuadrat jarak arah y (absis-absis) tiang (<i>m</i>)
Δl	= interval lapisan (<i>m</i>)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1

Surat – Surat 1-3

Lampiran 2

Output SAP2000 4-17

Lampiran 3

Perhitungan Volume Beton dan Tulangan 18-22

Lampiran 4

Gambar 23-63