

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	xi
ABSTRAK	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR NOTASI	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Lokasi Kajian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum.....	6
2.2 Persyaratan Gempa SNI-1726-2012	6
2.2.1 Respons Spektrum Desain	7
2.2.2 Koefisien Respon Seismik.....	9
2.2.3 Periode Alami Struktur	9
2.2.4 Simpangan Antar Lantai.....	13
2.2.5 Kinerja Batas Ultimit.....	14
2.2.6 Kombinasi Pembebanan	14
2.2.7 Geser Dasar Seismik (V).....	17
2.2.8 Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Struktur Bangunan	18

2.2.9 Pemilihan Sistem Struktur Penahan Beban Gempa	22
2.2.10 Kategori Desain Seismik	24
2.2.11 Faktor Redundansi.....	25
2.3 Analisa Struktur dan Analisa Penampang	26
2.3.1 Analisa Struktur Balok	26
2.3.2 Analisa Penampang	31
2.3.2.1 Desain Lentur dengan Beban Terfaktor	33
2.3.2.2 Balok dengan Tulangan Tunggal	36
2.3.2.3 Balok dengan Tulangan Rangkap	41
2.4 Konsep Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....	42
2.4.1 Prinsip SPRMK	42
2.4.2 Prosedur Perencanaan SRPMK	44
2.4.3 Desain Kolom.....	50
BAB III METODOLOGI PERENCANAAN	53
3.1 Pendahuluan	53
3.1.1 Data Sekunder	53
3.2 Analisis dan Perhitungan	54
3.2.1 Acuan Desain dan Peranti Lunak	55
3.2.2 Data Rumus dan Acuan Input Data ETABS	56
3.2.3 Langkah-Langkah Input ETABS.....	56
3.3 Penyajian Laporan dan Format Penggambaran	65
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	66
4.1 Deskripsi Umum Bangunan	66
4.2 Permodelan Struktur	66
4.2.1 Sistem Struktur	66
4.2.2 Jumlah Lantai dan Tinggi Antar Lantai.....	67
4.3 Pembebanan.....	67
4.3.1 Pembebanan Gravitasi	67
4.3.2 Pembebanan Gempa pada Struktur	68
4.4 Pemeriksaan Respons Struktur	76
4.4.1 Pemeriksaan Jumlah Ragam.....	75

4.4.2 Pemilihan Jenis Kombinasi Ragam	76
4.4.3 Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai	76
4.4.4 Analisa Gaya Geser Gempa	77
4.5 Desain Komponen Struktur	84
4.5.1 Desain Balok	85
4.5.2 Desain Penulangan Kolom	111
4.5.3 Desain Hubungan Balok Kolom	122
4.5.4 Desain Penulangan Pelat Lantai	124
BAB V PENUTUP.....	129
5.1 Kesimpulan.....	129
5.2 Saran	130
DAFTAR PUSTAKA	xxviii
LAMPIRAN	xxix

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koefisien Situs, F_a	8
Tabel 2.2	Koefisien Situs, F_v	8
Tabel 2.3	Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	10
Tabel 2.4	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	10
Tabel 2.5	Tebal Minimum Pelat Satu Arah	11
Tabel 2.6	Dimensi Kolom	12
Tabel 2.7	Dimensi Balok	13
Tabel 2.8	Kategori Resiko Bangunan	19
Tabel 2.9	Faktor Keutamaan Gempa	22
Tabel 2.10	Faktor R , C_d , Ω_0 untuk Sistem Penahan Gaya Gempa	23
Tabel 2.11	Kategori Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek ..	24
Tabel 2.12	Kategori Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 detik	24
Tabel 2.13	Sistem Tegangan dan Regangan Penampang beban Lentur	33
Tabel 3.1	Beban Rata di Pelat Sesuai Fungsi Lantai	59
Tabel 4.1	Tinggi Antar Lantai	67
Tabel 4.2	Beban Hidup pada Struktur Bangunan	68
Tabel 4.3	Rangkuman berat Struktur Per Lantai output dari <i>ETABS</i>	73
Tabel 4.4	Gaya Geser Dasar per Lantai output dari <i>ETABS</i>	74
Tabel 4.5	Cek Modal Partisipasi Massa Rasio	75
Tabel 4.6	Simpangan Perpindahan Statik Arah X	77
Tabel 4.7	Simpangan Antar Lantai Gempa Arah X	77
Tabel 4.8	Gaya Geser Dinamik Arah X	78
Tabel 4.9	Gaya Geser Dinamik Arah Y	78
Tabel 4.10	Gaya Geser Statik Arah X	78
Tabel 4.11	Gaya Geser Statik Arah Y	79
Tabel 4.12	Gaya Geser Dasar	79
Tabel 4.13	Kontrol Gaya Geser Gempa	79
Tabel 4.14	Gaya Geser Dasar Setelah Desain Ulang	81
Tabel 4.15	Gaya Geser Dinamik Arah X Setelah Desain Ulang	81
Tabel 4.16	Gaya Geser Dinamik Arah Y Setelah Desain Ulang	81

Tabel 4.17	Gaya Geser Statik Arah X Setelah Desain Ulang	82
Tabel 4.18	Gaya Geser Statik Arah Y Setelah Desain Ulang	82
Tabel 4.19	Gaya Geser telah dikontrol $\geq 0,85$ Gaya Geser Statik Ekivalen ...	82
Tabel 4.20	Kontrol Gaya Geser Gempa Arah X	83
Tabel 4.21	Kontrol Gaya Geser Gempa Arah Y	83
Tabel 4.22	Perhitungan Titik Berat Tulangan	94
Tabel 4.23	Hasil Penulangan Balok Portal dan Momen Kapasitas Balok Pada Sumbu Y As 9 - 10 C	99
Tabel 4.24	Hasil Penulangan Balok Induk dan Momen Kapasitas Balok Pada Sumbu Y As E - F 8'	99
Tabel 4.25	Hasil Penulangan Balok Anak dan Momen Kapasitas Balok Pada Sumbu X As 6 – 7 F'	100
Tabel 4.26	Tulangan Geser Balok Portal Sumbu As 9 – 10 C	105
Tabel 4.27	Tulangan Geser Balok Induk Sumbu Y As E – F 8'	105
Tabel 4.28	Tulangan Geser Balok Anak Sumbu X As 6 – 7 F'	106
Tabel 4.29	Gaya Aksial dan Momen Kolom As 9 “C” Lantai 2	108
Tabel 4.30	Gaya Aksial dan Momen Kolom As 9 “C” Lantai 3	110
Tabel 4.31	<i>Output</i> Diagram Interaksi Pn-Mpr Kolom Desain Bawah $1,25 F_y$	113
Tabel 4.32	<i>Output</i> Diagram Interaksi Pn-Mpr Kolom Desain Atas $1,25 F_y$	113
Tabel 4.33	Perhitungan Desain Kapasitas Kolom Pada As 9 “C” Lantai 1 – Lantai 4	117
Tabel 4.34	Perhitungan Desain Kapasitas Kolom Pada As 8 “G” Lantai Atap – Lantai <i>Roof</i> top	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Kajian RSI Sultan Agung Banjarbaru	4
Gambar 2.1 Sistem Balok Menerus Lantai	27
Gambar 2.2 Tegangan-Regangan Teoretis Lentur Penampang Persegi Empat	34
Gambar 2.3 Perubahan Diagram Parabolic Ke Blok Tegangan Ekvivalen	36
Gambar 2.4 Diagram Regangan Tegangan, Gaya Dalam Penampang Balok	37
Gambar 2.5 Diagram Regangan, Tegangan dan Gaya Kondisi Seimbang	39
Gambar 2.6 Diagram Regangan, Tegangan Dan Gaya Dalam Penampang Tulangan Rangkap	41
Gambar 2.7 Desain SRPMK Mencegah Terjadinya Mekanisme.....	43
Gambar 2.8 Ketentuan Tulangan Longitudinal Balok.....	44
Gambar 2.9 Lokasi Sendi Plastis	46
Gambar 2.10 Lokasi Kelelahan (<i>Yielding</i>).....	46
Gambar 2.11 Free Body Diagram Pada (A) Kolom Dan (B) Join.....	47
Gambar 2.12 Luasan <i>Joint</i> Efektif Aj	48
Gambar 2.13 Perhitungan Kuat Geser Balok Dengan Mempertimbangkan Mpr ..	48
Gambar 2.14 Ketentuan Tulangan Geser Pada Balok.....	50
Gambar 2.15 Kuat Kolom Akibat Goyangan Kanan Dan Kiri	51
Gambar 2.16 Mpr Pada Kolom Dipengaruhi Gaya Aksial Yang Dipikulnya	51
Gambar 2.17 Tulangan Geser Pada Kolom	52
Gambar 3.1 Analisis Faktor Modifikasi Properti Untuk Kolom	57
Gambar 3.2 Analisis Faktor Modifikasi Properti Untuk Balok	57
Gambar 3.3 Analisis Faktor Modifikasi Properti Untuk Pelat Lantai.....	58
Gambar 3.4 <i>Input Response Spectrum</i> untuk gempa Arah X = U1, Y = U2	61
Gambar 3.5 Tentukan Sumber Massal.....	62
Gambar 3.6 Cek Modal	63
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Perencanaan Struktur Gedung RSI Banjarbaru	64
Gambar 4.1 Permodelan Gedung RSI Banjarbaru	66
Gambar 4.2 Bentuk Dasar Respons Spektrum Desain	70
Gambar 4.3 Grafik Respons Spektrum Puskim Banjarbaru	71
Gambar 4.4 Grafik Gaya Geser Arah X	84

Gambar 4.5 Grafik Gaya Geser Arah Y	84
Gambar 4.6 Distribusi tegangan dan Regangan Bertulangan Tunggal	86
Gambar 4.7 Bagan Alir Analisis Balok Persegi Bertulangan Tunggal	87
Gambar 4.8 Bagan Alir Analisis Balok Persegi Bertulangan Rangkap	88
Gambar 4.9 Bagan Alir Perencanaan Balok Persegi.....	89
Gambar 4.10 Momen Yang Bekerja Pada Balok Lantai 2	90
Gambar 4.11 Diagram Regangan, Tegangan Dan Gaya Dalam Penampang Balok Pada Kondisi Tulangan Tekan	97
Gambar 4.12 Ilustrasi Momen Akibat Goyangan Struktur Ke Kanan.....	97
Gambar 4.13 Momen Ujung Dan Gaya Geser Desain Akibat Rangka Struktur Bergoyang Ke Kanan	97
Gambar 4.14 Ilustrasi Momen Akibat Goyangan Struktur Ke Kiri.....	99
Gambar 4.15 Momen Ujung Dan Gaya Geser Desain Akibat Rangka Struktur Bergoyang Ke Kiri	99
Gambar 4.16 Detail Balok G1. A	100
Gambar 4.17 Bagan Alir Perhitungan Sengkang	104
Gambar 4.18 Momen Yang Bekerja Pada Balok.....	105
Gambar 4.19 Portal Momen Pada Gedung	111
Gambar 4.20 Kolom Akibat Momen Kanan dan Kiri.....	111
Gambar 4.21 Diagram Interaksi P-M SpCol Kolom Bawah	113
Gambar 4.22 Diagram Interaksi P-M SpCol Kolom Atas	114
Gambar 4.23 Detail Penulangan Kolom K1	120
Gambar 4.24 Desain Dimensi Pelat	124

DAFTAR NOTASI

A_s	= luas tulangan tarik (mm^2); luas selimut tiang (cm^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 Prevention</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_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_{nb}	= kekuatan lentur nominal balok termasuk pelat bilamana tertarik, yang merangka ke dalam joint
M_{nc}	= kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dihitung untuk gaya aksial terfaktor, koefisien dengan arah gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kuat lentur terendah
M_n	= kuat momen nominal pada penampang (kN-m)
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)
$P_{ijin} = P_{all}$	= 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_{D1}	= parameter respons spektral percepatan disain pada periode 1 detik
S_{MS}	= parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek
S_{M1}	= 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 periode 1 detik

s	= jarak antar tiang (cm)
T_a	= periode 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 ($alpha$)	= faktor adhesi antara tanah dan tiang
B_{eff}	= indeks kepercayaan efektif
β_1	= 0,85 untuk $f'c \leq 30 Mpa$
β_c	= sisi panjang kolom / sisi pendek kolom
δ_e ($delta e$)	= deformasi elastis
δ_p	= deformasi plastis
δ_m	= simpangan maksimum
δ_{xe}	= defleksi pada lokasi yang disyaratkn dan ditentukan seuai dengan analisis elastis
δ_y	= pelelehan pertama
ρ (rho)	= 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>)
ϕ (<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 <i>x</i> (ordinat-ordinat) tiang (<i>m</i>)
Σy^2	= jumlah kuadrat jarak arah <i>y</i> (absis-absis) tiang (<i>m</i>)
Δl	= interval lapisan (<i>m</i>)