

DAFTAR NOTASI

A_b	= luas penampang ujung tiang (cm^2); luas penampang tiang (cm^2)
A_g	= luas bruto penampang (mm^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 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
A_s	= luas tulangan tarik (mm^2); luas s

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)
$P_{ijin} = P_{all}$	= 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; ragnus 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 perioda pendek
S_{D1}	= parameter respons spektral percepatan disain pada perioda 1 detik
S_{MS}	= parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek
S_{M1}	= parameter spektrum respons percepatan pada perioda 1 detik
S_s	= percepatan batuan dasar pada perioda pendek
s_x	= spasi longitudinal tulangan transvesal dalam panjang l_o
S_1	= 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_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

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
ABSTRAK	xxiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Pengertian Daktilitas Struktur	4
2.3 Permodelan Struktur Pada Software ETABS 2018	4
2.3.1 Penentuan Faktor Keutamaan Gempa Rencana.....	10
2.3.2 Kombinasi Pembebanan Pada Struktur Sistem Rangka	12
2.3.3 Definisi Kelas Situs.....	12
2.3.4 Koefisien Situs dan Parameter Respon Spektral.....	13

2.3.5 Kategori Respon Seismik	15
2.3.6 Pemilihan Sistem Struktur Tahan Gempa	16
2.4 Analisa Data Dari Output Permodelan Struktur	18
2.4.1 Analisis Berat Seismik Efektif Struktur	18
2.4.2 Analisis Gaya Geser Dasar Seismik (V)	19
2.4.3 Menentukan Profil Perpindahan Rencana	19
2.4.4 Penentuan Perioda Fundamental Pendekatan	20
2.4.5 Distribusi Vertikal Gaya seismik	21
2.4.6 Distribusi Horizontal Gaya Seismik	22
2.4.7 Modal Partisipasi Massa	22
2.4.8 Translasi Struktur	23
2.4.9 Analisis Simpangan Antar Lantai	23
2.4.10 Evaluasi Beban Gempa	24
2.5 Persyaratan Perencanaan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	25
2.6 Persyaratan Penulangan Balok	25
2.7 Persyaratan Penulangan Kolom	30
2.8 Persyaratan Joint / Hubungan Balok Kolom	36
2.9 Persyaratan Desain Plat	39
2.10 Studi terdahulu SNI – 2012 / 2013	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	68
3.1 Pendahuluan	68
3.2 Langkah Umum Perencanaan Struktur Dengan ETABS	68
3.3 Analisa Struktur Dari Hasil Output ETABS	70
3.4 Desain Kapasitas	72
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	74
4.1 Permodelan Struktur	74
4.1.1 Data Bangunan	74
4.1.2 Hasil Permodelan Struktur Menggunakan ETABS 2018	75
4.2 Analisis Beban Gempa Pada Struktur	76

4.2.1 Menentukan Faktor Keutamaan Gempa	76
4.2.2 Menentukan Pembebanan Sistem Rangka.....	77
4.2.3 Penentuan Kelas Situs.....	77
4.2.4 Menentukan Koefisien Situs dan Parameter Respon Spektral	79
4.2.5 Penentuan Faktor Reduksi Gempa	83
4.3 Analisis Struktur Dari Hasil Output ETABS	83
4.3.1 Analisis Berat Seismik Efektif Struktur	84
4.3.2 Analisis Koefisien Respon Seismik.....	86
4.3.3 Analisis Gaya Geser Dasar Seismik (V)	86
4.3.4 Kontrol Modal Partisipasi Massa Struktur	87
4.3.5 Kontrol Translasi Struktur	87
4.4 Hasil Kontrol Statik Ekuivalen.....	88
4.4.1 Perhitungan Gaya Geser Nominal (Statik Ekuivalen).....	90
4.5 Pembesaran momen torsi tak terduga	93
4.5.1 Perhitungan pada gempa X.....	94
4.6 Kontrol Simpangan Antar Lantai.....	95
4.7 Analisis Dinamis Getaran	99
4.8 Analisis Desain Kapasitas	99
4.9 Analisis Kapasitas Desain Balok.....	99
4.10 Desain Kolom.....	123
4.11 Desain Pelat.....	135
BAB V PENUTUP.....	141
5.1 Kesimpulan.....	141
DAFTAR PUSTAKA	142

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya untuk Beban Gempa	10
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa	11
Tabel 2.3 Klasifikasi Situs	12
Tabel 2.4 Koefisien situs, F_a	13
Tabel 2.5 Koefisien situs, F_v	14
Tabel 2.6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	15
Tabel 2.7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.....	16
Tabel 2.8 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Penahan Gaya Gempa.....	16
Tabel 2.10 Prosedur Analisis Yang Boleh Digunakan.....	18
Tabel 2.11 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung	20
Tabel 2.12 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t Dan x	20
Tabel 2.13 Simpangan antar lantai izin, Δ_a	24
Tabel 2.14 Tulangan transversal untuk kolom-kolom sistem rangka pemikul momen khusus.....	33
Tabel 2.15 Kekuatan geser nominal joint V_n	36
Tabel 2.16 Ketebalan minimum pelat solid satu arah nonprategang	39
Tabel 2.17 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya untuk Beban Gempa	41
Tabel 2.18 Faktor Keutamaan Gempa	42

Tabel 2.19 Klasifikasi Situs	43
Tabel 2.20 Koefisien Situs, F_a	44
Tabel 2.21 Koefisien Situs, F_v	44
Tabel 2.22 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek.....	46
Tabel 2.23 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik.....	46
Tabel 2.24 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Penahan Gaya Gempa.....	47
Tabel 2.25 Prosedur Analisis Yang Boleh Digunakan.....	49
Tabel 2.26 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Perioda Yang Dihitung	50
Tabel 2.27 Nilai Parameter Perioda Pendekatan C_t Dan x	51
Tabel 2.28 Simpangan antar lantai izin, Δ_a	54
Tabel 4.1. Nilai N-SPT Site Proyek	78
Tabel 4.2 Koefisien Situs, F_a	81
Tabel 4.3 Koefisien situs, F_v	81
Tabel 4.4 Output Center Mass and Rigidity dari ETABS.....	84
Tabel 4.5 Berat Seismik Efektif Struktur Gedung 8 Tingkat.....	84
Tabel 4.6 Partisipasi Massa.....	87
Tabel 4.7 Modal Direction Factors	88
Tabel 4.8 Gaya Dasar Statik Ekuivalen Dan Dinamik Respon Spektrum	90
Tabel 4.9 Rekapitulasi Faktor Skala	91
Tabel 4.10 Hasil Analisa Gaya Geser Gempa Arah X Gedung Hotel	92
Tabel 4.11 Hasil Analisa Gaya Geser Gempa Arah y Gedung Hotel	92

Tabel 4.12 Story Max Displacement Arah X gedung hotel	96
Tabel 4.13 Story Max Displacement Arah Y gedung hotel	96
Tabel 4.14 Kontrol Simpangan Antar Lantai Arah X Gedung Hotel	98
Tabel 4.15 Kontrol Simpangan Antar Lantai Arah Y Gedung Hotel	98
Tabel 4.16. Posisi Garis Netral dan Momen Nominal Tulangan Tumpuan.....	105
Tabel 4.17. Posisi Garis Netral dan Momen Nominal pada Lapangan	112
Tabel 4.18 Properti kolom K2.....	123
Tabel 4.19 Penulangan pada kolom K2	124
Tabel 4.20 Penulangan confinement pada kolom K2	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Menu pembuatan permodelan baru pada ETABS.....	5
Gambar 2.2 Menu pembuatan grid pada ETABS	5
Gambar 2.3 Menu pengaturan grid pada ETABS	6
Gambar 2.4 Menu input data material pada ETABS	6
Gambar 2.5 Menu input data kolom pada ETABS	7
Gambar 2.6 Menu input data tulngan kolom pada ETABS	7
Gambar 2.7 Menu input faktor modifikasi kolom pada ETABS	8
Gambar 2.8 Menu input data plat pada ETABS	8
Gambar 2.9 Menu input factor modifikasi plat pada ETABS.....	9
Gambar 2.10 Tampilan tiga dimensi permodelan pada ETABS.....	9
Gambar 2.11 Lebar efektif maksimum balok lebar (wide beam) dan persyaratan tulangan transversal.....	25
Gambar 2.12 Contoh sengkang tertutup (hoop) yang dipasang bertumpuk dan ilustrasi batasan maksimum spasi horizontal penumpu batang longitudinal	28
Gambar 2.13 Geser desain untuk balok dan kolom	29
Gambar 2.14 Contoh penulangan transversal pada kolom	32
Gambar 2.15 Contoh penulangan transversal pada kolom dengan $P_u > 0,3A_g f_c'$ atau $f_c' > 70$ Mpa	32
Gambar 2.16 Luas joint efektif	37
Gambar 2.17 Potongan penampang balok yang dicor monolit dengan pelat.....	40

Gambar 2.18 Diagram regangan, tegangan dan gaya dalam penampang tulangan rangkap.....	62
Gambar 2.19 Bagan alir perhitungan tulangan lentur pada balok.....	63
Gambar 2.20 Bagan alir perhitungan tulangan geser pada balok.....	64
Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan Dan Analisis Struktur Gedung.....	73
Gambar 4.1 Denah Lantai 5	74
Gambar 4.2 Potongan Portal N Dan Portal 5	75
Gambar 4.3 Bentuk Permodelan Pada ETABS 2018.....	76
Gambar 4.4 Klarifikasi Situs SNI 1726-2019	79
Gambar 4.5 Gambar Gempa Spektrum Ss Di Salatiga	79
Gambar 4.6 Gambar Gempa Spektrum S1 Di Salatiga.....	80
Gambar 4.7 Gambar Gempa Spektrum TL Di Salatiga	80
Gambar 4.8 Gambar Respon Spektrum PUSKIM 2019	80
Gambar 4.9 Input Respon Spektra SNI 1726-2019	83
Gambar 4.10 Load Patterns Gempa Seismik	89
Gambar 4.11 Load Patterns Gempa Arah X	89
Gambar 4.12 Load Patterns Gempa Arah Y	89
Gambar 4.13 Load Cases Pada Gempa Seismik	90
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan gaya geser antar lantai arah X.....	93
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan gaya geser antar lantai arah y.....	93
Gambar 4.16 Faktor Perbesaran Torsi Ax	94
Gambar 4.17 Analisis Dinamis Getaran.....	99

Gambar 4.18 Nilai Torsi Pada ETABS Balok 300x550mm	101
Gambar 4.19 Penampang Balok dan Diagram Tegangan-Regangan.....	103
Gambar 4.20 Nilai Momen Tumpuan Pada Etabs Balok 300x550mm.....	104
Gambar 4.21 Diagram Tegangan Regangan Lentur Negatif Tumpuan Balok 300x550mm	107
Gambar 4.22 Diagram Tegangan Regangan Lentur Positif Tumpuan Balok 300x550mm	109
Gambar 4.23. Nilai Momen Lapangan pada ETABS Balok 300x550mm.....	111
Gambar 4.24 Diagram Tegangan Regangan Lentur Positif Lapangan Balok 300x550mm	114
Gambar 4.25 Momen Probable Rangka Bergoyang ke Kanan Balok 300x550mm	117
Gambar 4.26 Momen Probable Rangka Bergoyang ke Kiri Balok 300x550mm	118
Gambar 4.27 Tulangan Geser pada Kolom.....	126
Gambar 4.28 Gaya Geser Desain Kolom K2.....	129
Gambar 4.29 Sketsa Penampang Kolom K2.....	132
Gambar 4.30 Tinjauan Joint Balok B8 300 x 550 dan Kolom K2 550 x 550....	132
Gambar 4.31 Diagram Interaksi Pn-M pada Kolom 550x550 untuk Menentukan Nilai Momen Nominal Kolom	133
Gambar 4.32 Diagram Kontrol Persyaratan Strong Column-Weak Beam	135
Gambar 4.33 Koefisien momen 2 arah	137
Gambar 4.34 Sketsa penulangan pelat lantai	140