

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Struktur Beton Bertulang	5
2.1.1 Material Beton	5
2.1.2 Material Tulangan Baja	6
2.1.3 Selimut Beton	7
2.2 Perencanaan Struktur Atas	8
2.2.1 Pelat Lantai	8
2.2.2 Balok.....	10
2.2.3 Kolom.....	23

2.2.4 Hubungan Balok-Kolom (HBK)	31
2.3 Sistem Bangunan Berperedam Tambahan <i>Tuned Mass Damper</i> (TMD).....	33
2.4 Pembebanan	37
2.4.1 Beban Mati	38
2.4.2 Beban Hidup.....	39
2.4.3 Beban Angin.....	41
2.4.4 Beban Gempa	47
2.5 Kombinasi Pembebanan	64
2.6 Analisis Perilaku Struktur	65
2.6.1 Jumlah Ragam	65
2.6.2 Skala Gempa.....	65
2.6.3 Ketidakberaturan Struktur	66
2.6.4 Simpangan Antar Tingkat.....	69
2.7 Analisis Riwayat Waktu	71
BAB 3 METODE PENELITIAN	72
3.1 Lokasi Perencanaan	72
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	72
3.2.1 Data Primer.....	72
3.2.2 Data Sekunder	72
3.3 Alat Penelitian.....	73
3.4 Data Teknis	73
3.5 Tahapan Analisis.....	75
3.5.1 Diagram Alir Perencanaan <i>Tuned Mass Damper</i>	76
3.5.2 Diagram Alir Pemodelan <i>Tuned Mass Damper</i> pada ETABS	77

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	78
4.1 <i>Preliminary Design</i>	78
4.1.1 Mutu Material.....	78
4.1.2 <i>Preliminary Design</i> Balok.....	78
4.1.3 <i>Preliminary Design</i> Kolom	80
4.1.4 <i>Preliminary Design</i> Pelat	84
4.1.5 <i>Preliminary Design</i> Tangga	87
4.2 Analisis Pembebanan Struktur.....	89
4.2.1 <i>Dead Load</i> (DL)	89
4.2.2 <i>Superimposed Dead Load</i> (SIDL).....	89
4.2.3 <i>Live Load</i> (LL)	99
4.2.4 <i>Wind Load</i> (WL).....	99
4.2.5 <i>Earthquake Load</i> (EL).....	106
4.2.6 Kombinasi Pembebanan	108
4.3 Pemodelan Struktur.....	110
4.3.1 <i>Input Data</i> Material.....	110
4.3.2 <i>Input Data</i> Penampang	111
4.3.3 Model Struktur.....	111
4.3.4 Pendefinisian Beban	112
4.3.5 Pendefinisian Sumber Massa (<i>Mass Source</i>)	115
4.3.6 Pendefinisian Diafragma	115
4.3.7 Pendefinisian Kombinasi Beban.....	116
4.3.8 Pengecekan Model Struktur	117
4.4 Analisis Struktur	117
4.4.1 Berat Model Struktur.....	117

4.4.2	Periode Fundamental Struktur (T).....	118
4.4.3	Partisipasi Massa Ragam Terkombinasi.....	119
4.4.4	Karakteristik Respon Dinamik Struktur	120
4.4.5	Metode Kombinasi Ragam	122
4.4.6	Gaya Gempa Statik Ekuivalen.....	123
4.4.7	Kontrol Gaya Geser Dasar.....	125
4.4.8	Ketidakteraturan Struktur	127
4.4.9	Simpangan Antar Tingkat.....	137
4.4.10	Pengaruh P-Delta	138
4.5	Perencanaan Elemen Struktur	140
4.5.1	Desain Tulangan Pelat	140
4.5.2	Desain Tulangan Balok	146
4.5.3	Desain Tulangan Kolom.....	159
4.5.4	Hubungan Balok-Kolom (HBK)	176
4.6	Perbandingan Respon Struktur dengan Sistem <i>Tuned Mass Damper</i> Pada Ragam Massa Berbeda.....	182
4.6.1	Pengolahan Data Beban Dinamik <i>Linear Time History</i>	182
4.6.2	Pendefinisian Sistem <i>Tuned Mass Damper</i> pada Model Struktur.	190
4.6.3	Analisis Respon Struktur.....	195
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		213
5.1	Kesimpulan	213
5.2	Saran	215
DAFTAR PUSTAKA		xix
LAMPIRAN.....		A

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Baja Tulangan Beton	6
Tabel 2.2 Tebal Selimut Beton.....	7
Tabel 2.3 Ketebalan Minimum Pelat Satu Arah	9
Tabel 2.4 Tabel Tebal Minimum Pelat Dua Arah.....	9
Tabel 2.5 Tabel Luas Minimum Tulangan Lentur untuk Pelat Dua Arah	10
Tabel 2.6 Batas Tinggi Minimum Balok.....	11
Tabel 2.7 Tulangan Transversal untuk Kolom SRPMK	29
Tabel 2.8 Kekuatan Geser Nominal (V_n) HBK.....	32
Tabel 2.9 Tabel Berat Sendiri Bahan Bangunan.....	38
Tabel 2.10 Beban Hidup	39
Tabel 2.11 Faktor Arah Angin (K_d)	41
Tabel 2.12 Tabel Konstanta Eksposur Daratan.....	44
Tabel 2.13 Koefisien Tekanan Eksternal (C_p).....	46
Tabel 2.14 Koefisien Tekanan Internal, (GC_{pi}).....	46
Tabel 2.15 Kategori Resiko untuk Beban Gempa.....	48
Tabel 2.16 Tabel Faktor Keutamaan Gempa	51
Tabel 2.17 Klasifikasi Situs	51
Tabel 2.18 Tabel Koefisien Situs F_a	53
Tabel 2.19 Tabel Koefisien Situs F_v	54
Tabel 2.20 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DS}	55
Tabel 2.21 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{D1}	55
Tabel 2.22 Faktor F , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	58
Tabel 2.23 Nilai Parameter Perioda Pendekatan C_t dan x	61

Tabel 2.24 Tabel Koefisien Perioda Batas Atas.....	62
Tabel 2.25 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur	67
Tabel 2.26 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur	68
Tabel 2.27 Simpangan Antar Tingkat Izin, Δ_a	70
Tabel 3.1 Data Sekunder yang Digunakan.....	73
Tabel 4.1 Rekapitulasi <i>Preliminary Design</i> Balok	80
Tabel 4.2 Rekapitulasi Pembebanan pada Lantai Atap.....	81
Tabel 4.3 Rekapitulasi Pembebanan pada Lantai 1-9	82
Tabel 4.4 Kombinasi dan Kumulatif Beban Per lantai	82
Tabel 4.5 Perhitungan <i>Preliminary Design</i> Kolom.....	83
Tabel 4.6 Konfigurasi Anak Tangga.....	88
Tabel 4.7 Beban Mati Tambahan pada Pelat Lantai 1-9	89
Tabel 4.8 Beban Mati Tambahan pada Pelat Atap.....	90
Tabel 4.9 Beban Dinding pada Balok	91
Tabel 4.10 Pembebanan pada Pelat Tangga.....	92
Tabel 4.11 Pembebanan pada Pelat Bordes	92
Tabel 4.12 Beban Hidup pada Pelat	99
Tabel 4.13 Perhitungan Nilai K_z dan q_z pada Setiap Elevasi.....	101
Tabel 4.14 Nilai C_p Arah Sumbu x.....	101
Tabel 4.15 Nilai C_p Arah Sumbu y.....	102
Tabel 4.16 Rekapitulasi Tekanan Angin (P) pada Dinding	102
Tabel 4.17 Rekapitulasi Beban Angin Datang pada Kolom Arah x	103
Tabel 4.18 Rekapitulasi Beban Angin Pergi pada Kolom Arah x	104
Tabel 4.19 Rekapitulasi Beban Angin Datang pada Kolom Arah y	105
Tabel 4.20 Rekapitulasi Beban Angin Pergi pada Kolom Arah y	106

Tabel 4.21 Kombinasi Pembebanan.....	109
Tabel 4.22 Kontrol Berat Model Struktur	117
Tabel 4.23 Berat Seismik Efektif	118
Tabel 4.24 Periode Fundamental Struktur <i>Output Software</i> ETABS	119
Tabel 4.25 Partisipasi Massa Struktur.....	120
Tabel 4.26 <i>Modal Participating Mass Ratio</i>	120
Tabel 4.27 Periode dan Frekuensi Struktur.....	122
Tabel 4.28 Distribusi Beban Gempa Perlantai.....	124
Tabel 4.29 Kontrol Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik Respon Spektrum ..	125
Tabel 4.30 Kontrol Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik Respon Spektrum dengan Faktor Skala Baru	126
Tabel 4.31 Ketidakberaturan Horizontal 1a Arah X	127
Tabel 4.32 Ketidakberaturan Horizontal 1a Arah Y	128
Tabel 4.33 Ketidakberaturan Horizontal 1b Arah X.....	128
Tabel 4.34 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1b Arah Y.....	129
Tabel 4.35 Kontrol Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma (Horizontal 3)	129
Tabel 4.36 Ketidakberaturan Vertikal 1a Arah X	131
Tabel 4.37 Ketidakberaturan Vertikal 1a Arah Y	131
Tabel 4.38 Ketidakberaturan Vertikal 1b Arah X.....	132
Tabel 4.39 Ketidakberaturan Vertikal 1b Arah Y	132
Tabel 4.40 Kontrol Ketidakberaturan Berat (Massa).....	133
Tabel 4.41 Ketidakberaturan Geometri Vertikal Arah X (Vertikal 3).....	133
Tabel 4.42 Ketidakberaturan Geometri Vertikal Arah Y (Vertikal 3).....	134
Tabel 4.43 Ketidakberaturan Tingkat Lemah (Vertikal 5a) Arah X dan Y	135
Tabel 4.44 Ketidakberaturan Tingkat Lemah (Vertikal 5b) Arah X dan Y	135

Tabel 4.45 Rekapitulasi Kontrol Ketidakberaturan Struktur	136
Tabel 4.46 Simpangan Antar Tingkat Arah X	137
Tabel 4.47 Simpangan Antar Tingkat Arah Y	138
Tabel 4.48 Pengaruh P-Delta Arah X	139
Tabel 4.49 Pengaruh P-Delta Arah Y	139
Tabel 4.50 Rekapitulasi Tulangan Lentur Pelat Lantai.....	144
Tabel 4.51 Rekapitulasi Tulangan Pelat.....	145
Tabel 4.52 Rekapitulasi Tulangan Balok.....	159
Tabel 4.53 Gaya Dalam Struktur Kolom K1	160
Tabel 4.54 Rasio Kuat Nominal Kolom.....	161
Tabel 4.55 Rekapitulasi Tulangan Kolom	174
Tabel 4.56 Sumber dan Jarak Gempa	183
Tabel 4.57 Data Riwayat Gempa	184
Tabel 4.58 Gaya Geser Awal Beban Gempa <i>Time History</i>	188
Tabel 4.59 Faktor Skala Baru Beban Dinamik <i>Linear Time History</i>	189
Tabel 4.60 Gaya Geser Baru Beban Dinamik <i>Linear Time History</i>	190
Tabel 4.61 Parameter <i>Tuned Mass Damper</i>	193
Tabel 4.62 Perbandingan Periode dan Frekuensi Alami Struktur.....	195
Tabel 4.63 Analisis Gaya Geser Dasar Akibat Beban Dinamik <i>Linear Time History</i>	208

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep Analisa Tulangan Rangkap	13
Gambar 2.2 Persyaratan Sambungan Lewatan Balok SRPMK	21
Gambar 2.3 Diagram Interaksi P – M Elemen Kolom.....	24
Gambar 2.4 Konsep <i>Strong Column – Weak Beam</i>	27
Gambar 2.5 Persyaratan Tulangan Transversal untuk Sengkang Spiral dan Sengkang Tertutup Persegi.....	30
Gambar 2.6 Luas Hubungan Balok-Kolom Efektif	33
Gambar 2.7 Struktur Berderajat Kebebasan Tunggal Dengan Peredam TMD	35
Gambar 2.8 Pendulum <i>Tuned Mass Damper</i>	36
Gambar 2.9 Peta Parameter S_s	52
Gambar 2.10 Peta Parameter S_1	53
Gambar 2.11 Respon Spektrum Desain	57
Gambar 2.12 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur	66
Gambar 2.13 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur	68
Gambar 2.14 Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	70
Gambar 3.1 Lokasi Perencanaan.....	72
Gambar 3.2 <i>Layout</i> Gedung	74
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	75
Gambar 3.4 Diagram Alir Perencanaan <i>Tuned Mass Damper</i>	76
Gambar 3.5 Diagram Alir Pemodelan <i>Tuned Mass Damper</i> pada ETABS.....	77
Gambar 4.1 Balok Induk B11	78
Gambar 4.2 Kolom K1	80
Gambar 4.3 Pelat yang Ditinjau	84
Gambar 4.4 Bagian Pelat yang Dimasukan ke Balok	84

Gambar 4.5 Posisi Balok Terhadap Pelat.....	85
Gambar 4.6 Pemodelan Tangga pada <i>Software</i> ETABS.....	93
Gambar 4.7 Beban SIDL Tangga.....	93
Gambar 4.8 Beban LL Tangga.....	94
Gambar 4.9 Reaksi Perletakan pada Model Tangga	94
Gambar 4.10 Gaya Dalam Momen Tangga	95
Gambar 4.11 Gaya Geser Tangga	95
Gambar 4.12 <i>Standard Dimensions and Reaction</i>	98
Gambar 4.13 Respon Spektrum Kota Tasikmalaya	108
Gambar 4.14 <i>Input</i> Mutu Beton	110
Gambar 4.15 <i>Input</i> Mutu Baja Tulangan	111
Gambar 4.16 <i>Input</i> Data Elemen Struktur.....	111
Gambar 4.17 Pemodelan 3D Struktur	112
Gambar 4.18 <i>Define Load Pattern</i>	112
Gambar 4.19 Pengaplikasian <i>Superimposed Dead Load</i> (SIDL)	113
Gambar 4.20 Pengaplikasian <i>Live Load</i> (LL)	113
Gambar 4.21 Pengaplikasian <i>Wind Load</i> (WL)	114
Gambar 4.22 <i>Function</i> Respon Spektrum Wilayah Tasikmalaya.....	114
Gambar 4.23 Faktor Skala Gempa	115
Gambar 4.24 Pendefinisian Sumber Massa	115
Gambar 4.25 Pendefinisian Diafragma	116
Gambar 4.26 Pendefinisian Kombinasi Beban	116
Gambar 4.27 Pengecekan Struktur.....	117
Gambar 4.28 Pergerakan Struktur Mode 1	121
Gambar 4.29 Pergerakan Struktur Mode 2	121

Gambar 4.30 Pergerakan Struktur Mode 3	122
Gambar 4.31 Faktor Skala Baru pada ETABS.....	126
Gambar 4.32 Diagram Gaya Dalam Momen Negatif Tumpuan pada Balok BI1	148
Gambar 4.33 Diagram Gaya Geser Tumpuan pada Balok BI1	154
Gambar 4.34 Diagram Gaya Geser Lapangan pada Balok BI1	156
Gambar 4.35 Diagram Gaya Dalam Torsi Maksimum pada Balok BI1	158
Gambar 4.36 Diagram Interaksi SpColumn Kolom K1.....	162
Gambar 4.37 Kolom Tinjauan Analisis SCWB	163
Gambar 4.38 Diagram Gaya Geser Arah X pada Kolom K1.....	170
Gambar 4.39 Diagram Gaya Geser Arah Y pada Kolom K1.....	170
Gambar 4.40 <i>Output</i> Riwayat Gempa <i>Shallow Crustal</i>	183
Gambar 4.41 <i>Output</i> Riwayat Gempa <i>Benioff</i>	184
Gambar 4.42 <i>Output</i> Riwayat Gempa <i>Megathrust</i>	184
Gambar 4.43 Proses <i>Spectral Matching</i> pada Seismomatch.....	185
Gambar 4.44 Hasil <i>Mean Matched Spectrum</i>	186
Gambar 4.45 <i>Input</i> Beban Gempa <i>Time History</i> Tottori.....	186
Gambar 4.46 <i>Input</i> Beban Gempa <i>Time History</i> Iwate.....	187
Gambar 4.47 <i>Input</i> Beban Gempa <i>Time History</i> Tohoku	187
Gambar 4.48 <i>Input Load Case</i> Beban Gempa <i>Linear Time History</i>	188
Gambar 4.49 Faktor Skala Baru Gempa Tottori Arah X	189
Gambar 4.50 Pendefinisian Kekakuan dan Koefisien Redaman	194
Gambar 4.51 Pendefinisian <i>Link Properties</i> dan Pendefinisian Massa TMD	195
Gambar 4.52 Analisis Periode Alami Struktur	196
Gambar 4.53 Analisis Frekuensi Alami Struktur.....	196

Gambar 4.54 Analisis <i>Displacement</i> Lantai Teratas pada Arah X	198
Gambar 4.55 Analisis <i>Displacement</i> Lantai Teratas pada Arah Y	198
Gambar 4.56 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Tottori Arah X	200
Gambar 4.57 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Tottori Arah Y	200
Gambar 4.58 Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Gempa Tottori Arah X.	201
Gambar 4.59 Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Gempa Tottori Arah Y.	201
Gambar 4.60 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Iwate Arah X	202
Gambar 4.61 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Iwate Arah Y	202
Gambar 4.62 Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Gempa Iwate Arah X...	203
Gambar 4.63 Simpangan Antar Lantai Akibat Beban Gempa Iwate Arah Y	204
Gambar 4.64 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Tohoku Arah X	204
Gambar 4.65 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Tohoku Arah Y	205
Gambar 4.66 Simpangan Antar Lantai Akibat Beban Gempa Tohoku Arah X..	205
Gambar 4.67 Simpangan Antar Lantai Akibat Beban Gempa Tohoku Arah Y..	206
Gambar 4.68 Gaya Geser Dasar pada Arah X	210
Gambar 4.69 Gaya Geser Dasar pada Arah Y	211