

STUDI ANALISIS JEMBATAN SEBAGAI PENGHUBUNG GEDUNG BETON BERTULANG ENAM LANTAI

**Andre Feliks Setiawan
NRP : 0821005**

Pembimbing: Winarni Hadipratomo, Ir.

ABSTRAK

Saat ini banyak dirancang bangunan beton bertulang, sedangkan lahan kosong yang ada semakin berkurang. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah dengan membangun gedung bertingkat. Terkadang beberapa bangunan komersial yang berdekatan memerlukan sarana penghubung untuk transportasi manusia maupun barang. Indonesia merupakan daerah rawan gempa, karena itu jembatan penghubung dua gedung yang bersebelahan harus tetap kokoh dan aman saat terjadi gempa dan sesudahnya.

Tujuan dari studi ini adalah menganalisis dua struktur bangunan beton bertulang 6 lantai yang dihubungkan dengan jembatan penghubung beton bertulang yang ditempatkan pada lantai 3 bangunan dengan perletakan jepit-rol. Khususnya dilakukan analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik respons spektrum untuk membandingkan kekuatan struktur jembatan dengan dinding bata (model 1) dan jembatan dengan dinding geser beton bertulang (model 2).

Kelebihan dari jembatan model 1 adalah gaya geser dan momen lentur balok lebih kecil dibandingkan dengan jembatan model 2. Sebaliknya, kelebihan dari jembatan model 2 adalah tulangan balok jembatan model 2 lebih sedikit daripada jembatan model 1, sehingga jembatan model 2 ini lebih ekonomis. Selain itu periode getar arah X (T_x) serta peralihan lateral arah X dari jembatan model 2 lebih kecil daripada model 1, yang menandakan bahwa jembatan model 2 lebih kaku dan berperilaku lebih baik daripada model 1.

Kata kunci: Gedung beton bertulang, jembatan penghubung.

ANALYTICAL STUDY OF BRIDGE CONNECTING SIX FLOORS REINFORCED CONCRETE BUILDING

**Andre Feliks Setiawan
NRP : 0821005**

Supervisor: Winarni Hadipratomo, Ir.

ABSTRACT

Nowadays, many Reinforced Concrete Buildings are being built, however the available terrain are diminishing. One of the solutions to solve this problem is by building multistory buildings. Sometimes adjacent commercial buildings need connector facilities to transport men or commodities. Indonesia is located in an earthquake zone, so that such connector-bridge linking two adjacent buildings must be strong and safe during and after an earthquake.

The purpose of this study is to analyze two adjacent six-floor Reinforced Concrete Building Structures connected by an RC bridge placed on the third floor with a fixed-roller support. Specifically an equivalent static analysis and spectrum response dynamic analysis of the bridge will be executed, comparing the strength of a masonry-wall bridge (model 1) and a RC shear wall bridge (model 2).

The advantage of model 1 bridge is that the shear forced and bending moment is smaller than of the model 2 bridge. On the other hand, the advantage of model 2 bridge is its beam reinforcement which is less than the model 1 bridge, resulting a more economical model than model 1 bridge. Moreover the vibration period in the X-direction (T_x) and the lateral displacement in X-direction of model 2 bridge is smaller than the model 1 bridge, which indicates that model 2 is a more rigid and better behaving model than model 1 bridge.

Keywords: Reinforced concrete building, connector-bridge.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN.....	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR NOTASI.....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	1
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
1.5 Lisensi Perangkat Lunak.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Beton Bertulang [Nawy, 1998].....	4
2.1.1 Beton [McCormac, 2004].....	4
2.1.2 Baja Tulangan [McCormac, 2004]	4
2.1.3 Kelebihan Beton Bertulang Sebagai Suatu Bahan Struktur ...	5
2.1.4 Kelemahan Beton Bertulang Sebagai Suatu Bahan Struktur .	6
2.2 Jembatan [Struyk, 1953]	7
2.2.1 Jembatan dari Beton Bertulang	7
2.3 Kriteria Struktur Gedung [SNI 03-1726-2002]	8
2.3.1 Struktur Gedung Beraturan	8
2.3.1 Struktur Gedung Tidak Beraturan	10
2.3.1 Perilaku Struktur Gedung.....	10
2.4 Sistem Struktur Gedung.....	10
2.4.1 Pelat	10
2.4.2 Balok	11
2.4.3 Kolom.....	11
2.4.4 Dinding Geser.....	11
2.4.5 Perlindungan Beton Bertulang	12
2.5 Pembebanan [Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, 1983]	12
2.5.1 Beban Mati	13
2.5.2 Beban Hidup.....	13
2.5.3 Koefisien Reduksi Beban Hidup	14
2.6 Beban Gempa [SNI 03-1726-2002]	15

2.7	Analisis Statik Ekuivalen [SNI 03-1726-2002]	15
2.8	Analisis Dinamik Ragam Respons Spektrum [SNI 03-1726-2002]	16
2.9	Parameter-parameter yang Diperlukan dalam Analisis Struktur Gedung [SNI 03-1726-2002]	16
2.9.1	Faktor Keutamaan (I)	17
2.9.2	Daktilitas Struktur Gedung.....	17
2.9.3	Faktor Reduksi Gempa Maksimum.....	18
2.9.4	Percepatan Puncak Muka Tanah (A_o)	19
2.9.5	Percepatan Respons Maksimum (A_m)	20
2.9.6	Spektrum Respons Gempa	21
2.9.7	Kekakuan Struktur.....	23
2.9.8	<i>Damping</i>	23
2.9.9	Pembatasan Waktu Getar Alami Fundamental	23
2.9.10	Waktu Getar Alami Fundamental	24
2.9.11	Kinerja Batas Layan.....	24
2.10	Perangkat Lunak <i>ETABS</i>	25
BAB III	STUDI PEMODELAN	26
3.1	Data Gedung	26
3.1.1	Data Struktur	26
3.1.2	Model Gedung.....	27
3.1.3	Data Material	28
3.1.4	Data Komponen Gedung	29
3.2	Data Pembebatan	29
3.3	Pemodelan dan <i>Input Parameter Analysis</i> pada Program <i>ETABS</i>	31
3.4	Analisis Statik Ekuivalen.....	49
3.4.1	Cek Waktu Getar Gedung Model 1	49
3.4.2	Menentukan Berat Struktur Gedung Model 1	49
3.4.3	Menentukan Gaya Geser Nominal Gedung Model 1	50
3.4.4	Menghitung Gaya-Gaya Gempa Tiap Lantai (F) Gedung Model 1.....	51
3.4.5	Waktu Getar Alami Fundamental Gedung Model 1	52
3.4.6	Input Beban Gempa Statik Gedung Model 1 pada <i>ETABS</i>	53
3.5	Analisis Dinamik Respons Spektrum	55
BAB IV	ANALISIS DATA	60
4.1	Analisis Jembatan Model 1 (Material Tembok Bata Biasa)	60
4.1.1	Analisis Perioda Getar dan Ragam Getar Gedung Model 1 ...	60
4.1.2	Analisis Gaya Aksial, Gaya Geser dan Momen Lentur Kolom Jembatan Model 1	64
4.1.3	Analisis Gaya Geser dan Momen Lentur Balok Jembatan Model 1.....	70
4.1.4	Tulangan Pakai Jembatan Model 1	74
4.1.5	Peralihan Lateral Gedung Model 1	76
4.2	Analisis Jembatan Model 2 (Material Tembok Beton Bertulang)	77
4.2.1	Analisis Perioda Getar dan Ragam Getar Gedung Model 2 ...	77

4.2.2 Analisis Gaya Aksial, Gaya Geser dan Momen Lentur Kolom Jembatan Model 2	81
4.2.3 Analisis Gaya Geser dan Momen Lentur Balok Jembatan Model 2.....	87
4.2.4 Tulangan Pakai Jembatan Model 2	92
4.2.5 Peralihan Lateral Gedung Model 2	94
4.3 Perbandingan Hasil Analisis Jembatan Model 1 dan Model 2	95
4.3.1 Perbandingan Waktu Getar Alami	95
4.3.2 Perbandingan Gaya Aksial, Gaya Geser dan Momen Lentur Kolom Jembatan	96
4.3.3 Perbandingan Gaya Geser dan Momen Lentur Balok Jembatan.....	97
4.3.4 Perbandingan Luas Tulangan Pakai	98
4.3.5 Perbandingan Peralihan Lateral Maksimum Gedung.....	101
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	103
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Respons Spektrum Gempa Rencana [SNI 03-1726-2002].....	22
Gambar 3.1	Denah Gedung dengan Material Jembatan Tembok Bata Biasa	27
Gambar 3.2	Potongan Vertikal Gedung dengan Material Jembatan Tembok Bata Biasa	27
Gambar 3.3	Denah Gedung dengan Material Jembatan Dinding Beton Bertulang	28
Gambar 3.4	Potongan Vertikal Gedung dengan Material Jembatan Dinding Beton Bertulang	28
Gambar 3.5	Kurva Respons Spektrum Wilayah Gempa 4 [SNI 03-1726-2002]	30
Gambar 3.6	Tampilan <i>New Model Initialization</i>	31
Gambar 3.7	Tampilan Pembuatan <i>Grid</i>	32
Gambar 3.8	<i>Define Grid Data</i>	32
Gambar 3.9	Mendefinisikan <i>Material Properties</i>	33
Gambar 3.10	<i>Input</i> Data Properti Material	33
Gambar 3.11	<i>Input</i> Dimensi Balok Induk.....	34
Gambar 3.12	<i>Reinforcement Data</i> Balok Induk.....	35
Gambar 3.13	<i>Set Modifier</i> Balok Induk	35
Gambar 3.14	<i>Input</i> Dimensi Balok Jembatan	36
Gambar 3.15	<i>Reinforcement Data</i> Balok Jembatan.....	36
Gambar 3.16	<i>Set Modifier</i> Balok Jembatan	37
Gambar 3.17	<i>Input</i> Dimensi Kolom Utama.....	37
Gambar 3.18	<i>Reinforcement Data</i> Kolom Utama.....	38
Gambar 3.19	<i>Set Modifier</i> Kolom.....	38
Gambar 3.20	<i>Input</i> Dimensi Kolom Jembatan.....	39
Gambar 3.21	<i>Reinforcement Data</i> Kolom Jembatan	39
Gambar 3.22	<i>Set Modifer</i> Kolom Jembatan	40
Gambar 3.23	<i>Input</i> Data Pelat.....	40
Gambar 3.24	<i>Input</i> Data Dinding Beton Bertulang (Dinding Geser)	41
Gambar 3.25	Model Struktur Gedung Tiga Dimensi dengan Sistem Struktur Jembatan Balok – Kolom.....	42
Gambar 3.26	Model Struktur Gedung Tiga Dimensi dengan Sistem Struktur Jembatan Dinding Geser	42
Gambar 3.27	<i>Input</i> Perletakan	43
Gambar 3.28	Perletakan Jembatan Jepit – Rol	43
Gambar 3.29	Membuat <i>Rigid Diaphragm</i> pada Pelat.....	44
Gambar 3.30	<i>Rigid Diaphragm</i> pada tiap Pelat	44
Gambar 3.31	Mendefinisikan <i>Static Load Cases</i>	45
Gambar 3.32	Memasukkan Beban SDL Lantai	46
Gambar 3.33	Memasukkan Beban SDL Balok Induk dan Balok Jembatan	46
Gambar 3.34	Memasukkan Beban LL Lantai	46
Gambar 3.35	Memasukkan Beban LL Atap	47
Gambar 3.36	<i>Define Mass Source</i>	47

Gambar 3.37	Tampilan <i>Input</i> Kombinasi Pembebatan	48
Gambar 3.38	Gaya Gempa tiap Lantai Arah x Gedung Model 1	53
Gambar 3.39	Gaya Gempa tiap Lantai Arah y Gedung Model 1	54
Gambar 3.40	<i>Input Data Response Spectrum Function</i>	56
Gambar 3.41	SPEC1	57
Gambar 3.42	SPEC2	57
Gambar 3.43	<i>Response Spectrum Base Reaction</i> Gedung Model 1	58
Gambar 3.44	<i>Load Combination</i>	59
Gambar 4.1	Bentuk Ragam Getar 3 Dimensi, Tampak Samping dan Tampak Atas Gedung Model 1	62
Gambar 4.2	Lokasi Kolom Jembatan yang Ditinjau pada Jembatan Model 1	64
Gambar 4.3	Diagram Gaya Aksial Kolom Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 3</i>)	65
Gambar 4.4	Diagram Gaya Aksial Kolom Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 4</i>)	65
Gambar 4.5	Diagram Gaya Aksial Kolom Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 5</i>)	66
Gambar 4.6	Diagram Gaya Geser Kolom Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 3</i>)	66
Gambar 4.7	Diagram Gaya Geser Kolom Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 4</i>)	67
Gambar 4.8	Diagram Gaya Geser Kolom Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 5</i>)	67
Gambar 4.9	Diagram Momen Lentur Kolom Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 3</i>)	68
Gambar 4.10	Diagram Momen Lentur Kolom Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 4</i>)	68
Gambar 4.11	Diagram Momen Lentur Kolom Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 5</i>)	69
Gambar 4.12	Lokasi Balok Jembatan yang ditinjau pada Jembatan Model 1	70
Gambar 4.13	Diagram Gaya Geser Balok Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 3</i>)	71
Gambar 4.14	Diagram Gaya Geser Balok Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 4</i>)	72
Gambar 4.15	Diagram Gaya Geser Balok Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 5</i>)	72
Gambar 4.16	Diagram Momen Lentur Balok Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 3</i>)	73
Gambar 4.17	Diagram Momen Lentur Balok Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 4</i>)	73
Gambar 4.18	Diagram Momen Lentur Balok Jembatan Model 1 (<i>Elevation View - 5</i>)	74
Gambar 4.19	Bentuk Ragam Getar 3 Dimensi, Tampak Samping dan Tampak Atas Gedung Model 2	79

Gambar 4.20	Lokasi Kolom Jembatan yang Ditinjau pada Jembatan Model 2	81
Gambar 4.21	Diagram Gaya Aksial Kolom Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 3</i>)	82
Gambar 4.22	Diagram Gaya Aksial Kolom Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 4</i>)	82
Gambar 4.23	Diagram Gaya Aksial Kolom Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 5</i>)	83
Gambar 4.24	Diagram Gaya Geser Kolom Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 3</i>)	83
Gambar 4.25	Diagram Gaya Geser Kolom Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 4</i>)	84
Gambar 4.26	Diagram Gaya Geser Kolom Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 5</i>)	84
Gambar 4.27	Diagram Momen Lentur Kolom Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 3</i>)	85
Gambar 4.28	Diagram Momen Lentur Kolom Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 4</i>)	85
Gambar 4.29	Diagram Momen Lentur Kolom Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 5</i>)	86
Gambar 4.30	Lokasi Balok Jembatan yang ditinjau pada Jembatan Model 2	87
Gambar 4.31	Diagram Gaya Geser Balok Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 3</i>)	88
Gambar 4.32	Diagram Gaya Geser Balok Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 4</i>)	89
Gambar 4.33	Diagram Gaya Geser Balok Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 5</i>)	89
Gambar 4.34	Diagram Momen Lentur Balok Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 3</i>)	90
Gambar 4.35	Diagram Momen Lentur Balok Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 4</i>)	90
Gambar 4.36	Diagram Momen Lentur Balok Jembatan Model 2 (<i>Elevation View - 5</i>)	91
Gambar L1.1	Gaya Gempa tiap Lantai Arah x Gedung Model 2	110
Gambar L1.2	Gaya Gempa tiap Lantai Arah y Gedung Model 2	111
Gambar L1.3	<i>Response Spectrum Base Reaction</i> Gedung Model 2	112
Gambar L2.1	Lokasi Balok 81 yang ditinjau pada Jembatan Model 1	113
Gambar L2.2	Diagram Momen Negatif Tumpuan Kiri Balok 81	115
Gambar L2.3	Diagram Momen Positif Tumpuan Kiri Balok 81.....	117
Gambar L2.4	Diagram Momen Positif Lapangan Balok 81.....	119
Gambar L2.5	Diagram Momen Positif Tumpuan Kanan Balok 81.....	121
Gambar L2.6	Diagram Momen Negatif Tumpuan Kanan Balok 81	123
Gambar L2.7	Diagram Gaya Geser Balok 81	125
Gambar L2.8	Lokasi Kolom 21 yang ditinjau pada Jembatan Model 1.....	127
Gambar L2.9	Diagram Gaya Aksial dan Momen Lentur Kolom 21	128
Gambar L2.10	Diagram Gaya Geser Kolom 21	130

Gambar L2.11	Diagram Interaksi Kolom 21 (Hasil Perhitungan dengan Menggunakan PCA COL).....	132
Gambar L2.12	Konfigurasi Penulangan Lentur Balok.....	133
Gambar L2.13	Konfigurasi Penulangan Lentur Kolom	133
Gambar L2.14	Penulangan Geser Balok	134
Gambar L2.15	Penulangan Geser Kolom.....	135
Gambar L3.1	Detail Pada Perletakan Rol	136
Gambar L4.1	Penampang Dinding Geser.....	137
Gambar L4.2	Hasil <i>Output</i> Struktur Dinding Geser.....	137
Gambar L4.3	Detail Penulangan Dinding Geser	140
Gambar L4.4	Diagram Interaksi <i>Shearwall</i> (Hasil Perhitungan dengan Menggunakan PCA COL).....	141
Gambar L5.1	Diagram Interaksi NZS <i>Chart C5.4 380/0.8</i>	142
Gambar L5.2	Diagram Interaksi NZS <i>Chart C6.4 380/0.8</i>	143
Gambar L6.1	Portal Perletakan Jepit-Jepit dan DOF Struktur	144
Gambar L6.2	<i>Output</i> Reaksi Perletakan Titik A Program <i>ETABS</i>	151
Gambar L6.3	<i>Output</i> Reaksi Perletakan Titik D Program <i>ETABS</i>	152

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tebal Minimum Balok Non-Prategang atau Pelat Satu Arah bila Lendutan tidak Dihitung [SNI 03-2847-2002]	11
Tabel 2.2	Tebal Selimut Beton Minimum [SNI 03-2847-2002]	12
Tabel 2.3	Ketentuan Beban Hidup pada Lantai Gedung [Pedoman Perencanaan Pembebatan untuk Rumah dan Gedung, 1987]	13
Tabel 2.4	Koefisien Reduksi Beban Hidup [Pedoman Perencanaan Pembebatan untuk Rumah dan Gedung, 1987]	14
Tabel 2.5	Faktor Keutamaan I untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan [SNI 03-1726-2002]	17
Tabel 2.6	Faktor Daktilitas Maksimum dan Faktor Reduksi Gempa Maksimum Beberapa Jenis Sistem dan Subsistem Struktur Gedung [SNI 03-1726-2002]	18
Tabel 2.7	Percepatan Puncak Muka Tanah A_o [SNI 03-1726-2002]	20
Tabel 2.8	Spektrum Respons Gempa Rencana [SNI 03-1726-2002]	20
Tabel 2.9	Koefisien ξ Yang Membatasi Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung [SNI 03-1726-2002]	24
Tabel 3.1	Modal Participating Mass Ratios Gedung Model 1	49
Tabel 3.2	<i>Center Mass Rigidity</i> Gedung Model 1	50
Tabel 3.3	Berat Struktur Gedung Model 1	50
Tabel 3.4	Gaya Gempa Arah x Gedung Model 1	51
Tabel 3.5	Gaya Gempa Arah y Gedung Model 1	52
Tabel 3.6	T_{Ray} Arah x Gedung Model 1	52
Tabel 3.7	T_{Ray} Arah y Gedung Model 1	52
Tabel 3.8	Gaya Gempa Arah x Gedung Model 1 dalam Satuan Newton (N)	53
Tabel 3.9	Gaya Gempa Arah y Gedung Model 1 dalam Satuan Newton (N)	54
Tabel 4.1	Jumlah Mode dan Perioda Getar Gedung Model 1	60
Tabel 4.2	Karakteristik Dinamik Struktur Model 1	61
Tabel 4.3	Gaya Aksial, Gaya Geser dan Momen Lentur Kolom Jembatan Model 1	64
Tabel 4.4	Gaya Geser dan Momen Lentur Balok Jembatan Model 1	71
Tabel 4.5	Jumlah Tulangan Pakai Kolom Jembatan Model 1	74
Tabel 4.6	Jumlah Tulangan Pakai Balok Jembatan Model 1	75
Tabel 4.7	Peralihan Lateral Maksimum Gedung Tiap Lantai Model 1	76
Tabel 4.8	Peralihan Lateral Perletakan Rol Jembatan Model 1	76
Tabel 4.9	Jumlah Mode Dan Perioda Getar Gedung Model 2	77
Tabel 4.10	Karakteristik Dinamik Struktur Model 2	78
Tabel 4.11	Gaya Aksial, Gaya Geser dan Gaya Momen Kolom Jembatan Model 2	81
Tabel 4.12	Gaya Geser dan Momen Lentur Balok Jembatan Model 2	86
Tabel 4.13	Jumlah Tulangan Pakai Kolom Jembatan Model 2	92
Tabel 4.14	Jumlah Tulangan Pakai Balok Jembatan Model 2	93
Tabel 4.15	Peralihan Lateral Maksimum Gedung Tiap Lantai Model 2	94
Tabel 4.16	Peralihan Lateral Perletakan Rol Jembatan Model 2	94
Tabel 4.17	Perbandingan Waktu Getar Alami Gedung Model 1 dan Model 2	95

Tabel 4.18 Perbandingan Gaya Aksial, Gaya Geser dan Momen Lentur Kolom Jembatan Model 1 dan Model 2	96
Tabel 4.19 Perbandingan Gaya Geser dan Momen Lentur Balok Jembatan Model 1 dan Model 2	97
Tabel 4.20 Perbandingan Luas Tulangan Pakai Kolom Jembatan.....	98
Tabel 4.21 Perbandingan Luas Tulangan Pakai Balok Jembatan	99
Tabel 4.22 Perbandingan Peralihan Lateral Gedung Model 1 dan Model 2	101
Tabel 4.23 Peralihan Lateral Perletakan Rol Jembatan Model 1 dan Model 2	102
Tabel L1.1 Modal Participating Mass Ratios Gedung Model 2	106
Tabel L1.2 <i>Center Mass Rigidity</i> Gedung Model 2.....	107
Tabel L1.3 Berat Struktur Gedung Model 2.....	107
Tabel L1.4 Gaya Gempa Arah x Gedung Model 2	108
Tabel L1.5 Gaya Gempa Arah y Gedung Model 2.....	109
Tabel L1.6 T_{Ray} Arah x Gedung Model 2	109
Tabel L1.7 T_{Ray} Arah y Gedung Model 2	109
Tabel L1.8 Gaya Gempa Arah x Gedung Model 2 dalam Satuan <i>Newton (N)</i>	110
Tabel L1.9 Gaya Gempa Arah y Gedung Model 2 dalam Satuan <i>Newton (N)</i>	111
Tabel L6.1 Perbandingan Reaksi Perletakan Hasil Perhitungan Manual dengan Program <i>ETABS</i>	152

DAFTAR NOTASI

- a Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen, mm.
- a_{\max} Tinggi maksimum blok tegangan persegi ekuivalen, mm.
- A_g Luas bruto penampang, mm^2 .
- A_m Percepatan respons maksimum atau faktor respons gempa maksimum pada spektrum respon gempa rencana.
- A_o Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh gempa rencana yang bergantung pada wilayah gempa dan jenis tanah tempat struktur gedung berada.
- A_r Pembilang dalam persamaan hiperbola faktor respons gempa C pada spektrum respon gempa rencana.
- A_s Luas tulangan tarik non-prategang, mm^2 .
- $A_{s,\min}$ Luas minimum tulangan lentur, mm^2 .
- A_s' Luas tulangan tekan, mm^2 .
- A_v Luas tulangan geser dalam daerah sejarak s, atau luas tulangan geser yang tegak lurus terhadap tulangan lentur tarik dalam suatu daerah sejarak s pada komponen struktur lentur tinggi, mm^2 .
- b Lebar muka tekan komponen struktur, mm.
- b_w Lebar badan balok, mm.
- c Jarak dari serat tekan terluar ke garis netral, mm.
- c_{\max} Jarak maksimum dari serat tekan terluar ke garis netral, mm.
- C Faktor respons gempa dinyatakan dalam percepaaan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam spektrum respons gempa rencana.
- C_v Faktor respons gempa vertikal untuk mendapatkan beban gempa vertikal nominal statik ekuivalen pada unsure struktur gedung yang memiliki kepekaan yang tinggi terhadap beban gravitasi.

- C₁ Nilai faktor respons gempa yang didapat dari spektrum respons gempa Rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung.
- d Tinggi efektif penampang diukur dari serat tekan terluar terhadap titik berat tulangan tarik, mm.
- d_i Simpangan horizontal lantai tingkat i dari hasil analisis 3 dimensi struktur gedung akibat beban gempa, mm.
- d_t Jarak dari serat tekan terluar ke baja tarik terjauh, mm.
- DL Beban mati nominal, N.
- E Beban gempa, yang ditentukan menurut SNI 03-1726-1989, N.
- E_c Modulus elastisitas beton, MPa.
- E_s Modulus elastisitas baja, MPa.
- f_{c'} Kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa.
- f_y Kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan non-prategang, MPa.
- f_{ys} Kuat leleh tulangan geser yang disyaratkan, MPa.
- f_{yv} Kuat leleh tulangan sengkang, MPa.
- F_i Beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai tingkat ke-i struktur atas gedung, N.
- g Percepatan gravitasi, mm/s².
- h Tinggi total komponen struktur, mm.
- h_i Tinggi lantai gedung ke-i, mm.
- I Faktor Keutamaan gedung, faktor pengali dari pengaruh Gempa Rencana pada berbagai kategori gedung, untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas dilampauinya pengaruh tersebut selama umur gedung itu dan penyesuaian umur gedung itu.
- I₁ Faktor keutamaan gedung untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.
- I₂ Faktor keutamaan gedung untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian umur gedung.

- l_o Panjang minimum, diukur dari muka join sepanjang sumbu komponen struktur dimana harus disediakan tulangan transversal, mm.
- L Panjang bentang teoritis, mm.
- LL Beban hidup, N.
- LL_{roof} Beban hidup yang bekerja pada atap, N.
- M_n Kuat lentur nominal, kNm.
- M_u Momen terfaktor pada penampang, kNm.
- n Nomor lantai tingkat paling atas (lantai puncak); jumlah lantai tingkat struktur gedung.
- P_n Kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yang diberikan, N.
- P_u Beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan, N.
- R Faktor reduksi gempa, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung elastic penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung daktail, bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut, faktor reduksi gempa representative struktur gedung tidak beraturan.
- s Spasi tulangan geser dalam arah pararel dengan tulangan longitudinal, mm.
- s_o Spasi maksimum tulangan transversal, mm.
- SDL Beban mati tambahan, N.
- SW Beban berat sendiri, N.
- t Tebal komponen struktur, mm.
- T Waktu getar alami struktur gedung dinyatakan dalam detik yang menentukan besarnya faktor respons gempa struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam spektrum respons gempa rencana, s.
- T_c Waktu getar alami sudut, yaitu waktu getar alami pada titik perubahan diagram C dari garis datar menjadi kurva hiperbola pada spektrum respons gempa rencana, s.
- T_m Perioda getar, s.
- T_x Perioda getar arah x, s.

- T_y Periode getar arah y, s.
- T_1 Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan maupun tidak beraturan dinyatakan dalam detik, s.
- V Beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh Gempa Rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung beraturan dengan tingkat daktilitas umum, dihitung berdasarkan waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan tersebut, N.
- V_c Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton, N.
- V_d Gaya geser dinamik, N.
- V_n Tegangan geser nominal, N.
- V_s Gaya geser statik, N.
- V_u Beban geser terfaktor pada penampang, N.
- $V_{u,kritis}$ Gaya geser terfaktor kritis, N.
- V_x Gaya geser arah x, N.
- V_y Gaya geser arah y, N.
- W_i Berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai, N.
- W_t Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai, N.
- z_i Ketinggian lantai tingkat ke-i yang diukur dari taraf penjepitan lateral, mm.
- β_1 Konstanta yang merupakan fungsi dari kelas kuat tekan beton.
- γ_c Berat volume beton, kN/m³.
- ζ Koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung bergantung pada wilayah gempa.
- μ Faktor daktilitas struktur gedung, rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelelehan pertama.

μ_m Nilai faktor daktilitas maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu system atau subsistem struktur gedung.

ρ Rasio tulangan tarik non-prategang.

ρ_b Rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan yang seimbang.

ρ_{min} Rasio tulangan minimum.

ρ_{max} Rasio tulangan maksimum.

ϕ Faktor reduksi kekuatan secara umum.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Analisis Statik Ekuivalen Gedung Model 2 (Jembatan Dengan Matrial Dinding Geser)	106
Lampiran II	Perencanaan Tulangan untuk Balok dan Kolom	113
Lampiran III	Detail pada Perletakan Rol	136
Lampiran IV	Perencanaan Tulangan Dinding Geser	137
Lampiran V	<i>Column Design Chart</i>	142
Lampiran VI	Verifikasi <i>Software</i>	144