

STUDI PEMODELAN DINDING GESER SEBAGAI ELEMEN KOLOM EKIVALEN UNTUK GEDUNG TIDAK BERATURAN

Hendrik Siregar
NRP : 0321038

Pembimbing: Yosafat Aji Pranata, ST., MT.

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG**

ABSTRAK

Di dalam Tugas Akhir ini akan dibahas mengenai pemodelan dan analisis struktur bangunan gedung beton bertulang dengan sistem struktur dinding geser. Pada bangunan tingkat tinggi, kekakuan sangat dibutuhkan untuk menahan gaya lateral yang diakibatkan oleh beban angin dan beban gempa.

Maksud dan tujuan penulisan Tugas Akhir adalah melakukan pemodelan dan analisis struktur bangunan gedung beton bertulang menggunakan perangkat lunak *ETABS* dengan elemen struktur dinding geser dengan fitur Wall, melakukan pemodelan dan analisis struktur bangunan gedung beton bertulang menggunakan perangkat lunak *ETABS* dengan elemen dinding geser dimodelkan sebagai elemen kolom (*frame*) ekuivalen, dan membandingkan hasil analisis kedua model gedung, dengan tinjauan yaitu analisis vibrasi bebas, peralihan atap dan gaya geser dasar.

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah hasil analisis vibrasi bebas diperoleh nilai T (waktu getar alami), untuk gedung model pertama sebesar 3.621 detik, dan gedung model kedua (yang telah dimodifikasi dengan mengubah faktor reduksi) sebesar 3.62 detik, perbedaan %-relatif sebesar 0,0276 %. Gedung model pertama mempunyai massa 66547942 kg, sedangkan gedung model kedua mempunyai massa 63959834 kg. Perbedaan %-relatif massa gedung model pertama dan kedua adalah sebesar 3,889 %. Perbedaan %-relatif hasil analisis statik ekuivalen peralihan atap arah x gedung model pertama dan kedua adalah sebesar 21%, sedangkan peralihan atap arah y sebesar 13,14 %. Hasil analisis dinamik respon spektrum memperlihatkan bahwa perbedaan %-relatif peralihan atap arah x gedung model pertama dan kedua adalah sebesar 23,22 %, sedangkan peralihan atap arah y sebesar 70,73 %.

DAFTAR ISI

	Halaman
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penulisan	3
1.4 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN LITERATUR	
2.1 Kategori Gedung	5
2.2 Faktor Reudksi	6
2.3 Analisis Statik Ekuivalen	10
2.4 Analisis Dinamik	12
2.5 Sistem Struktur Dinding Geser	12
2.6 Sistem Struktur Kolom	16

2.7	Sistem Struktur Balok	16
2.8	Pemodelan Elemen <i>Wall</i> dan Kolom Ekuivalen.....	17
2.8.1	Elemen <i>Wall</i>	17
2.8.2	Elemen Kolom Ekuivalen	18
2.9	Perencanaan Pembebanan	18
2.9.1	Beban Gravitasi	19
2.9.2	Beban Gempa	21
2.10	Kombinasi Pembebanan	23
2.11	Kinerja Struktur Gedung	25
2.12	Pembatasan Waktu Getar Alami	26
2.13	Eksentrisitas Rencana.....	27

BAB 3 PEMODELAN DAN ANALISIS STRUKTUR

3.1	Pemodelan Struktur Gedung.....	29
3.1.1	Data Struktur.....	29
3.1.2	Data Material	34
3.1.3	Komponen Gedung.....	34
3.1.4	Data Pembebanan	34
3.1.5	Pemodelan Dengan ETABS	35
3.1.5.1	Elemen <i>Wall</i>	36
3.1.5.2	Elemen Kolom Ekuivalen.....	38
3.2	Analisis Dinamik	39
3.2.1	Pembahasan Hasil Analisis	40
3.2.2	Peralihan Tiap Lantai	55
3.3	Analisis Statik Ekuivalen.....	59

3.3.1 Pembahasan Hasil Analisis.....	59
3.3.2 Peralihan Tiap Lantai.....	84
3.4 Pembahasan	87
BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Kesimpulan	92
4.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN	96

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- C = Faktor Respon Gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung yang memiliki kepekaan yang tinggi terhadap beban gravitasi.
- C_a = Faktor respons gempa akibat percepatan permukaan tanah
- C_v = Percepatan respons gempa rencana
- dx_i = Simpangan tiap lantai arah x, m
- dy_i = Simpangan tiap lantai arah y, m
- E = Beban gempa
- F_i = Gaya geser tiap tingkat
- F_{xi} = Gaya gempa rencana arah x, kg
- F_{yi} = Gaya gempa rencana arah y, kg
- f'_c = Kuat tekan beton, MPa
- f_y = Kuat leleh baja tulangan, MPa
- h_i = Ketinggian lantai, m
- I = Faktor keutamaan
- LL = Beban hidup
- n = Jumlah data
- R = Nilai faktor reduksi
- V_{xi} = Gaya geser tiap tingkat arah x, kg
- V_{yi} = Gaya geser tiap tingkat arah y, kg
- RZ = Partisipasi massa yang menyebabkan rotasi
- T = Periode waktu getar alami

- t = Tebal dinding geser, mm
- U_X = Partisipasi massa arah x
- U_Z = Partisipasi massa arah y
- 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 beraturan tersebut.
- V_s = Kuat geser yang disumbangkan oleh tulangan geser, N
- W_x = Massa bangunan tiap tingkat arah x, kg
- W_y = Massa bangunan tiap tingkat arah y, kg
- W_t = Berat total gedung, kg
- ζ (ksi) = Faktor pengali dari simpangan struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana pada taraf pembebanan nominal untuk mendapatkan simpangan maksimum struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan.
- ξ (Zeta) = Koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung, bergantung pada wilayah gempa.

DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 2.1	Pemodelan Elemen <i>Wall</i> , (a) Tampilan Tampak 3D, (b) Tampilan Lantai 1 Tampak 2D.....	17
Gambar 2.1	Pemodelan Elemen Kolom Ekuivalen, (a) Tampilan Tampak 3D, (b) Tampilan Lantai 1 Tampak 2D.....	18
Gambar 2.3	Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar dengan Periode Ulang 500 Tahun.....	22
Gambar 3.1	Denah Struktur Bangunan Lantai 1 - Lantai 3 Tampak Atas.	30
Gambar 3.2	Denah Struktur Bangunan Lantai 4 Tampak Atas.....	31
Gambar 3.3	Denah Struktur Bangunan Lantai 5 Tampak Atas.....	31
Gambar 3.4	Denah Struktur Bangunan Lantai 6 - Lantai 10 Tampak Atas.....	31
Gambar 3.5	Denah Struktur Bangunan Lantai 11 - Lantai 12 Tampak Atas	32
Gambar 3.6	Denah Struktur Bangunan Lantai 13 - Lantai 22 Tampak Atas.....	32
Gambar 3.7	Denah Struktur Bangunan Lantai 23 Tampak Atas.....	32
Gambar 3.8	Denah Struktur Bangunan Lantai 24 - Lantai 33 Tampak Atas.....	33
Gambar 3.9	Denah Struktur Bangunan Tampak Depan.....	33
Gambar 3.10	Nilai Momen Inersia pada Model Bangunan Gedung 2 yang Dimodifikasi.....	36

Gambar 3.11	Grafik Gaya Geser Tingkat Akibat SRSS dan $0,8V_s$ pada model bangunan gedung 1.....	46
Gambar 3.12	Grafik Gaya Geser Tingkat Akibat SRSS dan $0,8V_s$ pada Model Bangunan Gedung 2.....	49
Gambar 3.13	<i>Input</i> Eksentrisitas Rencana pada Model Bangunan Gedung 1.....	53
Gambar 3.14	<i>Input</i> Eksentrisitas Rencana pada Model Bangunan Gedung 2.....	54
Gambar 3.15	<i>Input</i> Nilai Gaya Geser ($V_d=0,8V_s$) pada Bangunan Gedung 2 Arah x.....	54
Gambar 3.16	<i>Input</i> Nilai Gaya Geser ($V_d=0,8V_s$) pada Bangunan Gedung 2 Arah y.....	55
Gambar 3.17	<i>Lateral Load</i> untuk Beban Gempa Arah x pada Model Bangunan 1.....	73
Gambar 3.18	<i>Lateral Load</i> untuk Beban Gempa Arah y pada Model Bangunan Gedung 2.....	73
Gambar 3.19	Grafik Gaya Geser Tiap Lantai pada Model Bangunan gedung 1.....	81
Gambar 3.20	Grafik Gaya Geser Tiap Lantai pada Model Bangunan Gedung 2.....	84
Gambar 3.21	Peralihan Tiap Lantai Analisis Dinamik Arah x.....	88
Gambar 3.22	Peralihan Tiap Lantai Analisis Statik Arah x.....	89
Gambar 3.23	Peralihan Tiap Lantai Analisis Dinamik Arah y.....	90
Gambar 3.24	Peralihan Tiap Lantai Analisis Statik Arah y.....	91

Gambar L1.1	Diagram Alir Studi Pemodelan Dinding Geser sebagai Kolom Ekuivalen untuk Gedung Tidak Bertingkat.....	96
Gambar L2.1	<i>New Model Initialization</i>	97
Gambar L2.2	<i>Building Plan Grid System and Story Data Definition</i>	97
Gambar L2.3	Sumbu dan Grid dalam Bentuk 3D.....	98
Gambar L2.4	<i>Coordinate System</i>	98
Gambar L2.5	<i>Define Grid</i>	98
Gambar L2.6	<i>Define Materials</i>	99
Gambar L2.7	<i>Materials Property</i>	100
Gambar L2.8	<i>Input Dimensi Balok</i>	100
Gambar L2.9	<i>Input Dimensi Kolom</i>	101
Gambar L2.10	<i>Input Persentase Efektifitas Penampang</i>	102
Gambar L2.11	<i>Input Dimensi Pelat</i>	103
Gambar L2.12	<i>Assign Restains</i>	104
Gambar L2.13	<i>Define Static Load Case Names</i>	105
Gambar L2.14	<i>Input Kombinasi Pembebanan</i>	105
Gambar L2.15	Respon Spektrum Gempa Rencana Wilayah 3.....	106
Gambar L2.16	<i>Wall/Slab Section</i>	107
Gambar L2.17	Model Bangunan Gedung 1.....	108
Gambar L2.18	Permodelan Diafragma pada Model Bangunan Gedung 1 Lantai 33.....	108
Gambar L2.19	<i>Input Komponen Kolom Ekuivalen</i>	109
Gambar L2.20	Model Bangunan Gedung 2.....	110

Gambar L2.21 Permodelan Diafragma pada Model Bangunan Gedung 2

Lantai 33..... 110

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Faktor Keutamaan <i>I</i> untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan	6
Tabel 2.2	Faktor Daktilitas Maksimum, Faktor Reduksi Maksimum, Faktor Tahanan Lebih Struktur dan Faktor Tahanan Lebih Total Beberapa Jenis Sistem dan Subsystem Struktur	8
Tabel 2.3	Berat Bahan Bangunan SKBI-1,3.53.1987	18
Tabel 2.4	Beban Hidup Menurut SKBI-1,3.53.1987	20
Tabel 2.5	Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka Tanah untuk Masing-masing Wilayah Gempa Indonesia	21
Tabel 2.6	Spektrum Respon Gempa Rencana	22
Tabel 2.7	Koefisien ξ yang Membatasi Waktu Getar Alami Struktur Gedung.....	23
Tabel 3.1	Perbandingan Waktu Getar Alami Antara Model Bangunan Gedung 1 dan Model Bangunan Gedung 2.....	36
Tabel 3.2	Analisis Modal Struktur dengan Bangunan Gedung 1.....	37
Tabel 3.3	Respon Total Partisipasi Massa pada Model Bangunan Gedung 1	38
Tabel 3.4	Analisis Modal Struktur dengan Model Bangunan Gedung 2	38
Tabel 3.5	Respon Total Partisipasi Massa pada Model Bangunan Gedung 2	39

Tabel 3.6	Gaya Geser dengan Metode SRSS pada Model Bangunan Gedung 1	44
Tabel 3.7	Gaya Geser Akibat V_s dan $0,8V_s$ pada Model Bangunan Gedung 1.....	45
Tabel 3.8	Gaya Geser dengan Metode SRSS pada Model Bangunan Gedung 2	47
Tabel 3.9	Gaya Geser Akibat $0,8V_s$ pada Model Bangunan Gedung 2	48
Tabel 3.10	Perhitungan Eksentrisitas Rencana untuk Model Bangunan Gedung 1 pada Arah x	50
Tabel 3.11	Perhitungan Eksentrisitas Rencana untuk Model Bangunan 1 pada Arah y	50
Tabel 3.12	Perhitungan Eksentrisitas Rencana untuk Model Bangunan Gedung 2 pada Arah x	51
Tabel 3.13	Perhitungan Eksentrisitas Rencana untuk Model Bangunan Gedung 2 pada Arah y	52
Tabel 3.14	Kinerja Batas Layan pada Bangunan Gedung 1.....	55
Tabel 3.15	Kinerja Batas Ultimit pada Bangunan Gedung 1.....	56
Tabel 3.16	Kinerja Batas Layan pada Bangunan Gedung 2	57
Tabel 3.17	Kinerja Batas Ultimit pada Bangunan Gedung 2.....	58
Tabel 3.18	Gaya Geser Struktur pada Model Bangunan Gedung 1 pada Arah x.....	60
Tabel 3.19	Gaya Geser Struktur pada Model Bangunan Gedung 1 pada Arah x.....	61

Tabel 3.20	Gaya Geser Struktur pada Model Bangunan Gedung 2 pada Arah x.....	62
Tabel 3.21	Gaya Geser Struktur pada Model Bangunan Gedung 2 pada Arah x..	63
Tabel 3.22	Gaya Gempa Rencana pada Model Bangunan Gedung 1 Arah x .	65
Tabel 3.23	Gaya gempa Rencana pada Model Bangunan Gedung 1 Arah y..	66
Tabel 3.24	Gaya gempa Rencana pada Model Bangunan Gedung 2 Arah x..	67
Tabel 3.25	Gaya gempa Rencana pada Model Bangunan Gedung 2 Arah y..	68
Tabel 3.26	Perhitungan Eksentrisitas Rencana pada Bangunan Gedung 1 Arah x.....	69
Tabel 3.27	Perhitungan Eksentrisitas Rencana pada Bangunan Gedung 1 Arah y.....	70
Tabel 3.28	Perhitungan Eksentrisitas Rencana pada Bangunan Gedung 2 Arah x.....	71
Tabel 3.29	Perhitungan Eksentrisitas Rencana pada Bangunan Gedung 2 Arah y.....	71
Tabel 3.30	Perbandingan Waktu Getar Struktur dengan Waktu Getar Fundamental pada Model Bangunan Gedung 1 Arah x.....	75
Tabel 3.31	Perbandingan Waktu Getar Struktur dengan Waktu Getar Fundamental pada Model Bangunan Gedung 1 Arah y.....	76
Tabel 3.32	Perbandingan Waktu Getar Struktur dengan Waktu Getar Fundamental pada Model Bangunan Gedung 2 Arah x.....	77
Tabel 3.33	Perbandingan Waktu Getar Struktur dengan Waktu Getar Fundamental pada Model Bangunan Gedung 1 Arah x.....	78

Tabel 3.34	Gaya Geser Tiap Lantai pada Model Bangunan Gedung 1 Arah x.....	79
Tabel 3.35	Gaya Geser Tiap Lantai pada Model Bangunan Gedung 1 Arah y	80
Tabel 3.36	Gaya Geser Tiap Lantai pada Model Bangunan Gedung 2 Arah x	82
Tabel 3.37	Gaya Geser Tiap Lantai pada Model Bangunan Gedung 2 Arah y	83
Tabel 3.38	Kinerja Batas Layan pada Bangunan Gedung 1	84
Tabel 3.39	Kinerja Batas Ultimit pada Bangunan Gedung 1	85
Tabel 3.40	Kinerja Batas pada Bangunan Gedung 2	86
Tabel 3.41	Kinerja Batas Ultimit pada Bangunan Gedung 2.....	87
Tabel L3.1	<i>Modal Participating Mass Ratio</i> pada Model Bangunan Gedung 1.....	111
Tabel L3.2	<i>Modal Participating Mass Ratio</i> pada Model Bangunan Gedung 2.....	115
Tabel L3.3	<i>Center Mass Rigidity</i> pada Model Bangunan Gedung 1	119
Tabel L3.4	<i>Center Mass Rigidity</i> pada Model Bangunan Gedung 2	120
Tabel L3.5	<i>CM Displacement</i> pada Model Bangunan Gedung 1	122
Tabel L3.6	<i>CM Displacement</i> pada Model Bangunan Gedung 2.....	124
Tabel L3.7	<i>Response Spectrume Base Reaction</i> pada Model Bangunan Gedung 1	127
Tabel L3.8	<i>Response Spectrume Base Reaction</i> pada Model Bangunan Gedung 2	134

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1	
Lampiran 1.1 Diagram Alir Studi Pemodelan Dinding Geser sebagai Kolom Ekuivalen Studi Kasus Gedung Tidak Bertingkat.....	96
LAMPIRAN 2	
Lampiran 2.1 Menentukan “ <i>Plan Grid dan Story Data</i> ”	97
Lampiran 2.2 <i>Input Material</i>	99
Lampiran 2.3 <i>Input Dimensi Balok</i>	100
Lampiran 2.4 <i>Input Dimensi Kolom</i>	101
Lampiran 2.5 <i>Input Dimensi Pelat</i>	102
Lampiran 2.6 Pemasangan Komponen Balok, Kolom dan Pelat.....	103
Lampiran 2.7 Pemasangan Perletakan.....	104
Lampiran 2.8 <i>Input Beban Statis</i>	104
Lampiran 2.9 <i>Input Kombinasi Pembebanan</i>	105
Lampiran 2.10 <i>Input Dimensi Wall</i>	106
Lampiran 2.11 Pemasangan Komponen <i>Wall</i>	107
Lampiran 2.12 <i>Input Dimensi Kolom Ekuivalen</i>	108
Lampiran 2.13 Pemasangan Komponen Kolom Ekuivalen.....	109
LAMPIRAN 3	
Lampiran 3.1 <i>Modal Participating Mass Ratio</i>	111
Lampiran 3.2 <i>Center Mass Rigidity</i>	119
Lampiran 3.3 <i>CM Displacement</i>	122

Lampiran 3.4	<i>Response Spectrume Base Reaction</i>	127
--------------	---	-----