

ANALISIS DINAMIK RAGAM SPEKTRUM RESPONS GEDUNG TIDAK BERATURAN DENGAN MENGUNAKAN SNI 03-1726-2002 DAN ASCE 7-05

Jufri Vincensius Chandra
NRP : 9921071

Pembimbing : Anang Kristianto, ST., MT

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

ABSTRAK

Indonesia merupakan daerah kepulauan yang diapit lempeng Eropa Asia – Australia di Barat-Selatan serta lempeng Pasifik dan Philipina dibagian Timur-Utara. Indonesia terletak di daerah rawan gempa, untuk mengurangi resiko bencana perlu konstruksi bangunan tahan gempa.

Maksud penulisan adalah untuk membandingkan analisis statik dan dinamik ragam spektrum respon pada model bangunan tinggi tidak beraturan, berdasarkan ‘Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung, SNI 03-1726-2002’ dan ‘*Minimum design loads for buildings and other structures*, ASCE 7-05’.

Berkaitan dengan itu maka dimodelkan gedung tidak beraturan, dengan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Model gedung terletak diwilayah gempa 6 dengan jenis tanah lunak.

Perhitungan analisis statik dan dinamik dilakukan sesuai dengan SNI 03-1726-2002, dan ASCE 7-05. ASCE 7-05 disini dibagi 2 bagian, yaitu dengan $k=2$, dan k =interpolasi, pada rumus gaya lateral ekuivalen.

Dari hasil analisis dinamik diperoleh gaya lateral tiap lantai, simpangan antar lantai, kinerja batas layan, kinerja batas *ultimit*, dan luas tulangan lentur dan luas tulangan geser pada balok. Maka gaya lateral tiap lantai SNI 1726 pada lantai dasar persentase selisih lebih besar 69,2%-69,37% dibanding ASCE 7-05, dan pada lantai paling atas SNI 1726 lebih kecil 15,3%-15,4% dibanding ASCE 7-05. Simpangan antar lantai pada persentase selisih SNI 1726 lebih kecil 11,43%-12,89% dibanding ASCE 7-05. Kinerja batas layan persentase selisih SNI 1726 lebih kecil 12,83%-12,89% dari ASCE 7-05. Kinerja batas layan *ultimit* pada SNI 1726 lebih kecil 6,19%-6,25%. Sedangkan persentase selisih luas tulangan lentur dan luas tulangan geser berdasarkan SNI 1726 lebih kecil 1,14%-17,31%, dan 2,38%-12% daripada ASCE 7-05.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN LITERATUR	
2.1 Gempa Bumi	5
2.2 Spektrum Respons	5
2.3 Respon Dinamik Bangunan	6
2.4 Desain Tahan Gempa Bangunan Beton Bertulang	6
2.4.1 Perencanaan Umum	7
2.4.2 Perencanaan Struktur Gedung Tidak Beraturan	15
2.4.3 Analisis Statik Ekuivalen	16
2.4.4 Analisis Ragam Spektrum Respons	17
2.4.5 Kinerja Batas Struktur Gedung	18
BAB 3 STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN	
3.1 Model Struktur Gedung Tidak Beraturan	20
3.1.1. Pendimensian Pelat, Balok, dan Kolom	21
a. Menentukan Tebal Pelat	21
b. Desain Preliminari Balok	22
c. Desain Kolom	23
3.1.2. Data Gedung	28
3.1.3. Beban-beban yang Bekerja	28
3.1.4. Data Gempa	29
3.2 Analisa Berat Struktur	31
3.2.1. Berat Struktur	31
3.2.2. Beban Lainnya	34
3.2.3. Total Berat Struktur	34
3.3 Analisa Periode Natural	35

3.4 Prosedur Ragam Spektrum Respons Berdasarkan SNI 03-1726-2002	38
3.4.1 Gaya Geser Dasar	38
3.4.2 Gaya Lateral Ekuivalen	39
3.5 Prosedur Ragam Spektrum Respons Berdasarkan ASCE 7-05	41
3.5.1 Prosedur Ragam Spektrum Respons ASCE 7-05 ($k=2$)	42
a. Gaya Geser Dasar	42
b. Gaya Lateral Ekuivalen	42
3.5.2 Prosedur Ragam Spektrum Respons ASCE 7-05 ($k=\text{interpolasi}$)	44
a. Gaya Geser Dasar	44
b. Gaya Lateral Ekuivalen	45
BAB 4 ANALISIS STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Gaya Geser Statik Ekuivalen dan Dinamik	47
4.2 Analisis Simpangan Antar Tingkat	58
4.3 Analisis Kinerja Batas Layan	63
4.4 Analisis Luas Tulangan Lentur dan Tulangan Geser	82
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	101
5.2 Saran	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Daerah Gempa Kepulauan Indonesia	1
Gambar 2.1	Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar dengan Perioda Ulang 500 Tahun	12
Gambar 2.2	Respons Spektrum Gempa Rencana	14
Gambar 3.1	Model Struktur Gedung Tidak Beraturan	20
Gambar 3.2	Denah Struktur Gedung Tidak Beraturan	30
Gambar 3.3	Elemen Struktur yang Masuk Kedalam Perhitungan Berat Lantai Dasar, tipikal Lantai, dan Lantai Atap	31
Gambar 3.4	Respon Spektrum Gempa Rencana Wilayah Gempa 6 arah Utara-Selatan	36
Gambar 3.5	Respon Spektrum Gempa Rencana Wilayah Gempa 6 arah Barat-Timur	37
Gambar 4.1	Gaya Lateral Ekuivalen arah Utara-Selatan (statik)	53
Gambar 4.2	Gaya Lateral Ekuivalen arah Barat-Timur (statik)	53
Gambar 4.3	Gaya Lateral Ekuivalen arah Utara-Selatan (dinamik)	54
Gambar 4.4	Gaya Lateral Ekuivalen arah Barat-Timur (dinamik)	54
Gambar 4.5	Gaya Lateral Statik dan Dinamik pada arah Utara-Selatan	55
Gambar 4.6	Gaya Lateral Statik dan Dinamik pada arah Barat-Timur	55
Gambar 4.7	Gaya Lateral Statik dan Dinamik pada arah Utara-Selatan	56
Gambar 4.8	Gaya Lateral Statik dan Dinamik pada arah Barat-Timur	56
Gambar 4.9	Gaya Lateral Statik dan Dinamik pada arah Utara-Selatan	57
Gambar 4.10	Gaya Lateral Statik dan Dinamik pada arah Barat-Timur	57
Gambar 4.11	Luas Tulangan Lentur (tulangan atas lapangan)	95
Gambar 4.12	Luas Tulangan Lentur (tulangan bawah lapangan)	95
Gambar 4.13	Luas Tulangan Lentur (tulangan atas tumpuan)	96
Gambar 4.14	Luas Tulangan Lentur (tulangan bawah tumpuan)	96
Gambar 4.15	Luas Tulangan Geser (tulangan lapangan)	97
Gambar 4.16	Luas Tulangan Geser (tulangan tumpuan)	97
Gambar 4.17	Luas Tulangan Lentur (tulangan atas lapangan)	98
Gambar 4.18	Luas Tulangan Lentur (tulangan bawah lapangan)	98
Gambar 4.19	Luas Tulangan Lentur (tulangan atas tumpuan)	99
Gambar 4.20	Luas Tulangan Lentur (tulangan bawah tumpuan)	99
Gambar 4.21	Luas Tulangan Geser (tulangan lapangan)	100
Gambar 4.22	Luas Tulangan Geser (tulangan tumpuan)	100

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor Keutamaan I untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan	8
Tabel 2.2	Faktor Daktilitas Maksimum, Faktor Reduksi Gempa Maksimum, Faktor Tahanan lebih Struktur, dan Faktor Tahanan lebih Total beberapa Jenis Sistem dan Subsistem Struktur Gedung	10
Tabel 2.3	Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka Tanah untuk masing-masing Wilayah Gempa Indonesia	12
Tabel 2.4	Spektrum Respons Gempa Rencana	13
Tabel 2.5	Perbandingan Rumus Gaya Lateral	16
Tabel 2.6	Perbedaan Faktor-faktor lainnya	17
Tabel 3.1	Berat Struktur per Lantai	35
Tabel 3.2	Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser per Lantai Arah Utara-Selatan	40
Tabel 3.3	Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser per Lantai Barat-Timur	40
Tabel 3.4	Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser per Lantai Arah Utara-Selatan (k=2)	43
Tabel 3.5	Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser per Lantai Barat-Timur (k=2)	44
Tabel 3.6	Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser per Lantai Arah Utara-Selatan (k=interpolasi)	46
Tabel 3.7	Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser per Lantai Barat-Timur (k=interpolasi)	46
Tabel 4.1	Gaya Lateral Ekuivalen Statik	47
Tabel 4.2	Gaya Lateral Ekuivalen Dinamik	48
Tabel 4.3	Persentase Gaya Lateral Ekuivalen Statik SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=2)	49
Tabel 4.4	Persentase Gaya Lateral Ekuivalen Statik SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=interpolasi)	50
Tabel 4.5	Persentase Gaya Lateral Ekuivalen Dinamik SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=2)	51
Tabel 4.6	Persentase Gaya Lateral Ekuivalen Dinamik SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=interpolasi)	52
Tabel 4.7	Simpangan Antar Tingkat Analisis Statik	58
Tabel 4.8	Simpangan Antar Tingkat Analisis Dinamik	59
Tabel 4.9	Persentase Simpangan Antar Tingkat Analisis Statik, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=2)	60
Tabel 4.10	Persentase Simpangan Antar Tingkat Analisis Statik, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=interpolasi)	61
Tabel 4.11	Persentase Simpangan Antar Tingkat Analisis Dinamik, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=2)	62
Tabel 4.12	Persentase Simpangan Antar Tingkat Analisis Dinamik, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=interpolasi)	63

Tabel 4.13	Analisis Δ_s Akibat Gempa Arah Utara-Selatan	64
Tabel 4.14	Analisis Δ_m Akibat Gempa Arah Utara-Selatan	65
Tabel 4.15	Analisis Δ_s Akibat Gempa Arah Barat-Timur	65
Tabel 4.16	Analisis Δ_m Akibat Gempa Arah Barat-Timur	66
Tabel 4.17	Analisis Δ_s Akibat Gempa Arah Utara-Selatan (k=2)	67
Tabel 4.18	Analisis Δ_m Akibat Gempa Arah Utara-Selatan (k=2)	67
Tabel 4.19	Analisis Δ_s Akibat Gempa Arah Barat-Timur (k=2)	68
Tabel 4.20	Analisis Δ_m Akibat Gempa Arah Barat-Timur (k=2)	68
Tabel 4.21	Analisis Δ_s Akibat Gempa Arah Utara-Selatan (k=interpolasi)	69
Tabel 4.22	Analisis Δ_m Akibat Gempa Arah Utara-Selatan (k= interpolasi) ...	69
Tabel 4.23	Analisis Δ_s Akibat Gempa Arah Barat-Timur (k= interpolasi)	70
Tabel 4.24	Analisis Δ_m Akibat Gempa Arah Barat-Timur (k= interpolasi)	70
Tabel 4.25	Analisis Δ_s Akibat Gempa Arah Utara-Selatan	71
Tabel 4.26	Analisis Δ_m Akibat Gempa Arah Utara-Selatan	71
Tabel 4.27	Analisis Δ_s Akibat Gempa Arah Barat-Timur	72
Tabel 4.28	Analisis Δ_m Akibat Gempa Arah Barat-Timur	72
Tabel 4.29	Analisis Δ_s Akibat Gempa Arah Utara-Selatan	73
Tabel 4.30	Analisis Δ_m Akibat Gempa Arah Utara-Selatan	73
Tabel 4.31	Analisis Δ_s Akibat Gempa Arah Barat-Timur	74
Tabel 4.32	Analisis Δ_m Akibat Gempa Arah Barat-Timur	74
Tabel 4.33	Persentase Analisis Δ_s akibat Gempa arah Utara-Selatan, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=2)	75
Tabel 4.34	Persentase Analisis Δ_m akibat Gempa arah Utara-Selatan, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=2)	75
Tabel 4.35	Persentase Analisis Δ_s akibat Gempa arah Barat-Timur, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=2)	76
Tabel 4.36	Persentase Analisis Δ_m akibat Gempa arah Barat-Timur, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=2)	76
Tabel 4.37	Persentase Analisis Δ_s akibat Gempa arah Utara-Selatan, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k=interpolasi)	77
Tabel 4.38	Persentase Analisis Δ_m akibat Gempa arah Utara-Selatan, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k= interpolasi)	77
Tabel 4.39	Persentase Analisis Δ_s akibat Gempa arah Barat-Timur, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k= interpolasi)	78
Tabel 4.40	Persentase Analisis Δ_m akibat Gempa arah Barat-Timur, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 (k= interpolasi)	78
Tabel 4.41	Persentase Analisis Δ_s akibat Gempa arah Utara-Selatan, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05	79
Tabel 4.42	Persentase Analisis Δ_m akibat Gempa arah Utara-Selatan, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05	80
Tabel 4.43	Persentase Analisis Δ_s akibat Gempa arah Barat-Timur, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05	81
Tabel 4.44	Persentase Analisis Δ_m akibat Gempa arah Barat-Timur, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05	81
Tabel 4.45	Luas Tulangan Lentur Statik	83
Tabel 4.46	Luas Tulangan Lentur Dinamik	85
Tabel 4.47	Luas Tulangan Geser Statik	87

Tabel 4.48	Luas Tulangan Geser Dinamik	88
Tabel 4.49	Persentase Luas Tulangan Lentur Analisis Statik, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 ($k=2$)	89
Tabel 4.50	Persentase Luas Tulangan Lentur Analisis Statik, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 ($k=\text{interpolasi}$)	90
Tabel 4.51	Persentase Luas Tulangan Geser Analisis Statik, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 ($k=2$)	91
Tabel 4.52	Persentase Luas Tulangan Geser Analisis Statik, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05 ($k=\text{interpolasi}$)	92
Tabel 4.53	Persentase Luas Tulangan Lentur Analisis Dinamik antara, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05	93
Tabel 4.54	Persentase Luas Tulangan Geser Analisis Dinamik antara, SNI 03-1726-2002 terhadap ASCE 7-05	94

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A_m	Percepatan respons maksimum atau Faktor Respons Gempa Maksimum pada Spektrum Respons Gempa Rencana.
A_o	Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh gempa rencana.
A_r	Pembilang dalam persamaan hiperbola Faktor Respons Gempa C
ASCE	<i>American Society of Civil Engineers.</i>
C	Faktor respons gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi.
C_1	Nilai faktor respons gempa yang didapat dari spektrum respons gempa rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung.
DL	<i>Dead Load</i> (beban mati)
ETABS	<i>Extended Three Dimensional Analysis of Building.</i>
f'_c	Kuat tekan beton.
F_i	Beban gempa nominal statik ekuivalen.
F_y	Tegangan leleh material.
g	Percepatan gravitasi
h_i	Ketinggian lantai tingkat ke-i, diukur dari taraf penjepitan lateral.
I	Faktor keutamaan gedung.
I_1	Faktor keutamaan gedung untuk perioda ulang gempa.
I_2	Faktor keutamaan berkaitan dengan penyesuaian umur gedung.
k	Eksponen yang terkait untuk periode struktur.
LL	Live load (beban hidup)
n	Nomor lantai tingkat paling atas (lantai puncak).
R	Faktor reduksi gempa.
R_m	Faktor reduksi gempa maksimum.
SNI	Standar nasional Indonesia.
SR	Skala Richter
SRPMK	Sistem rangka pemikul momen khusus.
T	Waktu getar alami struktur.
T_c	Waktu getar alami sudut.
V	Beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh gempa rencana.
V_t	Gaya geser dasar nominal yang didapat dari hasil analisis ragam spektrum respons yang telah dilakukan.
V_1	Gaya geser dasar nominal sebagai respons dinamik ragam yang pertama saja.
W_i	Berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai.
W_t	Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai
Δ_m	Kinerja batas layan ultimit.
Δ_s	Kinerja batas layan.
μ	Faktor daktilitas struktur gedung.
μ_m	Faktor daktilitas maksimum.

δ_m	Rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan.
δ_y	Simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelelehan pertama.

DAFTAR LAMPIRAN

L1.1	<i>Design Coefficients and Factors for Seismic Force-Resisting Systems..</i>	105
L1.2	<i>Vertical Distribution of Seismic Forces</i>	108
L1.3	<i>Scalling Design Values of Combined Response</i>	109
L1.4	<i>Story Drift Determination</i>	110
L2.1	Kode Balok dan Kolom	111
L3.1	Tampilan awal program	112
L3.2	Pemilihan material desain	112
L3.3	Desain Kolom	113
L3.4	Desain Balok	113
L3.5	Desain Pelat	114
L3.6	Grafik Respons Spektrum	114
L3.7	Pembebanan	115
L3.8	Respons Spektrum	115
L3.9	Kombinasi pembebanan	116
L3.10	<i>Mass Source</i>	116
L3.11	Beban Balok Tepi dan Beban mati pelat lantai	117
L3.12	<i>Mode Shape</i>	117
L3.13	Gaya Lateral Ekuivalen Dinamik, berdasarkan SNI 03-1726-2002 Arah Utara-Selatan	118
L3.14	Gaya Lateral Ekuivalen Dinamik, berdasarkan SNI 03-1726-2002 Arah Barat-Timur	118
L4.1	Grafik perbandingan gaya geser gedung statik dan dinamik berdasarkan SNI 03-1726-2002	119
L4.2	Grafik perbandingan gaya geser gedung statik dan dinamik berdasarkan ASCE 7-05 (k=2)	120
L4.3	Grafik perbandingan gaya geser gedung statik dan dinamik berdasarkan ASCE 7-05 (k=interpolasi)	121