

ANALISIS DINAMIK RIWAYAT WAKTU AKIBAT GEMPA UTAMA DAN GEMPA SUSULAN PADA GEDUNG BETON BERTULANG

NESSA VALIANTINE DIREDJA
NRP: 0821018

Pembimbing : Dr. YOSAFAT AJI PRANATA, S.T., M.T.
Pembimbing Pendamping : RONALD SIMATUPANG, S.T., M.T.

ABSTRAK

Salah satu penyebab adanya kegagalan struktur bangunan gedung di daerah yang berisiko mengalami gempa adalah beban horizontal (lateral) pada struktur. Struktur bangunan gedung dapat mengalami kerusakan akibat gempa utama dan diperparah dengan adanya gempa susulan pada struktur yang berkurang kekuatannya akibat mengalami kondisi inelastik setelah gempa utama. Kekuatan gempa susulan mendekati kekuatan gempa utama dengan karakteristik yang mirip sehingga menimbulkan pengaruh terhadap struktur yang sudah mengalami perlemahan.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik riwayat waktu untuk bangunan gedung tahan gempa serta mempelajari perilaku gedung akibat adanya gempa utama dan gempa susulan dengan menggunakan metode analisis dinamik riwayat waktu dan pembahasan meliputi perbandingan gaya geser dasar, *roof displacement*, *story drift*, kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa apabila faktor skala intensitas gempa berdasarkan SNI 1726-2002 diterapkan, maka gaya geser dasar, perpindahan atap dan simpangan antar tingkat hasil analisis dinamik riwayat waktu akan lebih kecil dibandingkan analisis statik, hal ini terjadi karena dalam perhitungan faktor skala percepatan puncak riwayat waktu yang digunakan adalah nilai maksimumnya, sehingga apabila diskalakan terhadap wilayah gempa 4 tanah keras di Indonesia dengan kondisi $T = 1,5058$, kurva respon spektrum gempa masukan akan lebih kecil dibanding statik. Metode C lebih konservatif dikarenakan dalam rentang $T = 0 - 0,5$ detik, respon spektrum percepatan gempa masukan dihitung berdasarkan model statistik (rata-rata). Dengan metode riwayat waktu juga didapatkan kesimpulan bahwa gedung yang dianalisis mampu menahan percepatan gempa Chi-chi sebesar 2,4 kali skala asli, gempa El Centro 6,4 kali skala asli, gempa Friuli 6,8 kali skala asli dan gempa Sakaria 2,8 kali skala asli. Analisis riwayat waktu dapat dimanfaatkan untuk mengetahui gaya geser dasar gedung, peralihan atap dan simpangan antar tingkat bila diterapkan tinjauan gempa tertentu, serta mampu mengetahui kemampuan gedung yang sebenarnya bila dikenai gempa utama maupun gempa susulan yang besarnya beberapa kali lipat lebih kecil maupun lebih besar dengan memodifikasi faktor skalanya.

Kata kunci: Gedung beton bertulang, gempa utama, gempa susulan, analisis dinamik riwayat waktu, analisis statik ekuivalen.

DYNAMIC TIME HISTORY ANALYSES OF REINFORCED CONCRETE BUILDING DUE TO PRIMARY AND AFTERSHOCK EARTHQUAKES

**NESSA VALIANTINE DIREDJA
NRP: 0821018**

**Supervisor : Dr. YOSAFAT AJI PRANATA, S.T., M.T.
Co-Supervisor : RONALD SIMATUPANG, S.T., M.T**

ABSTRACT

One cause of structural building failure in areas that have high risk of earthquakes is the horizontal (lateral) loads on the structure. Concrete structure can be damaged by major earthquakes and worsen by aftershock to the structure with reduced strength due to the inelastic state of it. The magnitude of the aftershock is almost the same as the major earthquake with similar characteristics, so that it will have an effect to the weakened structure.

The purpose of this final project is to perform structural analysis of earthquake resistant reinforced building with static equivalent method and dynamic time history analysis and studying the behavior of the building as a result of primary earthquake and aftershocks by using time history analysis method. The discussions cover comparison of base shear forces, roof displacement, story drift, and performance of serviceability limit performance and ultimate limit performance.

The results of the analysis show that if the intensity of scale factor applied in accordance with SNI 1726-2002, the base shear force, roof displacements and story drift by dynamic time history analysis will be smaller than the static analysis, this happens because in the calculation of acceleration scaling factor used is the time history's maximum value of earthquake zone 4 in Indonesia with the condition $T = 1,5058$ second, the curve response spectrum input will be smaller than the static. With time history analysis also obtained conclusion that the building can withstand acceleration of Chi-chi earthquake 2,4 times the original scale, El Centro earthquake 6,4 times the original scale, Friuli earthquake 6,8 times the original scale and Sakaria earthquake 2,8 times the original scale. Time history analysis can be used to determine the base shear force of building, roof displacement and story drift if applied by particular earthquake, also can be determine the ability of actual building when there is a magnitude of primary earthquake and aftershocks with smaller or larger scale by modifying the scale factor.

Keywords: Reinforced concrete building, primary earthquake, aftershocks earthquake, dynamic time history analysis, equivalent static analysis.

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	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR NOTASI	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
1.5 Lisensi Perangkat Lunak	3
1.6 Metodologi Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Beton Bertulang	6
2.1.1 Beton	6
2.1.2 Baja	7
2.1.3 Baja Tulangan Beton.....	7
2.1.4 Beton Bertulang	8
2.2 Bangunan Gedung Tahan Gempa	8
2.3 Peraturan Gempa Indonesia Berdasarkan SNI 1726-2002.....	9
2.3.1 Wilayah Gempa dan Respons Spektrum	10
2.3.2 Faktor Keutamaan.....	11
2.3.3 Struktur Gedung Beraturan.....	12
2.3.4 Pembatasan Waktu Getar Alami Fundamental.....	14
2.3.5 Waktu Getar Alami Fundamental.....	16
2.3.6 Lantai Tingkat Sebagai Diafragma.....	16
2.3.7 Eksentrisitas Pusat Massa terhadap Pusat Rotasi	
Lantai Tingkat	16
2.3.8 Pembatasan Penyimpangan Lateral	17
2.3.9 Kekakuan Struktur.....	18
2.3.10 Faktor Skala.....	18

2.3.11 Damping	20
2.4 Analisis Statik Ekuivalen	20
2.5 Analisis Dinamik Riwayat Waktu.....	21
2.5.1 Metode Analisis	23
2.5.2 Tipe Beban	24
2.5.3 Nilai Percepatan Puncak	24
2.5.4 Rekaman Percepatan Gempa.....	25
2.6 Gempa Susulan	28
2.7 Perangkat Lunak <i>ETABS</i>	28
 BAB III STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN	
3.1 Data Gedung	30
3.1.1 Data Struktur	30
3.1.2 Data Material.....	31
3.2 Analisis Statik Ekuivalen	31
3.2.1 Cek Waktu Getar dan Menghitung Gaya Geser.....	45
3.2.2 Menghitung Gaya-gaya Gempa Tiap Lantai (F_i).....	49
3.2.3 Analisis Statik Ekuivalen	50
3.2.4 Pembahasan.....	51
3.3 Analisis Dinamik Riwayat Waktu.....	54
3.3.1 Kurva Respon Spektrum Berdasarkan Data Gempa	54
3.3.2 Faktor Skala Gempa.....	55
3.3.3 Analisis Riwayat Waktu.....	60
3.3.4 Beban Gempa Statik Ekuivalen Berdasarkan Gaya Geser dari Analisis Riwayat Waktu	62
3.3.5 Pembahasan.....	74
3.4 Analisis Dinamik Riwayat Waktu Akibat Gempa Susulan	85
3.4.1 Pembahasan untuk Percepatan Gempa Chi-chi.....	85
3.4.2 Pembahasan untuk Percepatan Gempa El Centro	88
3.4.3 Pembahasan untuk Percepatan Gempa Friuli.....	91
3.4.4 Pembahasan untuk Percepatan Gempa Sakaria.....	95
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Kesimpulan	98
4.2 Saran.....	99
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN.....	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir Gempa Utama Penelitian Tugas Akhir	3
Gambar 1.2	Diagram Alir Gempa Susulan Penelitian Tugas Akhir	5
Gambar 2.1	Skala percepatan gempa Northridge 1994 agar sesuai dengan desain respons spectrum region dan <i>soil group</i> II (<i>Procedure for Real Earthquake Time Histories Scaling and Application to Fit Iranian Design Spectra</i>)	19
Gambar 2.2	Akselerogram Gempa El Centro 1940	26
Gambar 2.3	Akselerogram Gempa Friuli	26
Gambar 2.4	Akselerogram Gempa Sakaria	27
Gambar 2.5	Akselerogram Gempa Chi-Chi	28
Gambar 3.1	Denah Struktur	31
Gambar 3.2	Tampilan <i>New Model Initialization</i>	32
Gambar 3.3	Tampilan Pembuatan Grid	32
Gambar 3.4	<i>Input Plan Grid</i> Secara Manual	33
Gambar 3.5	Tampilan <i>Grid Data</i> Sesuai Ukuran	33
Gambar 3.6	Mendefinisikan Material	33
Gambar 3.7	<i>Input Data</i> Properti Material	34
Gambar 3.8	Mendefinisikan Jenis Balok dan Kolom	34
Gambar 3.9	<i>Input</i> Dimensi Balok Induk	35
Gambar 3.10	<i>Input</i> Dimensi Balok Anak	35
Gambar 3.11	<i>Input</i> Dimensi Balok Anak Tangga	35
Gambar 3.12	<i>Input</i> Dimensi Kolom Lantai 1-3	35
Gambar 3.13	<i>Input</i> Dimensi Kolom Lantai 4-6	36
Gambar 3.14	<i>Input</i> Dimensi Kolom Lantai 7-10	36
Gambar 3.15	<i>Reinforcement Data</i> Untuk Kolom	36
Gambar 3.16	<i>Reinforcement Data</i> Untuk Balok Induk	36
Gambar 3.17	Mendefinisikan Jenis Pelat	37
Gambar 3.18	<i>Input</i> Dimensi Ukuran Pelat Lantai	37
Gambar 3.19	<i>Input</i> Dimensi Ukuran Pelat Atap	37
Gambar 3.20	Model Struktur Gedung Tiga Dimensi	38
Gambar 3.21	Potongan Struktur Gedung	39
Gambar 3.22	Denah Lantai 1-9 Dengan Lubang Lift	40
Gambar 3.23	Denah Lantai Atap	40
Gambar 3.24	<i>Input</i> Perletakan	41
Gambar 3.25	Membuat <i>Rigid Diaphragm</i> Pada Pelat	41
Gambar 3.26	<i>Rigid Diaphragm</i> Pada Tiap Pelat	41
Gambar 3.27	Mendefinisikan <i>Static Load Case</i>	42
Gambar 3.28	<i>Input</i> Beban <i>Super Dead Load</i> Pada Pelat Atap	44
Gambar 3.29	<i>Input</i> Beban <i>Super Dead Load</i> Pada Pelat Lantai 1-9	44
Gambar 3.30	<i>Input</i> Beban <i>Live Load</i> Pada Pelat Atap	44
Gambar 3.31	<i>Input</i> Beban <i>Live Load</i> Pada Pelat Lantai 1-9	44
Gambar 3.32	<i>Input</i> Beban <i>Super Dead Load</i> Pada Balok	45
Gambar 3.33	Tampilan <i>Input</i> Kombinasi Pembebanan	45

Gambar 3.34	Respons Spektrum Wilayah 4 (SNI 1726-2002).....	47
Gambar 3.35	Gaya Gempa Tiap Lantai Arah x.....	50
Gambar 3.36	Gaya Gempa Tiap Lantai Arah y.....	51
Gambar 3.37	<i>Input file Parameter</i> Pada <i>SeismoSignal</i>	54
Gambar 3.38	Akselerogram yang Dihasilkan oleh <i>SeismoSignal</i>	55
Gambar 3.39	Hasil <i>Output Maximum Acceleration</i>	55
Gambar 3.40	Akselerogram Gempa Chi-Chi Sesuai Masing-masing Skala..	56
Gambar 3.41	Akselerogram Gempa Friuli Sesuai Masing-masing Skala.....	57
Gambar 3.42	Akselerogram Gempa El Centro Sesuai Masing-masing Skala	58
Gambar 3.43	Akselerogram Gempa Sakaria Sesuai Masing-masing Skala...	59
Gambar 3.44	<i>Time History Function Definition</i>	61
Gambar 3.45	<i>Time History Case Data</i>	61
Gambar 3.46	Gaya Geser Arah x Akibat Gempa Chi-Chi Metode A.....	62
Gambar 3.47	Gaya Geser Arah y Akibat Gempa Chi-Chi Metode A.....	62
Gambar 3.48	Gaya Geser Arah x Akibat Gempa Chi-Chi Metode B	63
Gambar 3.49	Gaya Geser Arah y Akibat Gempa Chi-Chi Metode B	63
Gambar 3.50	Gaya Geser Arah x Akibat Gempa Chi-Chi Metode C	64
Gambar 3.51	Gaya Geser Arah y Akibat Gempa Chi-Chi Metode C	64
Gambar 3.52	Gaya Geser Arah x Akibat Gempa El Centro Metode A	65
Gambar 3.53	Gaya Geser Arah y Akibat Gempa El Centro Metode A	65
Gambar 3.54	Gaya Geser Arah x Akibat Gempa El Centro Metode B.....	66
Gambar 3.55	Gaya Geser Arah y Akibat Gempa El Centro Metode B.....	66
Gambar 3.56	Gaya Geser Arah x Akibat Gempa El Centro Metode C.....	67
Gambar 3.57	Gaya Geser Arah y Akibat Gempa El Centro Metode C.....	67
Gambar 3.58	Gaya Geser Arah x Akibat Gempa Friuli Metode A.....	68
Gambar 3.59	Gaya Geser Arah y Akibat Gempa Friuli Metode A.....	68
Gambar 3.60	Gaya Geser Arah x Akibat Gempa Friuli Metode B	69
Gambar 3.61	Gaya Geser Arah y Akibat Gempa Friuli Metode B	69
Gambar 3.62	Gaya Geser Arah x Akibat Gempa Friuli Metode C	70
Gambar 3.63	Gaya Geser Arah y Akibat Gempa Friuli Metode C	70
Gambar 3.64	Gaya Geser Arah x Akibat Gempa Sakaria Metode A.....	71
Gambar 3.65	Gaya Geser Arah y Akibat Gempa Sakaria Metode A.....	71
Gambar 3.66	Gaya Geser Arah x Akibat Gempa Sakaria Metode B	72
Gambar 3.67	Gaya Geser Arah y Akibat Gempa Sakaria Metode B	72
Gambar 3.68	Gaya Geser Arah x Akibat Gempa Sakaria Metode C	73
Gambar 3.69	Gaya Geser Arah y Akibat Gempa Sakaria Metode C	73
Gambar 3.70	<i>Displacement</i> Akibat Percepatan Gempa Metode A	75
Gambar 3.71	<i>Displacement</i> Akibat Percepatan Gempa Metode B	76
Gambar 3.72	<i>Displacement</i> Akibat Percepatan Gempa Metode C	76
Gambar 3.73	<i>Story Drift</i> Batas Layan Arah x dan Arah y Metode A	77
Gambar 3.74	<i>Story Drift</i> Batas Layan Arah x dan Arah y Metode B	78
Gambar 3.75	<i>Story Drift</i> Batas Layan Arah x dan Arah y Metode C	79
Gambar 3.76	<i>Story Drift</i> Batas Ultimit Arah x dan Arah y Metode A.....	80
Gambar 3.77	<i>Story Drift</i> Batas Ultimit Arah x dan Arah y Metode B.....	81
Gambar 3.78	<i>Story Drift</i> Batas Ultimit Arah x dan Arah y Metode C.....	82
Gambar 3.79	Percepatan Gempa Chi-Chi (Utama dan Susulan)	86
Gambar 3.80	Percepatan Gempa Chi-Chi (Utama dan Susulan)	86

Gambar 3.81	Percepatan Gempa Chi-Chi (Utama dan Susulan)	87
Gambar 3.82	<i>Maximum Story Drift</i> Akibat Gempa Chi-chi Susulan 2,4 kali untuk Arah x Pada Portal 1-1 dan Arah y Pada Portal A-A ...	88
Gambar 3.83	Percepatan Gempa El Centro (Utama dan Susulan).....	89
Gambar 3.84	Percepatan Gempa El Centro (Utama dan Susulan).....	89
Gambar 3.85	Percepatan Gempa El Centro (Utama dan Susulan).....	90
Gambar 3.86	<i>Maximum Story Drift</i> Akibat Gempa El Centro Susulan 6,4 kali untuk Arah x Pada Portal 1-1 dan Arah y Pada Portal A-A	91
Gambar 3.87	Percepatan Gempa Friuli (Utama dan Susulan)	92
Gambar 3.88	Percepatan Gempa Friuli (Utama dan Susulan)	92
Gambar 3.89	Percepatan Gempa Friuli (Utama dan Susulan)	93
Gambar 3.90	<i>Maximum Story Drift</i> Akibat Gempa Friuli Susulan 6,8 kali untuk Arah x Pada Portal 1-1 dan Arah y Pada Portal A-A	94
Gambar 3.91	Percepatan Gempa Sakaria (Utama dan Susulan)	95
Gambar 3.92	Percepatan Gempa Sakaria (Utama dan Susulan)	95
Gambar 3.93	Percepatan Gempa Sakaria (Utama dan Susulan)	96
Gambar 3.94	<i>Maximum Story Drift</i> Akibat Gempa Susulan Sakaria 2,8 kali untuk Arah x Pada Portal 1-1 dan Arah y Pada Portal A-A ...	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat Mekanis Baja Struktural	7
Tabel 2.2	Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka untuk Masing-masing Wilayah Gempa Indonesia	10
Tabel 2.3	Respons Gempa Rencana	11
Tabel 2.4	Faktor Keutamaan (<i>I</i>) untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan	12
Tabel 2.5	Koefisien ζ yang Membatasi Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung	14
Tabel 2.6	Faktor Daktilitas Maksimum, Faktor Reduksi Gempa Maksimum, Faktor Tahanan Lebih Struktur dan Faktor Tahanan Lebih Total Beberapa Jenis Sistem dan Subsistem Struktur Gedung	14
Tabel 3.1	<i>Modal Participating Mass Ratio</i>	46
Tabel 3.2	<i>Center Mass Rigidity</i>	46
Tabel 3.3	Berat Struktur	47
Tabel 3.4	T-Ray Arah y	48
Tabel 3.5	T-Ray Arah x	49
Tabel 3.6	Gaya Gempa Arah y	49
Tabel 3.7	Gaya Gempa Arah x	50
Tabel 3.8	<i>Point Displacement</i>	51
Tabel 3.9	Kinerja Batas Layan Arah x	52
Tabel 3.10	Kinerja batas Layan Arah y	52
Tabel 3.11	Kinerja Batas Ultimit Arah x	53
Tabel 3.12	Kinerja Batas Ultimit Arah y	53
Tabel 3.13	Faktor Skala Tiap-tiap Percepatan Gempa	60
Tabel 3.14	Gaya Geser Dasar Maksimum Arah x	74
Tabel 3.15	Gaya Geser Dasar Maksimum Arah y	74
Tabel 3.16	<i>Roof Displacement</i> arah x	83
Tabel 3.17	<i>Roof Displacement</i> arah y	83
Tabel 3.18	<i>Maximum Story Drift</i> arah x	84
Tabel 3.19	<i>Maximum Story Drift</i> arah y	84
Table 3.20	Batas Layan Akibat Gempa Chi-chi Susulan	87
Tabel 3.21	Batas Ultimit Akibat Gempa Chi-Chi Susulan	87
Tabel 3.22	Batas Layan Akibat Gempa El Centro Susulan	90
Tabel 3.23	Batas Ultimit Akibat Gempa El Centro susulan	90
Tabel 3.24	Batas Layan Akibat Gempa Friuli susulan	93
Tabel 3.25	Batas Ultimit Akibat Gempa Friuli Susulan	93
Tabel 3.26	Batas Layan Akibat Gempa Sakaria Susulan	96
Tabel 3.27	Batas Ultimit Akibat Gempa Sakaria Susulan	96

DAFTAR NOTASI

A	Percepatan puncak Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal sebagai gempa masukan untuk analisis respons dinamik linier riwayat waktu struktur gedung
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 Respons Gempa Rencana
b	Lebar balok (mm)
C	Faktor Respons Gempa dinyatakan dalam percepaan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam Spektrum Respons Gempa Rencana
C_v	Faktor Respons Gempa vertical untuk mendapatkan beban gempa vertikal nominal statik ekuivalen pada unsure struktur gedung yang memiliki kepekaan yang tinggi terhadap beban gravitasi.
d_i	simpangan horizontal lantai tingkat i dari hasil analisis 3 dimensi struktur gedung akibat beban gempa
e_d	Eksentrisitas rencana antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung
E_c	Modulus Elastisitas beton
E_s	Modulus elastisitas baja
f_c'	Kuat tekan beton (MPa)
F_i	Beban gempa nominal statik ekuivalen lantai ke-i
F_x	Beban gempa nominal statik ekuivalen arah x
F_y	Beban gempa nominal statik ekuivalen arah y
f_y	Kuat leleh tulangan lentur yang disyaratkan, MPa

f_{ys}	Kuat leleh tulangan geser yang disyaratkan, MPa
g	Percepatan gravitasi
H	Tinggi total gedung
h_i	Tinggi lantai gedung ke- i
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.
m	Massa gedung (kg.det ² /meter)
m_{total}	Massa gedung total (kg.det ² /meter)
n	Jumlah lantai
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
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
T_1	Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan maupun tidak beraturan dinyatakan dalam detik
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 (kg)
W_i	Berat lantai tingkat ke- i
W_t	Massa gedung dikalikan gravitasi (kg)
z_i	Ketinggian lantai tingkat ke- i suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral.

Δ_s	batasan drift sesuai kinerja batas layan
Δ_m	batasan drift sesuai kinerja batas ultimit
ζ (zeta)	Koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung bergantung pada wilayah gempa
Σ (sigma)	Tanda penjumlahan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Diagram Alir Penelitian	102
-------------------	--------------------------------------	------------