

EVALUASI KINERJA BANGUNAN TINGGI DENGAN MODIFIKASI SISTEM *OUTRIGGER-TRUSS* BAJA MENGGUNAKAN ANALISIS *PUSHOVER*

Robinson Andrea Wijaya
NRP: 1521028

Pembimbing: Dr. Yosafat Aji Pranata, S.T., M.T.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara berkembang yang sedang giat-giatnya melakukan pembangunan yang mengakibatkan keterbatasan lahan. Oleh karena itu, bangunan tinggi dipilih untuk menyalahi ketersediaan lahan yang menipis. Bangunan tinggi memiliki masalah terhadap beban lateral, sehingga digunakan inovasi sistem *outrigger-truss* baja. *Outrigger-truss* adalah sistem yang menghubungkan *core wall* dengan kolom terluar. *Outrigger-truss* bekerja menahan gaya lateral sehingga dapat mengurangi momen yang terjadi pada bangunan dan dapat mengurangi defleksi yang terjadi. Pada dasarnya saat terjadi gempa besar bangunan berperilaku inelastis. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja bangunan tinggi dengan modifikasi sistem *outrigger-truss*. Evaluasi yang dapat memperkirakan kondisi inelastis bangunan saat menghadapi gempa serta menjamin kinerja gedung optimal adalah salah satunya analisis *pushover* dengan metode koefisien perpindahan yang mengacu pada FEMA-440. Gedung yang dievaluasi adalah model gedung eksisting dengan gedung modifikasi dengan adanya penambahan lantai pada sepertiga dan duapertiga tinggi gedung yang diperuntukkan untuk *outrigger-truss* dan pengurangan *volume shearwall*. Gedung dianalisis menggunakan analisis respons spektrum terlebih dahulu untuk memastikan memenuhi persyaratan SNI 1726:2012.

Hasil dari penelitian ini adalah kedua model memenuhi persyaratan dengan periode getar gedung sebelum modifikasi memiliki periode getar $T=4.800$ detik, sementara gedung sesudah modifikasi $T=4.353$ detik. Gedung sebelum modifikasi memiliki gaya geser dasar yang lebih kecil dibandingkan dengan gedung sesudah modifikasi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa gedung sebelum modifikasi memiliki kapasitas bangunan yang lebih rendah dibandingkan sesudah modifikasi. Pada titik kinerja berdasarkan metode koefisien perpindahan, didapatkan untuk arah x gedung sesudah modifikasi memiliki rasio perpindahan gedung yang lebih besar dibandingkan gedung sebelum modifikasi, namun untuk arah y gedung sesudah modifikasi memiliki rasio perpindahan gedung yang lebih kecil dibandingkan sebelum modifikasi. Kedua model gedung berperilaku elastis pasca gempa.

Kata kunci: *outrigger*, *pushover*, sendi plastis, titik kinerja

EVALUATION OF HIGH-RISE BUILDING PERFORMANCE WITH MODIFICATION OF STEEL OUTRIGGER-TRUSS SYSTEM USING PUSHOVER ANALYSIS

**Robinson Andrea Wijaya
NRP: 1521028**

Supervisor: Dr. Yosafat Aji Pranata, S.T., M.T.

ABSTRACT

Indonesia is a country that currently active in construction such as building construction, infrastructure construction and else, which will cause land scarcity. Therefore, innovation of high-rise building is considered as a solve of land scarcity. High-rise building is susceptible to lateral load, so that steel outrigger-truss is selected as one of lateral load resisting system. Outrigger-truss act as arms who engage outer columns and core wall. It also reduce overturning moment and lateral deflection of the building. Basically, while facing a big earthquake, the structure of a building behaved inelastic.

The goal of this research is to evaluate high-rise building performance with modification of outrigger-truss system . Pushover is an analysis that able to estimate and ensure that structure of a building works properly by using displacement coefficient method in accordance to FEMA-440. The analysis is performed on an existing building without any modification, and the other one is the building with modification by adding two-storeys at one-third and two-third heights, and by reducing volume of its shearwall. Both models are evaluated using dynamic response spectrum analysis to ensure that both models fullfill Seismic Building Design Code (SNI 1726:2012).

The result of this research is both of the building fulfilled the seismic code. The fundamental period of the unmodified model is $T=4.800s$ and for the modified model is $T=4.353s$. The unmodified model has smaller base shear than the modified model. The capacity curves of pushover analysis indicate that the unmodified model has smaller capacity compared with the modified model. The performance point which is determined by using displacement coefficient method of FEMA-440 indicates that the modified model has a bigger interstorydrift than the unmodified model for the x-direction, somehow for the y-direction, the modified model has a smaller interstorydrift than the unmodified model. Nevertheless, none of building models is behaved inelastic.

Keywords: outrigger, pushover, hinges, performance point

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	ii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iii
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	iv
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Sistematika Penulisan	4
BAB II STUDI LITERATUR	6
2.1 Gempa Bumi	6
2.2 Bangunan Tinggi	7
2.3 Bangunan Beton Bertulang	8
2.3.1 Beton	8
2.3.2 Beton Bertulang	8
2.3.3 Komponen Struktur Beton Bertulang	9
2.4 Bangunan Tahan Gempa	10
2.5 Sistem Ganda Rangka Beton Bertulang dengan Dinding Geser	11
2.6 Pembebanan	12
2.6.1 Beban Mati	13
2.6.2 Beban Hidup	13
2.6.3 Beban Gempa	14
2.6.4 Kombinasi Pembebanan	18
2.7 Analisis Respons Spektrum	19
2.7.1 Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektrum	20
2.7.2 Parameter Percepatan Desain	21
2.7.3 Prosedur Pembuatan Spektrum Desain	22
2.7.4 Kategori Desain Seismik	23
2.7.5 Pemilihan Sistem Struktur	24
2.7.6 Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen	25
2.7.7 Simpangan Antar Tingkat	28
2.7.8 P-Delta	29
2.8 Analisis Dua Tahap	29
2.9 Perencanaan Berbasis Kinerja	30
2.10 Analisis <i>Pushover</i>	32
2.10.1 Definisi Umum	32

2.10.2 Tahapan Utama dalam Analisis <i>Pushover</i>	33
2.10.3 Waktu Getar Alami Efektif	35
2.10.4 Target Perpindahan	36
2.11 Sistem <i>Outrigger-truss</i>	40
2.11.1 Definisi Umum	40
2.11.2 Karakteristik	41
2.11.3 Lokasi Optimum <i>Outrigger-Truss</i>	43
2.11.4 Penyambungan <i>Outrigger-Truss</i>	44
BAB III METODE PENELITIAN	48
3.1 Diagram Alir Penelitian	48
3.2 Data Bangunan Gedung	48
3.3 Data Struktur	51
3.5.1 Data Material	51
3.5.2 Komponen Struktur	52
3.4 Pembebanan	54
3.4.1 Beban Mati	54
3.4.2 Beban Hidup	55
3.4.3 Beban Gempa	55
3.4.4 Kombinasi Pembebanan	57
3.5 Pemodelan Struktur	58
3.5.1 Struktur Gedung Tanpa <i>Outrigger-Truss</i>	58
3.5.2 Struktur Gedung Dengan Modifikasi <i>Outrigger-Truss</i>	78
3.5.3 Pengecekan Analisis Dua Tahap	82
BAB IV ANALISIS DATA	84
4.1 Analisis Dinamis Respons Spektrum Gedung Tanpa <i>Outrigger-truss</i>	84
4.1.1 Analisis Partisipasi Massa Ragam	84
4.1.2 <i>Mode Shape</i>	85
4.1.3 Periode Getar	85
4.1.4 <i>Base Shear</i>	86
4.1.5 Gaya Gempa Antar Tingkat	89
4.1.6 Kontrol Skala Gaya Gempa	94
4.1.7 Simpangan Antar Tingkat	99
4.1.8 P-Delta	103
4.1.9 Kontrol Sistem Ganda	107
4.2 Analisis Dinamis Respons Spektrum Gedung dengan Modifikasi Sistem <i>Outrigger-truss</i>	107
4.2.1 Analisis Partisipasi Massa Ragam	107
4.2.2 <i>Mode Shape</i>	108
4.2.3 Periode Getar	109
4.2.4 <i>Base Shear</i>	110
4.2.5 Gaya Gempa Antar Tingkat	113
4.2.6 Kontrol Skala Gaya Gempa	118
4.2.7 Simpangan Antar Tingkat	120
4.2.8 P-Delta	125
4.2.9 Kontrol Sistem Ganda	129
4.3 Evaluasi Kinerja Gedung Tanpa <i>Outrigger-truss</i>	130
4.3.1 Waktu Getar Alami	130
4.3.2 Metode Koefisien Perpindahan	132

4.4 Evaluasi Kinerja Gedung dengan Modifikasi <i>Outrigger-truss</i>	136
4.4.1 Waktu Getar Alami	136
4.4.2 Metode Koefisien Perpindahan	138
4.5 Pembahasan	142
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	147
5.1 Kesimpulan	147
5.2 Saran	148
DAFTAR PUSTAKA	149
LAMPIRAN	151



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Pembangunan Vertikal di Pusat Kota	1
Gambar 1.2	Gedung <i>Thamrin Nine</i> di Jakarta	2
Gambar 1.3	Gedung <i>Cheung Kong Center</i> di Hong Kong(Kanan)	2
Gambar 1.4	Bangunan Tinggi di Jakarta serta Pemodelan	3
Gambar 2.1	Burj Khalifa (828m) di Dubai	7
Gambar 2.2	Ilustrasi Beton Bertulang	9
Gambar 2.3	Struktur Rangka Penahan Momen dan Dinding Geser	12
Gambar 2.4	S_s , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R)	14
Gambar 2.5	S_1 , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_G),	15
Gambar 2.6	Respons Spektrum Desain	23
Gambar 2.7	Ilustrasi Struktur dengan Bagian Atas dan Bagian Bawah	30
Gambar 2.8	Ilustrasi <i>Pushover</i>	32
Gambar 2.9	Tahapan Perilaku Leleh Sendi Plastis	34
Gambar 2.10	Parameter Waktu Getar Fundamental Efektif dari Kurva <i>Pushover</i>	36
Gambar 2.11	Hubungan Gaya Geser-Perpindahan	40
Gambar 2.12	<i>Samoan Outrigger Canoe Model</i>	40
Gambar 2.13	<i>Tall Building with Convetional Outrigger-Truss System</i>	42
Gambar 2.14	Perilaku <i>Outrigger-Truss System</i>	42
Gambar 2.15	Posisi Optimum <i>Outrigger-truss</i>	43
Gambar 2.16	Penyambungan <i>Outrigger-truss</i> dengan <i>Gusset Plate</i> .	44
Gambar 2.17	Penyambungan <i>Outrigger-truss</i> dengan <i>Embedded Plates and Deformed Bar Anchors</i> .	45
Gambar 2.18	Lokasi Sambungan <i>Outrigger-Truss</i>	45
Gambar 2.19	Konstruksi Pemasangan Sambungan	46
Gambar 2.20	<i>Truss</i> yang Tersambung dengan Sambungan	46
Gambar 2.21	Ilustrasi Joint pada <i>Pin-fused Frame</i>	47
Gambar 2.22	Sambungan <i>Outrigger-Truss</i> dengan Konsep <i>Pin-fused Frame</i>	47
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	48
Gambar 3.2	Denah Struktur <i>Basement</i>	49
Gambar 3.3	Denah Struktur Podium	49
Gambar 3.4	Denah Struktur <i>Tower A</i> dan <i>B</i>	50
Gambar 3.5	Denah Struktur <i>Mezzanine Tower A</i> dan <i>B</i>	50
Gambar 3.6	Detail Bangunan <i>Grid B</i> Tanpa <i>Outrigger-truss</i> dan Modifikasi dengan <i>Outrigger-truss</i>	51
Gambar 3.7	Bangunan Berada di Jakarta	55
Gambar 3.8	Parameter-parameter serta Respon Spektrum Kota Jakarta	56
Gambar 3.9	Memilih Satuan yang Digunakan	58
Gambar 3.10	Tampilan <i>Grid X</i> dan <i>Y</i>	58
Gambar 3.11	Tampilan <i>Input Story Data</i>	59
Gambar 3.12	Material yang Digunakan	59
Gambar 3.13	Tampilan Membuat <i>Frame Sections</i> .	60
Gambar 3.14	<i>Input Data</i> Penampang	60

Gambar 3.15	<i>Input Faktor Reduksi Kekakuan</i>	60
Gambar 3.16	Tampilan Membuat <i>Slab Sections</i>	61
Gambar 3.17	<i>Input Mutu Material yang Digunakan</i>	61
Gambar 3.18	<i>Input Faktor Reduksi Pelat</i>	61
Gambar 3.19	Tampilan Membuat <i>Wall Sections</i>	62
Gambar 3.20	<i>Input Data Shear Wall</i>	62
Gambar 3.21	<i>Input Pola Beban yang Digunakan</i>	63
Gambar 3.22	<i>Input Nilai Mass Source</i>	63
Gambar 3.23	Tampilan <i>Quick Draw Columns</i>	64
Gambar 3.24	Tampilan Kolom yang Telah Tergambar	64
Gambar 3.25	Tampilan <i>Draw Beam/Column/Brace</i>	65
Gambar 3.26	Tampilan <i>Beams</i> yang Telah Tergambar	65
Gambar 3.27	Tampilan <i>Draw Floor/Wall</i>	66
Gambar 3.28	Tampilan <i>Floor</i> yang Telah Tergambar	66
Gambar 3.29	Tampilan <i>Draw Walls</i>	67
Gambar 3.30	Tampilan Dinding Geser yang Telah Tergambar	67
Gambar 3.31	Tampilan Gedung 3D yang Telah Tergambar	68
Gambar 3.32	Tampilan <i>Uniform Load Sets</i>	68
Gambar 3.33	<i>Input Beban SDL</i>	69
Gambar 3.34	<i>Input Beban LL</i>	69
Gambar 3.35	Tampilan <i>Distributed Frame Loads</i>	69
Gambar 3.36	Peng- <i>input-an</i> Beban Dinding	70
Gambar 3.37	Beban Dinding pada Gedung	70
Gambar 3.38	Tampilan <i>Response Spectrum</i>	71
Gambar 3.39	<i>Input S_{DS} dan S₁ untuk Respons Spektrum</i>	71
Gambar 3.40	Tampilan <i>Load Cases</i>	71
Gambar 3.41	<i>Input Faktor Skala Gempa Arah X</i>	72
Gambar 3.42	<i>Input Faktor Skala Gempa Arah Y</i>	72
Gambar 3.43	<i>Input Load Cases untuk Analisis Pushover</i>	73
Gambar 3.44	<i>Pushover Case</i> Arah X dengan Beban Gravitasi	73
Gambar 3.45	<i>Pushover Case</i> Arah X dengan Beban Akselerasi	73
Gambar 3.46	<i>Input Kombinasi Pembebanan</i>	74
Gambar 3.47	Tampilan <i>Hinges</i>	74
Gambar 3.48	Peng- <i>input-an</i> Lokasi <i>Hinges</i> untuk Balok	75
Gambar 3.49	Peng- <i>input-an</i> Lokasi <i>Hinges</i> untuk Kolom	75
Gambar 3.50	Tampilan <i>Wall Hinge</i>	75
Gambar 3.51	Peng- <i>input-an Hinge</i> untuk <i>Wall</i>	76
Gambar 3.52	<i>Run Analysis</i>	76
Gambar 3.53	Hasil Desain oleh ETABS	77
Gambar 3.54	Setelan <i>Load Cases to Run</i>	77
Gambar 3.55	Data Penampang <i>Outrigger-Truss</i>	78
Gambar 3.56	<i>Insert Story</i> untuk <i>Outrigger-Truss</i>	78
Gambar 3.57	Tampilan Gedung dengan Modifikasi Penambahan Lantai	79
Gambar 3.58	Modifikasi Penambahan Lantai dan <i>Outrigger-Truss</i>	79
Gambar 3.59	Denah <i>Outrigger-Truss Tower A</i>	80
Gambar 3.60	Denah <i>Outrigger-Truss Tower B</i>	80
Gambar 3.61	<i>Wall Properties</i> setelah Pengurangan Dimensi	80
Gambar 3.62	Peng- <i>input-an Hinges</i> untuk <i>Outrigger-Truss</i>	81

Gambar 3.63	<i>Run Analysis</i>	81
Gambar 3.64	Hasil Desain oleh ETABS	81
Gambar 3.65	Setelan <i>Pushover Cases to Run</i>	82
Gambar 3.66	Pemodelan <i>Tower A</i> dan <i>Tower B</i> Secara Terpisah	82
Gambar 4.1	Persyaratan $V_{\text{dinamik}} > 0.85V_{\text{statik}}$ (Arah X)	96
Gambar 4.2	Persyaratan $V_{\text{dinamik}} > 0.85V_{\text{statik}}$ (Arah Y)	96
Gambar 4.3	Persyaratan $V_{\text{dinamik}} > 0.85V_{\text{statik}}$ Setelah Perbesaran (Arah X)	99
Gambar 4.4	Persyaratan $V_{\text{dinamik}} > 0.85V_{\text{statik}}$ Setelah Perbesaran (Arah Y)	99
Gambar 4.5	Persyaratan $V_{\text{dinamik}} > 0.85V_{\text{statik}}$ (Arah X)	120
Gambar 4.6	Persyaratan $V_{\text{dinamik}} > 0.85V_{\text{statik}}$ (Arah Y)	120
Gambar 4.7	Kurva <i>Bilinear Pushover</i> Arah X	130
Gambar 4.8	Kurva <i>Bilinear Pushover</i> Arah X	131
Gambar 4.9	Kurva <i>Bilinear Pushover</i> Arah X	136
Gambar 4.10	Kurva <i>Bilinear Pushover</i> Arah Y	137
Gambar 4.11	Posisi Balok yang Mengalami IO	142
Gambar 4.12	Kurva <i>Base Shear-Roof Displacement</i> Arah X	143
Gambar 4.13	Kurva <i>Base Shear-Roof Displacement</i> Arah Y	143
Gambar 4.14	<i>Maximum Story Displacement</i> Arah X (Kiri); Arah Y (Kanan)	144



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Macam-Macam Beban pada Struktur Bangunan	13
Tabel 2.2	Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum, L_0 , dan Beban Hidup Terpusat Minimum	13
Tabel 2.3	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa	15
Tabel 2.4	Faktor Keutamaan Gempa	17
Tabel 2.5	Klasifikasi Situs	17
Tabel 2.6	Kombinasi Pembebanan	18
Tabel 2.7	Koefisien Situs, F_a	21
Tabel 2.8	Koefisien Situs, F_v	21
Tabel 2.9	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	23
Tabel 2.10	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	23
Tabel 2.11	Faktor R , C_d , Ω_0 , untuk Sistem Penahan Gaya Gempa	24
Tabel 2.12	Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	27
Tabel 2.13	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	27
Tabel 2.14	Simpangan Antar Lantai Izin, Δa	28
Tabel 2.15	Tingkat Kerusakan Bangunan	31
Tabel 2.16	Batas Perpindahan	31
Tabel 2.17	Nilai koefisien C_0	38
Tabel 2.18	Nilai <i>Effective Mass Factor</i>	38
Tabel 3.1	Komponen Struktur Kolom	52
Tabel 3.2	Komponen Struktur Balok	53
Tabel 3.3	Komponen Struktur Dinding Geser	53
Tabel 3.4	Kombinasi Pembebanan	57
Tabel 3.5	Periode <i>Tower A</i> dan <i>Tower B</i>	83
Tabel 4.1	Partisipasi Massa Ragam Bangunan Tinggi di Jakarta	84
Tabel 4.2	<i>Mode Shape</i> Bangunan Tinggi di Jakarta	85
Tabel 4.3	Periode Getar Bangunan Tinggi di Jakarta	85
Tabel 4.4	Perbandingan Periode Getar T_{min} , $T_{bangunan}$, T_{max}	86
Tabel 4.5	Berat Struktur Bangunan Tinggi di Jakarta	86
Tabel 4.6	Gaya Geser Statik Antar Tingkat Arah X Bangunan Tinggi di Jakarta	90
Tabel 4.7	Gaya Geser Statik Antar Tingkat Arah Y Bangunan Tinggi di Jakarta	91
Tabel 4.8	Gaya Gempa Dinamik Bangunan Tinggi di Jakarta	93
Tabel 4.9	Pengecekan Persyaratan $V_{dinamik}$ dengan $0,85V_{statik}$	94
Tabel 4.10	Faktor Skala	97
Tabel 4.11	Pengecekan Persyaratan $V_{dinamik}$ dengan $0,85V_{statik}$ Setelah Perbesaran	97
Tabel 4.12	Persyaratan Simpangan Antar Tingkat Arah X	100
Tabel 4.13	Persyaratan Simpangan Antar Tingkat Arah Y	102
Tabel 4.14	Persyaratan P-Delta Arah X	104
Tabel 4.15	Persyaratan P-Delta Arah Y	105

Tabel 4.16	Persentase Gaya Lateral	107
Tabel 4.17	Partisipasi Massa Ragam Bangunan Tinggi di Jakarta	108
Tabel 4.18	<i>Mode Shape</i> Bangunan Tinggi di Jakarta	109
Tabel 4.19	Periode Getar Bangunan Tinggi di Jakarta	109
Tabel 4.20	Perbandingan Periode Getar T_{min} , $T_{bangunan}$, T_{max}	110
Tabel 4.21	Berat Struktur Bangunan Tinggi di Jakarta	110
Tabel 4.22	Gaya Geser Statik Antar Tingkat Arah X Bangunan Tinggi di Jakarta	113
Tabel 4.23	Gaya Geser Statik Antar Tingkat Arah Y Bangunan Tinggi di Jakarta	115
Tabel 4.24	Gaya Gempa Dinamik Bangunan Tinggi di Jakarta	116
Tabel 4.25	Pengecekan Persyaratan $V_{dinamik}$ dengan $0,85V_{statik}$	118
Tabel 4.26	Persyaratan Simpangan Antar Tingkat Arah X	121
Tabel 4.27	Persyaratan Simpangan Antar Tingkat Arah Y	123
Tabel 4.28	Persyaratan P-Delta Arah X	125
Tabel 4.29	Persyaratan P-Delta Arah Y	127
Tabel 4.30	Persentase Gaya Lateral	130
Tabel 4.31	Hubungan Gaya Geser dan Perpindahan Arah X	133
Tabel 4.32	Hubungan Gaya Geser dan Perpindahan Arah Y	135
Tabel 4.33	Hubungan Gaya Geser dan Perpindahan Arah X	139
Tabel 4.34	Hubungan Gaya Geser dan Perpindahan Arah Y	141
Tabel 4.35	Perbedaan Volume Beton	142
Tabel 4.36	Perhitungan Rasio Perpindahan Gedung	145
Tabel 4.37	Perbandingan Kekakuan	145
Tabel 4.38	Perbandingan Kekuatan Metode Respons Spektrum	145
Tabel 4.39	Perbandingan Kekuatan Metode <i>Pushover</i> pada Titik Kinerja	146

DAFTAR NOTASI

C_0	Koefisien faktor bentuk, untuk merubah perpindahan spektral menjadi perpindahan atap
C_1	Koefisien faktor modifikasi yang berhubungan dengan perpindahan inelastis maksimum dengan perpindahan
C_2	Koefisien faktor modifikasi yang memperhitungkan efek <i>pinch</i> , degradasi kekakuan dan kekuatan dari hubungan beban-deformasi
C_3	Koefisien faktor modifikasi yang memperhitungkan perbesaran perpindahan akibat efek P-Delta
C_d	Faktor amplifikasi defleksi
C_m	<i>Effective mass factor</i>
C_s	Koefisien respons seismik
C_{vx}	Faktor distribusi vertikal
D	Pengaruh dari beban mati
D	Perpindahan titik acuan pada atap
E	Pengaruh beban gempa
E_h	Pengaruh gaya gempa horizontal
E_v	Pengaruh gaya gempa vertikal
F_a	Koefisien situs untuk periode pendek pada periode 0,2 detik
F_v	Koefisien situs untuk periode panjang pada periode 1,0 detik
F_i, F_x	Bagian dari gaya geser dasar, V, pada tingkat i atau x
g	Percepatan gravitasi, dinyatakan dalam meter per detik kuadrat
H	Tebal lapisan tanah
h	Tinggi rata-rata struktur diukur dari dasar hingga <i>level</i> atap
h_i, h_x	Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x
h_{sx}	Tinggi tingkat di bawah tingkat x
I_e	Faktor keutamaan gempa
K_e	Kekakuan efektif bangunan
K_i	Kekakuan lateral elastis awal bangunan
k	Eksponen yang terkait dengan periode struktur
L	Pengaruh dari beban hidup
L_0	Beban hidup terdistribusi merata minimum
MCE	Gempa tertimbang maksimum
MCE_G	Nilai tengah geometri gempa tertimbang maksimum
N	Tahanan penetrasi standar
\tilde{N}_{ch}	Tahanan penetrasi standar rata-rata tanah non kohesif dalam lapisan 30m paling atas
PI	Indeks plastisitas tanah
P_x	Total beban rencana vertikal tidak terfaktor pada dan di atas tingkat x
Q_e	Pengaruh gaya gempa horizontal
R	Beban air hujan
R	Koefisien modifikasi respons
R	<i>Strength ratio</i>
R_{max}	Batas nilai maksimum <i>strength ratio</i>
S_a	Parameter percepatan respons spektral spesifik situs pada periode tertentu

S_s	Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek
S_1	Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik
S_{DS}	Parameter percepatan respons spektral pada periode pendek, redaman 5 persen
S_{D1}	Parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik, redaman 5 persen
S_{MS}	Parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
S_{M1}	Parameter percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
S_u	Kuat geser niralir
\tilde{S}_u	Kuat geser niralir rata-rata di dalam lapisan 30m paling atas.
T	Periode fundamental bangunan
TB	Tidak dibatasi
TI	Tidak diizinkan
T_0	$0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
T_e	Periode fundamental efektif
T_i	Periode fundamental pada waktu elastis
T_s	$\frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
V	Geser desain total di dasar struktur dalam arah yang ditinjau
V_d	Total gaya (geser) dinamis
V_s	Total gaya (geser) lateral seismik
V_t	Nilai desain dari gaya geser dasar akibat gempa
V_y	Kuat leleh bangunan
V_x	Geser gempa desain di tingkat x
\tilde{V}_s	Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada regangan geser yang kecil, di dalam lapisan 30m teratas
W	Beban akibat angin
W	Berat seismik efektif bangunan
w	Kadar air tanah
w_i	Tributari berat sampai tingkat i
w_x	Bagian dari berat seismik efektif struktur, w, di tingkat x
x	Tingkat yang sedang ditinjau, 1 menandakan tingkat pertama setelah lantai dasar
α	Rasio kekakuan pasca leleh terhadap kekakuan elastik efektif, di mana hubungan gaya lendutan diidealisasikan sebagai kurva <i>bilinear</i>
Δ	Simpangan antar lantai tingkat desain
Δ_a	Simpangan antar lantai yang diizinkan
Δ_{roof}	Perpindahan pada atap
δ_{max}	Perpindahan maksimum di tingkat x
δ_T	Target perpindahan
δ_x	Defleksi pusat massa di tingkat x
δ_{xe}	Defleksi pada lokasi yang disyaratkan yang ditentukan dengan analisis elastis
θ	Koefisien stabilitas untuk pengaruh P- Δ

ρ Faktor redundansi struktur
 Ω_0 Faktor kuat lebih sistem



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1	Pemodelan Struktur Perangkat Lunak	151
Lampiran L.2	Tabel Profil Baja <i>Wide Flange</i>	152
Lampiran L.3	<i>Excel</i> Contoh Perhitungan Kebutuhan Tulangan Elemen Gedung	153
Lampiran L.4	<i>Excel</i> Perhitungan Kapasitas Penampang <i>Outrigger-Truss</i>	161
Lampiran L.5	Penyambungan <i>Outrigger-Truss</i>	164

