

Universitas Katolik Santo Thomas

Repositori Unika Santo Thomas

<http://eprints.ust.ac.id>

Fakultas Teknik (FT)
Program Studi Teknik Sipil

Undergraduate Papers

Surbakti, Arie Sempana

2023

Evaluasi Kinerja pada Bangunan Bertingkat 6 Lantai dengan Metode Performance Based Design (studi literatur)

<http://eprints.ust.ac.id/id/eprint/101>

Downloaded from Repositori Institusi UST, Universitas Katolik Santo Thomas

**EVALUASI KINERJA PADA BANGUNAN BERTINGKAT 6
LANTAI DENGAN METODE *PERFORMANCE BASED DESIGN*
(Studi Kasus)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Rekayasa Struktur)**

Disusun oleh :

ARIE SEMPANA SURBAKTI

160310012



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS
MEDAN
2023**

ABSTRAK

Indonesia sering sekali diguncang gempa bumi karena berada di jalur gempa pasifik (*Circum Pasific Earthquake Belt*) dan jalur gempa Asia (*Trans Asiatic Earthquake Belt*. Saat terjadi gempa diharapkan bangunan mampu menerima gaya gempa pada level tertentu tanpa terjadi kerusakan yang signifikan pada strukturnya.

Metode *Direct Displacement Based Design* (DDBD) merupakan metode baru dalam perhitungan struktur bangunan terhadap gempa berbasis kinerja (*perfomance based design*). Pada kajian ini digunakan gedung perkantoran yang berlokasi di Medan untuk di evaluasi pada target kinerja *Life Safety* (ATC-40). Analisis dilaksanakan dengan bantuan software ETABS untuk mengetahui gaya-gaya dalam elemen struktur dan mengetahui perilaku struktur dengan menggunakan analisis non-linear pushover. Sedangkan untuk perbandingan respon gempa dilakukan dengan metode DDBD dan SNI 1726:2019 sebagai pedoman peraturan.

Hasil evaluasi gedung perkantoran dengan kelas situs Tanah Sedang (SD) didapat tingkat kinerja untuk arah X adalah 0,024 dan arah Y adalah 0,015, yang dimana batasan nilai *life safety* adalah 0,02. Sehingga dapat disimpulkan untuk arah X bangunan sudah melebihi batasan nilai untuk *life safety*, sedangkan arah Y memenuhi target kinerja. Lalu penulis melakukan *Trial and Error* dengan cara mengecek kembali kinerja bangunan jika diperkecil nya Respon Spektrum dengan cara memakai kelas situs Tanah Keras (SC) dan didapat tingkat kinerja 0,0179 untuk arah X dan 0,0123 untuk arah Y dan dapat disimpulkan bangunan memenuhi level kinerja *life safety*. Dari hasil perbandingan antara parameter – parameter hasil analisis dengan tabel faktor R , Ω , dan C_d yang ada di SNI 1726:2019, dapat disimpulkan klasifikasi struktur masuk dalam kategori Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Kata Kunci : *perfomance based seismic design*, respon spektrum, *direct displacement based design*.

ABSTRACT

Indonesia is frequently shaken by earthquakes because it is in the Pacific earthquake belt (Circum Pacific Earthquake Belt) and the Asian earthquake belt (Trans Asiatic Earthquake Belt). When an earthquake occurs, it is hoped that buildings will be able to accept seismic forces at a certain level without causing significant damage to the structure.

The Direct Displacement Based Design (DDBD) method is a new method for calculating performance based design for building structures against earthquakes. In this study, an office building located in Medan was used to evaluate the Life Safety performance target (ATC-40). The analysis was carried out with the help of ETABS software to determine the forces in the structural elements and to determine the behavior of the structure using non-linear pushover analysis. Whereas the comparison of earthquake response was carried out using the DDBD method and SNI 1726: 2019 as a regulatory guideline.

The results of the evaluation of office buildings with the Medium Land (SD) site class obtained the performance level for the X direction is 0.024 and the Y direction is 0.015, where the life safety value limit is 0.02. So it can be concluded that for the X direction the building has exceeded the value limit for life safety, while the Y direction meets the performance target. Then the authors conducted a Trial and Error by checking the performance of the building again if the Spectrum Response was reduced by using the Hard Soil (SC) site class and obtained a performance level of 0.0179 for the X direction and 0.0123 for the Y direction and it can be concluded that the building meets the level life safety performance. From the results of the comparison between the parameters of the analysis results with the R , Ω , and C_d factor tables in SNI 1726: 2019, it can be concluded that the classification of structures falls into the category of Special Moment Resisting Frame Systems (SRPMK).

Keywords: performance based seismic design, spectrum response, direct displacement based design.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Evaluasi Kinerja Pada Bangunan Bertingkat 6 lantai Dengan Metode *Performance Based Design* ”**.

Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi persyaratan dalam menempuh Ujian Sarjana teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak berupa dukungan moril, material, spritual maupun dari segi administrasi. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan. Oleh karena itu penulis dengan segala kerendahan hati menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir.Oloan Sitohang, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
2. Bapak Ir.Samsuardi Batubara, MT. Selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan sekaligus dosen pembimbing.
3. Bapak Reynaldo Siahaan, ST,M.Eng. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan dosen Pembimbing Akademik angkatan 2016 studi Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
4. Bapak Ir.Martius Ginting, M.T.Si. Selaku Dosen Pembimbing yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir.Simon Dertha Tarigan, MT. Selaku Koordinator Tugas Akhir sekaligus Dosen Pembimbing.
6. Bapak Ir. Binsar Silitonga., M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir saya.
7. Terhusus kepada yang tercinta kedua orang tua saya Ayah Alm. Drs. Aneka Warna Surbakti dan Ibu Rina Dingin Br. Sembiring yang selalu membimbing, mendoakan, memotivasi, memenuhi semua kebutuhan selama masa perkuliahan dan selalu mengharapakan hal baik untuk anak nya .

8. Buat kakak – kakak saya, Endah Ametha Br. Surbakti dan Anita Sonia Br.Surbakti S.Pd., yang membantu saya untuk menyelesaikan tugas akhir saya dan selalu mendukung serta mendoakan saya.
9. Teman-teman angkatan 2016 Program Studi Teknik Sipil yang telah berjuang bersama-sama menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas. Dan secara khusus buat teman terdekat saya semenjak di bangku kuliah dan selalu bersama-sama saya juga untuk saling mendukung hingga dalam proses menyelesaikan tugas akhir Beatrix Zebua, Roni J. Sianturi, Wira I. C. Zebua, Nelly I. Sembiring, Irvan R.N. Sihombing, Imanuel L. Zega, dan Nelson Laia. Semoga Tugas Akhir ini menjadi awal bagi penulis untuk menjadi pembelajaran nantinya dan dapat bermanfaat bagi kita semua terutama dalam bidang Teknik Sipil.
10. Alumni, Abang/kakak kelas dan adik-adik kelas serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas, Medan.
11. Serta pihak-pihak lain yang turut serta membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak bisa satu persatu disebutkan namanya.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melimpahkan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah banyak memberikan saran sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Medan, 20 Januari 2023

Arie Sempana Surbakti

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	7
I.3 Batasan Masalah	7
I.4 Tujuan Penelitian	8
I.5 Metodologi Penelitian	8
I.6 Deskripsi Model Struktur.....	9
I.7 Penyelidikan Geoteknik Lokasi Struktur	13
I.8 Sistematika Pengerjaan	15
BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN	16
II.1 Umum	16
II.2 Teori Lempeng	16
II.3 Gempa Bumi	18
II.4 Jenis dan Perilaku Struktur.....	19
II.4.1 Kriteria Desain	20
II.5 Analisa Dinamis Struktur Gedung	25
II.5.1 Single Degree of Freedom (SDOF).....	26
II.5.2 Analisa Non-Linier Pushover.....	27
II.5.3 Sendi Plastis	29
II.5.4 Target Perpindahan	30
II.5.5 Kurva Kapasitas Spektrum.....	31
II.5.6 Demand Spectrum	33
II.5.7 Kinerja (Performance).....	35
II.5.8 Korelasi Kinerja Struktur dan Kerusakan Bangunan	39
II.5.9 Metode DDBD (<i>Direct Displacement Based Design</i>)	42

II.5.10 Konsep DDBD Untuk Sistem Rangka	46
II.5.10.1 Desain Perpindahan Tingkat	46
II.5.10.2 Desain Perpindahan SDOF yang Setara (Ekuivalen)	47
II.5.10.3 Massa Efektif.....	47
II.5.10.4 Tinggi Efektif.....	48
II.5.10.5 Desain Daktilitas Perpindahan (Displacement Ductility).....	48
II.5.10.6 Redaman Viscous Ekuivalen (Equivalent Viscous Damping)	49
II.5.10.7 Periode Efektif	49
II.5.10.8 Kekakuan Efektif	51
II.5.10.9 Gaya Geser Dasar	51
II.5.10.10 Distribusi Gaya Geser Dasar DDBD	51
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	52
III.1 Umum.....	52
III.2 Desain Struktur	52
III.3 Klasifikasi Situs	57
III.4 Pembebanan Struktur	60
III.4.1 Beban Mati.....	60
III.4.2 Beban Hidup	61
III.4.3 Respon Gempa Elastis.....	61
III.5 Menentukan Sistem Struktur Terhadap Tingkat Resiko Gempa....	68
III.6 Berat Seismik Efektif	69
III.7 Desain Gaya Geser Dasar.....	75
III.7.1 Profil Perpindahan Rencana.....	75
III.7.2 Desain Perpindahan SDOF	76
III.7.3 Tinggi Efektif.....	76
III.7.4 Massa Efektif	77
III.7.5 Redaman efektif ekuivalen	77
III.7.6 Periode efektif	79
III.7.7 Kekakuan efektif	83

III.7.7 Gaa Geser Dasar	84
III.8 Kombinasi Pembebanan Gempa	85
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	87
IV.1 Data Gedung	87
IV.2 Pemodelan dan Pembebanan Struktur	92
IV.2.1 Pemodelan Struktur.....	92
IV.2.2 Pembebanan Struktur	94
IV.2.2.1 Beban Mati Tambahan Pada Pelat	94
IV.2.2.2 Beban Hidup pada Pelat	96
IV.2.2.3 Pembebanan Gempa Respon Spektrum	99
IV.3 Hasil Analisis Struktur	99
IV.3.1 Kontrol Partisipasi Massa	99
IV.3.2 Hasil Gaya Dalam Balok dan Kolom.....	100
IV.4 Analisis dan Perancangan Tulangan untuk Balok dan Kolom	101
IV.4.1 Perancangan dan Analisis Tulangan Balok	102
IV.4.1.1 Cek Syarat Kontrol Dimensi Balok	101
IV.4.1.2 Perhitungan Tulangan Longitudinal (Momen Lentur)	103
IV.4.1.3 Perhitungan Penulangan Transversal Geser.....	113
IV.4.2 Perancangan dan Analisis Tulangan Kolom	119
IV.4.2.1 Cek Syarat Kontrol Dimensi Kolom	119
IV.4.2.2 Penulangan Longitudinal Kolom	120
IV.4.2.2 Penulangan Longitudinal Kolom	123
IV.5 Evaluasi Kinerja Struktur	128
IV.5.1 Evaluasi Kinerja Struktur Sesuai Perhitungan.....	128
IV.5.2 Kurva Kapasitas Arah X.....	128
IV.5.3 Kurva Kapasitas Arah Y.....	132
IV.5.4 Rekap Perhitungan.....	137
IV.5.5 Perbandingan <i>drift</i> dan <i>displacement</i>	136
IV.5.6 Idealisasi Respon Struktur dengan SNI 1726:2019	141
IV.6 Perbandingan Gaya Geser Dasar Respon Spektrum, DDBD (<i>Life Safety</i>), dan Pushover (<i>Limit</i>)	143

IV.7 <i>Trial and Error</i> Respon Spektrum	144
IV.8 Rekapitulasi Hasil Analisa	148
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	153
V.1 Kesimpulan	153
V.2 Saran	154
DAFTAR PUSTAKA.....	155
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Titik Pusat Gempa Bumi di Indonesia (1902 – 2019).....	2
Gambar I.2	Metode Spektrum Kapasitas (<i>Capacity Spectrum Method</i>)	5
Gambar I.3	Denah Lantai <i>Mezzanine</i>	10
Gambar I.4	Denah Lantai 2	11
Gambar I.5	Denah Lantai 3 – 5	12
Gambar I.6	Denah Lantai 6	13
Gambar I.7	Pemodelan Denah Balok-Kolom Lantai Atap	14
Gambar II.1	Lempeng Bumi	17
Gambar II.2	Batas Pergerakan Lempeng.....	18
Gambar II.3	Simpangan Antar Lantai	21
Gambar II.4	<i>Hysterical Loops</i> Portal Terbuka	22
Gambar II.5	Diagram Akibat dari Struktur Daktail dan Getas.....	23
Gambar II.6	Mekanisme Suatu Struktur Gedung Terhadap Sendi Plastis	24
Gambar II.7	Hubungan Kekuatan dengan Daktalitas	25
Gambar II.8	Beberapa Model Struktur dengan Derajat Kebebasan SDOF (<i>Single Degree of Freedom</i>) dan MDOF (<i>Multiple Degree of Freedom</i>).....	26
Gambar II.9	Model Sistem SDOF	27
Gambar II.10	Grafik dan Ilustrasi <i>pushover</i> (ATC-40).....	28
Gambar II.11	Sendi Plastis yang Terjadi pada Balok dan Kolom	30
Gambar II.12	Titik Kinerja pada Metode Kapasitas Spektrum	31
Gambar II.13	Grafik Kurva Kapasitas	32
Gambar II.14	Beberapa Titik Kinerja dalam Satu Grafik dalam Metode Spektrum Kapasitas	33
Gambar II.15	Spektrum Respon yang Ditampilkan dalam Format Tradisional dan ADRS	34
Gambar II.16	Reduksi Respon Spektrum	35
Gambar II.17	Proses Mendapatkan <i>Performance point</i>	35
Gambar II.18	Tingkat Kinerja Struktur (FEMA 273/356)	36

Gambar II.19	Kurva Hubungan Gaya dan Perpindahan serta Karakteristik Sendi Plastis	38
Gambar II.20	Kinerja dan Deformasi Struktur pada Struktur Daktail	40
Gambar II.21	Kinerja dan Deformasi Struktur pada Struktur Getas	40
Gambar II.22	Kinerja dan Deformasi Struktur pada Struktur Getas	41
Gambar II.23	Kurva Gaya dan Perpindahan pada Respon Elastik Inelastik Sistem Akibat Gempa	42
Gambar II.24	Konsep <i>Direct Displacement Based Design</i> (Priestley et.al 2007:64).....	44
Gambar II.25	Desain Redaman <i>Viscous</i> Ekuivalen Untuk Redaman Elastis Awal 5% (Priestley et.al 2007:86)	45
Gambar II.26	Respon Spektrum Desain dan <i>Spectra Displacement</i> (Priestley et al. 2007).....	50
Gambar III.1	Denah Lantai <i>Mezzanine</i>	53
Gambar III.2	Denah Lantai 2	54
Gambar III.3	Denah Lantai 3 – 5	55
Gambar III.4	Denah Lantai 6	56
Gambar III.5	Pemodelan Struktur pada Aplikasi ETABS	57
Gambar III.6	Peta Gempa Wilayah Indonesia untuk Parameter Gerak Tanah S_s	64
Gambar III.7	Peta Gempa Wilayah Indonesia untuk Parameter Gerak Tanah S_1	64
Gambar III.8	Kurva Respon Spektrum Desain	67
Gambar III.9	Simulasi SDOF	76
Gambar III.10	Spektra Perpindahan pada Redaman 5% dan 12,44%	81
Gambar III.11	Spektra Perpindahan pada Redaman 5% dan 13,99%	83
Gambar IV.1	Denah Lantai <i>Mezzanine</i>	88
Gambar IV.2	Denah Lantai 2	89
Gambar IV.3	Denah Lantai 3 – 5	90
Gambar IV.4	Denah Lantai 6	91
Gambar IV.5	Portal Arah X	92
Gambar IV.6	Portal Arah Y	92

Gambar IV.7	Pemodelan Struktur 3D	93
Gambar IV.8	Beban Mati Tambahan pada Pelat <i>Mezzanine</i>	94
Gambar IV.9	Beban Mati Tambahan pada Pelat Lantai 2	94
Gambar IV.10	Beban Mati Tambahan pada Pelat Lantai 3 – 4	95
Gambar IV.11	Beban Mati Tambahan pada Pelat Lantai 5	95
Gambar IV.12	Beban Mati Tambahan pada Pelat Lantai 6 (Atap).....	96
Gambar IV.13	Beban Hidup pada Pelat <i>Mezzanine</i>	96
Gambar IV.14	Beban Hidup pada Pelat Lantai 2.....	97
Gambar IV.15	Beban Hidup pada Pelat Lantai 3 – 4.....	97
Gambar IV.16	Beban Hidup pada Pelat Lantai 5.....	98
Gambar IV.17	Beban Hidup pada Pelat Lantai 6 (Atap)	98
Gambar IV.18	<i>Input</i> Grafik Respon Spektrum	99
Gambar IV.19	Gambar Konfigurasi Susunan Tulangan.....	105
Gambar IV.20	Diagram Regangan dan Tegangan Balok Lapangan Momen Positif	106
Gambar IV.21	Diagram Regangan dan Tegangan Balok Lapangan Momen Negatif	108
Gambar IV.22	Diagram Regangan dan Tegangan Balok Tumpuan Momen Positif	110
Gambar IV.23	Gambar Konfigurasi Susunan Tulangan	112
Gambar IV.24	Diagram Regangan dan Tegangan Balok Tumpuan Momen Negatif	113
Gambar IV.25	Diagram Interaksi Beban Aksial dan Momen pada K1 (35x50)	120
Gambar IV.26	Sendi Plastis yang terbentuk pada <i>Pushover Step</i> 3 dan <i>Step</i> 4 Arah X.....	129
Gambar IV.27	Sendi Plastis yang terbentuk pada <i>Pushover Step</i> 5 dan <i>Step</i> 11 Arah X.....	129
Gambar IV.28	Kurva <i>Pushover</i> dan Idealisasi Struktur Arah X.....	130
Gambar IV.29	Sendi Plastis yang terbentuk pada <i>Pushover Step</i> 3 dan <i>Step</i> 4 Arah Y	134
Gambar IV.30	Sendi Plastis yang terbentuk pada <i>Pushover Step</i> 8 dan	

<i>Step 11 Arah Y</i>	134
Gambar IV.31 Kurva <i>Pushover</i> dan Idealisasi Struktur Arah Y	135
Gambar IV.32 Kurva Perbandingan <i>Drift Story</i> Arah X	139
Gambar IV.33 Kurva Perbandingan <i>Drift Story</i> Arah Y	139
Gambar IV.34 Kurva Perbandingan <i>Displacement</i> Arah X	140
Gambar IV.35 Kurva Perbandingan <i>Displacement</i> Arah Y	141
Gambar IV.36 Idealisasi Respon Struktur Berdasarkan SNI 1726:2019 Arah X	142
Gambar IV.37 Idealisasi Respon Struktur Berdasarkan SNI 1726:2019 Arah Y	143=2
Gambar IV.38 Kurva Respon Spektrum Kelas Situs SD dan SC	145

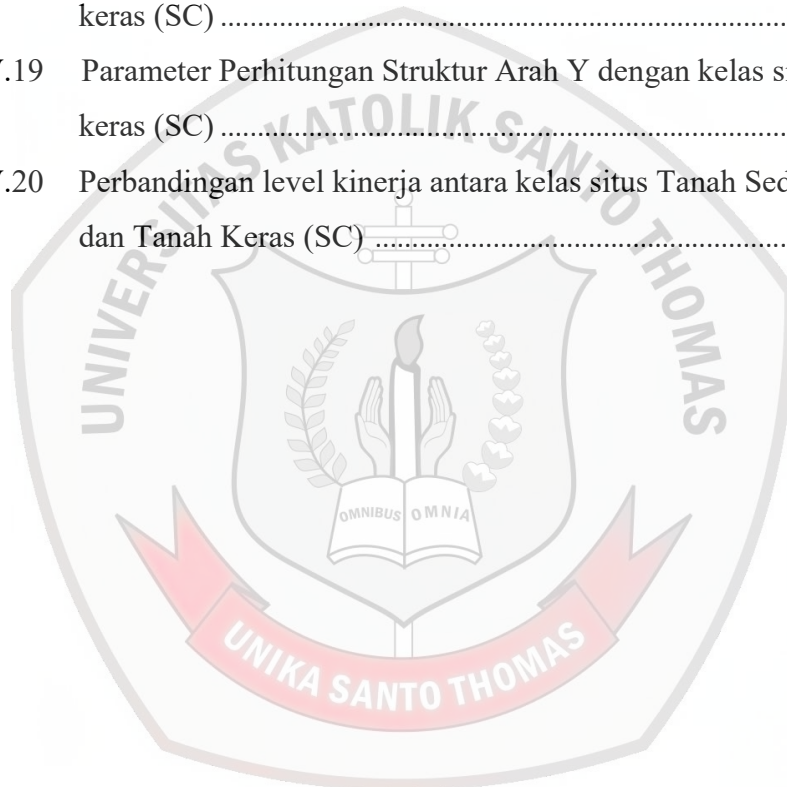


DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Sistem Pelapisan Tanah Berdasarkan Deskripsi Visual	14
Tabel I.2	Nilai N-SPT pada setiap kedalaman	14
Tabel II.1	Kondisi Bangunan Pasca Gempa dan Kategori Bangunan pada Tingkat Kinerja Struktur (FEMA 356)	37
Tabel III.1	Spesifikasi Material	52
Tabel III.2	Dimensi Elemen Struktur	52
Tabel III.3	Klasifikasi Situs	58
Tabel III.4	Nilai N-SPT pada setiap kedalaman	58
Tabel III.5	Perhitungan Tipe Tanah Menggunakan N-spt	59
Tabel III.6	Beban Mati per m ² pada lantai <i>mezzanine</i> -5	60
Tabel III.7	Beban Mati per m ² pada lantai 6 (atap)	61
Tabel III.8	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non-gedung untuk Beban Gempa	62
Tabel III.9	Faktor Keutamaan Gempa	63
Tabel III.10	Koefisien Keutamaan Situs, F_a	65
Tabel III.11	Koefisien Keutamaan Situs, F_v	65
Tabel III.12	Nilai Respon Spektrum Desain	67
Tabel III.13	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	68
Tabel III.14	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik	68
Tabel III.15	Faktor R, Ω_0^b , C_d^c untuk sistem pemikul gaya seismik	69
Tabel III.16	Berat Sendiri Lantai <i>Mezzanine</i>	69
Tabel III.17	Beban Mati Tambahan Lantai <i>Mezzanine</i>	69
Tabel III.18	Beban Hidup Lantai <i>Mezzanine</i>	70
Tabel III.19	Beban Mati Lantai 2	70
Tabel III.20	Beban Mati Tambahan Lantai 2	71
Tabel III.21	Beban Hidup Lantai 2	71
Tabel III.22	Beban Mati Lantai 3 – 4	71
Tabel III.23	Beban Mati Tambahan Lantai 3 – 4	72

Tabel III.24	Beban Hidup Lantai 3 – 4.....	72
Tabel III.25	Beban Mati Lantai 5.....	72
Tabel III.26	Beban Mati Tambahan Lantai 5	73
Tabel III.27	Beban Hidup Lantai 5	73
Tabel III.28	Beban Mati Lantai 6 (Atap)	73
Tabel III.29	Beban Mati Tambahan Lantai 6 (Atap).....	74
Tabel III.30	Beban Hidup Lantai 6 (Atap).....	74
Tabel III.31	Berat Seismik Efektif	74
Tabel III.32	Perhitungan Profil Perpindahan Rencana	76
Tabel III.33	Perhitungan <i>Drift</i> Leleh Arah X.....	77
Tabel III.34	Perhitungan <i>Drift</i> Leleh Arah Y	77
Tabel III.35	Perhitungan Spektra Perpindahan dengan Redaman Efektif Arah X.....	79
Tabel III.36	Perhitungan Spektra Perpindahan dengan Redaman Efektif Arah Y.....	81
Tabel III.37	Perhitungan Distribusi Gaya Geser per Lantai Arah X	84
Tabel III.38	Perhitungan Distribusi Gaya Geser per Lantai Arah Y	85
Tabel IV.1	Modal Partisipasi Massa Ragam	99
Tabel IV.2	Tampilan <i>Output</i> Gaya Dalam Balok	100
Tabel IV.3	Tampilan <i>Output</i> Gaya Dalam Kolom	101
Tabel IV.4	Nilai β_1	102
Tabel IV.5	Spasi Maksimum Tulangan Geser	113
Tabel IV.6	Rekapitulasi Penulangan Balok	118
Tabel IV.7	Rekapitulasi Penulangan Kolom	127
Tabel IV.8	<i>Output</i> Beban Dorong dan Perpindahan <i>Non-Linear Pushover</i> Arah X	128
Tabel IV.9	Parameter Perhitungan Struktur Arah X dari Etabs	131
Tabel IV.10	<i>Output</i> Beban Dorong dan Perpindahan <i>Non-Linear Pushover</i> Arah Y	133

Tabel IV.11	Parameter Perhitungan Struktur Arah Y dari Etabs	136
Tabel IV.12	Batasan Simpangan pada Tingkat Kinerja	137
Tabel IV.13	Penentuan Performance Level Desain dan Hasil Analisis.....	137
Tabel IV.14	Perbandingan Nilai <i>Drift</i>	138
Tabel IV.15	Perbandingan Nilai <i>Displacement</i>	140
Tabel IV.16	Perbandingan Parameter Respon dengan Nilai Faktor pada SNI 1726:2019	143
Tabel IV.17	Tabel Gaya - Gaya Geser Dasar	144
Tabel IV.18	Parameter Perhitungan Struktur Arah X dengan kelas situs tanah keras (SC)	145
Tabel IV.19	Parameter Perhitungan Struktur Arah Y dengan kelas situs tanah keras (SC)	146
Tabel IV.20	Perbandingan level kinerja antara kelas situs Tanah Sedang (SD) dan Tanah Keras (SC)	148



DAFTAR NOTASI

- As = Luas tulangan
- C_0 = Faktor modifikasi untuk perpindahan spektral menjadi perpindahan atap, ditentukan berdasarkan Tabel 3-2 FEMA 356
- C_1 = Faktor modifikasi untuk menghubungkan perpindahan inelastik maksimum dengan perpindahan yang dihitung dari respon elastik linier

DAFTAR PUSTAKA

- ASCE 7-16. 2016. "*Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*, Virginia: American Society of Civil Engineering.
- ATC-40, 1996, "*Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*", Vol. 1, California: Applied Technology Council.
- Badan Standarisasi, 2019, "*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non-Gedung (SNI 1726:2019)*", Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi, 2020, "*Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020)*", Jakarta: BSN.
- FEMA 356, 2000, "*Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Building*", Wasington, D.C: Federal Emergency Management Agency.
- FEMA 440, 2005, "*Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*" Washington, D.C. Federal Emergency Management Agency.
- FEMA 451, 2006, "*NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulation for New Buildings and Other Structures and Accompanying Commentary and Maps*", Washington, D.C.: Federal Emergency Management Agency.
- Lumbantobing, Tiurma, 2016, Evaluasi Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat dengan *Pushover Analysis*, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Katolik Santo Thomas.
- Priestley, M. J. N., dan Kowalsky, M. J., 2007, "*Direct Displacement-Based Seismic Design of Structures*", Pavia: IUSS Press.
- Tavio & Usam Wijaya, 2018, Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (*Perfomance Based Design*), Yogyakarta.