

# **TUGAS AKHIR**

**EVALUASI KINERJA STRUKTUR SRPM GEDUNG 10  
LANTAI SESUAI PERATURAN GEMPA SNI 1726:2019  
MENGUNAKAN METODE INELASTIK *NON-LINEAR*  
*TIME HISTORY ANALYSIS***



**Disusun Oleh :**

**SHINTA BERLINDA WULANDARI**

**NBI : 1432000123**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2024**

# **TUGAS AKHIR**

**EVALUASI KINERJA STRUKTUR SRPM GEDUNG 10  
LANTAI SESUAI PERATURAN GEMPA SNI 1726:2019  
MENGUNAKAN METODE INELASTIK *NON-LINEAR*  
*TIME HISTORY ANALYSIS***



**Disusun Oleh :**

**SHINTA BERLINDA WULANDARI**  
**NBI : 1432000123**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2024**

## **TUGAS AKHIR**

# **EVALUASI KINERJA STRUKTUR SRPM GEDUNG 10 LANTAI SESUAI PERATURAN GEMPA SNI 1726:2019 MENGUNAKAN METODE INELASTIK *NON-LINEAR* *TIME HISTORY ANALYSIS***

**Disusun Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (S.T)  
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya**



**Disusun Oleh :**

**SHINTA BERLINDA WULANDARI**

**NBI: 1432000123**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2024**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Nama : SHINTA BERLINDA WULANDARI  
NBI : 1432000123  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Judul : EVALUASI KINERJA STRUKTUR SRPM GEDUNG  
10 LANTAI SESUAI PERATURAN GEMPA SNI  
1726:2019 MENGGUNAKAN METODE INELASTIK  
NON-LINEAR TIME HISTORY ANALYSIS

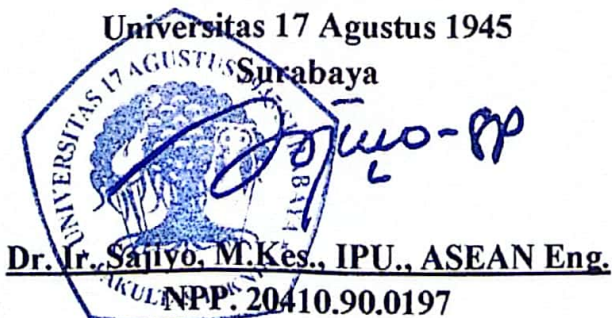
Disetujui Oleh,  
Dosen Pembimbing



Ir. Bantot Sutriono, M.Sc  
NPP. 20430.93.0303

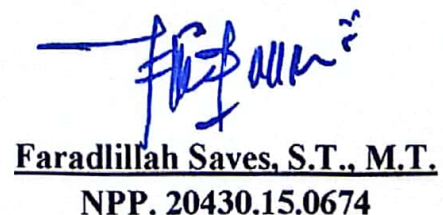
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945  
Surabaya



Dr. Ir. Sajyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.  
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi Teknik  
Sipil Universitas 17 Agustus  
1945 Surabaya



Faradlillah Saves, S.T., M.T.  
NPP. 20430.15.0674

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanggung jawab di bawah ini:

Nama : Shinta Berlinda Wulandari

NBI : 1432000123

Alamat : Jalan Margodadi No. 8

Telepon/HP : 087788157674

Menyatakan bahwa “ TUGAS AKHIR ” yang dibuat oleh penulis untuk memenuhi persyaratan kelulusan Sarjana Teknik Sipil – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul :

**“ EVALUASI KINERJA STRUKTUR SRPM GEDUNG 10 LANTAI SESUAI PERATURAN GEMPA SNI 1726:2019 MENGGUNAKAN METODE INELASTIK *NON-LINEAR TIME HISTORY ANALYSIS*”**

Adapun hasil karya saya sendiri dan bukan duplikasi dari karya orang lain. Selanjutnya apabila dikemudian hari klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing dan atau pengelola program, tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Atas hal tersebut saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di Indonesia.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa paksaan siapapun.

Surabaya, 13 Desember 2023



Shinta Berlinda Wulandari



UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

**BADAN PERPUSTAKAAN**  
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)  
e-maul : [perpus@untag-sby.ac.id](mailto:perpus@untag-sby.ac.id)

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Shinta Berlinda Wulandari  
NBI/NPM : 1432000123  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenis Karya : Skripsi/~~Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Praktek\*~~

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul :

**“ EVALUASI KINERJA STRUKTUR SRPM GEDUNG 10 LANTAI SESUAI PERATURAN GEMPA SNI 1726:2019 MENGGUNAKAN METODE INELASTIK *NON-LINEAR TIME HISTORY ANALYSIS*”**

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau meformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat , mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada Tanggal : 15 Januari... 2024



# EVALUASI KINERJA STRUKTUR SRPM GEDUNG 10 LANTAI SESUAI PERATURAN GEMPA SNI 1726:2019 MENGGUNAKAN METODE INELASTIK *NON-LINEAR TIME HISTORY ANALYSIS*

Nama : Shinta Berlinda Wulandari  
NBI : 1432000123  
Dosen Pembimbing : Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc.

## ABSTRAK

Gempa bumi adalah fenomena alam berupa pelepasan energi sehingga menciptakan gelombang seismik. Kerusakan bangunan akibat gaya lateral gempa bumi dapat dicegah atau diminimalisir jika dapat memperkirakan perilaku dari kinerja struktur ketika bangunan direncanakan. Pada penelitian ini, penulis mengevaluasi struktur SRPM 10 lantai karena sebelumnya menggunakan peraturan gempa SNI 1726:2012, sehingga perlu dilakukan evaluasi yang menitikberatkan pada elemen-elemen struktur utama untuk dapat mengetahui displacement dan drift akibat pengaruh gaya gempa sesuai standar terbaru SNI 1726:2019.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa kekuatan komponen struktur utama, baik tulangan utama maupun tulangan lapangan memenuhi persyaratan balok SRPMK dan memenuhi syarat kapasitas geser nominal. Sedangkan untuk komponen kolom memenuhi persyaratan untuk menerima gaya geser, namun tidak memenuhi persyaratan *Strong Column Weak Beam* (SCWB). Nilai *maximum drift story* gempa arah X terbesar adalah 0,0005809066 m dan nilai *maximum drift story* gempa arah Y terbesar adalah 0,0002990385 m. Kedua nilai *maximum drift story* tersebut tidak melebihi simpangan antar tingkat izin, yaitu sebesar 0,7228 m, atau dapat disimpulkan bahwa gedung memenuhi syarat keamanan. Setelah dilakukan simulasi gaya gempa berdasarkan ATC-40, kinerja struktur berada pada kategori *Immediate Occupancy* (IO) karena nilai simpangan total maksimum kurang dari 0,01.

**Kata kunci:** Gaya gempa, *displacement*, level kinerja, *non-linear time history*.

# **PERFORMANCE EVALUATION OF THE SRPM STRUCTURE OF A 10-STORY BUILDING ACCORDING TO SNI 1726:2019 EARTHQUAKE REGULATIONS USING THE INELASTIC METHOD OF NON-LINEAR TIME HISTORY ANALYSIS**

Name : Shinta Berlinda Wulandari  
NBI : 1432000123  
Mentor : Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc.

## **ABSTRACT**

*Earthquakes are a natural phenomenon in the form of the release of energy, creating seismic waves. Damage to buildings due to lateral forces from earthquakes can be prevented or minimized if the behavior of the structure's performance can be predicted when the building is planned. In this research, the author evaluated the 10-story SRPM structure because previously it used the SNI 1726:2012 earthquake regulations, so it was necessary to carry out an evaluation that focused on the main structural elements to be able to determine displacement and drift due to the influence of earthquake forces according to the latest SNI 1726:2019 standard.*

*Based on the research results, it can be seen that the strength of the main structural components, both main reinforcement and field reinforcement, meets the requirements for SRPMK beams and meets the nominal shear capacity requirements. Meanwhile, column components meet the requirements for receiving shear forces, but do not meet the requirements for Strong Column Weak Beam (SCWB). The maximum drift story value for the largest X direction earthquake is 0.0005809066 m and the maximum drift story value for the largest Y direction earthquake is 0.0002990385 m. The two maximum drift story values do not exceed the deviation between permit levels, which is 0.7228 m, or it can be concluded that the building meets safety requirements. After simulating earthquake forces based on ATC-40, the structure's performance is in the Immediate Occupancy (IO) category because the maximum total deviation value is less than 0.01.*

**Keyword:** *Earthquake, displacement, performance level, nonlinear time history.*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “Evaluasi Kinerja Struktur SRPM Gedung 10 Lantai sesuai Peraturan Gempa SNI 1726:2019 Menggunakan Metode Inelastik *Non-Linear Time History Analysis*” dengan lancar tanpa suatu halangan apapun. Tugas Akhir ini ditulis guna melengkapi syarat kelulusan S1 Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir, penulis mendapat bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak, sehingga dapat memperlancar penyelesaian Tugas Akhir. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa dan dukungan
2. Bapak Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyusunan Tugas Akhir
3. Ibu Laily Endah Fatmawati, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
4. Ibu Faradlillah Saves, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
5. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak lepas dari kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis untuk menyempurnakan Tugas Akhir, sehingga bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, 13 Desember 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	i
SURAT PERNYATAAN .....	ii
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat .....	4
BAB II.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Gempa Bumi.....	9
2.2.1 Teori Gempa Bumi.....	9
2.2.2 Teori Tektonik Lempeng .....	10
2.2.3 Jalur Gempa Dunia .....	11
2.2.4 Parameter Dasar Gempa Bumi.....	12
2.2.5 Gelombang Gempa Bumi.....	12
2.2.6 Magnitudo Gempa Bumi.....	13
2.3 Ketentuan Umum Bangunan Tahan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019.....	13
2.3.1 Kategori Risiko Bangunan .....	13
2.3.2 Faktor Keutamaan Gempa.....	16
2.3.3 Kelas Situs Tanah.....	16
2.3.4 Faktor Respon Gempa.....	17
2.3.5 Koefisien-Koefisien Situs dan Parameter-Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Target (MCE <sub>R</sub> ) .....	19
2.3.6 Parameter Percepatan Spektral Desain .....	20
2.3.7 Kategori Desain Seismik .....	20
2.3.8 Spektrum Respons Desain.....	21
2.3.9 Nilai Koefisien Sistem Penahan Gempa.....	24
2.3.10 Periode Fundamental Pendekatan .....	26
2.3.11 Koefisien Respon Seismik .....	27
2.3.12 Gaya Geser Dasar Seismik.....	27

2.3.13	Simpangan ( <i>Displacement</i> ) .....	28
2.3.14	Pengaruh P-Delta .....	28
2.3.15	Sistem Ganda ( <i>Dual System</i> ).....	29
2.4	Pembebanan.....	29
2.4.1	Beban Mati ( <i>Dead Load</i> ) .....	30
2.4.2	Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ).....	32
2.4.3	Beban Angin ( <i>Wind Load</i> ).....	38
2.4.4	Beban Gempa ( <i>Earthquake Load</i> ) .....	49
2.4.5	Kombinasi Pemebebanan .....	50
2.5	Kriteria Desain Bangunan Tahan Gempa .....	51
2.6	Metode Analisis Gaya Gempa .....	52
2.6.1	Metode Analisis Statik .....	52
2.6.2	Metode Analisis Dinamik.....	53
2.7	Analisis Level Kinerja Dinamik <i>Non-Linear Time History Analysis</i> (NLTHA) .....	53
2.8	Konsep <i>Performance Based Seismic Design</i> (PBSD) .....	54
2.8.1	Earthquake Hazard Level.....	55
2.8.2	Building Performanced Level .....	56
2.9	Klasifikasi Struktur Berdasarkan Tingkat Daktilitas .....	58
2.9.1	Respon Elastik .....	58
2.9.2	Respon Daktail.....	58
2.10	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) .....	59
2.10.1	Balok.....	59
2.10.2	Kolom .....	61
2.10.3	Hubungan Balok Kolom (HBK).....	64
BAB III .....		67
3.1	Diagram Alir .....	67
3.2	Studi Literatur .....	68
3.3	Pengumpulan Data .....	69
3.4	Perhitungan Pembebanan.....	71
3.5	Pemodelan Struktur menggunakan SAP2000 V22.2.0 .....	72
3.6	Analisis Penulangan SRPMK.....	72
3.7	Analisis Output SAP2000 .....	72
3.8	Analisis Level Kinerja <i>Non-Linear Time History Analysis</i> .....	73
3.9	Kesimpulan .....	73
BAB IV .....		75
4.1	Deskripsi Bangunan.....	75
4.2	Perhitungan Beban Struktur .....	75

4.2.1	Beban Mati.....	75
4.2.2	Beban Hidup.....	77
4.2.3	Beban Angin.....	79
4.2.4	Berat Seismik.....	85
4.2.5	Beban Gempa Berdasarkan SNI 1726:2012.....	86
4.3	Analisis Sistem Struktur Menggunakan SNI 1726:2012.....	101
4.3.1	Pemodelan Struktur.....	101
4.3.2	Pembebanan Struktur.....	101
4.3.3	Periode Fundamental.....	101
4.3.4	Geser Dasar ( <i>Base Shear</i> ).....	104
4.3.5	Partisipasi Massa ( <i>Mass Ratio</i> ).....	109
4.3.6	Simpangan ( <i>Displacement</i> ).....	112
4.3.7	Pengaruh P-Delta.....	118
4.3.8	Sistem Ganda ( <i>Dual System</i> ).....	124
4.3.9	Cek Elemen Balok SRPMK.....	134
4.3.10	Cek Elemen Kolom SRPMK.....	148
4.3.11	Pemodelan Gempa Menggunakan <i>Non-Linear Time History Analysis</i> .....	174
BAB V.....		181
5.1	Kesimpulan.....	181
5.2	Saran.....	181
DAFTAR PUSTAKA.....		183
LAMPIRAN I.....		187
LAMPIRAN II.....		201
LAMPIRAN III.....		223
LAMPIRAN IV.....		243
LAMPIRAN V.....		254
LAMPIRAN VII.....		267

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa .....	13
Tabel 2. 1 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa (Lanjutan).....	14
Tabel 2. 1 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa (Lanjutan).....	15
Tabel 2. 1 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa (Lanjutan).....	16
Tabel 2. 2 Faktor Keutamaan Gempa .....	16
Tabel 2. 3 Klasifikasi Situs.....	16
Tabel 2. 3 Klasifikasi Situs (Lanjutan) .....	17
Tabel 2. 4 Koefisien Situs ( $F_a$ ).....	17
Tabel 2. 4 Koefisien Situs ( $F_a$ ) (Lanjutan) .....	18
Tabel 2. 5 Koefisien Situs ( $F_v$ ).....	18
Tabel 2. 6 Koefisien Situs ( $F_a$ ).....	18
Tabel 2. 6 Koefisien Situs ( $F_a$ ) (Lanjutan) .....	19
Tabel 2. 7 Koefisien Situs ( $F_v$ ).....	19
Tabel 2. 8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode Pendek.....	21
Tabel 2. 9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Percepatan pada Periode 1 Detik.....	21
Tabel 2. 10 Kategori Desain Seismik dan Risiko Kegempaan.....	21
Tabel 2. 11 Faktor $R$ , $\Omega_0$ , dan $C_d$ untuk Sistem Penahan Gaya Gempa .....	24
Tabel 2. 11 Faktor $R$ , $\Omega_0$ , dan $C_d$ untuk Sistem Penahan Gaya Gempa (Lanjutan)..	25
Tabel 2. 12 Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	26
Tabel 2. 13 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode .....	26
Tabel 2. 14 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung .....	30
Tabel 2. 14 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung (Lanjutan).....	31
Tabel 2. 15 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum dan Beban Hidup Terpusat Minimum .....	32
Tabel 2. 15 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum dan Beban Hidup Terpusat Minimum (Lanjutan).....	33
Tabel 2. 15 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum dan Beban Hidup Terpusat Minimum (Lanjutan).....	34
Tabel 2. 15 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum dan Beban Hidup Terpusat Minimum (Lanjutan).....	35

Tabel 2. 15 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum dan Beban Hidup Terpusat Minimum (Lanjutan).....	36
Tabel 2. 16 Faktor Elemen Beban Hidup ( $K_{LL}$ ).....	36
Tabel 2. 16 Faktor Elemen Beban Hidup ( $K_{LL}$ ) (Lanjutan).....	37
Tabel 2. 17 Koefisien Reduksi Beban Hidup.....	37
Tabel 2. 17 Koefisien Reduksi Beban Hidup (Lanjutan).....	38
Tabel 2. 18 Kategori Risiko Bangunan dan Struktur Lainnya untuk Beban Banjir, Angin, Salju, Gempa*, dan Es.....	38
Tabel 2. 18 Kategori Risiko Bangunan dan Struktur Lainnya untuk Beban Banjir, Angin, Salju, Gempa*, dan Es (Lanjutan).....	39
Tabel 2. 19 Faktor Arah Angin ( $K_d$ ).....	40
Tabel 2. 20 Parameter untuk Peningkatan Kecepatan di Atas Bukit dan Tebing.....	41
Tabel 2. 21 Sistem Penahan Gaya Angin Utama dan Komponen dan Klading.....	42
Tabel 2. 22 Koefisien Eksposur Tekanan Velositas ( $K_z$ atau $K_h$ ).....	43
Tabel 2. 22 Koefisien Eksposur Tekanan Velositas ( $K_z$ atau $K_h$ ) (Lanjutan).....	43
Tabel 2. 23 Faktor Elevasi Permukaan Tanah ( $K_e$ ).....	44
Tabel 2. 24 Koefisien Tekanan Dinding.....	46
Tabel 2. 25 Koefisien Tekanan Atap.....	47
Tabel 2. 25 Koefisien Tekanan Atap (Lanjutan).....	47
Tabel 2. 26 Tingkat Desain Gempa.....	55
Tabel 2. 27 Tingkat Kinerja Struktur.....	56
Tabel 2. 28 Batasan Simpangan pada Tingkat Kinerja Struktur.....	57
Tabel 3. 1 Tipe dan Dimensi Balok.....	70
Tabel 3. 2 Tipe dan Dimensi Kolom.....	71
Tabel 4. 1 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung.....	75
Tabel 4. 1 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung (Lanjutan).....	76
Tabel 4. 2 Beban Mati yang Digunakan pada Balok.....	76
Tabel 4. 3 Beban Mati yang Digunakan pada Lantai.....	76
Tabel 4. 4 Beban Mati yang Digunakan pada Atap.....	77
Tabel 4. 5 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum dan Beban Hidup Terpusat Minimum yang Digunakan.....	77
Tabel 4. 6 Faktor Elemen Beban Hidup ( $K_{LL}$ ).....	77
Tabel 4. 6 Faktor Elemen Beban Hidup ( $K_{LL}$ ) (Lanjutan).....	78
Tabel 4. 7 Kategori Risiko Bangunan dan Struktur Lainnya untuk Beban Banjir, Angin, Salju, Gempa*, dan Es.....	79
Tabel 4. 8 Pengamatan Kecepatan Angin di Stasiun Meteorologi Perak Surabaya..	79
Tabel 4. 8 Pengamatan Kecepatan Angin di Stasiun Meteorologi Perak Surabaya (Lanjutan).....	80

Tabel 4. 9 Faktor Arah Angin ( $K_d$ ).....	80
Tabel 4. 10 Sistem Penahan Gaya Angin Utama dan Komponen dan Klading.....	81
Tabel 4. 11 Konstanta Eksposur Dataran.....	81
Tabel 4. 12 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan.....	82
Tabel 4. 13 Faktor Elevasi Permukaan Tanah.....	82
Tabel 4. 14 Koefisien Tekanan Dinding.....	83
Tabel 4. 15 Tekanan Angin.....	83
Tabel 4. 16 Beban Angin pada Arah Angin Datang, Angin Tepi, dan Angin Pergi ..	85
Tabel 4. 17 Koefisien Reduksi Beban Hidup.....	86
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Berat Seismik.....	86
Tabel 4. 19 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa .....	86
Tabel 4. 19 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa (Lanjutan).....	87
Tabel 4. 20 Faktor Keutamaan Gempa.....	87
Tabel 4. 21 Parameter Spektrum Respon Desain.....	87
Tabel 4. 22 Parameter Spektrum Respon Desain.....	88
Tabel 4. 23 Kelas Situs Tanah.....	88
Tabel 4. 24 Koefisien Situs ( $F_a$ ).....	88
Tabel 4. 25 Koefisien Situs ( $F_v$ ).....	89
Tabel 4. 26 Koefisien Situs ( $F_a$ ).....	89
Tabel 4. 27 Koefisien Situs ( $F_v$ ).....	90
Tabel 4. 28 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode Pendek.....	91
Tabel 4. 29 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode 1 Detik.....	91
Tabel 4. 30 Kategori Desain Seismik dan Risiko Kegempaan.....	91
Tabel 4. 31 Perhitungan untuk Grafik Respon Spektrum Menggunakan SNI 1726:2012.....	94
Tabel 4. 32 Perhitungan untuk Grafik Respon Spektrum Menggunakan SNI 1726:2019.....	95
Tabel 4. 33 Perbandingan Perolehan Parameter Spektrum Respon Desain Menggunakan SNI 1726:2012.....	96
Tabel 4. 34 Perbandingan Perolehan Parameter Spektrum Respon Desain Menggunakan SNI 1726:2019.....	97
Tabel 4. 35 Faktor $R$ , $\Omega_0$ , dan $C_d$ untuk Sistem Penahan Gaya Gempa.....	97
Tabel 4. 36 Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	98

Tabel 4. 37 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung.....	98
Tabel 4. 38 Periode dan Frekuensi.....	101
Tabel 4. 39 Periode dan Frekuensi.....	102
Tabel 4. 40 Periode dan Frekuensi (Lanjutan).....	103
Tabel 4. 41 Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan x.....	103
Tabel 4. 42 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung.....	103
Tabel 4. 43 Base Reactions menggunakan SNI 1726:2012 .....	107
Tabel 4. 44 Base Reactions menggunakan SNI 1726:2019 .....	107
Tabel 4. 45 Base Reactions menggunakan SNI 1726:2012 setelah Pembesaran Skala Gempa.....	109
Tabel 4. 46 Base Reactions menggunakan SNI 1726:2019 setelah Pembesaran Skala Gempa.....	109
Tabel 4. 47 Partisipasi Massa .....	110
Tabel 4. 48 Partisipasi Massa .....	110
Tabel 4. 48 Partisipasi Massa (Lanjutan).....	111
Tabel 4. 49 Joint Displacement Arah X.....	112
Tabel 4. 50 Rekapitulasi Simpangan Arah X.....	112
Tabel 4. 50 Rekapitulasi Simpangan Arah X (Lanjutan) .....	113
Tabel 4. 51 Joint Displacement Arah Y .....	113
Tabel 4. 52 Rekapitulasi Simpangan Arah Y .....	114
Tabel 4. 53 Joint Displacement Arah X.....	115
Tabel 4. 54 Rekapitulasi Simpangan Arah X.....	115
Tabel 4. 54 Rekapitulasi Simpangan Arah X (Lanjutan) .....	116
Tabel 4. 55 Joint Displacement Arah Y .....	116
Tabel 4. 56 Rekapitulasi Simpangan Arah Y .....	117
Tabel 4. 57 Section Cuts Combination .....	118
Tabel 4. 58 Section Cuts RS X.....	118
Tabel 4. 59 Section Cuts RS Y .....	119
Tabel 4. 60 Rekapitulasi P-Delta Arah X.....	119
Tabel 4. 60 Rekapitulasi P-Delta Arah X (Lanjutan) .....	120
Tabel 4. 61 Rekapitulasi P-Delta Arah Y .....	120
Tabel 4. 62 Section Cuts Combination .....	121
Tabel 4. 63 Section Cuts RS X.....	121
Tabel 4. 64 Section Cuts RS Y .....	122
Tabel 4. 65 Rekapitulasi P-Delta Arah X.....	122
Tabel 4. 65 Rekapitulasi P-Delta Arah X (Lanjutan) .....	123
Tabel 4. 66 Rekapitulasi P-Delta Arah Y .....	123
Tabel 4. 67 Joint Reactions SRPM .....	124



Tabel 4. 68 Joint Reactions Shearwall .....	125
Tabel 4. 69 Joint Reactions SRPM RS X.....	126
Tabel 4. 70 Joint Reactions SRPM RS Y.....	126
Tabel 4. 70 Joint Reactions SRPM RS Y (Lanjutan) .....	127
Tabel 4. 71 Joint Reactions Shearwall RS X .....	127
Tabel 4. 72 Joint Reactions Shearwall RS Y .....	127
Tabel 4. 72 Joint Reactions Shearwall RS Y (Lanjutan).....	128
Tabel 4. 73 Joint Reactions SRPM .....	129
Tabel 4. 74 Joint Reactions Shearwall.....	129
Tabel 4. 74 Joint Reactions Shearwall (Lanjutan) .....	130
Tabel 4. 75 Joint Reactions SRPM RS X.....	131
Tabel 4. 76 Joint Reactions SRPM RS Y.....	131
Tabel 4. 76 Joint Reactions SRPM RS Y (Lanjutan) .....	132
Tabel 4. 77 Joint Reactions Shearwall RS X .....	132
Tabel 4. 78 Joint Reactions Shearwall RS Y .....	132
Tabel 4. 79 Rekapitulasi Momen Kapasitas Penampang .....	141
Tabel 4. 80 Hasil Analisis Kolom.....	155
Tabel 4. 81 Momen Kapasitas Kolom .....	163
Tabel 4. 82 Hasil Momen Kapasitas Setelah Perubahan Mutu Tulangan Baja.....	164
Tabel 4. 83 Hasil Analisis Base Shear dan Displacement .....	175
Tabel 4. 84 Hasil Analisis Base Shear dan Displacement .....	176
Tabel 4. 85 Hasil Analisis <i>Base Shear</i> dan <i>Displacement</i> (Lanjutan) .....	177
Tabel 4. 86 Batasan Simpangan pada Tingkat Kinerja Struktur.....	178
Tabel 4. 87 Level Kinerja Struktur pada Arah X .....	178
Tabel 4. 88 Level Kinerja Struktur pada Arah Y .....	178
Tabel 4. 89 Level Kinerja Struktur pada Arah X .....	179
Tabel 4. 90 Level Kinerja Struktur pada Arah Y .....	179

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data Gempa Bumi Tahun 2013-2022 .....	1
Gambar 2. 1 Peta Persebaran Gempa di Indonesia .....	9
Gambar 2. 2 Pergerakan Lempeng Bumi.....	10
Gambar 2. 3 Jalur Gempa Dunia .....	11
Gambar 2. 4 Grafik Perhitungan Skala Richter .....	13
Gambar 2. 5 Grafik Spektrum Respon Percepatan Desain.....	22
Gambar 2. 6 Grafik Spektrum Respon Percepatan Desain.....	23
Gambar 2. 7 Peta Transisi Periode Panjang ( $T_L$ ) .....	23
Gambar 2. 8 Penentuan Simpangan Antar Lantai .....	28
Gambar 2. 9 Koefisien Tekanan Eksternal untuk Bangunan Tertutup dan Bangunan Tertutup Sebagian Dinding dan Atap.....	46
Gambar 2. 10 Mekanisme Keruntuhan pada Portal Terbuka .....	52
Gambar 2. 11 Tingkat Gempa Berdasarkan Konsep PBSB .....	55
Gambar 2. 12 Kurva Kapasitas pada Berbagai Tingkat Kinerja Struktur .....	57
Gambar 2. 13 Ilustrasi Performance Based Design .....	58
Gambar 2. 14 Sengkang Tertutup Saling Tumpuk dan Pengikat Silang.....	60
Gambar 2. 15 Variasi Nilai $\phi$ terhadap Nilai Regangan Tulangan Tarik Baja.....	61
Gambar 2. 16 Luas Joint Efektif.....	65
Gambar 3. 1 Diagram Alir .....	67
Gambar 3. 1 Diagram Alir (Lanjutan) .....	68
Gambar 3. 2 Denah Bangunan.....	69
Gambar 3. 3 Tampak Samping Bangunan .....	70
Gambar 4. 1 Detail Balok dan Kolom yang Dikenai Angin.....	84
Gambar 4. 2 Arah Angin Datang dan Arah Angin Pergi Potongan Memanjang .....	84
Gambar 4. 3 Spektrum Respon Desain.....	88
Gambar 4. 4 Grafik Respon Spektrum .....	94
Gambar 4. 5 Grafik Respon Spektrum .....	96
Gambar 4. 6 Grafik Simpangan Antar Lantai .....	114
Gambar 4. 7 Grafik Simpangan Antar Lantai .....	117
Gambar 4. 8 Grafik Pengaruh P-Delta.....	120
Gambar 4. 9 Grafik Pengaruh P-Delta.....	123
Gambar 4. 10 Dimensi Balok G1-15 .....	134
Gambar 4. 11 Dimensi Kolom K5-1.....	148
Gambar 4. 12 General information.....	149
Gambar 4. 13 Material properties.....	149
Gambar 4. 14 Rectangular section.....	150

Gambar 4. 15 Menentukan banyak tulangan utama.....	150
Gambar 4. 16 Tampilan tulangan pada kolom.....	151
Gambar 4. 17 Menentukan tulangan sengkang.....	151
Gambar 4. 18 Menentukan beban terfaktor.....	152
Gambar 4. 19 Tampilan setelah proses execute.....	152
Gambar 4. 20 Pilihan untuk mengubah tampilan.....	153
Gambar 4. 21 Tampilan untuk beban terfaktor 1.....	153
Gambar 4. 22 Tampilan untuk beban terfaktor 2.....	154
Gambar 4. 23 Tampilan untuk beban terfaktor 3.....	154
Gambar 4. 24 Tampilan untuk beban terfaktor 4.....	155
Gambar 4. 25 Balok bergerak ke kanan (a), balok bergerak ke kiri (b).....	156
Gambar 4. 26 Material properties.....	164
Gambar 4. 27 Diagram Resultan Gaya pada Kolom.....	172
Gambar 4. 28 Show plot function.....	174
Gambar 4. 29 Display plot function traces.....	175
Gambar 4. 30 Display plot function traces.....	176
Gambar 4. 31 Select output cases.....	241
Gambar 4. 33 Hinges overwrite.....	284