

TUGAS AKHIR

**EVALUASI PERBANDINGAN KINERJA GEDUNG STRUKTUR
BAJA 7 LANTAI BERDASARKAN SNI 03-1726-2012 DAN
SNI 03-1726-2019 MENGGUNAKAN METODE ANALISIS
*PUSHOVER***



Disusun Oleh :

HENDRY

NBI :1431700090

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

2021

TUGAS AKHIR

EVALUASI PERBANDINGAN KINERJA GEDUNG STRUKTUR BAJA 7 LANTAI BERDASARKAN SNI 03-1726-2012 DAN SNI 03-1726-2019 MENGGUNAKAN METODE ANALISIS *PUSHOVER*



Disusun Oleh :

HENDRY
NBI :1431700090

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2021

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : HENDRY
NBI : 1431700090
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : **EVALUASI PERBANDINGAN KINERJA GEDUNG STRUKTUR BAJA 7 LANTAI BERDASARKAN SNI 03-1726-2012 DAN SNI 03-1726-2019 MENGGUNAKAN METODE ANALISIS *PUSHOVER***

Mengetahui/Menyetujui,

Dosen Pembimbing

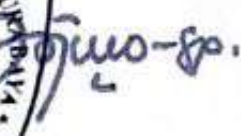


Retno Trimurtiningrum. ST., MT.
NPP. 20430.14.0626

Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya




Dr. Ir. Sajivo. M.Kes
NPP. 20410.90.0197



Ir. Herry Widhiarto. M. Sc.
NPP. 20430.87.0113

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Hendry
NBI : 1431700090
Alamat : Perum Taman Suko Asri BB-16
Telepon / HP : 085252418327

Menyatakan bahwa "TUGAS AKHIR" yang saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan Strata (S1) Teknik Sipil – Program Sarjana – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul :

"EVALUASI PERBANDINGAN KINERJA GEDUNG STRUKTUR BAJA 7 LANTAI BERDASARKAN SNI 03-1726-2012 DAN SNI 03-1726-2019 MENGGUNAKAN METODE ANALISIS *PUSHOVER*"

Adalah 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 dari siapapun.

Surabaya, 06 Juli 2021



Hendry



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpustakaan@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 : Hendry
NBI/ NPM : 1431700090
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 PERBANDINGAN KINERJA GEDUNG STRUKTUR BAJA 7
LANTAI BERDASARKAN SNI 1726-2012 DAN SNI 1726-2019
MENGUNAKAN METODE ANALISIS *PUSHOVER*”**

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

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 06 Juli 2021

Yang Menyatakan,



(Hendry)

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa dipanjatkan kehadirat Tuhan YME atas rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “EVALUASI PERBANDINGAN KINERJA GEDUNG STRUKTUR BAJA 7 LANTAI BERDASARKAN SNI 1726-2012 DAN SNI 1726-2019 MENGGUNAKAN METODE ANALISIS *PUSHOVER*”. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat, guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Tersusunnya Tugas Akhir ini juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta arahan. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Mulyanto Nugroho, MM., CMA., CPA selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. Sajiyono, M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Ir. Herry Widhiarto, M.Sc selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Ibu Retno Trimurtiningrum, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan dan petunjuk hingga selesainya Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc. dan Ibu Nurul Rochmah, ST., MT., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan dalam tugas akhir ini.
6. Segenap dosen dan staff Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah membagikan ilmunya kepada penulis disetiap mata kuliah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Kedua orang tua tercinta Bapak Bun Min Piau, Ibu Hiu Tjin Ngo, serta saudara tercinta, yang selalu menginspirasi, memberikan dukungan dan doa, baik dukungan moril maupun materil.
8. Istri tercinta Liliyanti dan Putri tercinta Rahel Claretta Chai yang telah memberikan dukungan, semangat dan doa restu.
9. Teman-teman seangkatan Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terimakasih atas bantuan dan saran selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, untuk itu diharapkan kritik dan saran

yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi pembaca.

Surabaya, 21 Juni 2021

Hendry

EVALUASI PERBANDINGAN KINERJA GEDUNG STRUKTUR BAJA 7 LANTAI BERDASARKAN SNI 03-1726-2012 DAN SNI 03-1726-2019 MENGGUNAKAN METODE ANALISIS *PUSHOVER*

Nama Mahasiswa : Hendry
NBI : 1431700090
Dosen Pembimbing : Retno Trimurtiningrum,ST.,MT.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang terletak pada pertemuan 3 lempeng tektonik, sebab itu Indonesia rawan terhadap gempa yang tinggi. Hal ini menyebabkan SNI bangunan tahan gempa di Indonesia harus selalu diperbaharui. SNI terbaru ini berupa SNI 03-1726-2019. Terbitnya SNI terbaru ini menyebabkan bangunan yang direncanakan dengan SNI yang lama perlu dianalisis ulang kekuatan strukturnya terhadap SNI terbaru. Perhitungan struktur gedung tahan gempa ini mengacu pada beban gempa sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-1726-2012) dan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-1726-2019).

Gedung yang dianalisis merupakan Gedung Perkantoran dengan struktur baja setinggi 7 lantai. Gedung perkantoran ini eksisting dibangun pada bulan Mei tahun 2019. Pada Analisis struktur gedung ini menggunakan metode *Pushover* untuk mengetahui perbandingan level kinerja gedung, perbandingan gaya dalam, simpangan, *roof displacement* dan *base shear*.

Hasil penelitian ini mendapatkan peningkatan nilai gaya dalam SNI 03-1726-2019 terhadap SNI 03-1726-2012 pada balok sebesar 0% gaya aksial, 4,06% gaya geser, 10,87% momen, sedangkan pada kolom mengalami peningkatan 0% gaya aksial, 20,2% gaya geser, 18,36% momen. Pada nilai simpangan juga mengalami peningkatan simpangan sebesar 17-20% untuk arah X dan 12-17% untuk arah Y. Pada nilai base shear mengalami peningkatan 10,3-10,5% dengan *target displacement* meningkat sebesar 18-22%. Pada hasil level kinerja gedung metode ATC-40 dengan SNI 03-1726-2012 menunjukkan level kinerja *damage control* dan meningkat menjadi level *life safety* pada SNI 03-1726-2019, sedangkan untuk metode FEMA-356 dan FEMA-440 baik dengan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019 memiliki level kinerja yang sama yaitu *life safety*.

Kata Kunci : Analisis *Pushover*, Struktur Baja, Level Kinerja Gedung.

PERFORMANCE EVALUATION OF 7 STOREY STEEL STRUCTURAL BUILDING BASED ON EARTHQUAKE REGULATION OF SNI 03-1726-2012 AND SNI 03-1726-2019 USING PUSHOVER ANALYSIS METHOD

Name : Hendry
NBI : 1431700090
Supervisor : Retno Trimurtiningrum,ST.,MT.

ABSTRACT

Indonesia is a country that is located at the junction of 3 tectonic plates, therefore Indonesia is prone to high earthquakes. This causes the design codes, in Indonesia is called SNI (Standar Nasional Indonesia) for earthquake-resistant buildings to always improved. This latest SNI is in the form of SNI 03-1726-2019. When SNI 03-1726-2019 has been published, causes buildings planned with the old SNI need to re-analyze their structural strength against the latest SNI. The calculation of this earthquake resistant building structure refers to the earthquake load in accordance with the Indonesian National Standard (SNI 03-1726-2012) and the Indonesian National Standard (SNI 03-1726-2019).

The building being analyzed was 7-storey steel structural. This office building was built in May 2019. Analysis of the building structure using the Pushover method to see the comparison of building performance levels, comparison of internal forces, deviation, roof displacement and base shear.

The results of this study indicate the elemen forces from SNI 03-1726-2012 have increase to SNI 03-1726-2019, in the beam about 0% axial force, 4.06% shear force, 10.87% moment, in the column about 0% axial force, 20.2% shear forces, 18.36% moment. The drifts also increase 17-20% for axis X and 12-17% for axis Y. The base shear increase about 10.3-10.5% and the target displacement increase 18.1-21.9%. This building performance level for ATC-40 code has been change from damage control by SNI 03-1726-2012 to life safety by SNI 03-1726:2019, Then FEMA-356 and FEMA-440 codes has the same performance level, that is life safety level.

Keyword : Pushover Analysis, Steel Structure, Building Performance Level.

DAFTAR ISI

Cover	i
Lembar Pengesahan	ii
Surat Pernyataan.....	iii
Lembar Publikasi	iv
Kata Pengantar	v
Abstrak	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xix
Daftar Notasi	xxiv
Bab I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	4
Bab II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Material Baja	9
2.2.1 Umum.....	9
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Material Baja.....	9
2.2.3 Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia.....	10

2.3	Gempa Bumi	12
2.3.1	Pengertian Gempa Bumi.....	12
2.3.2	Jalur Gempa Bumi	12
2.3.3	Parameter Dasar Gempa Bumi	12
2.4	Metode Analisis Gaya Gempa	13
2.5	Analisis Statik Non-Linier atau <i>Pushover</i>	13
2.6	Analisis Level Kinerja Struktur Dengan <i>Pushover</i>	14
2.6.1	Level Kinerja Struktur Dengan Metode ATC-40.....	14
2.6.2	Level Kinerja Struktur Dengan Metode FEMA-356 & FEMA-440.....	17
2.7	Klasifikasi Tingkat Daktalitas Struktur Bangunan Tahan Gempa	20
2.8	Kriteria Perencanaan Gedung Tahan Gempa	21
2.9	Sistem Rangka Pemikul Momen	23
2.10	Perhitungan Pembebanan	24
2.11	Pembebanan Gempa SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019	28
2.12	Komponen Struktur Baja Profil	42
Bab III METODE PENELITIAN		59
3.1	Diagram Alir	59
3.2	Penjelasan <i>Flow Chart</i>	61
Bab IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		65
4.1	Deskripsi Bangunan	65
4.2	Mutu Material	65
4.3	Pembebanan Gravitasi Gedung (<i>Gravity Loads</i>)	66
4.4	Perhitungan Beban Seismik	68
4.5	Analisis Gempa Statik Ekuivalen	80
4.5.1	Menentukan Klasifikasi Situs Tanah.....	81
4.5.2	Analisis Gempa Statik Ekuivalen Berdasarkan SNI 1726:2012 ..	84

4.5.3	Analisis Gempa Statik Ekuivalen Berdasarkan SNI 1726:2019 ..	91
4.5.4	Perbandingan Perhitungan Gaya Geser (<i>Base Shear</i>) Antara SNI 1726:2012 Dengan SNI 1726:2019.....	97
4.6	Analisis Gempa Statik Respons Spektra.....	98
4.6.1	Analisis Gempa Respons Spektra Berdasarkan SNI 1726:2012 ..	98
4.6.2	Analisis Gempa Respons Spektra Berdasarkan SNI 1726:2019 ..	101
4.7	Perhitungan Pembebanan Angin.....	105
4.8	Permodelan Struktur di SAP2000 v21.0.2.....	109
4.8.1	Permodelan Dasar Rangka Struktur	109
4.8.2	Menginput Pembebanan ke SAP2000.....	117
4.8.3	Running Analisis SAP2000.....	131
4.9	Analisis Sistem Struktur SNI 1726:2012.....	134
4.9.1	Kontrol Gaya Dinamis (<i>Base Shear</i>) SNI 1726:2012.....	134
4.9.2	Kontrol Partisipasi Massa (<i>Mass Participation Ratio</i>) SNI 1726:2012	135
4.9.3	Kontrol Perpindahan dan Simpangan Antar Lantai SNI 1726:2012	136
4.9.4	Analisis Gaya Dalam SNI 1726:2012.....	138
4.9.5	Analisis Elemen Struktur Primer	142
4.9.6	Analisis <i>Pushover</i>	155
4.9.7	Kurva Kapasitas Analisis <i>Pushover</i>	163
4.9.8	Level Kinerja Struktur SNI 1726:2012	170
4.10	Analisis Sistem Struktur SNI 1726:2019	184
4.10.1	Kontrol Gaya Dinamis (<i>Base Shear</i>) SNI 1726:2019.....	184
4.10.2	Kontrol Partisipasi Massa (<i>Mass Participation Ratio</i>) SNI 1726:2012.....	185
4.10.3	Kontrol Perpindahan dan Simpangan Antar Lantai SNI 1726:2019.....	186
4.10.4	Analisis Gaya Dalam SNI 1726:2012	188

4.10.5 Analisis Elemen Struktur Primer.....	190
4.10.6 Analisis <i>Pushover</i>	203
4.10.7 Level Kinerja Struktur SNI 1726:2019	209
4.11 Analisis Perbandingan Gaya Dalam SNI 1726:2012 Dengan SNI 1726:2019	222
4.12 Analisis Perbandingan Simpangan Antar Lantai SNI 1726:2012 Dengan SNI 1726:2019.....	224
4.13 Perbandingan <i>Base Shear</i> Dan <i>Displacement</i> SNI Gempa SNI 1726:2019 Dengan SNI 1726:2012.....	226
4.14 Perbandingan Level Kinerja Struktur	229
Bab V PENUTUP	231
5.1 Kesimpulan	231
5.2 Saran	231
Daftar Pustaka	233
Lampiran	235

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Lempeng Dunia	12
Gambar 2.2 Tipikal Kurva Kapasitas Pada Berbagai Tingkat Kinerja	15
Gambar 2.3 Ilustrasi Perancangan Berbasis Kinerja	16
Gambar 2.4 Derajat Keruntuhan (<i>Degree of Damage</i>)	18
Gambar 2.5 Kurva Hubungan Gaya dan Perpindahan	19
Gambar 2.6 Sendi Plastis Struktur Bangunan	22
Gambar 2.7 Mekanisme Keruntuhan Lokal dan Global	23
Gambar 2.8 Beban Angin Pada Bangunan.....	28
Gambar 2.9 S_s , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Resiko Tertarget	32
Gambar 2.10 S_1 , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Resiko Tertarget ...	33
Gambar 2.11 S_s , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Resiko Tertarget.....	33
Gambar 2.12 S_1 , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Resiko Tertarget	34
Gambar 2.13 Spektrum Respons Desain.....	39
Gambar 2.14 Spektrum Respons Desain.....	40
Gambar 2.15 Peta Transisi Periode Panjang T_L , Wilayah Indonesia	41
Gambar 2.16 Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	42
Gambar 2.17 Penampang Balok Komposit	48
Gambar 2.18 Keadaan Batas yang Dialami Profil WF Sebagai Elemen Lentur ...	52
Gambar 2.19 Letak Penghubung Geser Pada Balok Komposit.....	53
Gambar 2.20 Konfigurasi Kolom Profil-H.....	54
Gambar 2.21 Konfigurasi Kolom Profil-X.....	54
Gambar 2.22 Konfigurasi Kolom Profil-T	56
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	59
Gambar 3.2 <i>Site Plan</i> Proyek	61
Gambar 3.3 Tampak Depan atau Tampak Selatan Gedung	62

Gambar 3.4 Tampak Belakang atau Tampak Utara Gedung	62
Gambar 4.1 Denah lantai 2	68
Gambar 4.2 Denah lantai 3	68
Gambar 4.3 Denah lantai 4	68
Gambar 4.4 Denah lantai 5	69
Gambar 4.5 Denah lantai 6	69
Gambar 4.6 Denah lantai 7 (atap)	69
Gambar 4.7 Hasil tes N-SPT pada lokasi pembangunan	81
Gambar 4.8 Kurva respon spektrum tahun 2010	99
Gambar 4.9 Respon spektra 2012 yang diinputkan ke SAP2000	101
Gambar 4.10 <i>Output</i> aplikasi RSA, untuk tanah lunak (SE) kota Jakarta	102
Gambar 4.11 Grafik percepatan tanah spektral tanah lunak kota Jakarta	103
Gambar 4.12 Respon spektra 2019 yang diinputkan ke SAP2000	104
Gambar 4.13 Perbandingan nilai Sa SNI 1726:2012 dengan SNI 1726:2019	105
Gambar 4.14 Penentuan satuan pada SAP2000 v.21.0.2	109
Gambar 4.15 Pemilihan <i>grid</i> pada SAP2000 v.21.0.2	110
Gambar 4.16 Penentuan ukuran <i>grid</i> pada SAP2000 v21.0.2	110
Gambar 4.17 <i>Material property</i> pada beton.....	111
Gambar 4.18 <i>Material property</i> pada profil baja	111
Gambar 4.19 <i>Material property</i> pada baja tulangan ulir.....	112
Gambar 4.20 <i>Material property</i> pada baja tulangan polos.....	112
Gambar 4.21 <i>Frame section</i> pada kolom K1	113
Gambar 4.22 <i>Frame secton</i> pada balok W1	113
Gambar 4.23 <i>Frame section</i> pada kolom pedestal KP	114
Gambar 4.24 <i>Area section</i> pada pelat S7	114
Gambar 4.25 <i>Frame section</i> pada gording.....	115
Gambar 4.26 Menggambar <i>frame</i> kolom K1 pada <i>grid</i>	115

Gambar 4.27 Tampilan <i>frame</i> yang sudah digambar dalam <i>mode extrude</i>	116
Gambar 4.28 Menentukan perletakan jepit pada dasar struktur	116
Gambar 4.29 Melakukan <i>releases</i> pada <i>frame</i>	117
Gambar 4.30 Menentukan <i>load patterns</i> pada SAP2000	118
Gambar 4.31 <i>Wind load pattern</i> pada SAP2000	118
Gambar 4.32 Menginput respon spektra SNI 1726:2012 pada SAP2000	119
Gambar 4.33 Menginput respon spektra SNI 1726:2019 pada SAP2000	120
Gambar 4.34 Respon spektra arah-X pada SAP2000.....	121
Gambar 4.35 Respon spektra arah-Y pada SAP2000.....	121
Gambar 4.36 Menentukan <i>mass source</i> pada SAP2000	122
Gambar 4.37 <i>Load combinations</i> SNI 1726:2012	124
Gambar 4.38 <i>Live load</i> direduksi pada <i>load combinations</i>	124
Gambar 4.39 <i>Load combinations</i> SNI 1726:2019	126
Gambar 4.40 Memasukkan beban SIDL pada balok	127
Gambar 4.41 Tampak beban SIDL balok pada SAP2000.....	128
Gambar 4.42 Memasukkan beban hidup pada pelat lantai	129
Gambar 4.43 Menggambar pelat <i>dummy</i> pada sisi terluar bangunan.....	130
Gambar 4.44 Memasukkan beban angin pada pelat <i>dummy</i>	130
Gambar 4.45 Tahapan dalam menjalankan analisa di SAP2000.....	129
Gambar 4.46 Kombinasi pembebanan dalam <i>running</i> analisa di SAP2000.....	131
Gambar 4.47 Tampak gaya dalam hasil analisa di SAP2000	132
Gambar 4.48 <i>Output</i> gaya dalam	133
Gambar 4.49 <i>Show table</i> gaya dalam	133
Gambar 4.50 Gaya dalam terbesar balok dengan gempa SNI 1726:2012.....	139
Gambar 4.51 <i>Frame</i> 1283 pada balok.....	139
Gambar 4.52 Gaya dalam terbesar kolom dengan gempa SNI 1726:2012	140
Gambar 4.53 <i>Frame</i> 105 pada kolom	141

Gambar 4.54 Jarak sendi plastis pada balok (<i>Design Guide 4 AISC</i>)	146
Gambar 4.55 Analisis <i>pushover</i> langkah 1.....	156
Gambar 4.56 Analisis <i>pushover</i> langkah 2.....	156
Gambar 4.57 Analisis <i>pushover</i> langkah 2 <i>isi load application</i>	157
Gambar 4.58 Analisis <i>pushover</i> langkah 2 <i>ganti result saved</i>	157
Gambar 4.59 Analisis <i>pushover</i> langkah 3.....	158
Gambar 4.60 Analisis <i>pushover</i> langkah 3 <i>isi load application</i>	158
Gambar 4.61 Analisis <i>pushover</i> langkah 3 <i>ganti result saved</i>	159
Gambar 4.62 Analisis <i>pushover</i> langkah 3 arah Y	160
Gambar 4.63 Analisis <i>pushover</i> langkah 4 <i>frame hinges</i> pada balok	160
Gambar 4.64 Analisis <i>pushover</i> langkah 4 pengisian <i>frame hinges</i>	161
Gambar 4.65 Analisis <i>pushover</i> langkah 4 pengisian <i>frame hinges</i>	161
Gambar 4.66 Analisis <i>pushover</i> langkah 5 <i>overwrites</i>	162
Gambar 4.67 Analisis <i>pushover</i> langkah 6 <i>running analysis</i>	163
Gambar 4.68 Analisis <i>pushover</i> langkah 7 tampilan hasil <i>running</i>	163
Gambar 4.69 Sendi plastis pada <i>pushover</i> arah-X	164
Gambar 4.70 Kurva kapasitas arah-X	166
Gambar 4.71 Sendi plastis pada <i>pushover</i> arah-Y	167
Gambar 4.72 Kurva kapasitas arah-Y	169
Gambar 4.73 Parameter nilai Ca dan Cv pada analisis <i>pushover</i>	170
Gambar 4.74 Spektrum kapasitas arah-X.....	170
Gambar 4.75 Step-1 pada kurva kapasitas arah-X	171
Gambar 4.76 Step-5 pada kurva kapasitas arah-X	172
Gambar 4.77 Step-6 pada kurva kapasitas arah-X	172
Gambar 4.78 Step-9 pada kurva kapasitas arah-X	173
Gambar 4.79 Spektrum kapasitas arah-Y.....	173
Gambar 4.80 Step-1 pada kurva kapasitas arah-Y	174

Gambar 4.81 Step-5 pada kurva kapasitas arah-Y	175
Gambar 4.82 Step-10 pada kurva kapasitas arah-Y	175
Gambar 4.83 Kurva kapasitas FEMA-356 arah-X.....	178
Gambar 4.84 <i>Calculated value</i> kurva kapasitas FEMA-356 arah-X.....	178
Gambar 4.85 Kurva kapasitas FEMA-356 arah-Y	179
Gambar 4.86 <i>Calculated value</i> kurva kapasitas FEMA-356 arah-Y.....	179
Gambar 4.87 Kurva kapasitas dan <i>calculated value</i> FEMA-440 arah-X.....	181
Gambar 4.88 Kurva kapasitas dan <i>calculated value</i> FEMA-440 arah-Y	181
Gambar 4.89 Gaya dalam terbesar balok dengan gempa SNI 1726:2019.....	189
Gambar 4.90 Gaya dalam terbesar kolom dengan gempa SNI 1726:2019	190
Gambar 4.91 Sendi plastis pada <i>pushover</i> arah-X	204
Gambar 4.92 Kurva kapasitas arah-X	206
Gambar 4.93 Sendi plastis pada <i>pushover</i> arah-Y	207
Gambar 4.94 Kurva kapasitas arah-Y	209
Gambar 4.95 Parameter nilai Ca dan Cv pada analisis <i>pushover</i>	210
Gambar 4.96 Spektrum kapasitas arah-X.....	210
Gambar 4.97 Step-1 pada kurva kapasitas arah-X	211
Gambar 4.98 Step-7 pada kurva kapasitas arah-X	212
Gambar 4.99 Step-8 pada kurva kapasitas arah-X	212
Gambar 4.100 Spektrum kapasitas arah-Y.....	213
Gambar 4.101 Step-1 pada kurva kapasitas arah-Y	214
Gambar 4.102 Step- pada kurva kapasitas arah-Y	214
Gambar 4.103 Step-10 pada kurva kapasitas arah-Y	215
Gambar 4.104 Kurva kapasitas dan <i>calculated value</i> FEMA-356 arah-X.....	217
Gambar 4.105 Kurva kapasitas dan <i>calculated value</i> FEMA-356 arah-Y.....	217
Gambar 4.106 Kurva kapasitas dan <i>calculated value</i> FEMA-440 arah-X.....	219
Gambar 4.107 Kurva kapasitas dan <i>calculated value</i> FEMA-440 arah-Y.....	220

Gambar 4.108 Kurva perbandingan dan persentase simpangan arah-X antara SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019	225
Gambar 4.109 Kurva perbandingan dan persentase simpangan arah-Y antara SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019.....	226
Gambar 4.110 <i>Perfomance point, base shear dan displacement</i> arah-X SNI 1726:2019.....	227
Gambar 4.111 <i>Perfomance point, base shear dan displacement</i> arah-X SNI 1726:2012.....	227
Gambar 4.112 <i>Perfomance point, base shear dan displacement</i> arah-Y SNI 1726:2019.....	228
Gambar 4.113 <i>Perfomance point, base shear dan displacement</i> arah-Y SNI 1726:2012.....	228

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Perencanaan Baja di Berbagai Negara	11
Tabel 2.2 Level Kinerja Struktur	15
Tabel 2.3 Faktor Arah Angin, Kd	26
Tabel 2.4 Konstanta Eksposur Daratan	27
Tabel 2.5 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non-Gedung untuk Beban Gempa	29
Tabel 2.6 Faktor Keutamaan Gempa.....	32
Tabel 2.7 Klasifikasi Situs	34
Tabel 2.8 Koefisien Situs, Fa	36
Tabel 2.9 Koefisien Situs, Fv	36
Tabel 2.10 Koefisien Situs, Fa	37
Tabel 2.11 Koefisien Situs, Fv	37
Tabel 2.12 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	38
Tabel 2.13 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	38
Tabel 2.14 Faktor Tahanan Φ (AISC 2010).....	44
Tabel 2.15 Perbandingan Cara : DAM & ELM	46
Tabel 2.16 Keadaan batas yang dialami profil WF sebagai elemen lentur	49
Tabel 2.17 Keadaan batas pada elemen tekan profil WF	55
Tabel 4.1 Berat balok pada lantai 2	70
Tabel 4.2 Berat kolom pada lantai 2	71
Tabel 4.3 Berat balok pada lantai 3	72
Tabel 4.4 Berat kolom pada lantai 3	72
Tabel 4.5 Berat balok pada lantai 4	73

Tabel 4.6 Berat kolom pada lantai 4	74
Tabel 4.7 Berat balok pada lantai 5	75
Tabel 4.8 Berat kolom pada lantai 5	76
Tabel 4.9 Berat balok pada lantai 6	77
Tabel 4.10 Berat kolom pada lantai 6	78
Tabel 4.11 Berat balok pada lantai 7(atap).....	79
Tabel 4.12 Berat kolom pada lantai 7(atap)	79
Tabel 4.13 Berat seismik gedung	80
Tabel 4.14 Perhitungan nilai \bar{N}	82
Tabel 4.15 Klasifikasi situs gedung struktur baja 7 lantai	83
Tabel 4.16 Kategori resiko bangunan dan struktur lainnya untuk beban gempa ..	85
Tabel 4.17 Faktor keutamaan gempa	85
Tabel 4.18 Desain respon spektra kota Jakarta tahun 2012	86
Tabel 4.19 Koefisien situs Fa	86
Tabel 4.20 Koefisien situs Fv	87
Tabel 4.21 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada perioda pendek	88
Tabel 4.22 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada perioda 1 detik.....	88
Tabel 4.23 Faktor R, Cd, dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa	90
Tabel 4.24 Berat total gedung	90
Tabel 4.25 Kategori resiko bangunan dan struktur lainnya untuk beban gempa ..	91
Tabel 4.26 Faktor keutamaan gempa	90
Tabel 4.27 Desain respon spektra kota Jakarta tahun 2019	92
Tabel 4.28 Koefisien situs Fa	92
Tabel 4.29 Koefisien situs Fv	93
Tabel 4.30 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada perioda pendek	94

Tabel 4.31 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada perioda 1 detik	95
Tabel 4.32 Faktor R, Cd, dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa	96
Tabel 4.33 Berat total gedung	97
Tabel 4.34 Nilai Sa terhadap perioda gempa	99
Tabel 4.35 Kecepatan angin dari data BPS tahun 2015-2016	105
Tabel 4.36 Faktor arah angin, Kd	107
Tabel 4.37 Koefisien tekanan dinding.....	107
Tabel 4.38 Koefisien tekanan atap	108
Tabel 4.39 <i>Output</i> gaya geser dinamis gempa SNI 1726:2012	134
Tabel 4.40 <i>Output</i> rasio partisipasi massa SNI 1726:2012	135
Tabel 4.41 Simpangan antar tingkat izin, Δa^{ab}	136
Tabel 4.42 Perhitungan kontrol simpangan gempa arah-X	137
Tabel 4.43 Perhitungan kontrol simpangan gempa arah-Y	138
Tabel 4.44 Nilai gaya dalam terbesar pada balok beban gempa SNI 1726:2012 ..	140
Tabel 4.45 Nilai gaya dalam terbesar pada kolom beban gempa SNI 1726:2012 .	141
Tabel 4.46 <i>Output</i> beban dorong arah-X dari SAP2000	165
Tabel 4.47 <i>Output</i> beban dorong arah-Y dari SAP2000	168
Tabel 4.48 Kurva kapasitas <i>pushover</i> arah-X ATC-40	171
Tabel 4.49 Kurva kapasitas <i>pushover</i> arah-Y ATC-40	174
Tabel 4.50 Evaluasi kinerja struktur ATC-40 arah-X	176
Tabel 4.51 Evaluasi kinerja struktur ATC-40 arah-Y	176
Tabel 4.52 Batasan kinerja struktur ATC-40	176
Tabel 4.53 Evaluasi kinerja struktur arah-X FEMA-356.....	180
Tabel 4.54 Evaluasi kinerja struktur arah-Y FEMA-356.....	180
Tabel 4.55 Level kinerja struktur menurut FEMA-356	181
Tabel 4.56 Evaluasi kinerja struktur arah-X FEMA-440	182

Tabel 4.57 Evaluasi kinerja struktur arah-Y FEMA-440	182
Tabel 4.58 Level kinerja struktur menurut FEMA-356	183
Tabel 4.59 <i>Output</i> gaya geser dinamis gempa SNI 1726:2019	184
Tabel 4.60 <i>Output</i> rasio partisipasi massa SNI 1726:2019	185
Tabel 4.61 Simpangan antar tingkat izin Δa^{ab}	186
Tabel 4.62 Perhitungan kontrol simpangan gempa arah-X SNI 1726:2019.....	187
Tabel 4.63 Perhitungan kontrol simpangan gempa arah-Y SNI 1726:2019.....	188
Tabel 4.64 Nilai gaya dalam terbesar pada balok beban gempa SNI 1726:2019...	189
Tabel 4.65 Nilai gaya dalam terbesar pada kolom beban gempa SNI 1726:2019 .	190
Tabel 4.66 <i>Output</i> beban dorong arah-X dari SAP2000	205
Tabel 4.67 <i>Output</i> beban dorong arah-Y dari SAP2000	208
Tabel 4.68 Kurva kapasitas <i>pushover</i> arah-X ATC-40	211
Tabel 4.69 Kurva kapasitas <i>pushover</i> arah-Y ATC-40	213
Tabel 4.70 Evaluasi kinerja struktur arah-X	215
Tabel 4.71 Evaluasi kinerja struktur arah-Y	215
Tabel 4.72 Batasan kinerja struktur ATC-40	216
Tabel 4.73 Evaluasi kinerja struktur arah-X FEMA-356	218
Tabel 4.74 Evaluasi kinerja struktur arah-Y FEMA-356	218
Tabel 4.75 Level kinerja struktur menurut FEMA-356	219
Tabel 4.76 Evaluasi kinerja struktur arah-X FEMA-440	220
Tabel 4.77 Evaluasi kinerja struktur arah-Y FEMA-440	220
Tabel 4.78 Level kinerja struktur menurut FEMA-356	221
Tabel 4.79 Nilai gaya dalam terbesar pada balok beban gempa SNI 1726:2012...	222
Tabel 4.80 Nilai gaya dalam terbesar pada kolom beban gempa SNI 1726:2012 .	222
Tabel 4.81 Nilai gaya dalam terbesar pada balok beban gempa SNI 1726:2019 ..	223
Tabel 4.82 Nilai gaya dalam terbesar pada kolom beban gempa SNI 1726:2019 .	223
Tabel 4.83 Peningkatan gaya dalam pada balok	224

Tabel 4.84 Peningkatan gaya dalam pada kolom	224
Tabel 4.85 Hasil perbandingan dan persentase simpangan arah-X antara SNI 1726:2019 dan SNI 1726:2012	224
Tabel 4.86 Hasil perbandingan dan persentase simpangan arah-Y antara SNI 1726:2019 dan SNI 1726:2012	225
Tabel 4.87 Hasil perbandingan <i>base shear</i> dan <i>target displacement</i> SNI 1726:2019 dan SNI 1726:2012	229
Tabel 4.88 Perbandingan level kinerja.....	230

DAFTAR NOTASI

A_s	= Luasan tulangan tarik
A'_s	= Luasan tulangan tekan
B_{eff}	= Redaman Efektif (%)
C_d	= Faktor pembesaran defleksi
C_s	= Koefisien respon seismik
C_{vx}	= Faktor distribusi vertikal
d	= Jarak dari serat tekan terluar ke titik pusat tulangan tarik (mm)
d'	= Jarak dari serat tekan terluar ke titik pusat tulangan tekan (mm)
DL	= Beban Mati
D_t	= Nilai perpindahan maksimal
F_a	= Koefisien Situs berdasarkan nilai S_a
F_v	= Koefisien Situs berdasarkan nilai S_1
F_x	= Gaya gempa arah x
F_y	= Gaya gempa arah y
f_y	= Tegangan leleh
f'_c	= Kuat tekan beton (Mpa)
g	= Nilai gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)
h_x	= Tinggi tiap lantai
I_e	= Faktor Keutamaan gempa
KDS	= Kategori desain seismik
LL	= Beban Hidup
L_n	= Panjang bentang bersih balok atau kolom
M_u	= Momen <i>Ultimate</i> balok atau kolom
P_u	= Beban aksial kolom
Q_u	= Beban <i>Ultimate</i>
R	= Koefisien modifikasi respons

- s = Jarak spasi tulangan (mm)
 S_1 = Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik
 S_a = Repon spectra percepatan
 S_{D1} = Menentukan kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik
 S_{DS} = Menentukan kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek
 SF = Faktor skala
 S_{m1} = Parameter percepatan respons spectral M_{CE} pada periode 1 detik yang telah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
 S_{ms} = Parameter percepatan respons spectral M_{CE} pada periode pendek yang telah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
 S_S = Percepatan batuan dasar pada periode pendek
 T_a = Periode fundamental pendekatan
 T_{eff} = Periode Fundamental Efektif (s)
 V_x = Gaya geser seismik desain di tingkat x
 V_{tx} = Nilai desain dari gaya geser dasar akibat seismik x
 V_{ty} = Nilai desain dari gaya geser dasar akibat seismik y
 V_u = Beban geser kolom
 V_x = Nilai gaya geser dasar
 W = Berat
 Δ = Simpangan antar lantai
 Δ_a = Simpangan antar lantai tingkat ijin
 δ_t = Target perpindahan
 δ_x = Defleksi pusat massa yang ditingkatkan
 δ_{xe} = Defleksi pada lokasi yang diisyaratkan (mm)
 ρ = Faktor rebundansi
 Ω_0 = Faktor kuat lebih
 \emptyset = Faktor reduksi (berdasarkan SNI)