

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI KINERJA GEDUNG PERKULIAHAN BETON  
BERTULANG 7 LANTAI di YOGYAKARTA DENGAN ANALISIS  
*PUSHOVER* DAN BANTUAN STERA\_3D**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**Jihad Novario Faturrochman**

**20150110122**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2019**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jihad Novario Faturrochman  
NIM : 20150110122  
Judul : Evaluasi Kinerja Gedung Perkuliahan Beton Bertulang 7 Lantai Di Yogyakarta Dengan Analisis *Pushover* Dan Bantuan Stera\_3d

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 28 Mei 2019

Yang membuat pernyataan



Jihad Novario Faturrochman

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Orangtua saya yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan yang tak pernah henti. Saya sanggup dan tegar agar sanggup menjalani hidup ini berkat doa yang telah dipanjatkan orangtua saya.
2. Dosen Teknik Sipil UMY yang telah menempa pribadi saya menjadi mahasiswa yang bertanggung jawab atas amanah yang telah diberikan.
3. Bapak Taufiq Ilham Maulana selaku dosen pembimbing yang senantiasa mendidik saya dari awal pengerjaan Tugas Akhir ini hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Teman-teman Teknik Sipil UMY angkatan 2015 khususnya Kelas C yang selalu berjuang bersama saat menjalani pendidikan ini.

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui grafik *pushover* pada proyek gedung yang didirikan pada daerah Yogyakarta.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Puji Harsanto, ST., MT., Ph.D. sebagai ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Taufiq Ilham Maulana, S.T., M.Eng. sebagai selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa membimbing dan memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Kedua Orang Tua, dan adik yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 28 Mei 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan masalah.....	3
1.3. Lingkup Penelitian .....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	4
2.1. Tinjauan Pustaka .....	4
2.1.1. Penelitian terdahulu tentang perencanaan Gedung bertingkat.....	5
2.1.2. Analisis terdahulu mengenai <i>Non Linear Pushover</i> .....	6
2.2. Dasar Teori .....	9
2.2.1. Pembebanan Pada Gedung.....	20
2.2.2. Peta Gempa Indonesia 2017.....	21
2.2.3. Pengertian dan Analisis Gempa Menurut SNI 1726:2012.....	25
2.2.4. Wilayah Gempa dan Respons Spektrum.....	29
2.2.5. Sistem Struktur Bangunan .....	29
2.2.6. Perpindahan tingkat (story displacement).....	31
2.2.7. Simpangan antar tingkat (story drift) .....	32
2.2.8. Percepatan Gempa.....	32
BAB III METODE PENELITIAN.....	34
3.1. Tahapan Penelitian .....	34
3.2. Data Teknis Bangunan .....	37
3.2.1. Lokasi Proyek Gedung.....	37
3.2.2. Tampak dan Denah Bangunan .....	37
3.2.3. Fungsi Bangunan.....	39

3.2.4. Data Gedung.....	39
3.3. Pembebanan.....	40
3.4. Permodelan.....	42
3.5. Perhitungan Pembebanan .....	42
3.6. Perhitungan Koefisien Modifikasi Respon.....	48
3.7. Langkah-langkah Permodelan STERA_3D.....	49
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
4.1 Kurva Kapasitas .....	53
4.2 <i>Performance Point</i> .....	54
4.3 <i>Shear Redudancy Factor</i> .....	55
4.4 <i>Base Shear – Top Drift</i> .....	56
4.5 Orbit of Top Displacement.....	61
4.6 Percepatan Maximum Gedung Perkuliahan di Yogyakarta .....	62
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>67</b>
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>69</b>
<b>Lampiran .....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batasan Simpangan pada Tingkat Kinerja Struktur ( <i>ATC-40</i> , 1996: 11-4).....	18
Tabel 2. 2 Berat sendiri bahan bangunan dan kompoen Gedung ( <i>BSN</i> ,1987) .....	20
Tabel 2. 3 kategori risiko gempa ( <i>SNI 03-1726-2012</i> ).....	28
Tabel 2. 4 kategori desain seismik ( <i>SNI 03-1726-2012</i> ) .....	28
Tabel 2. 5 Koefisien situs, <i>Fv</i> ( <i>Sni 03-1726-2012</i> ).....	29
Tabel 3. 1 Ukuran dimensi balok .....	39
Tabel 3. 2 Ukuran dimensi kolom.....	40
Tabel 3. 3 Pembebanan struktur.....	40
Tabel 3. 4 Pembebanan balok .....	41
Tabel 3. 5 Pembebanan kolom .....	41
Tabel 3. 6 Pembebanan plat lantai .....	41
Tabel 3. 7 Nilai parameter ( <i>Puskim 2017</i> ).....	45
Tabel 4. 1 Titik kinerja.....	54
Tabel 4. 2 Nilai perpindahan maximum gedung <i>Non Masonry</i> .....	57
Tabel 4. 3 Nilai perpindahan maximum gedung <i>Masonry</i> .....	57
Tabel 4. 4 Perpindahan maksimum gedung dengan <i>Masonry</i> .....	62
Tabel 4. 5 Perpindahan maksimum gedung tanpa <i>Masonry</i> .....	62
Tabel 4. 6 Nilai percepatan maksimum setiap lantai gedung tanpa batu bata Beban Gempa <i>Elcentro</i> .....	63
Tabel 4. 7 Nilai percepatan maksimum setiap lantai gedung dengan batu bata Beban Gempa <i>Elcentro</i> .....	63
Tabel 4. 8 Nilai percepatan maksimum setiap lantai gedung tanpa batu bata Beban Gempa <i>Kobe</i> .....	64
Tabel 4. 9 Nilai percepatan maksimum setiap lantai gedung dengan batu bata Beban Gempa <i>Kobe</i> .....	64
Tabel 4. 10 Nilai percepatan maksimum setiap lantai gedung tanpa batu bata Beban Gempa <i>Parkfield</i> .....	64
Tabel 4. 11 Nilai percepatan maksimum setiap lantai gedung dengan batu bata Beban Gempa <i>Parkfield</i> .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Model elemen untuk balok (Saito, 2016).....	10
Gambar 2. 2 Model element untuk kolom (Saito, 2016).....	11
Gambar 2. 3 Nonlinear dengan pegas lentur (Saito, 2016).....	12
Gambar 2. 4 Penurunan model <i>Tri-linear Slip</i> (Saito, 2016).....	13
Gambar 2. 5 Memasukkan kekuatan degradasi (Saito, 2016).....	14
Gambar 2. 6 Gaya luar vector (Saito, 2016) .....	15
Gambar 2. 7 Distribusi $A_i$ (Saito, 2016) .....	16
Gambar 2. 8 Skematik dari konsep metode Capacity Spectrum (Saito, 2016).....	17
Gambar 2. 9 Kurva kapasitas setara dengan sistem SDOF (Saito, 2016).....	17
Gambar 2. 10 Kurva defleksi beban dengan tampilan pendekatan bilinear (Kevit, 2013).....	19
Gambar 2. 11 Peta Tektonik Indonesia (Pusgen,2017).....	22
Gambar 2. 12 Hasil relokasi gempa Indonesia (Pusgen,2017) .....	22
Gambar 2. 13 Peta Percepatan terbesar Indonesia (Pusgen,2017).....	24
Gambar 2. 14 Peta percepatan terpucuk di batuan dasar (Pusgen,2017) .....	24
Gambar 2. 15 Peta basis gempa Indonesia (Pusgen,2017).....	25
Gambar 2. 16 peta percepatan teratas di batuan dasar (Pusgen,2017).....	25
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> pelaksanaan penelitian secara umum.....	35
Gambar 3. 2 Lanjutan <i>flowchat</i> .....	36
Gambar 3. 3 Lokasi proyek gedung (Google Maps, 2018).....	37
Gambar 3. 4 Tampak depan bangunan.....	37
Gambar 3. 5 Tampak samping bangunan.....	38
Gambar 3. 6 Tampak belakang bangunan.....	38
Gambar 3. 7 Denah Struktural Lantai Dasar Hingga Atap .....	38
Gambar 3. 8 Tangga.....	43
Gambar 3. 9 Anak tangga.....	43
Gambar 3. 10 <i>Response Spektrum</i> Yogyakarta .....	47
Gambar 3. 11 Respon <i>Spektra</i> Gempa <i>Elcentro</i> .....	47
Gambar 3. 12 Respon <i>Spektra</i> Gempa <i>Parkfield</i> .....	48
Gambar 3. 13 Respon <i>Spektra</i> Gempa <i>Kobe</i> .....	48
Gambar 3. 14 Tampilan awal STERA_3D .....	50



Gambar 3. 15 Tampilan model struktur aktual dengan <i>Masonry</i> .....	50
Gambar 3. 16 Tampilan model struktur aktual tanpa <i>Masonry</i> .....	50
Gambar 3. 17 Ikon <i>Analyze</i> .....	51
Gambar 3. 18 Tampilan analisis selesai .....	51
Gambar 3. 19 <i>Response setting</i> menambah beban gempa pada Gedung tanpa <i>Masonry</i> .....	51
Gambar 3. 20 <i>Response setting</i> menambah beban gempa pada Gedung dengan <i>Masonry</i> .....	52
Gambar 3. 21 Ikon <i>Play</i> .....	52
Gambar 4. 1 Grafik <i>Capacity Curve</i> gedung perkuliahan di Yogyakarta.....	53
Gambar 4. 2 Grafik <i>Performance Point</i> gedung perkuliahan di Yogyakarta .....	54
Gambar 4. 3 Grafik <i>Redudancy Factor</i> gedung tanpa <i>Masonry</i> .....	55
Gambar 4. 4 Grafik <i>Redudancy Factor</i> gedung dengan <i>Masonry</i> .....	56
Gambar 4. 5 Grafik <i>Base Shear – Top Drift</i> gedung tanpa <i>Masonry</i> serta beban gempa <i>Elcentro</i> .....	58
Gambar 4. 6 Grafik <i>Base Shear – Top Drift</i> gedung dengan <i>Masonry</i> serta beban gempa <i>Elcentro</i> .....	58
Gambar 4. 7 Grafik <i>Base Shear – Top Drift</i> gedung tanpa <i>Masonry</i> serta beban gempa <i>Kobe</i> .....	59
Gambar 4. 8 Grafik <i>Base Shear – Top Drift</i> gedung dengan <i>Masonry</i> serta beban gempa <i>Kobe</i> .....	59
Gambar 4. 9 Grafik <i>Base Shear – Top Drift</i> gedung dengan <i>Masonry</i> serta beban gempa <i>Parkfield</i> .....	60
Gambar 4. 10 Grafik <i>Base Shear – Top Drift</i> gedung dengan <i>Masonry</i> serta beban gempa <i>Parkfield</i> .....	60
Gambar 4. 11 Grafik <i>Obit of Top Displacement</i> gedung dengan <i>Masonry</i> dengan beban gempa <i>Elcentro</i> .....	61
Gambar 4. 12 Grafik <i>Obit of Top Displacement</i> gedung tanpa <i>Masonry</i> dengan beban gempa <i>Elcentro</i> .....	62
Gambar 4. 13 Grafik percepatan maksimum tiap lantai gempa <i>Elcentro</i> (a) Tanpa <i>Masonry</i> (b) dengan <i>Masonry</i> .....	65

Gambar 4. 14 Grafik percepatan maksimum tiap lantai gempa Kobe (a) Tanpa <i>Masonry</i> (b) dengan <i>Masonry</i> .....	65
Gambar 4. 15 Grafik percepatan maksimum tiap lantai gempa <i>Parkfield</i> (a) Tanpa <i>Masonry</i> (b) dengan <i>Masonry</i> .....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Grafik <i>Obit of Top Displacement</i> gedung dengan <i>Masonry</i> dengan beban gempa <i>Kobe</i> .....	71
Lampiran 2. Grafik <i>Obit of Top Displacement</i> gedung tanpa <i>Masonry</i> dengan beban gempa <i>Kobe</i> .....	72
Lampiran 3. Grafik <i>Obit of Top Displacement</i> gedung dengan <i>Masonry</i> dengan beban gempa <i>Parkfield</i> .....	73
Lampiran 4. Grafik <i>Obit of Top Displacement</i> gedung tanpa <i>Masonry</i> dengan beban gempa <i>Parkfield</i> .....	74

## DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
$K_e$	[kN.mm]	Kekakuan elastik
$P_{peak}$	[kN]	Beban pada saat $0,4 P_{peak}$
$\hat{u}_{peak}$	[mm]	Simpangan pada saat beban $0,4P_{peak}$
$S_u$	[kN]	Kuat geser
$P_u$	[kN]	Beban geser <i>Ultimit</i>
$B$	[mm]	Lebar dinding yang dikenai beban
$A$	[kNmm]	Luas sesuai beban-simpangan yang diamati
$\hat{u}_{yield}$	[mm]	Simpangan leleh
$P_{yield}$	[kN]	Beban pada kondisi leleh
$\hat{u}$	[mm]	Besar defleksi maksimum yang terjadi
$H$	[m]	Ketinggian struktur
$\delta xe$	[mm]	Defleksi yang disyaratkan pada analisis elastis
$A$	[cm/dt <sup>2</sup> ]	Percepatan tanah pada tempat yang akan dicari
$s_d$	(cm/detik <sup>2</sup> )	spektrum perpindahan
$s_a$	(cm)	percepatan spektrum
$s_{dx}$	(cm)	pergeseran lantai arah x
$s_{dy}$	(cm)	pergeseran lantai arah y
$s_{dz}$	(cm)	pergeseran lantai arah Z
$s_{fx}$	(kN)	Gaya geser lantai arah X
$s_{fy}$	(kN)	Gaya geser lantai arah Y
$dx$	(cm)	Pergeseran lantai dari arah pusat gravitasi arah X
$dy$	(cm)	Pergeseran lantai dari arah pusat gravitasi arah Y

## DAFTAR ISTILAH

1. *Capacity Curve*  
Hasil dari pembebanan *pushover*
2. *Orbit If Top Displalacement*  
Simpangan terjauh akibat beban gempa yang terjadi di arah sumbu X dan Y.
3. *Base Shear – Top Drift*  
Hubungan anantara perpindahan lantai akibat gempa bumi dan koefisien geser.
4. *Masonry*  
Tambahan pembebanan Gedung berupa dinding batu bata.
5. *Shear Redudancy Factor*  
Perhitungan faktor modifikasi respons berdasarkan beban lateral, sama dengan dasar geser,  $R_v$ .
6. *SDOF (Single Degree of Freedom)*  
Respons perpindahan tingkat kebebasan tunggal di setiap mode dan setiap arah.