

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS *TIME HISTORY* PADA BANGUNAN GEDUNG  
BERTINGKAT 12 LANTAI DENGAN *VERTICAL  
IRREGULARITY* MENGGUNAKAN *SOFTWARE STERA 3D***

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah  
Yogyakarta.



**Firhan Mahreza Yunanto Putra**

**20170110182**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2021**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Firhan Mahreza Yunanto Putra  
NIM : 20170110182  
Judul : Analisis *Time History* pada Bangunan Gedung Bertingkat 12 Lantai dengan *Vertical Irregularity* menggunakan *software* STERA 3D

Menyatakan yang 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, 10 Maret 2021

Yang membuat pernyataan



Firhan Mahreza Yunanto Putra

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah robbil'alamin, Tugas akhir ini dipersembahkan kepada orang-orang yang penulis cintai yaitu Ibu (Ibu Gamar Hani Musa'ad). Beliau adalah sosok "pahlawan tanpa tanda jasa" pertama kali dalam hidup. Ibu adalah seseorang yang mencintai anaknya dalam kondisi apapun kekurangannya. Kepada Ayah (Ayah Kusyunanto) yang merupakan sosok tauladan yang selalu penulis banggakan. Tugas Akhir ini juga dipersembahkan untuk orang-orang yang penulis sayangi, yaitu ketiga adik penulis Irfan Mahindra Yunanto Putra, Rafi Mahrizky Yunanto Putra dan Salwa Syahla Yunanto Putri. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi agama, bangsa, dan negara.

## PRAKATA

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan Yang Mahakuasa atas segala sesuatu di langit dan bumi. sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabat beliau.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tugas akhir ini merupakan penelitian tentang analisis pada bangunan gedung bertingkat 12 lantai dengan *vertical irregularity* menggunakan *software* STERA 3D, analisis menggunakan *time history* gempa El-Centro, Kobe, dan Parkfield menggunakan *software* STERA 3D.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu, Penulis menyampaikan terima kasih kepada yang berikut ini.

- a. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- b. Ibu Ir. Fadillawaty S, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir,
- c. Bapak Dr. Seplika Yadi, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan perbaikan dan masukan pada naskah Tugas Akhir.
- d. Bapak Hakas Prayuda, S.T., M.Eng., yang telah memberikan pengetahuan tentang STERA 3D.
- e. Bella Salsabila, Aditya Aria Hermawan, Sandya Ros Anzelina, dan Ogata Wilasamba, yang telah membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
- f. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil kelas D angkatan 2017 yang telah memberikan kehangatan dalam kebersamaan selama perkuliahan.
- g. Saudara Brando Windah yang telah menghibur selama penyusunan Tugas Akhir.
- h. Semua pihak yang terlibat pada penyusunan Tugas Akhir.

Alhamdulillah, setelah segala kemampuan yang diiringi dengan doa, akhirnya

tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik atas ridho Allah SWT. Penulis meyakini bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran sangat diperlukan untuk perbaikan laporan berikutnya.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 2 Februari 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Yant' or similar, written in a cursive style.

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Lingkup Penelitian .....	2
1.4    Tujuan Penelitian.....	3
1.5    Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II. ....</b>	<b>5</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1    Tinjauan Pustaka .....	5
2.1.1    Pengaruh <i>Irregularity</i> Bangunan terhadap Gempa .....	5
2.1.2    Analisis Struktur Gedung.....	7
2.1.3    Penelitian Terdahulu dan Sekarang.....	9
2.2    Landasan Teori .....	11
2.2.1    Kegempaan di Indonesia .....	11
2.2.2    Kerentanan Bangunan Terhadap Gaya Gempa .....	12

2.2.3	Data <i>History</i> Gempa.....	16
2.2.4	Pembebanan .....	17
2.2.5	STERA 3D .....	18
2.2.6	Deformasi Lateral dan Kekakuan Bangunan .....	19
2.2.7	<i>Shear Force</i> .....	20
2.2.8	Perpindahan.....	21
2.2.9	Hubungan <i>Base Shear</i> dan <i>Displacement</i> .....	21
2.2.10	<i>Drift Ratio</i> .....	22
2.2.11	Response Percepatan Maksimum .....	22
2.2.12	<i>Capacity Curve</i> .....	23
2.2.13	<i>Top Orbit</i> .....	24
<b>BAB III</b> .....		<b>25</b>
<b>METODE PENELITIAN</b> .....		<b>25</b>
3.1	Materi Penelitian .....	25
3.2	Desain Bangunan.....	27
3.3	Material <i>Properties</i> .....	30
3.4	Perhitungan Beban .....	31
3.5	Metode Analisis.....	31
3.6	Aplikasi STERA 3D .....	35
<b>BAB IV</b> .....		<b>40</b>
<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....		<b>40</b>
4.1	<i>Shear Force</i> .....	40
4.2	Deformasi Lateral.....	42
4.3	Kekakuan Bangunan.....	45
4.4	Perpindahan .....	45
4.5	Hubungan <i>Base Shear</i> dan <i>Displacement</i> .....	50
4.6	<i>Drift Ratio</i> .....	53
4.7	Response Percepatan Maksimum.....	55
4.8	<i>Capacity Curve</i> .....	57
4.9	<i>Top Orbit</i> .....	58
<b>BAB V</b> .....		<b>62</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		<b>62</b>

5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>xxi</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>64</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Simpangan horizontal (Yusra dkk., 2018) .....	8
Tabel 2. 2 <i>Displacement</i> maksimum dengan metode 3D <i>nonlinear earthquake response analysis</i> (Yusra dkk., 2018) .....	9
Tabel 2. 3 <i>Displacement</i> maksimum dengan metode 3D <i>nonlinear static push-over analysis</i> (Yusra dkk., 2018) .....	9
Tabel 2. 4 Penelitian terdahulu dan sekarang.....	9
Tabel 2. 5 Beban hidup pada lantai Gedung (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung, 1987) .....	17
Tabel 2. 6 Berat material konstruksi (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung, 1987) .....	18
Tabel 2. 7 Berat komponen pada bangunan (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung, 1987) .....	18
Tabel 3. 1 Dimensi dan kebutuhan tulangan kolom.....	30
Tabel 3. 2 Dimensi dan kebutuhan tulangan balok .....	30
Tabel 3. 3 Detail plat lantai .....	30
Tabel 3. 4 Pembebanan struktur gedung .....	31
Tabel 4. 1 Hasil analisis <i>shear force</i> arah X dan Y .....	40
Tabel 4. 2 Hasil analisis deformasi lateral arah X dan Y.....	43
Tabel 4. 3 Hasil analisis perpindahan .....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta tektonik Indonesia (PuSGen, 2017).....	12
Gambar 2. 2 Peta wilayah gempa Indonesia (PuSGen, 2017) .....	12
Gambar 2. 3 Dinding yang mengalami keruntuhan akibat gempa.....	14
Gambar 2. 4 Kerusakan plafond yang disebabkan genteng .....	15
Gambar 2. 5 Kolom yang rusak diakibatkan sistem strukturnya .....	15
Gambar 2. 6 Sambungan kayu yang rusak akibat usia dan kurangnya perawatan	16
Gambar 2. 7 Rekaman gempa El-Centro .....	17
Gambar 2. 8 Hubungan simpangan dengan tingkat bangunan (Ridwan, 2014)....	19
Gambar 2. 9 Hubungan kekakuan dengan tingkat bangunan (Monika dkk., 2018) .....	20
Gambar 2. 10 Hubungan <i>shear force</i> dengan tingkat bangunan (Cornelis dkk., 2014) .....	20
Gambar 2. 11 Hubungan perpindahan dengan waktu (Monika dkk., 2018).....	21
Gambar 2. 12 Hubungan <i>base shear</i> dan <i>displacement</i> (Monika dkk., 2018).....	21
Gambar 2. 13 Hubungan <i>drift ratio</i> dengan tingkat bangunan (Anisa, 2018) .....	22
Gambar 2. 14 Hubungan response percepatan maksimum dengan tingkat bangunan (Monika dkk., 2018).....	23
Gambar 2. 15 Hubungan <i>lateral force</i> dengan <i>lateral displacement</i> (Maulana dkk., 2019) .....	23
Gambar 2. 16 <i>top orbit</i> (Maulana dkk., 2019) .....	24
Gambar 3. 1 Bagan alir tahapan penelitian secara umum.....	26
Gambar 3. 2 Bagan alir tahapan penelitian secara umum (Lanjutan) .....	27
Gambar 3. 3 Gedung Model 1 dan Gambar 3. 4 Gedung Model 2 .....	28
Gambar 3. 5 Gedung Model 3 dan Gambar 3. 6 Gedung Model 4.....	28
Gambar 3. 7 Gedung Model 5.....	28
Gambar 3. 8 Denah bangunan berbentuk T .....	29
Gambar 3. 9 Rekemana gempa El-Centro arah sumbu X.....	32
Gambar 3. 10 Rekemana gempa El-Centro arah sumbu Y .....	32
Gambar 3. 11 Rekemana gempa El-Centro arah sumbu Z.....	32
Gambar 3. 12 Rekemana gempa Kobe arah sumbu X .....	33

Gambar 3. 13	Rekemana gempa Kobe arah sumbu Y .....	33
Gambar 3. 14	Rekemana gempa Kobe arah sumbu Z.....	33
Gambar 3. 15	Rekemana gempa Parkfield arah sumbu X .....	34
Gambar 3. 16	Rekemana gempa Parkfield arah sumbu Y .....	34
Gambar 3. 17	Rekemana gempa Parkfield arah sumbu Z.....	34
Gambar 3. 18	Tampilan “Run” untuk membuka program STERA 3D.....	35
Gambar 3. 19	Tampilan awal STERA 3D .....	35
Gambar 3. 20	Tampilan Member(M) pada STERA 3D.....	36
Gambar 3. 21	Mengatur jumlah lantai dan jarak antar kolom pada STERA 3D..	36
Gambar 3. 22	Tampilan Member(M) untuk mengatur kolom dan balok pada STERA 3D .....	37
Gambar 3. 23	Mengatur dimensi dan tulangan kolom pada STERA 3D.....	37
Gambar 3. 24	Mengatur dimensi dan tulangan kolom pada STERA 3D.....	38
Gambar 3. 25	Langkah analisis pada STERA 3D.....	38
Gambar 3. 26	Bangunan dapat dilakukan analisis terhadap gempa.....	39
Gambar 3. 27	Tampilan analisis <i>time history</i> pada STERA 3D .....	39
Gambar 4. 1	<i>Shear force</i> dengan data gempa El-Centro (a) arah X dan (b) arah Y .....	41
Gambar 4. 2	<i>Shear force</i> dengan data gempa Kobe (a) arah X dan (b) arah Y ....	41
Gambar 4. 3	<i>Shear force</i> dengan data gempa Parkfield (a) arah X dan (b) arah Y .....	42
Gambar 4. 4	Deformasi lateral dengan data gempa El-Centro (a) arah X dan (b) arah Y .....	43
Gambar 4. 5	Deformasi lateral dengan data gempa Kobe (a) arah X dan (b) arah Y .....	44
Gambar 4. 6	Deformasi lateral dengan data gempa Parkfield (a) arah X dan (b) arah Y .....	44
Gambar 4. 7	Kekakuan masing-masing model (a) arah X dan (b) arah Y.....	45
Gambar 4. 8	Hubungan perpindahan dan waku gempa (a) El-Centro; (b) Kobe dan (c) Parkfield pada model 1 .....	47
Gambar 4. 9	Hubungan perpindahan dan waku gempa (a) El-Centro; (b) Kobe dan (c) Parkfield pada model 2 .....	48

Gambar 4. 10 Hubungan perpindahan dan waku gempa (a) El-Centro; (b) Kobe dan (c) Parkfield pada model 3 .....	48
Gambar 4. 11 Hubungan perpindahan dan waku gempa (a) El-Centro; (b) Kobe dan (c) Parkfield pada model 4 .....	49
Gambar 4. 12 Hubungan perpindahan dan waku gempa (a) El-Centro; (b) Kobe dan (c) Parkfield pada model 5 .....	50
Gambar 4. 13 Hubungan <i>base shear</i> dan <i>displacement</i> dengan data gempa El-centro (a) model 1; (b) model 2; (c) model 3; (d) model 4 dan (e) model 5 .....	51
Gambar 4. 14 Hubungan <i>base shear</i> dan <i>displacement</i> dengan data gempa Kobe (a) model 1; (b) model 2; (c) model 3; (d) model 4 dan (e) model 5 .....	52
Gambar 4. 15 Hubungan <i>base shear</i> dan <i>displacement</i> dengan data gempa Parkfield (a) model 1; (b) model 2; (c) model 3; (d) model 4 dan (e) model 5 .....	53
Gambar 4. 16 <i>Drift ratio</i> dengan data gempa El-Centro (a) arah X dan (b) arah Y .....	54
Gambar 4. 17 <i>Drift ratio</i> dengan data gempa Kobe (a) arah X dan (b) arah Y ....	54
Gambar 4. 18 <i>Drift ratio</i> dengan data gempa Parkfield (a) arah X dan (b) arah Y .....	55
Gambar 4. 19 Response percepatan maksimum dengan data gempa El-Centro (a) arah X dan (b) arah Y .....	56
Gambar 4. 20 Response percepatan maksimum dengan data gempa Kobe (a) arah X dan (b) arah Y .....	56
Gambar 4. 21 Response percepatan maksimum dengan data gempa Parkfield (a) arah X dan (b) arah Y .....	57
Gambar 4. 22 <i>Capacity curve</i> masing-masing model bangunan .....	57
Gambar 4. 23 <i>Top orbit</i> dengan data gempa El-Centro (a) model 1; (b) model 2; (c) model 3; (d) model 4 dan (e) model 5 .....	59
Gambar 4. 24 <i>Top orbit</i> dengan data gempa Kobe (a) model 1; (b) model 2; (c) model 3; (d) model 4 dan (e) model 5 .....	60
Gambar 4. 25 <i>Top orbit</i> dengan data gempa Parkfield (a) model 1; (b) model 2; (c) model 3; (d) model 4 dan (e) model 5 .....	61

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Hasil analisis gaya geser.....	64
Lampiran 1. 2 Hasil analisis deformasi lateral.....	66
Lampiran 1. 3 Hasil analisis response percepatan maksimum .....	69

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
$S_{fx}$	kN	<i>Shear force</i> arah X
$S_{fy}$	kN	<i>Shear force</i> arah Y
$D_x$	cm	<i>Displacement</i> arah X
$D_y$	cm	<i>Displacement</i> arah Y
$A_x$	$\text{cm/s}^2$	Percepatan arah X
$A_y$	$\text{cm/s}^2$	Percepatan arah Y

## DAFTAR SINGKATAN

DDBD	: <i>Direct Displacement Based Design</i>
SAP 2000	: <i>Structure Analysis Program 2000</i>
ETABS	: <i>Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems</i>
STERA 3D	: <i>Structural Earthquake Response Analysis 3D</i>
C1	: <i>Coloumn tipe 1</i>
C2	: <i>Coloumn tipe 2</i>
B1	: <i>Balok tipe 1</i>
B2	: <i>Balok tipe 2</i>
B3	: <i>Balok tipe 3</i>
BJ	: <i>Baja Tulangan</i>

## DAFTAR ISTILAH

- 1) **Beton**  
Bahan dengan campuran dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air.
- 2) **Kolom**  
Struktur bangunan bentuk vertikal yang menahan beban dari balok.
- 3) **Balok**  
Struktur bangunan horizontal atau melintang yang berfungsi untuk mendistribusikan gaya ke kolom.
- 4) *Time History*  
Data gempa yang pernah terjadi pada suatu wilayah.
- 5) **Kekakuan**  
Sudut kemiringan pada struktur bangunan.
- 6) **Perpindahan**  
Suatu simpangan yang pengukurannya berdasarkan pada lantai paling bawah.
- 7) **Deformasi lateral**  
Perubahan dari arah tegak lurus pada sumbu utama.
- 8) *Shear Force*  
Suatu gaya dengan arah tegak lurus terhadap permukaan.
- 9) *Top Drift*  
Perpindahan yang terjadi pada lantai teratas.
- 10) *Drift Ratio*  
Rasio dari simpangan yang dialami oleh setiap tingkat yang kemudian dibagi dengan ketinggian tingkat.
- 11) *Capacity Curve*  
Beban lateral statik yang bekerja pada struktur bangunan dan ditingkatkan secara perlahan menuju batasan terpilih.
- 12) *Top Orbit*  
Batasan-batasan pergeseran yang dialami struktur bangunan.
- 13) **Respon Percepatan Maksimum**  
Percepatan yang dipengaruhi oleh respon tiap lantai.