

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PADA STRUKTUR BANGUNAN BETON  
BERTULANG AKIBAT KETIDAKBERATURAN VERTICAL  
MENGUNAKAN STERA 3D**

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



**Disusun oleh:  
Bella Salsabila  
(20170110203)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2021**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bella Salsabila

NIM : 20170110203

Judul : Analisis Pada Struktur Bangunan Beton Bertulang Akibat  
Ketidakberaturan Vertikal Menggunakan 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, Maret 2021

Yang membuat pernyataan



Bella Salsabila

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur penulis curahkan kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan petunjuk, pertolongan dan karunia-Nya sehingga laporan dengan judul Analisis Pada Struktur Bangunan Beton Bertulang Akibat Ketidakberaturan Vertikal Menggunakan STERA 3D dapat diselesaikan dengan baik. Segala syukur diucapkan kepada-Mu karena telah memberikan orang-orang yang sangat berharga yang terus memberikan doa, dukungan dan semangat untuk penyusun dalam menyusun tugas akhir ini. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi besar Muhammad SAW, keluarga, para sahabat dan umat nya hingga akhir zaman.

Penulis ingin mengucapkan terimakasih dan mempersembahkan tugas akhir ini untuk yang berikut ini.

1. Kedua orangtua tercinta dan terkasih karena selalu memberikan doa setiap saat, semangat dan dukungan baik secara moril ataupun material. Semoga selalu diberikan kesehatan, umur panjang dan kebahagiaan oleh Allah SWT.
2. Kakak-kakak tersayang Siska Nurazizah Lestari, Anggi Muhamad Anugrah dan Fajar Muhamad Fauzan yang senantiasa memberikan bantuan dan dukungan di setiap kesibukannya.
3. Teman-teman kelas E dan Angkatan 2017 yang selalu memberikan doa dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir 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-sahabat nya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model bangunan yang paling efektif dengan bantuan program STERA 3D.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada yang berikut ini.

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D selaku ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Ir. Fadillaswaty Saleh, M.T. selaku pembimbing tugas akhir
3. Ahmad Zaki, S.T., M.Sc., Ph.D selaku dosen penguji

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, Maret 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Fadilla' with a stylized flourish underneath.

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
PRAKATA .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG .....	xiii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiv
DAFTAR ISTILAH .....	xv
INTISARI .....	xvii
<i>ABSTRACT</i> .....	xviii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Lingkup Penelitian .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	5
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 pada Bangunan Bertingkat ...	9
2.2. Dasar Teori .....	12
2.2.1. Kegempaan di Indonesia .....	12
2.2.2. Kerentanan bangunan Terhadap Gaya Gempa .....	14
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> .....	19
2.2.8. Perpindahan .....	20
2.2.9. Hubungan <i>Base Shear</i> dan <i>Displacement</i> .....	20
2.2.10. <i>Drift Ratio</i> .....	21
2.2.11. Respon Percepatan Maksimum.....	22
2.2.12. <i>Seismic Capacity Spectrum</i> .....	22
2.2.13. <i>Top Orbit</i> .....	23
BAB III. METODE PENELITIAN .....	24
3.1. Metode Penelitian.....	24
3.2. Desain Bangunan.....	25
3.3. <i>Material Properties</i> .....	26
3.4. Perhitungan Beban.....	27
3.5. Metode Analisis.....	28
3.6. Aplikasi STERA 3D .....	28
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	33
4.1. <i>Shear Force</i> .....	33
4.2. Deformasi Lateral.....	35
4.3. Kekakuan Bangunan.....	37
4.4. Perpindahan .....	39
4.5. Hubungan <i>Base Shear</i> dan <i>Displacement</i> .....	42
4.6. <i>Drift Ratio</i> .....	45
4.7. Respon Percepatan Maksimum .....	47
4.8. <i>Capacity Curve</i> .....	49
4.9. <i>Top Orbit</i> .....	50
4.10. Kesimpulan.....	53
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran .....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	57
LAMPIRAN .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan pada penelitian terdahulu dan sekarang .....	10
Tabel 2. 2 Berat komponen dan bahan pada bangunan (BSN, 1987) .....	17
Tabel 3. 1 Ukuran yang digunakan pada Plat Lantai .....	26
Tabel 3. 2 Ukuran yang digunakan pada Balok .....	27
Tabel 3. 3 Ukuran yang digunakan pada Kolom.....	27
Tabel 3. 4 Berat pada kolom tiap lantai (kN).....	27
Tabel 3. 5 Berat pada kolom tiap lantai (kN) (Lanjutan).....	28
Tabel 3. 6 Berat pada balok tiap lantai (kN) .....	28
Tabel 4. 1 Perpindahan maksimum pada tiap model bangunan.....	41
Tabel 4. 2 Tabel kesimpulan .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hasil relokasi gempa bumi di Indonesia (PuSGen, 2017) .....	13
Gambar 2. 2 Peta sumber gempa di Indonesia (PuSGen, 2017) .....	14
Gambar 2. 3 Peta percepatan gempa Indonesia di batuan dasar (PuSGen, 2017) .....	14
Gambar 2. 4 Percepatan data <i>time history</i> El Centro (Ozbulut & Hurlebaus, 2011) .....	17
Gambar 2. 5 <i>Shear force</i> .....	20
Gambar 2. 6 Hubungan <i>base shear</i> (sumbu Y) dan <i>roof disp./m</i> (sumbu X) (Lu dkk., 2015) .....	21
Gambar 2. 7 Kurva <i>drift ratio</i> .....	22
Gambar 2. 8 Kurva respons percepatan maksimum (Maulana dkk., 2019).....	22
Gambar 2. 9 Kurva kapasitas spektrum (Ginsar & Lumantarna, 2007).....	23
Gambar 2. 10 Kurva <i>top orbit</i> (Maulana dkk., 2019) .....	23
Gambar 3. 1 Proses penelitian.....	24
Gambar 3. 2 Tampak atas.....	25
Gambar 3. 3 Variasi model bangunan (a) model 1; (b) model 2; (c) model 3; (d) model 4; dan (e) model 5 .....	25
Gambar 3. 4 Tampilan awal STERA 3D .....	29
Gambar 3. 5 Tampilan <i>menu Member</i> (M) STERA 3D.....	29
Gambar 3. 6 Tampilan <i>input</i> berat, tinggi dan jarak antar kolom bangunan .....	30
Gambar 3. 7 Tampilan <i>input</i> ukuran dan jumlah tulangan pada kolom.....	30
Gambar 3. 8 Tampilan <i>input</i> ukuran dan jumlah tulangan pada balok .....	31
Gambar 3. 9 Tahap awal analisis .....	31
Gambar 3. 10 Tampilan <i>input</i> data gempa.....	32
Gambar 3. 11 Proses analisis .....	32
Gambar 4. 1 <i>Shear force</i> dengan gempa Parkfield (a) arah X; dan (b) arah Y .....	34
Gambar 4. 2 <i>Shear force</i> dengan gempa Kobe (a) arah X; dan (b) arah Y .....	34
Gambar 4. 3 <i>Shear force</i> dengan gempa El Centro (a) arah X; dan (b) arah Y ....	35
Gambar 4. 4 Deformasi lateral dengan gempa Parkfield (a) arah X; dan (b) arah Y .....	36
Gambar 4. 5 Deformasi lateral dengan gempa Kobe (a) arah X; dan (b) arah Y..	36
Gambar 4. 6 Deformasi lateral dengan gempa El Centro (a) arah X; dan (b) arah Y.....	37
Gambar 4. 7 Kekakuan dengan gempa Parkfield (a) arah X; dan (b) arah Y .....	38
Gambar 4. 8 Kekakuan dengan gempa Kobe (a) arah X; dan (b) arah Y .....	38
Gambar 4. 9 Kekakuan dengan gempa El Centro (a) arah X; dan (b) arah Y .....	39
Gambar 4. 10 Perpindahan terbesar arah X pada masing-masing model .....	40
Gambar 4. 11 Perpindahan terbesar arah Y pada masing-masing model .....	40
Gambar 4. 12 Hubungan perpindahan dan waktu gempa pada model 1 .....	41
Gambar 4. 13 Hubungan perpindahan dan waktu gempa pada model 2.....	41



Gambar 4. 14 Hubungan perpindahan dan waktu gempa pada model 3.....	42
Gambar 4. 15 Hubungan perpindahan dan waktu gempa pada model 4.....	42
Gambar 4. 16 Hubungan perpindahan dan waktu gempa pada model 5.....	42
Gambar 4. 17 Hubungan <i>base shear</i> (sumbu X) – <i>displacement</i> (sumbu Y) dengan gempa Parkfield (a) model 1; (b) model 2; (c)model 3; (d) model 4; dan (e) model 5.....	43
Gambar 4. 18 Hubungan <i>base shear</i> (sumbu X) – <i>displacement</i> (sumbu Y) dengan gempa Kobe (a) model 1; (b) model 2; (c) model 3; (d) model 4; dan (e) model 5 .....	44
Gambar 4. 19 Hubungan <i>base shear</i> (sumbu X) – <i>displacement</i> (sumbu Y) dengan gempa El Centro (a) model 1; (b) model 2; (c) model 3; (d) model 4; dan (e) model 5.....	45
Gambar 4. 20 <i>Drift ratio</i> dengan data gempa Parkfield (a) arah X; dan (b) arah Y .....	46
Gambar 4. 21 <i>Drift ratio</i> dengan data gempa Kobe (a) arah X; dan (b) arah Y ...	47
Gambar 4. 22 <i>Drift ratio</i> dengan data gempa El Centro (a) arah X; dan (b) arah Y .....	47
Gambar 4. 23 Respon percepatan maksimum dengan data gempa Parkfield (a) arah X; dan (b) arah Y.....	48
Gambar 4. 24 Respon percepatan maksimum dengan data gempa Kobe a) arah X; dan (b) arah Y.....	49
Gambar 4. 25 Respon percepatan maksimum dengan data gempa El Centro a) arah X; dan (b) arah Y.....	49
Gambar 4. 26 <i>Capacity curve</i> pada masing-masing model bangunan .....	50
Gambar 4. 27 <i>Top orbit</i> dengan beban gempa Parkfield (a) model 1; (b) model 2; (c) model 3; (d) model 4; dan (e) model 5 .....	51
Gambar 4. 28 <i>Top orbit</i> pada dengan beban gempa Kobe (a) model 1; (b) model 2; (c) model 3; (d) model 4; dan (e) model 5 .....	52
Gambar 4. 29 <i>Top orbit</i> dengan beban gempa El Centro (a) model 1; (b) model 2; (c) model 3; (d) model 4; dan (e) model 5 .....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Deformasi lateral dengan beban gempa Parkfield.....	59
Lampiran 2 Deformasi lateral dengan beban gempa Kobe.....	59
Lampiran 3 Deformasi lateral dengan beban gempa El Centro .....	59
Lampiran 4 Perpindahan maksimum pada tiap-tiap model.....	60
Lampiran 5 Percepatan dengan beban gempa Parkfield .....	60
Lampiran 6 Percepatan dengan beban gempa Kobe .....	61
Lampiran 7 Percepatan dengan beban gempa El Centro .....	61
Lampiran 8 <i>Shear force</i> dengan beban gempa Parkfield .....	61
Lampiran 9 <i>Shear force</i> dengan beban gempa Kobe .....	62
Lampiran 10 <i>Shear force</i> dengan beban gempa El Centro .....	62