

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS RESPON SEISMIK STRUKTUR AKIBAT VARIASI KEKAKUAN ELASTOMER BEARING PADA GEDUNG FASILITAS OLAHRAGA DI JAKARTA**

**Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)**





Disusun oleh :

**SATRIA EKA DAYA**

**41112120097**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2017**

	<b>LEMBAR PENGESAHAN SIDANG SARJANA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA</b>	
---	--	---

Tugas Akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

**Judul Tugas Akhir** : ANALISIS RESPON SEISMIK STRUKTUR AKIBAT VARIASI KEKAKUAN ELASTOMER BEARING PADA GEDUNG FASILITAS OLAHRAGA DI JAKARTA

Disusun Oleh:

**N a m a** : Satria Eka Daya  
**N I M** : 41112120097  
**Jurusan/Program Studi** : Teknik Sipil

Telah diajukan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana: Tanggal 26 Agustus 2017

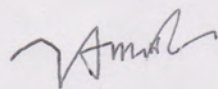
Jakarta, 02 September 2017

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Pembimbing

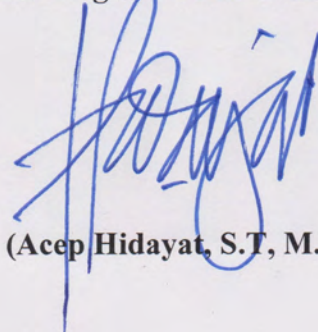
(Fajar Triwardono, S.T, M.T.)

**Ketua Penguji**

 5/9 '17

(Ir. Zainal Abidin Shahab, M.T.)

**Ketua Program Studi Teknik Sipil**



(Acep Hidayat, S.T, M.T.)



**LEMBAR PERNYATAAN SIDANG SARJANA  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**Q**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Satria Eka Daya  
Nomor Induk Mahasiswa : 41112120097  
Program Studi/Jurusan : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaannya saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, Agustus 2017

Yang memberikan pernyataan,



**SATRIA EKA DAYA**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Proposal Tugas Akhir dengan judul “Analisis Respon Seismik Struktur Akibat Variasi Kekakuan Elastomer Bearing Pada Gedung Fasilitas Olahraga Di Jakarta” ini dapat selesai sesuai dengan yang diharapkan.

Proposal ini disusun untuk memenuhi salah satu Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta. Selain itu penyusunan proposal juga diharapkan dapat berguna dalam rangka menambah wawasan, pengetahuan, serta untuk mengevaluasi masalah.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Fajar Triwardono,ST,MT., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan wawasan ilmu pengetahuan kepada penulis dalam penyusunan seminar skripsi ini;
2. Bapak Yuskar Lase yang telah memberikan motivasi dan bimbingan dan beribu pengalaman dan nasihat dalam dunia teknik sipil.
3. Bapak Rovik, Rahman, Arya Chunata, Mas Hakim dan rekan-rekan YL Engineers yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
4. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
5. Andika Hendra, Nanda Triyoko, Fajar, Bandung, Dovi, Angga, Luki, Asep, Rifki, Ridwan, Bapil, selaku sahabat saya yang telah memberikan ide, nasihat, dukungan, semangat dan segala bantuan dalam penyelesaian tugas akhir ini;

6. kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama pembuatan proposal ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Penyusun berharap agar laporan ini dapat bermanfaat. Amin.

Jakarta, Agustus 2017

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah .....	I-2
1.3 Perumusan Masalah .....	I-2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-3
1.6 Batasan dan Ruang Lingkup Masalah.....	I-3
1.7 Sistematika Penulisan .....	I-4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR</b> .....	<b>II-1</b>
2.1 Sistem Struktur.....	II-1
2.1.1 Sistem Struktur Penahan Gaya Gravitasi.....	II-1
2.1.2 Sistem Struktur Penahan gaya Lateral .....	II-1
2.2 Struktur Tahan Gempa .....	II-2
2.3 Struktur Balok Pratekan .....	II-3
2.4 Base Isolator.....	II-7
2.4.1 Tipe Base Isolator .....	II-7
2.5 Desain Elastomer Bearing.....	II-10

2.6 Konsol Pendek (Korbel).....	II-14
2.6.1 Geometri konsol pendek .....	II-14
2.6.2 Aksi struktural konsol pendek .....	II-15
2.7 Analisa Struktur .....	II-16
2.7.1 Analisis Beban Grafitasi .....	II-16
2.7.2 Analisis Beban Gempa.....	II-17
2.7.3 Pengecekan Parameter Struktur .....	II-24
2.7.4 Simpangan Batas Antar lantai Maksimum .....	II-27
2.7.5 Level Kinerja Struktur Menurut ATC-40 .....	II-28
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>III-1</b>
3.1 Alur Berpikir .....	III-1
3.2 Data Analisis Struktur.....	III-2
3.3 Kriteria Material.....	III-4
3.3.1 Beton .....	III-4
3.3.2 Mutu Baja Tulangan .....	III-4
3.3.3 Isolator .....	III-4
3.4 Kriteria Pembebanan.....	III-4
3.4.1 Beban Mati.....	III-4
3.4.2 Beban Hidup .....	III-5
3.4.3 Beban Gempa.....	III-5
3.5 Pemodelan Struktur Bangunan.....	III-5
3.6 Variasi Penelitian .....	III-6
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA.....</b>	<b>IV-1</b>
4.1 Gempa Respon Spektrum dan Time History .....	IV-2

4.1.1 Gempa Respon Spektrum .....	IV-2
4.1.2 Gempa Time History.....	IV-5
4.2 Hasil Perbandingan Tiap Variasi I.....	IV-7
4.2.1 Periode Getar, Sifat Pola Getardan Jumlah Mode .....	IV-7
4.2.2 Gaya Geser Dasar ( <i>Base Shear</i> ).....	IV-8
4.2.3 Gaya Geser Tingkat .....	IV-9
4.2.4 Simpangan Antar Lantai .....	IV-12
4.2.5 Gaya Geser dan Deformasi vs Time .....	IV-21
4.3 Hasil Perbandingan Tiap Variasi II.....	IV-27
4.3.1 Periode Getar, Sifat Pola Getardan Jumlah Mode .....	IV-27
4.3.2 Gaya Geser Dasar ( <i>Base Shear</i> ).....	IV-28
4.3.3 Simpangan Antar lantai.....	IV-29
4.4 Kontrol Batas Lendutan .....	IV-34
4.5 Level Kinerja Struktur ATC-40 .....	IV-35
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>V-1</b>
5.1 Kesimpulan .....	V-1
5.2 Saran.....	V-2

## DAFTAR PUSTAKA



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Desain property bantalan karet .....	II-13
Tabel 2.2 Koefisien Situs, $F_a$ .....	II-18
Tabel 2.3 Koefisien Situs, $F_v$ .....	II-18
Tabel 2.4 Klasifikasi Situs.....	II-20
Tabel 2.5 Kategori resiko bangunan gedung dan struktur lainnya u/ beban gempa... II-20	II-20
Tabel 2.6 Faktor keutamaan gempa.....	II-21
Tabel 2.7 Koefisien batas atas pada periode yang dihiung.....	II-25
Tabel 2.8 Nilai parameter perioda pendekatan, $C_t$ dan $x$ .....	II-25
Tabel 2.9 Simpangan batas antar lantai .....	II-28
Tabel 2.10 Deformation limit berbagai kinerja (ATC-40) .....	II-31
Tabel 3.1 Dimensi kolom, balok, dan pelat .....	III-3
Tabel 4.1 Variasi yang akan dianalisa .....	IV-1
Tabel 4.2 Penamaan model pada variasi I .....	IV-2
Tabel 4.3 Penamaan model pada variasi II .....	IV-2
Tabel 4.4 Parameter desain spektrum .....	IV-4
Tabel 4.5 Perbandingan periode, jumlah mode dan partisipasi massa Variasi I .....	IV-7
Tabel 4.6 Gaya geser arah X struktur gedung untuk tiap variasi model dan Analisa gempa .....	IV-8
Tabel 4.7 Gaya geser arah Y struktur gedung untuk tiap variasi model dan Analisa gempa .....	IV-8
Tabel 4.8 Simpangan antar tingkat akibat gempa respon spektrum arah X (F-01) ...	IV-12
Tabel 4.9 Simpangan antar tingkat akibat gempa respon spektrum arah Y (F-01) ...	IV-13
Tabel 4.10 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>time history</i> arah X (F-01).....	IV-13

Tabel 4.11 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>time history</i> arah Y (F-01).....	IV-13
Tabel 4.12 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>Pushover</i> arah X (F-01).....	IV-13
Tabel 4.13 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>Pushover</i> arah Y (F-01).....	IV-14
Tabel 4.14 Simpangan antar tingkat akibat gempa respon spektrum arah X (F-02) .	IV-14
Tabel 4.15 Simpangan antar tingkat akibat gempa respon spektrum arah Y (F-02) .	IV-14
Tabel 4.16 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>time history</i> arah X (F-02).....	IV-15
Tabel 4.17 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>time history</i> arah Y (F-02).....	IV-15
Tabel 4.18 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>Pushover</i> arah X (F-02).....	IV-15
Tabel 4.19 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>Pushover</i> arah Y (F-02).....	IV-15
Tabel 4.20 Simpangan antar tingkat akibat gempa respon spektrum arah X (F-03) .	IV-16
Tabel 4.21 Simpangan antar tingkat akibat gempa respon spektrum arah Y (F-03) .	IV-16
Tabel 4.22 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>time history</i> arah X (F-03).....	IV-16
Tabel 4.23 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>time history</i> arah Y (F-03).....	IV-16
Tabel 4.24 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>Pushover</i> arah X (F-03).....	IV-17
Tabel 4.25 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>Pushover</i> arah Y (F-03).....	IV-17
Tabel 4.26 Perbandingan periode, jumlah mode dan partisipasi massa Variasi II ....	IV-27
Tabel 4.27 Gaya geser arah X struktur gedung untuk tiap variasi model dan Analisa gempa .....	IV-28
Tabel 4.28 Gaya geser arah Y struktur gedung untuk tiap variasi model dan Analisa gempa .....	IV-28
Tabel 4.29 Simpangan antar tingkat akibat gempa respon spektrum arah X (R-01) .	IV-30
Tabel 4.30 Simpangan antar tingkat akibat gempa respon spektrum arah Y (R-01) .	IV-30
Tabel 4.31 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>time history</i> arah X (R-01) .....	IV-30
Tabel 4.32 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>time history</i> arah Y (R-01) .....	IV-30
Tabel 4.33 Simpangan antar tingkat akibat gempa <i>Pushover</i> arah X (R-01) .....	IV-31

Tabel 4.34 Simpangan antar tingkat akibat gempa *Pushover* arah Y (R-01) .....IV-31

Tabel 4.35 Lendutan maksimum pada masing-masing variasi .....IV-35

Tabel 4.36 Kinerja struktur arah X berdasarkan ATC-40 .....IV-36

Tabel 4.37 Kinerja struktur arah X berdasarkan ATC-40 .....IV-36



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Layout Gedung Fasilitas Olahraga.....	I-2
Gambar 2.1 Sistem Pratekan/Prategang Untuk Mengubah Beton Getas Menjadi Bahan Elastis.....	II-3
Gambar 2.2 Sistem Prategang Untuk Kombinasi Baja Mutu Tinggi Dengan Beton Mutu Tinggi.....	II-5
Gambar 2.3 Sistem Prategang Untuk Mencapai Keseimbangan Beban.....	II-6
Gambar 2.4 Jenis Standard Bearing.....	II-8
Gambar 2.5 Jenis <i>Anchor Bearing</i> .....	II-8
Gambar 2.6 Jenis <i>Bearing With Sliding Surface</i> .....	II-8
Gambar 2.7 <i>Low Damping Natural Rubber Bearing</i> .....	II-9
Gambar 2.8 <i>Lead Plug Bearing</i> .....	II-9
Gambar 2.9 Penampang elastomeric bearing.....	II-12
Gambar 2.10 Penampang elastomeric bearing.....	II-12
Gambar 2.11 Perbedaan struktur konsol pendek dan struktur kantilever.....	II-14
Gambar 2.12 Parameter geometri konsol pendek.....	II-15
Gambar 2.13 Aksi struktural konsol pendek.....	II-16
Gambar 2.14 Contoh desain respon spektrum.....	II-18
Gambar 2.15 Langkah utama untuk <i>pushover analysis</i> .....	II-23
Gambar 2.16 Penentuan simpangan antar lantai.....	II-28
Gambar 2.17 Defleksi lateral.....	II-29
Gambar 2.18 Kurva kapasitas.....	II-30
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	III-1
Gambar 3.2 Denah Tipikal Gedung Fasilitas Olahraga.....	III-2

Gambar 3.3 Denah Arena Olahraga.....	III-2
Gambar 3.4 Potongan Gedung Sarana Olahraga .....	III-3
Gambar 3.5 Detail Perletakan Balok Ke Kolom.....	III-3
Gambar 3.6 Permodelan gedung fasilitas olahraga .....	III-5
Gambar 3.7 Tampak permodelan arena olahraga .....	III-6
Gambar 4.1 Respon Spektra Percepatan pada 0,20 detik, 2% dalam 50 tahun (redaman 5%)– SS .....	IV-3
Gambar 4.2 Respon Spektra Percepatan pada 1 detik, 2% dalam 50 tahun (redaman 5%)– SS .....	IV-3
Gambar 4.3 Respon spektrum desain gempa MCE, wilayah Jakarta u/ tanah lunak ..	IV-5
Gambar 4.4 Respon spektrum gempa El Centro NS (Merah) El Centro EW (Hijau) .	IV-6
Gambar 4.5 Akselerograf El Centro NS (Biru) El Centro EW (Orange) .....	IV-6
Gambar 4.6 Respon spektrum hasil <i>matching</i> .....	IV-6
Gambar 4.7 Perbandingan periode dalam bentuk grafik batang.....	IV-7
Gambar 4.8 Grafik perbandingan gaya geser dasar pada tiap variasi.....	IV-8
Gambar 4.9 Perbandingan Gaya geser tingkat Model F-01 Arah X.....	IV-9
Gambar 4.10 Perbandingan Gaya geser tingkat Model F-01 Arah Y.....	IV-10
Gambar 4.11 Perbandingan Gaya geser tingkat Model F-02 Arah X.....	IV-10
Gambar 4.12 Perbandingan Gaya geser tingkat Model F-02 Arah Y.....	IV-11
Gambar 4.13 Perbandingan Gaya geser tingkat Model F-03 Arah X.....	IV-11
Gambar 4.14 Perbandingan Gaya geser tingkat Model F-03 Arah Y.....	IV-12
Gambar 4.15 Perbandingan Simpangan antar lantai F-01, F-02, F-03 dengan Analisis Respon Spektrum.....	IV-17
Gambar 4.16 Perbandingan Displacement F-01, F-02, F-03 dengan Analisis Respon Spektrum.....	IV-18

Gambar 4.17 Perbandingan Simpangan antar lantai F-01, F-02, F-03 dengan Analisis Time History.....	IV-18
Gambar 4.18 Perbandingan Displacement F-01, F-02, F-03 dengan Analisis Time History .....	IV-19
Gambar 4.19 Perbandingan Simpangan antar lantai F-01, F-02, F-03 dengan Analisis Pushover .....	IV-19
Gambar 4.20 Perbandingan Displacement F-01, F-02, F-03 dengan Analisis Pushover.....	IV-20
Gambar 4.21 Gaya geser vs waktu, elastomer model F-01 .....	IV-22
Gambar 4.22 Deformasi vs waktu, elastomer model F-01 .....	IV-22
Gambar 4.23 Kurva hysteresis Shear 2-2 Vs U2 model F-01 .....	IV-23
Gambar 4.24 Kurva hysteresis Shear 3-3 Vs U3 model F-01 .....	IV-23
Gambar 4.25 Gaya geser vs waktu, elastomer model F-02 .....	IV-24
Gambar 4.26 Deformasi vs waktu, elastomer model F-02 .....	IV-24
Gambar 4.27 Kurva hysteresis Shear 2-2 Vs U2 model F-02 .....	IV-25
Gambar 4.28 Kurva hysteresis Shear 3-3 Vs U3 model F-02 .....	IV-25
Gambar 4.29 Gaya geser vs waktu, elastomer model F-03 .....	IV-25
Gambar 4.30 Deformasi vs waktu, elastomer model F-03 .....	IV-26
Gambar 4.31 Kurva hysteresis Shear 2-2 Vs U2 model F-03 .....	IV-26
Gambar 4.32 Kurva hysteresis Shear 3-3 Vs U3 model F-03 .....	IV-27
Gambar 4.33 Perbandingan periode dalam bentuk grafik batang Variasi II .....	IV-28
Gambar 4.34 Grafik gaya geser dasar Variasi II .....	IV-29
Gambar 4.35 Perbandingan Displacement R-01 dan F-02 dengan Analisis Respon Spektrum.....	IV-32

Gambar 4.36 Perbandingan Simpangan antar lantai R-01 dan F-02 dengan Analisis  
Time History.....IV-32

Gambar 4.37 Perbandingan Displacement R-01 dan F-02 dengan Analisis Time History  
.....IV-33

Gambar 4.38 Perbandingan Simpangan antar lantai R-01 dan F-02 dengan Analisis  
Pushover .....IV-33

Gambar 4.39 Perbandingan Displacement R-01 dan F-02 dengan Analisis  
Pushover.....IV-34

