

**ANALISIS PERBANDINGAN KEEFEKTIVITASAN BASE ISOLATOR TIPE
LEAD RUBBER BEARING DAN *HIGH DAMPING RUBBER BEARING* PADA
BANGUNAN BERTINGKAT SEDANG DENGAN ANALISIS DINAMIK
RIWAYAT WAKTU NONLINEAR**

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

oleh :
MICHAEL JOSE EDIANTO
NPM : 17 02 17016 / TS



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2020

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

**ANALISIS PERBANDINGAN KEEFEKTIVITASAN BASE ISOLATOR
TIPE *LEAD RUBBER BEARING* DAN *HIGH DAMPING RUBBER
BEARING* PADA BANGUNAN BERTINGKAT SEDANG DENGAN
ANALISIS DINAMIK RIWAYAT WAKTU NONLINEAR**

Benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka izajah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Juli 2021

Yang membuat pernyataan,



(Michael Jose Edianto)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

ANALISIS PERBANDINGAN KEEFEKTIVITASAN BASE ISOLATOR TIPE *LEAD RUBBER BEARING* DAN *HIGH DAMPING RUBBER BEARING* PADA BANGUNAN BERTINGKAT SEDANG DENGAN ANALISIS DINAMIK RIWAYAT WAKTU NONLINEAR

Oleh :

MICHAEL JOSE EDIANTO

NPM : 17 02 17016

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, Agustus 2021

Pembimbing



(FX. Junaedi Utomo, Ir., M.Eng.,Dr.)



Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua

(Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

ANALISIS PERBANDINGAN KEEFEKTIVITASAN BASE ISOLATOR TIPE *LEAD RUBBER BEARING* DAN *HIGH DAMPING RUBBER BEARING* PADA BANGUNAN BERTINGKAT SEDANG DENGAN ANALISIS DINAMIK RIWAYAT WAKTU NONLINEAR



Oleh :
MICHAEL JOSE EDIANTO
NPM : 17 02 17016

telah diuji dan disetujui oleh

Nama

Tanda tangan

Tanggal

Ketua : FX. Junaedi Utomo, Ir., M.Eng.,Dr



5/12/21

Anggota : Johan Ardianto, S.T., M.Eng.

.....

.....

Anggota : Agustina Kiky A., S.T., M.Eng., Dr.Ing.

.....

07.12.2021

KATA HANTAR

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena kasih dan karunia-Nya penulisan laporan tugas akhir ini dengan judul Analisis Perbandingan Keefektivitasan *Base Isolator Tipe Lead Rubber Bearing* dan *High Damping Rubber Bearing* pada Bangunan Bertingkat Sedang Dengan Analisis Dinamik Riwayat Waktu Nonlinear. Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Program Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Luky Handoko, ST., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng, selaku Koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak FX. Junaedi Utomo, Ir., M.Eng.,Dr sebagai dosen pembimbing yang sudah dengan sabar memberikan bimbingan dan dukungan dalam proses pengerjaan dan penyelesaian Laporan Tugas Akhir.
5. Bapak Johan Ardianto, S.T., M.Eng.. dan Ibu Agustina Kiky A., S.T., M.Eng., Dr.Ing. selaku Dosen Penguji yang bersedia memberikan pengarahan dan saran dalam proses penyusunan Laporan ini.

6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, yang telah membimbing dan mengajar penulis dalam kegiatan perkuliahan.
7. Orangtua yang telah memberikan dukungan serta doa yang membimbing penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
8. Irfan, Nando, Widi, Abel, Theo, Randy, Chelvin, Weje dan teman-teman dari tempat kerja saya yang tidak pernah lelah menemani dan memberikan dukungan serta perhatian.
9. Teman-teman seperjuangan yang menemani dan membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir tanpa kenal lelah.

Yogyakarta, Juli 2021

MICHAEL JOSE EDIANTO

NPM: 17 02 17016

INTISARI

ANALISIS PERBANDINGAN KEEFEKTIVITASAN BASE ISOLATOR TIPE *LEAD RUBBER BEARING* DAN *HIGH DAMPING RUBBER BEARING* PADA BANGUNAN BERTINGKAT SEDANG DENGAN ANALISIS DINAMIK RIWAYAT WAKTU NONLINEAR , Michael Jose Edianto, NPM 17. 02.17016,tahun 2021, PKS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, FakultasTeknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Negara Indonesia adalah negara dengan wilayah yang sangat rawan terhadap gempa bumi, ini dikarenakan Indonesia yang terletak diantara tiga pertemuan lempeng besar. Gempa bumi akan melepaskan energi yang akan menyebabkan kerusakan terhadap bangunan konstruksi.

Solusi yang tercipta dari permasalahan ini adalah *base isolated system* dimana memisahkan struktur atas dengan struktur bawah yang mengalami pergerakan tanah akibat gempa dengan cara menyisipkan *base isolator* diantara struktur atas dengan fondasi. Gaya gempa yang merambat hingga mengenai struktur atas akan tereduksi oleh *base isolator* dengan cara melakukan perpindahan lateral yang besar. Sistem ini memiliki nilai kekakuan yang tinggi di arah vertikal agar dapat menahan beban vertikal dari bangunan dan beban lateral gempa.

Bangunan yang akan dirancang adalah bangunan bertingkat 4 (empat) dengan sistem rangka beton bertulang di Kota Bengkulu. *Base Isolator* Yang akan dipakai dan dijadikan komparasi terdiri dari *base isolator* tipe *lead rubber bearing* dan *high damping rubber bearing*. Analisis akan dilakukan dengan bantuan *software* ETABS 18.1.1. Dari hasil yang didapat, *base isolator* tipe *lead rubber bearing* berfungsi lebih efektif dalam melindungi bangunan bertingkat sedang dari gaya gempa dianalisis secara nonlinier. Gaya geser yang merambat hingga struktur bagian atas pada bangunan dengan *lead rubber bearing* lebih kecil dibanding bangunan dengan *high damping rubber bearing* dan bangunan konvensional. Sementara perpindahan lateral yang terjadi di bangunan dengan *lead rubber bearing* lebih besar dibanding dengan bangunan dengan *high damping rubber bearing* dan bangunan konvensional.

Kata Kunci : *lead rubber bearing, high damping rubber bearing, base isolated system*, analisis dinamik riwayat waktu

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA HANTAR	v
INTISARI	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Prinsip Sistem <i>Base Isolator</i>	7
2.2 Persyaratan Umum	9
2.3 Jenis-jenis <i>Base Isolator</i>	10
2.3.1 <i>High Damping Rubber Bearing (HDRB)</i>	11
2.3.2 <i>Lead Rubber Bearing (LRB)</i>	13
2.4 Manfaat Sistem <i>Base Isolation</i>	14
2.5 Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Subjek dan Objek Penelitian.....	18
3.2 Data Penelitian	18
3.2.1 Geometri Model.....	18
3.2.2 Parameter Respon Spektra.....	18
3.2.3 Riwayat Gempa.....	21
3.2.4 Spesifikasi dari <i>Base Isolator</i>	21
3.3 Peraturan yang Dipakai	22
3.4 Permodelan Bangunan.....	22

3.4.1	Bangunan <i>Fixed Base</i>	22
3.4.2	Bangunan <i>Isolated Base</i> dengan <i>Lead Rubber Bearing</i>	23
3.4.3	Bangunan <i>Isolated Base</i> dengan <i>High Damping Rubber Bearing</i>	24
3.5	Analisis Dinamik Riwayat Waktu Nonlinear	25
3.6	Output Analisis	27
3.7	Evaluasi	27
3.8	Bagan Alir Penelitian	28
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Permodelan Struktur.....	29
4.1.1	Data Bangunan	29
4.1.2	Data Material	29
4.1.3	Pembebanan.....	30
4.1.4	Beban Gempa.....	31
4.1.5	Spesifikasi <i>High Damping Rubber Bearing</i>	33
4.1.6	Spesifikasi <i>Lead Rubber Bearing</i>	33
4.1.7	Hasil Permodelan	34
4.2	Hasil Analisis dan Pembahasan	38
4.2.1	Analisis Perbandingan Gaya geser pada Struktur	38
4.2.2	Analisis Perbandingan Perpindahan Lateral pada Struktur	39
4.2.3	Analisis Bangunan Ditinjau dari Fungsi Waktu	43
4.2.3	Efektivitas <i>Base Isolator</i> pada Bangunan Bertingkat Sedang	60
4.2.5	Solusi dari Deformasi yang Terjadi	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		62
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran.....	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konsep <i>Base Isolator</i>	8
Gambar 2.2	Ilustrasi <i>High Damping Rubber Bearing</i>	12
Gambar 2.3	<i>High Dampng Rubber Bearing</i>	12
Gambar 2.4	Ilustrasi <i>Lead Rubber Bearing</i>	13
Gambar 2.5	<i>Lead Rubber Bearing</i>	14
Gambar 3.1	Gambar Respon Spektrum Desain	20
Gambar 3.2	Tampak Bangunan <i>Fixed Base</i> Sumbu <i>zy</i>	23
Gambar 3.3	Tampak Bangunan <i>Fixed Base</i> Sumbu <i>zx</i>	23
Gambar 3.4	Tampak Bangunan <i>Isolated Base (LRB)</i> Sumbu <i>zy</i>	24
Gambar 3.5	Tampak Bangunan <i>Isolated Base (LRB)</i> Sumbu <i>zx</i>	24
Gambar 3.6	Tampak Bangunan <i>Isolated Base (HDRB)</i> Sumbu <i>zx</i>	25
Gambar 3.7	Tampak Bangunan <i>Isolated Base (HDRB)</i> Sumbu <i>zy</i>	25
Gambar 4.1	Akselerogram Chi-chi (Taiwan) Asli	32
Gambar 4.2	Perbandingan Akselerogram Sebelum dan Sesudah Penskalaan	32
Gambar 4.3	Tampak Bangunan <i>Fixed Base</i> Sumbu <i>zy</i>	35
Gambar 4.4	Tampak Bangunan <i>Fixed Base</i> Sumbu <i>zx</i>	35
Gambar 4.5	Tampak Bangunan <i>Isolated Base (LRB)</i> Sumbu <i>zy</i>	36
Gambar 4.6	Tampak Bangunan <i>Isolated Base (LRB)</i> Sumbu <i>zx</i>	36
Gambar 4.7	Tampak Bangunan <i>Isolated Base (HDRB)</i> Sumbu <i>zx</i>	37
Gambar 4.8	Tampak Bangunan <i>Isolated Base (HDRB)</i> Sumbu <i>zy</i>	37
Gambar 4.9	Titik Acuan Perpindahan Lateral Setiap Tingkat.....	40
Gambar 4.10	Deformasi Bangunan <i>Fixed Base</i> pada Perpindahan Maksimal	40
Gambar 4.11	Deformasi Bangunan dengan HDRB pada Perpindahan Maksimal.....	41
Gambar 4.12	Deformasi Bangunan dengan LRB pada Perpindahan Maksimal	42
Gambar 4.13	Grafik Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (lantai 1)	44

Gambar 4.14	Tabel Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (Lantai 1)	44
Gambar 4.15	Grafik Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (lantai 2)	45
Gambar 4.16	Tabel Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (Lantai 2)	45
Gambar 4.17	Grafik Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (lantai 3)	46
Gambar 4.18	Tabel Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (Lantai 3)	46
Gambar 4.19	Grafik Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (lantai 4)	47
Gambar 4.20	Tabel Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (Lantai 4)	47
Gambar 4.21	Grafik Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (lantai 1)	48
Gambar 4.22	Tabel Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (Lantai 1)	48
Gambar 4.23	Grafik Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (lantai 2)	49
Gambar 4.24	Tabel Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (Lantai 2)	49
Gambar 4.25	Grafik Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (lantai 3)	50
Gambar 4.26	Tabel Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB Lantai 3)	50
Gambar 4.27	Grafik Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (lantai 4)	51
Gambar 4.28	Tabel Gaya Geser Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (Lantai 4)	51
Gambar 4.29	Grafik Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (lantai 1)	52
Gambar 4.30	Tabel Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (Lantai 1)	52

Gambar 4.31	Grafik Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (lantai 2).....	53
Gambar 4.32	Tabel Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (Lantai 2).....	53
Gambar 4.33	Grafik Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (lantai 3).....	54
Gambar 4.34	Tabel Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (Lantai 3).....	54
Gambar 4.35	Grafik Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (lantai 4).....	55
Gambar 4.36	Tabel Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan LRB (Lantai 4).....	55
Gambar 4.37	Grafik Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (lantai 1).....	56
Gambar 4.38	Tabel Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (Lantai 1).....	56
Gambar 4.39	Grafik Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (lantai 2).....	57
Gambar 4.40	Tabel Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (Lantai 2).....	57
Gambar 4.41	Grafik Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (lantai 3).....	58
Gambar 4.42	Tabel Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (Lantai 3).....	58
Gambar 4.43	Grafik Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (lantai 4).....	59
Gambar 4.44	Tabel Joint Displacement Terhadap Waktu di Bangunan dengan HDRB (Lantai 4).....	59

DAFTAR TABEL

<u>Tabel 3.1</u>	Koefisien situs, F_a	19
<u>Tabel 3.2</u>	Koefisien Situs, F_v	19
<u>Tabel 4.1</u>	Parameter Spektrum Respons Desain.....	31
<u>Tabel 4.2</u>	Spesifikasi <i>High Damping Rubber Bearing</i>	33
<u>Tabel 4.3</u>	Spesifikasi <i>Lead Rubber Bearing</i>	34
<u>Tabel 4.4</u>	Perbandingan gaya Geser Antar Tingkat.....	38
<u>Tabel 4.5</u>	Perbandingan Perpindahan Lateral Antar Tingkat	42

