

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERATURAN DAN TIDAK BERATURAN MENGGUNAKAN *BASE ISOLATOR HIGH DAMPING RUBBER BEARING*

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



MOHAMMAD RIFQI

03011282126030

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohammad Rifqi

NIM : 03011282126030

Judul : Analisis Kinerja Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan Menggunakan *Base Isolator High Damping Rubber Bearing*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Februari 2025



Mohammad Rifqi
NIM. 03011282126030

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERATURAN
DAN TIDAK BERATURAN MENGGUNAKAN *BASE
ISOLATOR HIGH DAMPING RUBBER BEARING***

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelas Sarjana Teknik

Oleh:

MOHAMMAD RIFQI

03011282126030

Palembang, Februari 2025

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



Anthony Costa, S.T.,M.T.

NIP. 199007222019031014

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Ir. Saloma, S.T.,M.T.

NIP. 197610312002122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Kinerja Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan Menggunakan Base Isolator High Damping Rubber Bearing” yang disusun oleh Mohammad Rifqi, NIM. 03011282126030 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 6 Februari 2025.

Palembang, 6 Februari 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir:

Ketua:

1. Anthony Costa, S.T.,M.T.
NIP. 199007222019031014

()

Anggota:

2. Dr. Rosidawani S.T., M.T.
NIP. 197605092000122001

()

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Dr. F. Bhakti Yudho Suprpto, S.T.,M.T.,IPM.
NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil


Dr. Ty. Saloma, S.T.,M.T.
NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohammad Rifqi

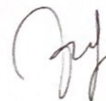
NIM : 03011282126030

Judul : Analisis Kinerja Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan
Menggunakan *Base Isolator High Damping Rubber Bearing*.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Februari 2025



Mohammad Rifqi
NIM. 03011282126030

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Mohammad Rifqi
Jenis Kelamin : Laki-laki
Status : Belum menikah
Agama : Islam
Warga negara : Indonesia
Nomor HP : 085715213278
E-mail : mohammadrifqi970@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

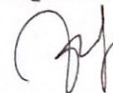
Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SDN CIDENG 02	-	-	SD	2009-2015
SMPN 1 JAKARTA	-	-	SMP	2015-2018
SMAN 10 PALEMBANG	-	IPA	SMA	2018-2021
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2021-2025

Riwayat Organisasi:

Nama Organisasi	Jabatan	Periode
IMS FT UNSRI	BPH	2024/25

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Mohammad Rifqi
NIM. 03011282126030

RINGKASAN

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERATURAN DAN TIDAK BERATURAN MENGGUNAKAN *BASE ISOLATOR HIGH DAMPING RUBBER BEARING*

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, 6 Februari 2025

Mohammad Rifqi; Dibimbing oleh Anthony Costa, S.T.,M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xix + 73 halaman, 28 gambar, 32 tabel, 9 lampiran

Keterbatasan lahan di Indonesia mendorong pembangunan struktur bangunan tidak beraturan yang rentan terhadap gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja dari struktur bangunan beraturan dan tidak beraturan dengan kriteria luasan 720 m² setinggi 10 lantai terhadap beban seismik. Proses analisis juga dilakukan terhadap struktur yang dilengkapi dengan dan tanpa isolator dasar berupa *High Damping Rubber Bearing* (HDRB). Prosedur analisis dilakukan menggunakan metode *Response Spectrum Analysis* (RSA) dengan bantuan perangkat lunak ETABS, berpedoman pada SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 2847:2019, serta spesifikasi *base isolator Bridgestone 2022*. Parameter kinerja yang dievaluasi meliputi simpangan antar lantai, gaya geser dasar, dan lendutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terhadap adanya komponen isolator dasar HDRB terjadi peningkatan kinerja struktur dari bangunan tanpa *base isolator* terhadap bangunan dengan *base isolator* berupa periode struktur sebesar 85,3-94,5%, gaya geser dasar sebesar 31,7-34,4%, dan simpangan antar lantai sebesar 73,93-75,53% pada jenis gedung beraturan. Sedangkan pada gedung tidak beraturan mengalami peningkatan kinerja struktur sebesar 78,3-93,5% pada periode struktur, 24,7-34,6% pada gaya geser dasar dan 70,24-73,6% dari simpangan antar lantai. Selain itu nilai kinerja bangunan dibuktikan keamanannya dengan terpenuhinya syarat batasan izin lendutan pada elemen struktur gedung beraturan maupun tidak beraturan. Berdasarkan hal tersebut, maka adanya HDRB terbukti efektif meningkatkan kinerja seismik bangunan beraturan dan tidak beraturan, meskipun efektivitasnya sedikit berkurang pada struktur yang tidak beraturan.

Kata kunci: Gedung tidak beraturan, Gedung Beraturan, HDRB, *Base Isolation*, ETABS.

SUMMARY

PERFORMANCE ANALYSIS OF REGULAR AND IRREGULAR BUILDING STRUCTURES USING HIGH DAMPING RUBBER BEARING BASE ISOLATOR

Scientific papers in form of Final Projects, Februari 6th, 2025

Mohammad Rifqi; Guide by Advisor Anthony Costa, S.T.,M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xviii + 73 pages, 28 images, 32 tables, 9 attachment

Land scarcity in Indonesia has led to the construction of irregular building structures that are vulnerable to earthquakes. The purpose of this research is to analyze and compare the performance of regular and irregular building structures with the criterion of area 720 m² as high as 10 floors against seismic loads. The analysis process is also carried out on structures equipped with and without base isolators in the form of High Damping Rubber Bearings (HDRB). The analysis procedure was carried out using the Response Spectrum Analysis (RSA) method with the assistance of ETABS software, following SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, and SNI 2847:2019 standards, as well as the Bridgestone base isolator specifications from 2022. The results showed that in the presence of HDRB base isolator components, there was an increase in structural performance from buildings without base isolators to buildings with base isolators in terms of structural period by 85.3-94.5%, base shear force by 31.7-34.4%, and deviation between floors by 73.93-75.53% in regular building types. Meanwhile, the irregular building experienced an increase in performance of 78.3-93.5% in structural period, 24.7-34.6% in base shear force, and 70.24-73.6% in deviation between floors. In addition, the value of building performance is demonstrated by fulfilling the deflection limit requirements for both regular and irregular structural elements. Based on this, the presence of HDRB components proved to be effective in enhancing the seismic performance of both regular and irregular buildings, although its effectiveness was slightly reduced in irregular structures.

Keywords: Irregular Building, Regular Building, HDRB, Base Isolation, ETABS.

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERATURAN DAN TIDAK BERATURAN MENGGUNAKAN *BASE ISOLATOR HIGH DAMPING RUBBER BEARING*

Mohammad Rifqi¹⁾, Anthony Costa²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: mohammadrifqi970@gmail.com

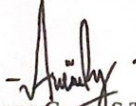
²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: anthonycosta@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Keterbatasan lahan di Indonesia mendorong pembangunan struktur bangunan tidak beraturan yang rentan terhadap gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja dari struktur bangunan beraturan dan tidak beraturan dengan kriteria luasan 720 m² setinggi 10 lantai terhadap beban seismik. Proses analisis juga dilakukan terhadap struktur yang dilengkapi dengan dan tanpa isolator dasar berupa *High Damping Rubber Bearing* (HDRB). Prosedur analisis dilakukan menggunakan metode *Response Spectrum Analysis* (RSA) dengan bantuan perangkat lunak ETABS, berpedoman pada SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 2847:2019, serta spesifikasi *base isolator Bridgestone* 2022. Parameter kinerja yang dievaluasi meliputi simpangan antar lantai, gaya geser dasar, dan lendutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terhadap adanya komponen isolator dasar HDRB terjadi peningkatan kinerja struktur dari bangunan tanpa *base isolator* terhadap bangunan dengan *base isolator* berupa periode struktur sebesar 85,3-94,5%, gaya geser dasar sebesar 31,7-34,4%, dan simpangan antar lantai sebesar 73,93-75,53% pada jenis gedung beraturan. Sedangkan pada gedung tidak beraturan mengalami peningkatan kinerja struktur sebesar 78,3-93,5% pada periode struktur, 24,7-34,6% pada gaya geser dasar, dan 70,24-73,6% dari simpangan antar lantai. Selain itu nilai kinerja bangunan dibuktikan keamanannya dengan terpenuhinya syarat batasan izin lendutan pada elemen struktur gedung beraturan maupun tidak beraturan. Berdasarkan hal tersebut, maka adanya HDRB terbukti efektif meningkatkan kinerja seismik bangunan beraturan dan tidak beraturan, meskipun efektivitasnya sedikit berkurang pada struktur yang tidak beraturan.

Kata kunci: Gedung tidak beraturan, Gedung Beraturan, HDRB, *Base Isolation*, ETABS.

Palembang, Februari 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing



Anthony Costa, S.T., M.T.
NIP. 199007222019031014

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Galoma, S.T., M.T.
NIP. 197616312002122001

PERFORMANCE ANALYSIS OF REGULAR AND IRREGULAR BUILDING STRUCTURES USING HIGH DAMPING RUBBER BEARING BASE ISOLATOR

Mohammad Rifqi¹⁾, Anthony Costa²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: mohammadrifqi970@gmail.com

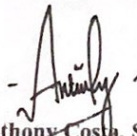
²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: anthonycosta@ft.unsri.ac.id

Abstract

Land scarcity in Indonesia has led to the construction of irregular building structures that are vulnerable to earthquakes. The purpose of this research is to analyze and compare the performance of regular and irregular building structures with the criterion of area 720 m² as high as 10 floors against seismic loads. The analysis process is also carried out on structures equipped with and without base isolators in the form of High Damping Rubber Bearings (HDRB). The analysis procedure was carried out using the Response Spectrum Analysis (RSA) method with the assistance of ETABS software, following SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, and SNI 2847:2019 standards, as well as the Bridgestone base isolator specifications from 2022. The results showed that in the presence of HDRB base isolator components, there was an increase in structural performance from buildings without base isolators to buildings with base isolators in terms of structural period by 85.3-94.5%, base shear force by 31.7-34.4%, and deviation between floors by 73.93-75.53% in regular building types. Meanwhile, the irregular building experienced an increase in performance of 78.3-93.5% in structural period, 24.7-34.6% in base shear force, and 70.24-73.6% in deviation between floors. In addition, the value of building performance is demonstrated by fulfilling the deflection limit requirements for both regular and irregular structural elements. Based on this, the presence of HDRB components proved to be effective in enhancing the seismic performance of both regular and irregular buildings, although its effectiveness was slightly reduced in irregular structures.

Keywords: Irregular Building, Regular Building, HDRB, Base Isolation, ETABS.

Palembang, Februari 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing



Anthony Costa, S.T., M.T.
NIP. 199007222019031014

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT, karena atas segala nikmat, rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Analisis Kinerja Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan Menggunakan *Base Isolator High Damping Rubber Bearing*” tepat pada waktunya.

Dalam Proses Penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, terima kasih untuk semua petunjuk dan kemudahan yang diberikan sehingga penulis dapat mengerjakan tugas akhir ini.
2. Sopian dan Meliyani selaku orang tua penulis dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan baik secara moral dan materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Anthony Costa, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan saran dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T. selaku dosen pembimbing akademik saya yang telah banyak memberikan saran dan ilmu selama masa perkuliahan kepada penulis.

Besar harapan penulis agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis serta civitas akademika Program Studi Teknik Sipil.

Indralaya, Februari 2025



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Struktur Gedung Beraturan	5
2.2 Struktur Gedung Tidak Beraturan.....	6
2.2.1 Ketidakberaturan Horizontal.....	8
2.2.2 Ketidakberaturan Vertikal.....	9
2.3 Struktur Beton Bertulang	11
2.4 <i>Base Isolation</i>	12
2.5 <i>High Damping Rubber Bearing</i>	13
2.5.1 Analisis Struktur dengan HDRB	17
2.6 Beban Struktur	20
2.6.1 Beban Mati (<i>Dead Load / DL</i>)	20
2.6.2 Beban Hidup (<i>Live Load / LL</i>)	21
2.6.3 Beban Gempa.....	21
2.7 Respon Spektrum Gempa	22

2.7.1	Kategori Risiko dan Faktor Keutamaan.....	22
2.7.2	Kelas Situs dan Koefisien Situs	24
2.7.3	Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa	26
2.7.4	Kategori Desain Seismik.....	27
2.7.5	Sistem Struktur.....	27
2.7.6	Kombinasi Pembebanan.....	28
2.8	Kinerja Struktur	29
2.8.1	<i>Displacement</i>	30
2.8.2	Gaya Geser Dasar.....	31
2.8.3	Simpangan Antar Lantai	32
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	34
3.1	Diagram Alir Penelitian	34
3.2	Gambaran Umum.....	35
3.3	Studi literatur	37
3.4	<i>Preliminary Design</i>	37
3.5	Pembebanan	38
3.5.1	Beban Mati.....	39
3.5.2	Beban Hidup.....	40
3.5.3	Beban Gempa (Respon Spektrum).....	40
3.6	Pemodelan Struktur dengan Program ETABS.....	41
3.6.1	Desain Struktur <i>Fixed Base</i>	43
3.6.2	Desain Struktur <i>Base Isolation</i>	46
3.7	Analisis Struktur	48
3.8	Kontrol Desain	48
BAB 4	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	49
4.1	Beban Gempa.....	49
4.1.1	Berat Struktur.....	50
4.1.2	Periode Fundamental <i>Fixed Base</i>	51
4.1.3	Perhitungan Koefisien Respons Seismik	52
4.1.4	Perhitungan Gaya Geser Dasar <i>Fixed Base</i>	53
4.1.5	Simpangan Antar Lantai <i>Fixed Base</i>	55
4.2	Penentuan Dimensi <i>Base Isolator</i> dan Analisis Struktur Gedung <i>Base Isolation</i>	56

4.3	Perbandingan Analisis Struktur Gedung <i>Fixed Base</i> dan <i>Base Isolation</i>	62
BAB 5	PENUTUP	71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN		78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Denah Bangunan Asimetris (Nugroho, 2016).....	7
Gambar 2. 2 <i>Base Isolation System</i> (a. Posisi awal struktur, b. Posisi terdeformasi) (Scawthorn & Chen, 2002)	13
Gambar 2. 3 <i>High Damping Rubber Bearing</i> (Bridgestone, 2022)	14
Gambar 2. 4 Peta Parameter SS (Percepatan Batuan Dasar Pada Perioda Pendek) (SNI 1726 Tahun 2019)	22
Gambar 2. 5 Peta Parameter S_1 (Percepatan Batuan Dasar Pada Perioda 1 Detik) (SNI 1726 Tahun 2019)	22
Gambar 2. 6 Spektrum Respons Desain (SNI 1726 tahun 2019).....	27
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3. 2 Denah Gedung Beraturan	36
Gambar 3. 3 Denah Gedung Tidak Beraturan.....	37
Gambar 3. 4 Kurva Respon Spektrum Wilayah Padang (https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/)	41
Gambar 3. 5 Tampak 3D Gedung Beraturan	42
Gambar 3. 6 Tampak 3D Gedung Tidak Beraturan	42
Gambar 3. 7 <i>Define Materials</i>	43
Gambar 3. 8 Penginputan <i>Load Pattern</i>	43
Gambar 3. 9 <i>Define Response Spectrum</i>	44
Gambar 3. 10 <i>Load Combinations</i>	44
Gambar 3. 11 <i>Frame Properties</i>	45
Gambar 3. 12 Input Tumpuan Jepit Gedung.....	45
Gambar 3. 13 <i>Link Property Data</i>	47
Gambar 3. 14 <i>Link/Support Directional Properties</i>	47
Gambar 4. 1 Kurva Respon Spektrum Wilayah Padang	49
Gambar 4. 2 Perbandingan Periode Struktur Gedung Beraturan	63
Gambar 4. 3 Perbandingan Periode Struktur Gedung Tidak Beraturan.....	64
Gambar 4. 4 Perbandingan Gaya Geser Dasar.....	65

Gambar 4. 5 Perbandingan <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Dinamik Arah X	66
Gambar 4. 6 Perbandingan <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Dinamik Arah Y	66
Gambar 4. 7 Perbandingan Simpangan Antar Lantai Akibat Beban Gempa Dinamik Arah X.....	66
Gambar 4. 8 Perbandingan Simpangan Antar Lantai Akibat Beban Gempa Dinamik Arah Y.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur	8
Tabel 2. 2 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur	10
Tabel 2. 3 Jenis dan Spesifikasi Teknis HDRB	16
Tabel 2. 4 Kategori Risiko Bangunan Gedung Untuk Beban Gempa.....	23
Tabel 2. 5 Faktor Keutamaan Gempa	24
Tabel 2. 6 Kelas Situs.....	24
Tabel 2. 7 Koefisien Situs, F_a	25
Tabel 2. 8 Koefisien Situs, F_V	25
Tabel 2. 9 Perhitungan Lendutan Izin Maksimum.....	31
Tabel 3. 1 Data Struktur Perencanaan.....	35
Tabel 3. 2 Kombinasi Pembebanan.....	38
Tabel 3. 3 Kombinasi Pembebanan Konversi	39
Tabel 3. 4 Beban Mati Tambahan (SIDL)	40
Tabel 3. 5 Data Respon Spektra Wilayah Padang.....	41
Tabel 4. 1 Berat Struktur Gedung beraturan	50
Tabel 4. 2 Berat Struktur Gedung Tidak Beraturan	50
Tabel 4. 3 <i>Output</i> Periode Tipe Gedung <i>Fixed Base</i>	51
Tabel 4. 4 Gaya Geser Dasar Gedung Beraturan <i>Fixed Base</i>	55
Tabel 4. 5 Gaya Geser Dasar Gedung Tidak Beraturan <i>Fixed Base</i>	55
Tabel 4. 6 Simpangan Antar Lantai Gedung Beraturan <i>Fixed Base</i>	55
Tabel 4. 7 Simpangan Antar Lantai Gedung Tidak Beraturan <i>Fixed Base</i>	56
Tabel 4. 8 Asumsi Tipe HDRB	58
Tabel 4. 9 <i>Output</i> Periode Tipe Gedung Menggunakan HDRB	61
Tabel 4. 10 Gaya Geser Dasar Gedung menggunakan HDRB	61
Tabel 4. 11 Simpangan Antar Lantai Gedung Beraturan dengan HDRB	62
Tabel 4. 12 Simpangan Antar Lantai Gedung Tidak Beraturan dengan HDRB ...	62
Tabel 4. 13 Perbandingan Periode Struktur Gedung <i>Fixed Base</i> dengan Gedung <i>Base Isolation</i>	63

Tabel 4. 14 Reduksi Simpangan Antar Lantai Pada Gedung Beraturan <i>Fixed Base</i> dan Yang Menggunakan HDRB Akibat Gempa Dinamik Arah X	67
Tabel 4. 15 Reduksi Simpangan Antar Lantai Pada Gedung Beraturan <i>Fixed Base</i> dan Yang Menggunakan HDRB Akibat Gempa Dinamik Arah Y	68
Tabel 4. 16 Reduksi Simpangan Antar Lantai Pada Gedung Tidak Beraturan <i>Fixed Base</i> dan Yang Menggunakan HDRB Akibat Gempa Dinamik Arah X	68
Tabel 4. 17 Reduksi Simpangan Antar Lantai Pada Gedung Tidak Beraturan <i>Fixed Base</i> dan Yang Menggunakan HDRB Akibat Gempa Dinamik Arah Y	69
Tabel 4. 18 Nilai Lendutan Maksimum Balok.....	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi HDRB.....	79
Lampiran 2. Kombinasi Beban Vertikal Unit Isolasi (SNI 1726:2019).....	80
Lampiran 3. Kombinasi Pembebanan dengan Pengaruh Beban Seismik (SNI 1726:2019)	80
Lampiran 4. Faktor Redaman (SNI 1726:2019)	80
Lampiran 5. Perhitungan Nilai E (E_v dan E_h).....	81
Lampiran 6. Lembar Asistensi Tugas Akhir	81
Lampiran 7. Hasil Seminar Sidang Sarjana/ Ujian Tugas Akhir	81
Lampiran 8. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	81
Lampiran 9. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir.....	81

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia, pada saat ini pembangunan gedung bertingkat menjadi salah satu sektor yang menjanjikan sehingga pembangunan gedung bertingkat menjadi masif. Bangunan bertingkat umumnya dijadikan perkantoran, hotel, dan rumah sakit. Bangunan-bangunan tersebut biasanya memiliki bentuk struktur gedung yang beraturan. Akibat masifnya pembangunan gedung bertingkat tersebut mengakibatkan ketersediaan lahan menjadi sangat berkurang sehingga berpengaruh pada bentuk bangunan yang cenderung mengarah ke bentuk struktur gedung yang tidak beraturan untuk memaksimalkan penggunaan ruang yang tersedia (Wiryomartono, 2020).

Struktur gedung beraturan dan tidak beraturan atau lebih tepatnya gedung bertingkat tinggi memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap gaya gempa. Hal ini disebabkan oleh kecenderungan bangunan untuk mengalami pergerakan yang signifikan ketika terkena getaran gempa, yang dapat menyebabkan kerusakan pada bagian struktural dan non-struktural. Bangunan ini harus terlindung dari pergerakan seismik yang dapat merusak struktur bangunan.

Pengaruh gaya akibat gempa jika diaplikasikan pada bangunan beraturan dan tidak beraturan akan memiliki indikasi serta respon kegagalan yang berbeda. Struktur gedung beraturan umumnya menunjukkan respons yang lebih efektif terhadap gempa karena beban lateral dapat tersebar secara merata, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya torsi dan eksentrisitas yang dapat mengarah pada keruntuhan. Sebaliknya, gedung tidak beraturan cenderung mengalami dampak gaya gempa yang lebih signifikan akibat perbedaan antara pusat massa dan pusat kekakuan, yang dapat menyebabkan torsi, peningkatan gaya dalam, serta respons yang kurang memadai, sehingga meningkatkan potensi keruntuhan. Hal ini menjadi salah satu tantangan yang penting bagi *structural engineers* untuk menemukan solusi yang tepat, sehingga bisa memperkuat struktur dan bertahan

terhadap gempa bumi (Amanollah dkk., 2023). Budiono & Setiawan (2014) mengungkapkan bahwa salah satu konsep yang diusulkan dalam meningkatkan kinerja struktur secara signifikan terhadap gaya gempa adalah *base isolator system*. *Base isolator* adalah salah satu teknologi yang berfungsi untuk menahan gaya gempa yang terjadi pada suatu bangunan. Prinsip kerja dari *base isolator* adalah memisahkan struktur bangunan dari fondasi, memperpanjang periode getar struktur, mereduksi gaya gempa, mengurangi simpangan antar lantai, dan memperkecil perpindahan horizontal struktur. *Base isolator* memberikan fleksibilitas dan memungkinkan adanya energi disipasi yang menyebabkan penurunan efek gempa.

Perangkat *base isolator* mendisipasikan energi seismik sehingga dapat mengurangi kerusakan pada bangunan. Terdapat beberapa *base isolator* seperti *High Damping Rubber Bearing*, *Lead Rubber Bearing*, dan *Friction Pendulum System*. Salah satu *base isolator* yang sering digunakan adalah tipe *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* yang memiliki prinsip kerja mengurangi kekuatan horizontal yang disebabkan oleh beban struktur dan menyerap energi gempa.

Penggunaan *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* meningkatkan ketahanan struktur terhadap gempa dengan memungkinkan redaman gempa, sehingga memberikan periode getar yang lebih lama dan meminimalisir respon (simpangan antar lantai, *displacement*, dan gaya geser) terutama di struktur gedung yang tidak beraturan. Untuk mengetahui hal tersebut penulis melakukan analisis dengan dua pemodelan struktur, yaitu struktur gedung beraturan dan tidak beraturan menggunakan pemodelan prosedur desain *Response Spectrum Analysis (RSA)*. Berdasarkan hal tersebut, maka penulis melakukan analisis kinerja struktur pada struktur gedung beraturan dan struktur gedung tidak beraturan yang menggunakan *base isolator* yaitu HDRB dengan menggunakan bantuan *software ETABS*.

1.2 Rumusan Masalah

Menurut latar belakang yang telah dipaparkan, maka didapatkan rumusan masalah untuk penelitian ini, antara lain :

1. Bagaimana perilaku kinerja struktur gedung beraturan dan struktur gedung tidak beraturan yang menggunakan *base isolator High Damping Rubber Bearing (HDRB)* ketika terkena beban gempa?
2. Bagaimana perbandingan kinerja penggunaan HDRB dan cara menghitung syarat keamanan struktur berdasarkan *story drift*, gaya geser dasar, dan *deflection* pada struktur gedung beraturan dan struktur gedung tidak beraturan yang menggunakan *base isolator High Damping Rubber Bearing (HDRB)* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah:

1. Menganalisis kinerja struktur gedung beraturan dan struktur gedung tidak beraturan yang menggunakan *base isolator High Damping Rubber Bearing (HDRB)* ketika terkena beban gempa.
2. Mengetahui perbandingan kinerja penggunaan HDRB dan menghitung syarat keamanan berdasarkan *story drift*, gaya geser dasar, dan *deflection* pada struktur gedung beraturan dan struktur gedung tidak beraturan yang menggunakan *base isolator High Damping Rubber Bearing (HDRB)*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan permasalahan maupun uraian yang ada pada tujuan dari penelitian diatas, penelitian ini mempunyai ruang lingkup sebagai berikut :

1. Bangunan gedung perkantoran 10 lantai.
2. Tipe gedung beraturan dan gedung tidak beraturan.
3. Struktur yang digunakan adalah struktur beton bertulang $f_c' = 24,9$ MPa
4. Sistem struktur yang direncanakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
5. Beban yang dianalisa adalah beban mati, hidup, dan gempa.
6. Asumsi beban respon spektra dari wilayah Padang pada jenis tanah lunak
7. *Base isolator* tipe *High Damping Rubber Bearing*.
8. Pemodelan analisis struktur menggunakan *software* ETABS.

9. Peraturan mengacu berdasarkan SNI 1726-2019 tentang pembebanan gempa, SNI 2847-2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, SNI 1727-2020 tentang beban desain minimum untuk bangunan gedung.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanollah, F., Ostrovskaya, N., & Rutman, Y. (2023). Structural And Parametric Analysis Of Lead Rubber Bearings And Effect Of Their Characteristics On The Response Spectrum Analysis. *Architecture and Engineering*, 8(1), 37–43. <https://doi.org/10.23968/2500-0055-2023-8-1-37-43>
- Anggara, V. B., Rosidawani, Hanafiah, Nurjannah, S. A., & Setiawan, A. (2024). Seismic performance analysis of building structures using *High Damping Rubber Bearings*. *Gema Wiralodra*, 15(1), 380–398. <https://gemawiralodra.unwir.ac.id/index.php/gemawiralodra>
- Arifin, T., & Desmaliana, E. (2021). Analisis Pushover terhadap Variasi Penempatan *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) pada Struktur Gedung Bertingkat. *Journal of Sustainable Construction*, 1(1), 11–20. <https://journal.unpar.ac.id/index.php/josc>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2002). *SNI 1726-2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727-2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*.
- Budiono, B., & Adelia, C. (2015). Penggunaan Isolasi Dasar Single Friction Pendulum dan Triple Friction Pendulum pada Bangunan Beton Bertulang. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 22(2).
- Budiono, B., & Setiawan, A. (2014). Studi Komparasi Sistem Isolasi Dasar High-Damping Rubber Bearing dan Friction Pendulum System pada Bangunan Beton Bertulang. *Jurnal Teknik Sipil*, 21(3), 179. <https://doi.org/10.5614/jts.2014.21.3.1>

- Cahyani, R. O., & Sitanggang, A. N. (2021). Efek Penggunaan Base Isolator Terhadap Periode Natural Bangunan Gedung Bertingkat Yang Tereksitasi Oleh Gempa. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 2(2).
- De Angelis, F., & Cancellara, D. (2019). Dynamic analysis and vulnerability reduction of asymmetric structures: Fixed base vs base isolated system. *Composite Structures*, 219, 203–220. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.03.059>
- Deringöl, A. H., & Güneyisi, E. M. (2021). Effect of Using *High Damping Rubber Bearings* for Seismic Isolation of the Buildings. *International Journal of Steel Structures*, 21(5), 1698–1722. <https://doi.org/10.1007/s13296-021-00530-w>
- Fakih, M., Hallal, J., Darwich, H., & Damerji, H. (2021). Effect of lead-rubber bearing isolators in reducing seismic damage for a high-rise building in comparison with normal shear wall system. *SDHM Structural Durability and Health Monitoring*, 15(3), 247–260. <https://doi.org/10.32604/SDHM.2021.015174>
- Fakrunnisa, I. A., & Hayu, G. A. (2024). Analisis Kinerja *High Damping Rubber Bearing* dan Lead Rubber Bearing pada Bangunan Beton Bertulang. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 8(1).
- Gabriel, G. (2022). Perbandingan Pengaruh *High Damping Rubber Bearing* Dan Lead Rubber Bearing Terhadap Kinerja Struktur. Dalam *Praxis : Jurnal Sains, Teknologi, Masyarakat dan Jejaring* / (Vol. 4, Nomor 2).
- Hirel, P., Servie, K., Dapas, O., & Pandaleke, R. (2018). PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS. *Jurnal Sipil Statik*, 6(Juni), 361–372.
- Hnin Hlaing, H., & Saingam, P. (2023). Civil Engineering Comparative Study on Seismic-Resistant Design Using Base Isolation System. *The 28th National Convention on Civil Engineering*, 28, STR40–1. <https://www.conference.thaince.org/index.php/ncce28/article/view/2128>

- Kh, M., Özakça, M., & Ekmekyapar, T. (2016). *A Review on Nonlinear Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Beams Retrofitted with Fiber Reinforced Polymers*.
<https://www.researchgate.net/publication/315716360>
- Maulida, A. S. M., Umniati, B. S., Sulton, M., & Maulidani, A. A. (2025). Performance Based Design: Performance Analysis on Fixed Base Structure and Structures with *High Damping Rubber Bearing (HDRB)*. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 13(1), 11–22.
- Murota, N., Suzuki, S., Mori, T., Wakishima, K., Sadan, B., Tuzun, C., Sutcu, F., & Erdik, M. (2021). Performance of high-damping rubber bearings for seismic isolation of residential buildings in Turkey. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 143.
<https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2021.106620>
- Naveen, S. E., Abraham, N. M., & Kumari, A. S. D. (2019). Analysis of irregular structures under earthquake loads. *Procedia Structural Integrity*, 14, 806–819. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2019.07.059>
- Nugroho, F. (2016). *Building Performance Evaluation of A.N.S Hotel Building Plan with and Without Dilatation in Earthquake Prone Areas*. 2016.
<https://doi.org/10.21063/ICTIS.2016.1061>
- Nurul Hidayati, Hariyadi, & Mukhta Riqi Sab'it Tibaq. (2023). Analisa ketidakberaturan horizontal dan vertikal pada struktur gedung beton bertulang. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 12(2), 235–243. <https://doi.org/10.22225/pd.12.2.7653.235-243>
- Scawthorn, C., & Chen, W.-F. (2002). *EARTHQUAKE ENGINEERING HANDBOOK* (1 ed.). CRC Press.
- Syahnandito, Suryanita, R., & Ridwan. (2020). Pengaruh Penggunaan Base Isolation *High Damping Rubber Bearing* Pada Struktur Beton Bertulang. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 181–194.
<https://doi.org/10.31849/siklus.v6i2.4906>
- Tjokrohadi, A., Aditya Cahya Dewata, C., Jose Posenti Ghewa, G., & Setiadi, B. (2024). Analisis Pengaruh Penggunaan *High Damping Rubber*

Bearing (Hdrrb) Terhadap Level Kinerja Struktur Dengan Analisis Non-Linear Time History (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung X). Dalam *Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang* / (Vol. 7). <https://balai3.denpasar.bmkg.go.id/tentang->

Wiryo Martono, B. (2020). Urban Planning and Development. Dalam *Livability and Sustainability of Urbanism* (hlm. 81–100). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8972-6_4