

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *BASE ISOLATION* TIPE *HIGH DAMPING RUBBER BEARING (HDRB)* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *PUSHOVER* PADA DAERAH GEMPA KUAT
(STUDI KASUS: RUMAH SAKIT EKA CANDRARINI)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana (S.T.)
Program Studi Teknik Sipil



Disusun oleh:

NANDA PRIMARTA NADILA

20035010064

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2024

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *BASE ISOLATION* TIPE *HIGH DAMPING RUBBER BEARING (HDRB)* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *PUSHOVER* PADA DAERAH GEMPA KUAT
(STUDI KASUS: RUMAH SAKIT EKA CANDRARINI)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana (S.T.)
Program Studi Teknik Sipil



Disusun oleh:

NANDA PRIMARTA NADILA

20035010064

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2024

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *BASE ISOLATION* TIPE *HIGH DAMPING RUBBER BEARING (HDRB)* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *PUSHOVER* PADA DAERAH GEMPA KUAT (STUDI KASUS: RUMAH SAKIT EKA CANDRARINI)

Disusun oleh:

NANDA PRIMARTA NADILA

NPM. 20035010064

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur pada Hari Rabu, 11 Desember 2024

Dosen Pembimbing:
Dosen Pembimbing Utama

Tim Penguji:
1. Penguji I

Ir. Wahyu Kartini, M. T.
NIP. 19630420 202121 2 00 1

Dr. Ir. Made Dharma Astawa, M. T.
NIDK. 8880523419

Dosen Pembimbing Pendamping

2. Penguji II

Sumaidi, S. T., M. T.
NIP. 379090502041

Dr. Yerry Kahadju Firmansyah, S. T., M. T.
NIP. 20119860129207

3. Penguji III

Nia Dwi Puspitasari, S. T., M. T.
NIP. 21219881011307

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Prof. Dr. Dra. Jarayah, M. P.
NIP. 19650403 199103 2001

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *BASE ISOLATION* TIPE *HIGH DAMPING RUBBER BEARING (HDRB)* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *PUSHOVER* PADA DAERAH GEMPA KUAT (STUDI KASUS: RUMAH SAKIT EKA CANDRARINI)

Disusun oleh:

NANDA PRIMARTA NADILA

NPM. 20035010064

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur pada Hari Rabu, 11 Desember 2024

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Ir. Wahyu Kartini, M. T.

NIP. 19630420 202121 2 00 1

Sumaidi, S. T., M. T.

NIP. 379090502041

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains**

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M. P.

NIP. 19650403 199103 2001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nanda Primarta Nadila
NPM : 20035010064
Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknik dan Sains / Teknik Sipil
Judul Skripsi / Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Penambahan *Base Isolation* Tipe *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* dengan Menggunakan Metode *Pushover* pada Daerah Gempa Kuat (Studi Kasus: Rumah Sakit Eka Candrarini)

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 12 Desember 2024

Yang Menyatakan,



Nanda Primarta Nadila

(20035010064)

KATA PENGANTAR

Dengan segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *BASE ISOLATION* TIPE *HIGH DAMPING RUBBER BEARING (HDRB)* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *PUSHOVER* PADA DAERAH GEMPA KUAT (STUDI KASUS: RUMAH SAKIT EKA CANDRARINI)”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.**

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, doa, dan perhatian dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. dr. Ir. Akhmad Fauzi , MMT., IPU. Selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M. P. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Bapak Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T. selaku koordinator Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
4. Ibu Ir. Wahyu Kartini, M. T. selaku dosen pembimbing utama Tugas Akhir
5. Bapak Sumaidi, S. T., M. T. selaku dosen pembimbing pendamping Tugas Akhir
6. Bapak Dr. Ir. Made D. Astawa, M. T. selaku dosen konsentrasi struktur yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir

7. Kedua Orang Tua dan Adik Saya yang selalu memberikan dukungan baik dalam bentuk moral dan material
8. Fahri Risky Setyawan, Monica Kemuning Ayu Sekardini, Sheila Pramitha Adityasari, Andra Putri Larasati, Uli Zul'hi Diwanti Darmawan, dan Tuhan Maha Tau yang selalu memberikan semangat, doa, dan dukungan kepada Penulis
9. Jeon Wonwoo dan seluruh *member* Seventeen yang secara tidak langsung memberikan semangat kepada Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir

Surabaya, 12 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
ABSTRAK.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Lokasi Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Umum	7
2.2 Penelitian Terdahulu	8
2.3 Sistem <i>Base Isolation</i>	9
2.4 Macam-macam <i>Base Isolation</i>	10
2.5 <i>Base Isolation</i> Tipe <i>High Damping Rubber Bearing (HDRB)</i>	11
2.6 Kategori Desain Seismik (<i>Seismic Design Category</i>)	13
2.7 Sistem Pemikul Gaya Seismik (<i>Seismic Force Resisting System</i>).....	13
2.8 <i>Displacement</i>	14
2.9 Simpangan antar Tingkat	14

2.10 Gaya Geser (<i>Base Shear</i>)	15
2.11 Daktilitas	16
2.12 Analisis <i>Pushover</i>	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Diagram Alir	18
3.2 Metodologi Perencanaan.....	19
3.3 Studi Literatur	19
3.4 Pengumpulan Data	19
3.5 <i>Preliminary Design</i>	20
3.6 Analisis Pembebanan	23
3.6.1 Beban Mati.....	24
3.6.2 Beban Hidup	24
3.6.3 Beban Angin	24
3.6.4 Beban Gempa.....	27
3.6.5 Kombinasi Pembebanan	30
3.7 Perencanaan Dimensi <i>Base Isolation</i>	31
3.8 Analisis Struktur	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Data Perencanaan.....	33
4.2 <i>Preliminary Design</i>	34
4.2.1 Perencanaan Dimensi Balok	34
4.2.2 Perencanaan Dimensi Pelat Lantai	35
4.2.3 Perencanaan Dimensi Kolom.....	39

4.3 Pembebanan	40
4.3.1 Beban Gravitasi.....	40
4.3.2 Beban Angin	44
4.3.3 Beban Gempa.....	45
4.3.4 Kombinasi Pembebanan	50
4.4 Pemodelan pada Program Bantu Perhitungan Struktur	51
4.5 Sistem Struktur <i>Base Isolation</i>	52
4.5.1 Perencanaan Dimensi High Damping Rubber Bearing (HDRB).....	52
4.6 Analisis Struktur	61
4.6.1 Analisis Struktur <i>Fixed Base</i>	61
4.6.2 Analisis Struktur <i>Base Isolation</i>	65
4.6.3 Perbandingan Analisis Struktur <i>Fixed Base</i> dan <i>Base Isolation</i>	69
4.7 Penulangan Struktur <i>Base Isolation</i>	72
4.7.1 Penulangan Pelat.....	72
4.7.2 Penulangan Balok	80
4.7.3 Penulangan Kolom.....	102
4.7.4 Hubungan Balok dan Kolom	113
4.8 Analisis <i>Pushover</i>	116
4.8.1 Performance Point.....	116
4.8.2 Evaluasi Level Kinerja Struktur (ATC-40)	118
4.8.3 Daktilitas Struktur.....	119
4.9 Interpretasi Data.....	119

BAB V Kesimpulan dan saran.....	122
5.1 Kesimpulan	122
5.2 Saran	123
DAFTAR PUSTAKA	124
LAMPIRAN.....	126

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Penelitian.....	6
Gambar 2. 1 Perbandingan Kinerja Struktur	10
Gambar 2. 2 Komponen Penyusun <i>High Damping Rubber Bearing</i>	12
Gambar 2. 3 Penentuan Simpangan antar Tingkat	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir	18
Gambar 3. 2 Persyaratan Umum untuk Beban Angin	25
Gambar 3. 3 Spektrum Respon Desain	29
Gambar 4. 1 Pelat Lantai 1 (PL1).....	36
Gambar 4. 2 Input Beban Gravitasi Lantai pada Program Bantu	43
Gambar 4. 3 Input Beban Gravitasi Atap pada Program Bantu.....	43
Gambar 4. 4 Nilai S_s dan S_1	46
Gambar 4. 5 Pemodelan 3D pada Program Bantu	52
Gambar 4. 6 Katalog Dimensi <i>High Damping Rubber Bearing (HDRB)</i>	57
Gambar 4. 7 Denah Perletakan <i>Base Isolation</i> Tipe <i>HDRB</i>	58
Gambar 4. 8 Data dan Spesifikasi <i>Base Isolation</i> Tipe <i>HDRB</i>	59
Gambar 4. 9 Kekakuan U_1	59
Gambar 4. 10 Kekakuan U_2 dan U_3	60
Gambar 4. 11 <i>Point Spring Properties</i>	60
Gambar 4. 12 <i>Assign Perletakan Spring</i>	61
Gambar 4. 17 Diagram M_x dan M_y	104
Gambar 4. 18 Rasio Tulangan Kolom	105
Gambar 4.19 Kurva Performance Point Arah X.....	117
Gambar 4.20 Kurva Performance Point Arah Y.....	117

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Nonprategang	21
Tabel 3. 2 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang tanpa Balok Interior	21
Tabel 3. 3 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang dengan Balok.....	22
Tabel 3. 4 Tinggi Minimum Balok Nonprategang	23
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Dimensi Balok	35
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Dimensi Pelat Lantai.....	39
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Pembebanan pada Kolom	39
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Perhitungan Beban Gravitasi Manual	41
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Perhitungan Beban Gravitasi Program Bantu.....	43
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Beban Angin	45
Tabel 4. 7 Beban Aksial pada Kolom	53
Tabel 4. 8 Kontrol Partisipasi Massa <i>Fixed Base</i>	62
Tabel 4. 9 Kontrol Bentuk Ragam <i>Fixed Base</i>	62
Tabel 4. 10 Nilai Gaya Geser <i>Fixed Base</i>	63
Tabel 4. 11 Nilai Gaya Geser Setelah Dikalikan Faktor Skala <i>Fixed Base</i>	63
Tabel 4. 12 Nilai Simpangan antar Tingkat pada Arah X <i>Fixed Base</i>	64
Tabel 4. 13 Nilai Simpangan antar Tingkat pada Arah Y <i>Fixed Base</i>	65
Tabel 4. 14 Kontrol Partisipasi Massa <i>Base Isolation</i>	66
Tabel 4. 15 Kontrol Bentuk Ragam <i>Base Isolation</i>	67
Tabel 4. 16 Nilai Gaya Geser <i>Base Isolation</i>	67
Tabel 4. 17 Nilai Gaya Geser Setelah Dikalikan Faktor Skala <i>Base Isolation</i>	68
Tabel 4. 18 Nilai Simpangan antar Tingkat pada Arah X <i>Base Isolation</i>	68

Tabel 4. 19 Nilai Simpangan antar Tingkat pada Arah Y <i>Base Isolation</i>	69
Tabel 4. 20 Perbandingan Analisis Kontrol Partisipasi Massa.....	69
Tabel 4. 21 Perbandingan Analisis Kontrol Bentuk Ragam.....	70
Tabel 4. 22 Perbandingan Analisis Kontrol <i>Displacement</i>	70
Tabel 4. 23 Perbandingan Analisis Kontrol Simpangan antar Tingkat	71
Tabel 4. 24 Beban pada Pelat Lantai	72
Tabel 4. 25 Rekapitulasi Penulangan Pelat.....	80
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Penulangan Balok	102
Tabel 4. 27 Gaya Dalam Kolom	103
Tabel 4. 28 Hasil Perhitungan Penulangan pada Kolom	104
Tabel 4. 29 Nilai M_{pr} Kolom	106
Tabel 4. 30 Rekapitulasi Penulangan Kolom.....	113
Tabel 4. 31 Hasil Nilai <i>Displacement</i>	118
Tabel 4. 32 <i>Base Reaction</i> pada Mode 5	118

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *BASE ISOLATION* TIPE *HIGH DAMPING RUBBER BEARING (HDRB)* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *PUSHOVER* PADA DAERAH GEMPA KUAT
(STUDI KASUS: RUMAH SAKIT EKA CANDRARINI)**

Oleh:

NANDA PRIMARTA NADILA

20035010064

ABSTRAK

Dalam merencanakan suatu struktur bangunan, terdapat beberapa aspek penting yang memerlukan perhatian khusus. Salah satunya yaitu respon struktur bangunan terhadap terjadinya gempa bumi. Untuk meminimalisir terjadinya kegagalan struktur akibat gempa bumi, maka struktur bangunan harus dirancang berdasarkan pada SNI 1726:2019. Salah satu inovasi yang dapat diaplikasikan yaitu penggunaan sistem *base isolation*. Dengan penggunaan *base isolation*, getaran yang terjadi akibat gempa bumi dapat diserap dan diredam terlebih dahulu sebelum disalurkan ke struktur yang berada di atasnya, sehingga getaran yang diterima oleh struktur atas menjadi lebih kecil. *Base isolation* memiliki berbagai tipe, salah satunya yaitu *high damping rubber bearing (HDRB)*. *HDRB* merupakan salah satu jenis *base isolation* yang memiliki nilai kekakuan awal yang relatif besar, sehingga mampu menahan gaya gempa yang cukup tinggi. Pada penelitian ini menggunakan metode *performance based design* atau metode berbasis kinerja. Penelitian ini berupa modifikasi serta analisis kinerja struktur gedung berdasarkan nilai *displacement*, simpangan antar tingkat, gaya geser dasar, level kinerja, dan daktilitas dengan menggunakan metode *pushover* pada bangunan yang ditempatkan di daerah gempa kuat. Hasil yang didapatkan yaitu dengan penambahan *base isolation* tipe *HDRB* terjadi peningkatan nilai periode struktur sebesar 67%, peningkatan nilai *displacement* arah X sebesar 73% dan arah Y sebesar 22%, serta penurunan nilai simpangan antar tingkat sebesar 42% pada arah X dan 43% pada arah Y. Selain itu, berdasarkan hasil analisis *pushover*, struktur bangunan ini termasuk ke dalam kategori level kinerja *Immediate Occupancy (IO)* dan termasuk kategori daktilitas parsial.

Kata Kunci: Gempa Bumi, *High Damping Rubber Bearing*, Level Kinerja, Daktilitas