



**SIMULASI NUMERIK PENGGUNAAN *BASE ISOLATION*
UNTUK STRUKTUR SEDERHANA TAHAN GEMPA**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2022**



**SIMULASI NUMERIK PENGGUNAAN *BASE ISOLATION*
UNTUK STRUKTUR SEDERHANA TAHAN GEMPA**



TESIS

**FAISHOL ARIEF
NIM. 55718110021**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2022**

ABSTRACT

Name : Faishol Arif
NIM : 55718110021
Concentration : Structure
Title : **NUMERIC SIMULATION USING BASE ISOLATION FOR SIMPLE STRUCTURE EARTHQUAKE-RESISTANT**
Counsellor : Ir. Pariatmono Sukamdo, M.Sc.Ph.D.

Most of region in Indonesia is an earthquake- vulnerable area. Therefore, the buildings in Indonesia must be built to have an earthquakes resistance. Along with technological developments in the design of earthquake-resistant buildings, an alternative design approach has been developed to reduce the risk of building damage due to earthquakes, and be able to maintain the integrity of structural and non-structural components against strong earthquakes. One of the concepts of the planning approach that has been used by many people is to use seismic isolation or base isolation. In this research, we want to know the advantages of isolated structural systems compared to conventional structural systems and in order to determine the most suitable base isolation for low rise building structures for residential houses in Indonesia. The analytical method used is by modeling 4 structural models consisting of 2 models of 1-story house structures both with conventional systems and isolated systems and 2 models of 3-storey houses both with conventional systems and isolated systems using ETABS 18.0.2 software and based on SNI 1726-2019. From the results of the study, the base shear force using an isolated system can be reduced upto 34.02% for the x-direction and 33.53% for the y-direction from the conventional system on the 1-story house structure model. Whereas for the 3-storey house structure model, the base shear force using the base isolation system can be reduced upto 45.81% for the x-direction and 42.03% for the y-direction from the conventional system.

Keywords: Base Isolation, Residential House, SNI 1726-2019, Base Shear Force

ABSTRAK

Nama : Faishol Arif
NIM : 55718110021
Konsentrasi : Struktur
Judul : **SIMULASI NUMERIK PENGGUNAAN *BASE ISOLATION* UNTUK STRUKTUR SEDERHANA TAHAN GEMPA**

Dosen Pembimbing : Ir. Pariatmono Sukamdo, M.Sc.Ph.D.

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan daerah yang rawan gempa. Karena itu, gedung-gedung di Indonesia harus dibangun agar tahan gempa. Seiring dengan perkembangan teknologi dalam perencanaan bangunan tahan gempa, telah dikembangkan suatu pendekatan desain alternatif untuk mengurangi resiko kerusakan bangunan akibat gempa, dan mampu mempertahankan integritas komponen struktural dan non-struktural terhadap gempa kuat. Salah satu konsep pendekatan perencanaan yang telah digunakan banyak orang adalah dengan menggunakan isolasi seismik atau isolasi dasar. Pada penelitian ini ingin mengetahui keunggulan sistem struktur terisolasi dibandingkan dengan sistem struktur konvensional serta dalam rangka menentukan isolasi dasar yang paling cocok untuk struktur sederhana rumah tinggal di Indonesia. Metode analisis yang dipakai yaitu dengan dengan memodelkan 4 model struktur yang terdiri dari 2 model struktur rumah 1 lantai baik dengan sistem konvensional maupun sistem terisolasi dan 2 model struktur rumah 3 lantai baik dengan sistem konvensional maupun sistem terisolasi dengan menggunakan perangkat lunak ETABS 18.0.2 dan berdasarkan SNI 1726-2019. Dari hasil penelitian diperoleh gaya geser dasar menggunakan sistem terisolasi berkurang sebesar 34.02% untuk arah x dan 33.53% untuk arah y dari sistem konvensional pada model rumah 1 lantai. Sedangkan untuk model rumah 3 lantai, diperoleh gaya geser dasar menggunakan sistem isolasi dasar berkurang sebesar 45.81% untuk arah x dan 42.03% untuk arah y dari sistem konvensional.

Kata kunci: Isolasi Dasar, Rumah Tinggal, SNI 1726-2019, Gaya Geser Dasar

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Simulasi Numerik Penggunaan *Base Isolation* untuk Struktur Sederhana
Tahan Gempa

Bentuk Tesis : Penelitian

Nama : Faishol Arif

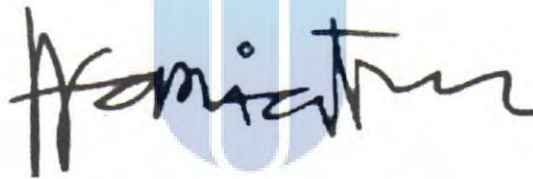
NIM : 55718110021

Program : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 26 Februari 2022

Mengesahkan

Pembimbing



(Ir. Pariatmono Sukamdo, M.Sc.Ph.D.)


MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil



(Dr. Ir. Mawardi Amin, MT)



(Dr. Ir. Budi Susetyo, MT.)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya semua pernyataan dalam tesis ini:

Judul : Simulasi Numerik Penggunaan *Base Isolation* untuk Struktur Sederhana Tahan Gempa

Bentuk Tesis : Penelitian

Nama : Faishol Arif

NIM : 55718110021

Program : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 26 Februari 2022

Merupakan hasil studi Pustaka, penelitian, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana. Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahan yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya, dan dapat diperiksa kebenarannya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 26 Februari 2022



Faishol Arif

PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Faishol Arif
NIM : 55718110021
Program Studi : Magister Teknik Sipil

dengan judul

“*Simulasi Numerik Penggunaan Base Isolation Untuk Struktur Sederhana Tahan Gempa*”,
telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 2/3/2022,
didapatkan nilai persentase sebesar 26 %.

Jakarta, 2 Maret 2022

Administrator Turnitin


Arie Pangudi, A.Md

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT serta atas segala rahmat dan karunia-Nya pada penulis, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tesis yang berjudul : Simulasi Numerik Penggunaan *Base Isolation* untuk Struktur Sederhana Tahan Gempa.

Tesis ini ditulis dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik Sipil pada Program Studi Magister Teknik Sipil di Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana Jakarta. Penulis menyadari bahwa Tesis ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung memberikan kontribusi dalam penyelesaian Tesis ini. Secara khusus pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada Bapak Ir. Pariatmono Sukamdo, M.Sc.Ph.D., sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penyusunan Tesis ini dari awal hingga Tesis ini dapat diselesaikan dan terimakasih juga Penulis sampaikan kepada Bapak Johannes, Manajer Teknik dari PT. Freyssinet Indonesia, yang telah menyediakan data teknis *base isolator* serta terimakasih kepada Bapak Ir. Edi Prayitno, MT., yang telah menyediakan perangkat lunak ETABS. Penulis juga berterimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, MT, Dekan Fakultas Teknik, beserta segenap jajarannya yang telah berupaya meningkatkan situasi kondusif di Fakultas.

Tak lupa penulis berterimakasih kepada Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Bapak Dr. Ir. Budi Susetyo, MT. Demikian juga penulis menyampaikan terimakasih kepada seluruh dosen dan staf administrasi Program Studi Magister Teknik Sipil, termasuk rekan-rekan mahasiswa yang telah menaruh simpati dan bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini. Akhirnya penulis mengucapkan terimakasih kepada kedua orang tua, yang dengan penuh kasih sayang dan kesabarannya mendorong penulis untuk menyelesaikan Tesis ini. Kiranya Tesis ini dapat memberi sumbangsih dalam masalah pengembangan teknologi konstruksi di Indonesia.

Penulis,

Faishol Arif

DAFTAR ISI

ABSTRACT.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1.Latar Belakang Masalah.....	1
1.2.Perumusan dan Ruang Lingkup Masalah.....	4
1.3.Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.4.Manfaat dan Kegunaan Penelitian.....	5
1.5.Sistematika Penulisan.....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1.Kajian Teori.....	7
2.1.1. Getaran pada Dinamika Struktur.....	7
2.1.2. Sistem Berderajat Kebebasan Tunggal (<i>Single Degree of Freedom, SDOF</i>).....	7
2.1.3. Sistem Berderajat Kebebasan Banyak (<i>Multi Degree of Freedom, MDOF</i>).....	9
2.1.4. Sistem Isolasi Dasar.....	11
2.1.5. <i>High Damping Rubber Bearing (HDRB)</i>	15
2.1.6. <i>Lead Rubber Bearing (LRB)</i>	16
2.1.7. <i>Friction Pendulum System (FPS)</i>	17
2.2.Celah Penelitian.....	19
2.3.Hipotesis Penelitian.....	20
BAB III. METODA PENELITIAN	
3.1. Alur Penelitian.....	21
3.2. Pemodelan dan Analisa Struktur.....	23
3.3. Langkah – Langkah Penggunaan Program Etabs.....	25

3.3.1. Pemodelan Struktur Konvensional (<i>Fixed Base</i>).....	25
3.3.2. Pemodelan Struktur Terisolasi (<i>Isolated Base</i>).....	26

BAB IV. HASIL DAN DISKUSI

4.1. Pemodelan Struktur.....	28
4.1.1. Model Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata Sistem Struktur Konvensional (<i>fixed base</i>).....	28
4.1.2. Model Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata Sistem Struktur Terisolasi (<i>isolated base</i>).....	30
4.1.3. Model Rumah Tinggal 1 Lantai Tanpa Dinding Bata Sistem Struktur Konvensional (<i>fixed base</i>).....	31
4.1.4. Model Rumah Tinggal 1 Lantai Tanpa Dinding Bata Sistem Struktur Terisolasi (<i>isolated base</i>).....	32
4.1.5. Model Rumah Tinggal 3 Lantai Sistem Struktur Konvensional (<i>fixed base</i>).....	33
4.1.6. Model Rumah Tinggal 3 Lantai Sistem Struktur Terisolasi (<i>isolated base</i>).....	35
4.2. Menentukan Jenis Tumpuan.....	36
4.3. Pembebanan.....	37
4.3.1. Berat Sendiri Struktur (DL).....	37
4.3.2. Beban Mati Tambahan (SIDL).....	37
4.3.3. Beban Hidup (LL).....	38
4.3.4. Beban Gempa (EL).....	38
4.4. Periode Getar Struktur.....	39
4.5. Sistem Struktur.....	44
4.6. Gaya Geser Dasar.....	45
4.7. <i>Displacement</i>	45
4.8. Tegangan Pada Dinding Bata Model Rumah 1 Lantai.....	47
4.9. Efektifitas Penggunaan <i>Base Isolation</i>	47
4.9.1. Efektifitas Penggunaan <i>Base Isolation</i> Pada Berbagai Jenis Tanah.....	47
4.9.2. Efektifitas Penggunaan <i>Base Isolation</i> dan Tingkat Penggunaannya.....	48

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	50
5.2. Saran.....	51

DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2 Celah Penelitian.....	19
Tabel 4.1 Periode Getar Struktur Model Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata Sistem Struktur Konvensional (<i>fixed base</i>).....	39
Tabel 4.2 Periode Getar Struktur Model Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata Sistem Struktur Terisolasi (<i>isolated base</i>).....	39
Tabel 4.3 Periode Getar Struktur Model Rumah Tinggal 1 Lantai Tanpa Dinding Bata Sistem Struktur Konvensional (<i>fixed base</i>).....	40
Tabel 4.4 Periode Getar Struktur Model Rumah Tinggal 1 Lantai Tanpa Dinding Bata Sistem Struktur Terisolasi (<i>isolated base</i>).....	40
Tabel 4.5 Periode Getar Struktur Model Rumah Tinggal 3 Lantai Sistem Struktur Konvensional (<i>fixed base</i>).....	42
Tabel 4.6 Periode Getar Struktur Model Rumah Tinggal 3 Lantai Sistem Struktur Terisolasi (<i>isolated base</i>).....	42
Tabel 4.7 Gaya Geser Dasar dengan Variasi Jumlah Lantai dan Sistem Tumpuan Struktur.....	45
Tabel 4.8 <i>Displacement</i> Model Rumah 1 Lantai dengan Dinding Bata <i>Fixed Base</i>	45
Tabel 4.9 <i>Displacement</i> Model Rumah 1 Lantai dengan Dinding Bata <i>Isolated Base</i>	45
Tabel 4.10 <i>Displacement</i> Model Rumah 1 Lantai Tanpa Dinding Bata <i>Fixed Base</i>	46
Tabel 4.11 <i>Displacement</i> Model Rumah 1 Lantai Tanpa Dinding Bata <i>Isolated Base</i>	46
Tabel 4.12 <i>Displacement</i> Model Rumah 3 Lantai <i>Fixed Base</i>	46
Tabel 4.13 <i>Displacement</i> Model Rumah 3 Lantai <i>Isolated Base</i>	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pemodelan SDOF.....	8
Gambar 2.2 Idealisasi Struktur Akibat Perpindahan Perletakan.....	9
Gambar 2.3 Modelisasi MDOF.....	10
Gambar 2.4 Perbandingan Bangunan Tanpa <i>Base Isolation</i> dan dengan <i>Base Isolation</i>	12
Gambar 2.5 Ilustrasi Penggunaan Sistem Isolasi Kondisi Tanah Lunak.....	13
Gambar 2.6 Efek Pergeseran Periode Getar Pada Percepatan Gempa.....	13
Gambar 2.7 Parameter Model Isolasi 2-DOF.....	14
Gambar 2.8 Perangkat HDRB.....	16
Gambar 2.9 Kurva Histeretik HDRB.....	16
Gambar 2.10 Perangkat LRB.....	17
Gambar 2.11 Kurva Histeretik LRB.....	17
Gambar 2.12 Perangkat FPS.....	18
Gambar 2.13 Kurva Histeretik FPS.....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Denah Tipikal Struktur Lantai 1 Sampai Atap Rumah Tinggal 1 Lantai.....	23
Gambar 3.3 Portal Melintang Rumah Tinggal 1 Lantai.....	23
Gambar 3.4 Portal Memanjang Rumah Tinggal 1 Lantai.....	23
Gambar 3.5 Denah Tipikal Struktur Lantai 1 Sampai Atap Rumah Tinggal 3 Lantai.....	24
Gambar 3.6 Portal Melintang Rumah Tinggal 3 Lantai.....	24
Gambar 3.7 Portal Memanjang Rumah Tinggal 3 Lantai.....	24
Gambar 4.1 Pemodelan 3D View Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata <i>Fixed Base</i>	28
Gambar 4.2 Pemodelan Tipikal Denah Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata <i>Fixed Base</i>	28
Gambar 4.3 Pemodelan Pembebanan SIDL 3D View Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata <i>Fixed Base</i> - kg.....	29
Gambar 4.4 Pemodelan Pembebanan LL 3D View Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata <i>Fixed Base</i> - kg.....	29
Gambar 4.5 Pemodelan Portal Melintang Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata <i>Fixed Base</i>	30
Gambar 4.6 Pemodelan Portal Memanjang Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata <i>Fixed Base</i>	30
Gambar 4.7 Pemodelan 3D View Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata <i>Isolated Base</i>	30
Gambar 4.8 Pemodelan Portal Melintang Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata <i>Isolated Base</i>	31
Gambar 4.9 Pemodelan Portal Memanjang Rumah Tinggal 1 Lantai dengan Dinding Bata <i>Isolated Base</i>	31
Gambar 4.10 Pemodelan 3D View Rumah Tinggal 1 Lantai Tanpa Dinding Bata <i>Fixed Base</i>	31
Gambar 4.11 Pemodelan Portal Melintang Rumah Tinggal 1 Lantai Tanpa Dinding Bata <i>Fixed Base</i>	32

Gambar 4.12 Pemodelan Portal Memanjang Rumah Tinggal 1 Lantai Tanpa Dinding Bata <i>Fixed Base</i>	32
Gambar 4.13 Pemodelan 3D View Rumah Tinggal 1 Lantai Tanpa Dinding Bata <i>Isolated Base</i>	32
Gambar 4.14 Pemodelan Portal Melintang Rumah Tinggal 1 Lantai Tanpa Dinding Bata <i>Isolated Base</i>	33
Gambar 4.15 Pemodelan Portal Memanjang Rumah Tinggal 1 Lantai Tanpa Dinding Bata <i>Isolated Base</i>	33
Gambar 4.16 Pemodelan 3D View Rumah Tinggal 3 Lantai <i>Fixed Base</i>	33
Gambar 4.17 Pemodelan Portal Melintang Rumah Tinggal 3 Lantai <i>Fixed Base</i>	34
Gambar 4.18 Pemodelan Portal Memanjang Rumah Tinggal 3 Lantai <i>Fixed Base</i>	34
Gambar 4.19 Pemodelan 3D View Rumah Tinggal 3 Lantai <i>Isolated Base</i>	35
Gambar 4.20 Pemodelan Portal Melintang Rumah Tinggal 3 Lantai <i>Isolated Base</i>	35
Gambar 4.21 Pemodelan Portal Memanjang Rumah Tinggal 3 Lantai <i>Isolated Base</i>	36
Gambar 4.22 Potongan <i>Base Isolator HDRB</i>	37
Gambar 4.23 Respon Spektra Desain untuk Kelas Situs SD.....	39
Gambar 4.24 Perioda Struktur Sistem Konvensional dan Sistem Terisolasi Struktur Model Rumah 1 Lantai dengan Dinding Bata.....	43
Gambar 4.25 Perioda Struktur Sistem Konvensional dan Sistem Terisolasi Struktur Model Rumah 1 Lantai Tanpa Dinding Bata.....	43
Gambar 4.26 Perioda Struktur Sistem Konvensional dan Sistem Terisolasi Struktur Model Rumah 3 Lantai.....	44
Gambar 4.27 Perioda Struktur dan Percepatan Gempa Sistem Konvensional dan Sistem Terisolasi Pada Berbagai jenis Tanah Lokasi di Jakarta.....	48