

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS RESPON DINAMIK STRUKTUR DENGAN MODIFIKASI *BASE ISOLATION* : *LEAD RUBBER BEARING* STUDI KASUS HOTEL DI BANDUNG**

**JAWA BARAT**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat**

**Untuk Menyelesaikan Program Sastra S-1 (S1)**



**41117010054**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCUBUANA**

**2021**

	<b>LEMBAR PENGESAHAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA</b>	<b>Q</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 DINAMIK STRUKTUR  
DENGAN MODIFIKASI BASE ISOLATION :  
LEAD RUBBER BEARING STUDI KASUS  
HOTEL DI BANDUNG JAWA BARAT

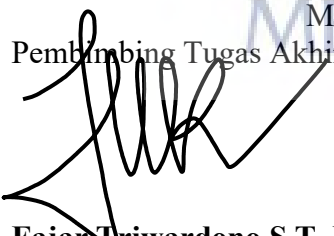
Disusun oleh :

**Nama** : GRANICO BRIANDANU  
**NIM** : 41117010054  
**Program Studi** : Teknik Sipil


Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : 11 September 2021

Mengetahui  
Pembimbing Tugas Akhir

  
**Fajar Triwardono S.T.,M.T.**  
**S.T.,M.T.**

Ketua Penguji

  
**Jeff Franklyn Sinulingga**

Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
**Ir. Sylvia Indriany, M.T.**

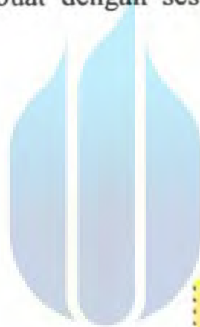
**LEMBAR PERNYATAAN  
SIDANG SARJANA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Granico Briandanu  
Nomor Induk Mahasiswa : 41117010054  
Program Studi : 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 kesarjanaan saya.

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



Jakarta, 05 Oktober 2021

Yang memberikan pernyataan

UNIVERSI  
MERCU BUANA



## ABSTRAK

**Judul** : ANALISIS RESPON DINAMIK STRUKTUR DENGAN  
**MODIFIKASI *BASE ISOLATION* : *LEAD RUBBER***  
***BEARING* STUDI KASUS HOTEL DI BANDUNG**

**Nama** : Granico Briandanu

**Dosen Pembimbing** : Fajar Triwardono, ST., MT

Base isolation system merupakan salah satu sistem perlindungan seismik yang paling banyak digunakan dalam pembangunan struktur di daerah rawan gempa. Tujuan penulisan ini untuk melihat perbandingan persentase kinerja struktur antara bangunan yang menggunakan base isolation system maupun tanpa base isolation system (tumpuan jepit). Dalam penelitian ini dimodelkan bangunan struktur beton bertulang empat belas lantai dengan base isolation system yang digunakan berupa Lead Rubber Bearing (LRB). Metode penelitian menggunakan analisis respon dinamik struktur yang akan diskalakan dengan respon spektrum percepatan gempa Bandung dengan kondisi tanah lunak (SE). Parameter yang dibandingkan adalah perioda getar struktur bangunan, perpindahan lateral bangunan, dan simpangan antar lantai. Hasil yang diperoleh yaitu terjadi peningkatan perioda getar struktur sebesar 192,3%, gaya geser dasar akibat disipasi energi yang dimiliki base isolation sebesar 31,5% pada arah x dan 29,3% pada arah y. Berdasarkan hasil perbandingan parameter yang diperoleh tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan base isolation system dapat bekerja lebih baik dalam mereduksi gaya gempa dibandingkan tanpa LRB.

**Kata kunci** : Base Isolation, Lead Rubber Bearing (LRB), Struktur Beton Bertuang

## ABSTRACT

**Title** : **STRUCTURAL DYNAMIC RESPONSE ANALYSIS  
WITH MODIFICATION BASE ISOLATION : LEAD  
RUBBER BEARING CASE STUDY OF HOTELS IN  
BANDUNG WEST JAVA**

**Name** : **Granico Briandanu**

**Supervisor** : **Fajar Triwardono, ST., MT**

Base isolation is one of the most widely used seismic protection systems used in building structures in earthquake prone areas. The purpose of this paper is to see a comparison of the percentage of structural performance between buildings that use a base isolation system or without a base isolation system (fixed base). In this study a fourteen- story reinforced concrete structure building with a base isolation system was used in the form of Lead Rubber Bearings (LRB). The research method uses a dynamic responses analysis which will be scaled by the response spectrum of the Jakarta earthquake acceleration with soft soil conditions (SE). The parameters compared are the time period of the building structure, the lateral displacement of the building, and the story drift. The results obtained were an increase in the time period of the building structure by 192.3%, the base shear force due to the energy dissipation of the base isolation is 31.5% in the x direction and 29.3% in the y direction. Based on the results of the comparison of the parameters obtained, the use of the base isolation system can work better in reducing seismic forces than without a base isolation system.

**Key Word** : Base Isolation, Lead Rubber Bering (LRB), Reinforced Concrete Structure

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb*

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS RESPON DINAMIK STRUKTUR DENGAN MODIFIKASI *BASE ISOLATION : LEAD RUBBER BEARING* STUDI KASUS HOTEL DI BANDUNG JAWA BARAT” ini dengan baik dan tepat waktu serta sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Laporan ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Tugas akhir ini disusun berdasarkan data-data dan riset-riset terlebih dahulu sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut terkait penelitian tersebut. Tugas akhir ini membahas tentang perbandingan perilaku terhadap dua model peletakan. Tetapi parameter elemen struktur yang lainnya sama.

Menulis sebuah laporan tentu tidak dapat berjalan dengan baik tanpa bantuan dari pihak-pihak yang terkait didalamnya. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala hidayah, kemudahan, dan kelancaran yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua yang tidak berhenti mendukung berupa dukungan kasih sayang, perhatian, nasihat, serta doa yang tulus yang sangat memotivasi, serta dukungan moril maupun materil yang diberikan sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.
3. Bapak Fajar Triwardono ST., M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang

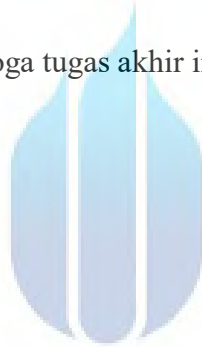
telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk penulis dalam memberikan bimbingan, fasilitas, serta masukan dan saran dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.

4. Teman – teman Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil angkatan 2017 Universitas Mercu Buana yang secara bersama-sama telah melaksanakan proses perkuliahan.

5. Semua pihak yang telah membantu selama masa tugas akhir maupun dalam proses penulisan laporan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis memohon kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk semuanya.

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*



Jakarta, 19 Agustus 2021

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>I-1</b>
<b>1.2 Identifikasi Masalah.....</b>	<b>I-2</b>
<b>1.3 Perumusan Masalah.....</b>	<b>I-3</b>
<b>1.4 Maksud dan tujuan penulisan.....</b>	<b>I-3</b>
<b>1.5 Manfaat Penulisan.....</b>	<b>I-4</b>
<b>1.6 Batasan Masalah.....</b>	<b>I-4</b>
<b>1.7 Sistematika Penulisan .....</b>	<b>I-5</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR .....</b>	<b>II-1</b>
<b>2.1 Seismic Isolation System .....</b>	<b>II-1</b>
<b>2.2 Lead Rubber Bearing – LRB.....</b>	<b>II-1</b>
<b>2.3 Karakteristik Mekanikal <i>Lead Rubber Bearing</i>.....</b>	<b>II-2</b>
<b>2.4 Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung .....</b>	<b>II-3</b>
<b>2.5 Simpangan Antar Lantai (<i>Story Drift</i>).....</b>	<b>II-4</b>
<b>2.6 Pengaruh P-delta .....</b>	<b>II-4</b>
<b>2.7 Ketidakberaturan Horizontal dan Vertikal.....</b>	<b>II-5</b>
<b>2.8 Pengaruh Torsi .....</b>	<b>II-7</b>
<b>2.9 Beban yang Bekerja Pada Struktur.....</b>	<b>II-8</b>
<b>2.9.1 Beban Mati.....</b>	<b>II-8</b>
<b>2.9.2 Beban hidup .....</b>	<b>II-9</b>
<b>2.9.3 Beban gempa .....</b>	<b>II-11</b>
<b>2.10 SRPM (Sistem Rangka Pemikul Momen) .....</b>	<b>II-16</b>
<b>2.11 Kombinasi Beban.....</b>	<b>II-17</b>
<b>2.12 Kerangka Berpikir .....</b>	<b>II-18</b>
<b>2.13 Penelitian terdahulu .....</b>	<b>II-19</b>



<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>III-1</b>
<b>3.1 Metode Penelitian .....</b>	<b>III-1</b>
<b>3.2 Metode Pengumpulan data .....</b>	<b>III-1</b>
<b>3.2.1 Data Primer.....</b>	<b>III-1</b>
<b>3.2.2 Data Sekunder .....</b>	<b>III-2</b>
<b>3.3 Diagram Alir Penelitian .....</b>	<b>III-10</b>
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISIS .....</b>	<b>IV-1</b>
<b>4.1 Preliminary Design Elemen Struktur .....</b>	<b>IV-1</b>
<b>4.2 Beban yang Bekerja Pada Struktur.....</b>	<b>IV-19</b>
<b>4.3 Kombinasi Pembebanan .....</b>	<b>IV-26</b>
<b>4.4 Analisis Base Isolation .....</b>	<b>IV-27</b>
<b>4.5 Pemodelan LRB Pada Etabs.....</b>	<b>IV-51</b>
<b>4.6 Analisis Struktur .....</b>	<b>IV-55</b>
<b>4.7 Periode Fundamental .....</b>	<b>IV-55</b>
<b>4.8 Gaya Geser Gempa.....</b>	<b>IV-60</b>
<b>4.9 Faktor Skala Gaya.....</b>	<b>IV-63</b>
<b>4.10 Simpangan antar lantai.....</b>	<b>IV-64</b>
<b>4.11 Pengaruh P-Delta.....</b>	<b>IV-70</b>
<b>4.12 Detail Tulangan kolom.....</b>	<b>IV-80</b>
<b>4.13 Detail Tulangan Balok .....</b>	<b>IV-90</b>
<b>4.14 Ketidakberaturan Struktur .....</b>	<b>IV-94</b>
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>V-115</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>V-115</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>V-2</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>Daftar Pustaka-1</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>Lampiran-1</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2 .1Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan x.....	II-4
Tabel 2 .2 Ketidakberaturan Horizontal .....	II-6
Tabel 2 .3 Tabel Ketidakberaturan Vertikal .....	II-7
Tabel 2 .4 Beban Mati.....	II-9
Tabel 2 .5 Beban Hidup .....	II-10
Tabel 2 .6 Kategori Resiko Gempa.....	II-13
Tabel 2 .7 Faktor Keutamaan Gempa .....	II-13
Tabel 2 .8 Klasifikasi Situs .....	II-14
Tabel 2 .9 Spektrum Respons Desain .....	II-14
Tabel 2 10 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek .....	II-15
Tabel 2 .11 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik .....	II-15
Tabel 2 12 Faktor R, Cd, dan $\Omega_0$ untuk sistem pemikul gaya seismic.....	II-16
Tabel 2 .13 Penelitian Terdahulu.....	II-26
Tabel 3. 1 Spesifikasi Mutu .....	III-7
Tabel 4. 1Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah .....	IV-6
Tabel 4. 2 Preliminary Design Plat.....	IV-7
Tabel 4. 3 Minimum Ketinggian Balok.....	IV-7
Tabel 4. 4 Preliminary Design Balok.....	IV-14
Tabel 4. 5 Pembebanan Lantai Mezz.....	IV-15
Tabel 4. 6 Pembebanan Lantai 4-14 Sumber : Penulis .....	IV-16
Tabel 4. 7 Pembebanan Lantai Atap.....	IV-17
Tabel 4. 8 Preliminary Design Kolom.....	IV-18
Tabel 4. 9 Preliminary Design Shearwall .....	IV-19
Tabel 4. 10 Faktor Keutamaan Gempa.....	IV-22
Tabel 4. 11 Respons Spektral Percepatan Gempa .....	IV-24
Tabel 4. 12 Data Hasil Respons Spektral Percepatan Gempa .....	IV-25
Tabel 4. 13 Kategori Desain Seismik .....	IV-25
Tabel 4. 14 Kategori Desain Seismik .....	IV-26
Tabel 4. 15 Kombinasi Pembebanan .....	IV-27
Tabel 4. 16 Beban FZ Pondasi Internal .....	IV-29
Tabel 4. 17 Data-Data Untuk Mendesain Base Isolation Internal .....	IV-30
Tabel 4. 18Damping Coefficient .....	IV-31
Tabel 4. 19 Diameter Isolator .....	IV-35
Tabel 4. 20 Spesifikasi Isolator.....	IV-36
Tabel 4. 21 Hasil Perencanaan LRB Internal.....	IV-39
Tabel 4. 22 Data LRB Internal Untuk Etabs.....	IV-40
Tabel 4. 23 Beban FZ Pondasi Eksternal.....	IV-42
Tabel 4. 24 Data-Data Untuk Mendesain LRB Eksternal.....	IV-42
Tabel 4. 25Damping Coefficient .....	IV-43
Tabel 4. 26 Hasil Perencanaan LRB Eksternal.....	IV-50
Tabel 4. 27 Data LRB Eksternal Etabs .....	IV-51
Tabel 4. 28 Koefisien Cu .....	IV-56
Tabel 4. 29 Nilai Ct dan x.....	IV-56

Tabel 4. 30 Modal Participations Ratio Fixed Base .....	IV-57
Tabel 4. 31 Modal Participations Ratio LRB .....	IV-58
Tabel 4. 32 Data Perencanaan Cs arah x Fixed Base.....	IV-60
Tabel 4. 33 Data Perencanaan Cs arah y Fixed Base.....	IV-61
Tabel 4. 34 Data Perencanaan Cs Base Isolation.....	IV-62
Tabel 4. 35 Faktor Skala Gaya Fixed Base.....	IV-64
Tabel 4. 36 Faktor Skala Gaya Base Isolation.....	IV-64
Tabel 4. 37 Simpangan Antar Lantai Tingkat Izin .....	IV-65
Tabel 4. 38 Simpangan Antar Lantai Arah x Fixed Base .....	IV-66
Tabel 4. 39 Simpangan Antar Lantai Arah y Fixed Base .....	IV-67
Tabel 4. 40 Grafik Simpangan Antar Lantai Fixed Base.....	IV-67
Tabel 4. 41 Simpangan Antar Lantai arah x Base Isolation .....	IV-68
Tabel 4. 42 Simpangan Antar Lantai Arah y Base Isolation .....	IV-69
Tabel 4. 43 Beban Kumulatif Gravitasi Tiap Lantai .....	IV-72
Tabel 4. 44 Gaya Geser Fixed Base.....	IV-73
Tabel 4. 45 Gaya Geser Base Isolation.....	IV-73
Tabel 4. 46 P-Delta Arah x Fixed Base .....	IV-74
Tabel 4. 47 P-Delta Arah y Fixed Base .....	IV-75
Tabel 4. 48 P-Delta Arah x Base Isolation .....	IV-76
Tabel 4. 49 P-Delta Arah y Base Isolation .....	IV-77
Tabel 4. 50 Tulangan Longitudinal Kolom Fixed Base.....	IV-83
Tabel 4. 51 Tulangan Longitudinal Kolom LRB.....	IV-84
Tabel 4. 52 Tulangan Sengkang Kolom Fixed Base .....	IV-86
Tabel 4. 53 Tulangan Sengkang Kolom LRB.....	IV-87
Tabel 4. 54 Perbandingan Tulangan Longitudinal Kolom.....	IV-88
Tabel 4. 55 Perbandingan Tulangan Sengkang Kolom .....	IV-89
Tabel 4. 56 Ketidakberaturan Vertikal Poin 1 Fixed Base .....	IV-96
Tabel 4. 57 Ketidakberaturan Vertikal Poin 1 Base Isolation .....	IV-97
Tabel 4. 58 Ketidakberaturan Verikal Poin 5 Fixed Base .....	IV-99
Tabel 4. 59 Ketidakberaturan Vertikal Poin 5 Base Isolation .....	IV-100
Tabel 4. 60 Ketidakberaturan Horizontal Poin 1 Arah x Fixed Base .....	IV-102
Tabel 4. 61 Ketidakberaturan Horizontal poin 1 Arah y Fixed Base.....	IV-103
Tabel 4. 62 Ketidakberaturan Horizontal Poin 1 arah x Base Isolation .....	IV-104
Tabel 4. 63 Ketidakberaturan Horizontal poin 1 Arah y Base Isolation.....	IV-104
Tabel 4. 64 Ketidakberaturan Horizontal baru Poin 1 arah x Base Isolation .....	IV-112
Tabel 4. 65 Ketidakberaturan Horizontal baru Poin 1 arah y Base Isolation .....	IV-113

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konsep Seismic Isolation System.....	II-1
Gambar 2. 2 Lead Rubber Bearing.....	II-2
Gambar 2. 3 Pengaruh Torsi.....	II-8
Gambar 3 . 1Denah Lantai Mezanine.....	III-3
Gambar 3 . 2 Denah Lantai 2-3.....	III-4
Gambar 3 . 3 Denah Lantai 4-14.....	III-5
Gambar 3 . 4 Denah Lantai Atap.....	III-6
Gambar 3 . 5 Desain 3D Struktur Bangunan.....	III-7
Gambar 3 . 6 Data properties lead rubber bearing (LRB).....	III-9
Gambar 4. 1 Balok dan Plat menjadi Satu Bagian.....	IV-3
Gambar 4. 2 Penampang Balok T.....	IV-3
Gambar 4. 3Titik Berat Penampang Balok T.....	IV-4
Gambar 4. 4 Denah Perencanaan Kolom.....	IV-14
Gambar 4. 5 Beban Mati.....	IV-20
Gambar 4. 6 Beban Hidup.....	IV-21
Gambar 4. 7 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Nongedung Untuk Beban Gempa.....	IV-22
Gambar 4. 8 Grafik Respons Spektral Percepatan Gempa.....	IV-23
Gambar 4. 9 Lokasi Isolator Internal.....	IV-37
Gambar 4. 10 Lokasi LRB Eksternal.....	IV-48
Gambar 4. 11 Link Property Data.....	IV-52
Gambar 4. 12 Link/Support Directional Properties.....	IV-53
Gambar 4. 13 Point Spring Property Data.....	IV-54
Gambar 4. 14Lokasi Base Isolation.....	IV-55
Gambar 4. 15 Grafik Simpangan Antar Lantai Base Isolation.....	IV-69
Gambar 4. 16 Perbandingan Simpangan Antar Lantai Arah X.....	IV-70
Gambar 4. 17 Perbandingan Simpangan Antar Lantai Arah y.....	IV-70
Gambar 4. 18 Grafik P-Delta Fixed Base.....	IV-78
Gambar 4. 19 Grafik P-Delta Base isolation.....	IV-78
Gambar 4. 20 Perbandingan Gaya Geser Arah x.....	IV-79
Gambar 4. 21 Perbandingan Gaya Geser Arah y.....	IV-79
Gambar 4. 22 Perbandingan P-DELTA Arah x.....	IV-80
Gambar 4. 23 Perbandingan P-DELTA Arah y.....	IV-80
Gambar 4. 24 Longitudinal Reinforcing Balok.....	IV-91
Gambar 4. 25 Perbandingan Ketidakberaturan Vertikal Poin 1 Arah X.....	IV-97
Gambar 4. 26 Perbandingan Ketidakberaturan Vertikal Poin 1 Arah Y.....	IV-97
Gambar 4. 27 Ketidakberaturan Vertikal Poin 5 Arah X.....	IV-100
Gambar 4. 28 Ketidakberaturan Vertikal Poin 5 Arah Y.....	IV-100
Gambar 4. 29Mass Source Data.....	IV-105
Gambar 4. 30 Load Case Data.....	IV-106
Gambar 4. 31 Modal Case Data.....	IV-107
Gambar 4. 32Diaphragm Eccentricities.....	IV-108
Gambar 4. 33 Load Case Data Seismic.....	IV-109
Gambar 4. 34 Ketidakberaturan Horizontal baru Poin 1 arah x Fixed Base.....	IV-110
Gambar 4. 35 Ketidakberaturan Horizontal baru Poin 1 arah y Fixed Base.....	IV-111

Gambar 4. 36 Perbandingan ketidak Beraturan Horizontal Poin 1 Arah x.....IV-113  
Gambar 4. 37 Ketidakberaturan Horizontal Poin 1 arah y.....IV-114

