



**STUDI PERKUATAN STRUKTUR DENGAN ISOLATOR
GEMPA UNTUK JEMBATAN YANG DIBANGUN
SEBELUM 2016
(STUDI KASUS: SIMPANG ATAS RAWA BUAYA)**



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
MARDIANTO
41119110115

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA JAKARTA
2024**



**STUDI PERKUATAN STRUKTUR DENGAN ISOLATOR
GEMPA UNTUK JEMBATAN YANG DIBANGUN
SEBELUM 2016
(STUDI KASUS: SIMPANG ATAS RAWA BUAYA)**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
sarjana**

MERCU BUANA

MARDIANTO

41119110115

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA JAKARTA
2024**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mardianto

NIM : 41119110115

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Laporan Skripsi : Studi perkuatan struktur dengan isolator gempa
untuk jembatan yang dibangun sebelum 2016
(studi kasus: simpang atas rawa buaya)

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Skripsi saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan saksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 13 Juli 2024...

UNIVERSIT
MERCU BUANA



Mardianto

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Mardianto

NIM : 41119110115

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Laporan Skripsi : Studi perkuatan struktur dengan isolator gempa untuk jembatan yang dibangun Sebelum 2016
(studi kasus: simpang atas rawa buaya)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Erlangga Rizqi Fitriansyah, ST., MT

NIDN : 0322039103

Ketua Penguji : Resmi Bestari Muin, Dr. Ir. MS

NIDN : 0019105603

Penguji 1 : Edifrizal Darma, ST., MT

NIDN : 0303126603

Jakarta, 26 Juli 2024

Mengetahui,

Dekan

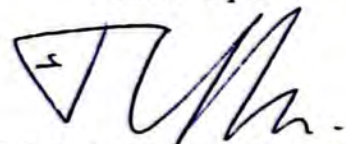


Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi

Teknik Sipil



Sylvia Indriany, S.T., M.T.

NIDN : 0302087103

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini. Penulisan Laporan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Laporan Skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., selaku Rektor Universitas Mercubuana Jakarta
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Ibu Sylvia Indriany, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil
4. Bapak Erlangga Rizqi Fitriansyah, S.T., M.T., selaku Pembimbing Tugas Akhir
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil atas ilmu yang diberikan
6. Seluruh pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Laporan Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, 26 Juli 2024

Penulis

Mardianto

NIM. 41119110115

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mardianto

NIM : 41119110115

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Laporan Skripsi : Studi perkuatan struktur dengan isolator gempa untuk jembatan yang dibangun sebelum 2016
(studi kasus: simpang atas rawa buaya)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul diatas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Laporan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 13. Juli 2021.....

Yang menyatakan,


095C7AMX022130456
Mardianto

ABSTRAK

Nama : Mardianto
NIM : 41119110115
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Laporan Skripsi : Studi perkuatan struktur dengan isolator gempa untuk jembatan yang dibangun Sebelum 2016
(studi kasus: simpang atas rawa buaya)
Pembimbing : Erlangga Rizqi Fitriansyah, S.T., M.T.,

Indonesia, yang berada di pertemuan lempeng tektonik Australia, Pasifik, dan Eurasia, sangat rentan terhadap gempa bumi yang dapat merusak bangunan dan infrastruktur, termasuk jembatan. Banyak jembatan di Indonesia tidak memperhitungkan beban gempa sesuai peta gempa 2010, sehingga diperlukan peningkatan struktural. Penelitian ini berfokus pada perkuatan Jembatan Simpang Atas Rawa Buaya menggunakan Lead Rubber Bearings (LRB) sebagai sistem isolasi dasar. Sistem ini memungkinkan pondasi bergerak mandiri saat gempa, mengurangi transfer gaya ke struktur utama.

Penelitian ini berdasarkan standar SNI 2833:2016, memastikan desain jembatan memenuhi persyaratan ketahanan gempa. Tujuan studi ini adalah meningkatkan ketahanan gempa Jembatan Simpang Atas Rawa Buaya, serta memberikan panduan desain dan kebijakan penguatan jembatan. Analisis struktur bawah (pier) eksisting dengan pendekatan fixed base menunjukkan pier 7 hanya mampu menahan 87% dari gaya-gaya dalam ultimit ($M_u/\Phi M_n$ sebesar 114%). LRB tipe 1 digunakan untuk mengatasi keterbatasan ini, efektif menyerap dan meredam energi gempa, mengurangi base shear secara optimal. Hasil ini menunjukkan penggunaan LRB dapat meningkatkan kinerja seismik struktur simpang atas Rawa Buaya, menjadikannya lebih aman dan andal.

Kata Kunci : Gempa Bumi, Sistem Isolasi Dasar, *Lead Rubber Bearings* (LRB), SNI 2833:2016, Jembatan Simpang Atas Rawa Buaya

ABSTRACT

Name : Mardianto
NIM : 41119110115
Study program : Teknik Sipil
Title report : Studi perkuatan struktur dengan isolator gempa untuk jembatan yang dibangun Sebelum 2016 (studi kasus: simpang atas rawa buaya)
Counsellor : Erlangga Rizqi Fitriansyah, S.T., M.T.,

Indonesia, located at the convergence of the Australian, Pacific, and Eurasian tectonic plates, is highly susceptible to earthquakes that can damage buildings and infrastructure, including bridges. Many bridges in Indonesia were built without considering earthquake loads based on the 2010 seismic map, necessitating structural upgrades. This research focuses on strengthening the Rawa Buaya Overpass Bridge using Lead Rubber Bearings (LRB) as a base isolation system. This system allows the foundation to move independently during an earthquake, reducing the transfer of forces to the main structure.

This study is based on the latest SNI 2833:2016 standards, ensuring that the bridge design meets current seismic requirements. The aim of this study is to enhance the earthquake resistance of the Rawa Buaya Overpass Bridge and provide guidelines for the design and policy of future bridge reinforcements. Analysis of the existing substructure (pier) using a fixed-base approach indicates that pier 7 can only withstand 87% of the ultimate forces ($M_u/\Phi M_n$ of 114%). LRB type 1 is used to address this limitation, effectively absorbing and dissipating seismic energy, optimally reducing base shear. These findings demonstrate that the use of LRB can improve the seismic performance of the Rawa Buaya Overpass Bridge, making it safer and more reliable.

Keywords: *Earthquake, Base Isolation System, Lead Rubber Bearings (LRB), SNI 2833:2016, Flyover Rawa Buaya Bridge*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Identifikasi Masalah.....	I-4
1.3. Rumusan Masalah.....	I-6
1.4. Batasan Masalah	I-6
1.5. Tujuan dan Manfaat Penelitian	I-6
1.6. Sistematika Penulisan	I-7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1. Pengertian Umum Jembatan	II-1
2.1.1. Struktur Bangunan Jembatan	II-2
2.1.2. Bentuk dan Tipe Jembatan	II-10
2.1.3. Bagian-Bagian Jembatan.....	II-12
2.2. Simpang atas Rawa buaya	II-12
2.3. Proses Perencanaan Jembatan.....	II-13

2.3.1. Tahapan perencanaan	II-13
2.3.2. Pemilihan lokasi jembatan	II-15
2.3.3. <i>Layout</i> jembatan	II-16
2.4. Pembebanan Pada Jembatan	II-17
2.4.1. Beban mati (MS)	II-17
2.4.2. Beban mati tambahan	II-18
2.4.3. Beban lajur “D” (TD)	II-18
2.4.4. Beban lajur “T” (TT)	II-19
2.4.5. Gaya rem (TB)	II-20
2.4.6. Beban pejalan kaki (TP)	II-21
2.4.7. Beban angin pada struktur (EW _s)	II-21
2.4.8. Beban angin pada kendaraan (EW _L)	II-22
2.4.9. Beban gempa (EQ)	II-22
2.5. Perubahan persyaratan standar perencanaan jembatan terhadap beban gempa	II-29
2.6. Perbedaan Gempa Dinamis dan Statis	II-31
2.7. Peraturan – Peraturan Perancangan Jembatan	II-32
2.8. Perencanaan Pembebanan	II-32
2.9. Isolator Gempa	II-32
2.10. Jenis-Jenis <i>Base isolator</i>	II-37
2.10.1. <i>High Damping Rubber Bearing</i> (HDRB)	II-37
2.10.2. <i>Lead Rubber Bearing</i> (LRB)	II-38
2.10.3. Manfaat Sistem <i>Base Isolation</i>	II-42
2.11. <i>Software</i> Midas Civil 19	II-43
2.12. Penelitian Terdahulu	II-43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1. Lokasi dan Objek Penelitian	III-1
3.2. Tahapan dan Diagram Alir Penelitian	III-1
3.3. Sumber Data	III-2
3.4. Tahapan Pemodelan Midas Civil 19	III-2

3.5. Tahap desain LRB.....	III-3
3.6. Analisis Hasil Pemodelan	III-4
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
4.1. Analisa Struktur	IV-1
4.1.1. Analisa struktur eksisting (<i>fixed base</i>).....	IV-1
4.1.2. Permodelan Komputer	IV-1
4.1.3. Analisis Struktur Bawah (<i>Substructure</i>) <i>Pier</i>	IV-5
4.1.4. Desain isolator seismik (LRB / lead rubber bearing).....	IV-7
4.1.5. Analisa struktur terisolasi (<i>isolated structure</i>)	IV-9
4.1.6. Analisis Struktur Bawah (<i>Substructure</i>) terisolasi (menggunakan isolator seismik)	IV-12
BAB V KESIMPULAN & SARAN	V-1
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA	Pustaka-1
LAMPIRAN.....	Lampiran-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Faktor Beban untuk Berat Sendiri.....	II-17
Tabel 2. 2. Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan	II-18
Tabel 2. 3. Faktor Beban untuk Beban Lajur “D”.....	II-19
Tabel 2. 4. Faktor beban untuk beban “T”	II-20
Tabel 2. 5. Nilai VO dan ZO untuk Berbagai Variasi Kondisi Permukaan.....	II-21
Tabel 2. 6. Tekanan Angin Dasar.....	II-22
Tabel 2. 7. Faktor Keutamaan Gempa (I_e).....	II-23
Tabel 2. 8 Faktor R , C_d dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa.....	II-23
Tabel 2. 9. Kelas Situs.....	II-24
Tabel 2. 10 Faktor Amplifikasi untuk PGA dan 0,2 detik (F_{PGA} dan F_a).....	II-28
Tabel 2. 11. Faktor Amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)	II-28
Tabel 2. 12. Penelitian Terdahulu	II-43
Tabel 4. 1. <i>Mode shape</i> struktur eksisting	IV-3
Tabel 4. 2. <i>Base shear</i> struktur eksisting	IV-4
Tabel 4. 3. Gaya pada bearing.....	IV-4
Tabel 4. 4. Gaya-gaya dalam pada struktur eksisting	IV-5
Tabel 4. 5. Kapasitas P6 eksisting.....	IV-6
Tabel 4. 6. Kapasitas P7 eksisting.....	IV-6
Tabel 4. 7. Properti LRB	IV-8
Tabel 4. 8. Referensi properti LRB berdasarkan katalog.....	IV-9
Tabel 4. 9. Perbandingan <i>base shear</i> pada struktur menggunakan LRB (<i>Isolated structure</i>) dengan struktur eksisting (<i>fixed base</i>).....	IV-9
Tabel 4. 10. <i>Mode shape</i> struktur terisolasi	IV-10
Tabel 4. 11. Base shear struktur terisolasi.....	IV-11
Tabel 4. 12. Gaya-gaya dalam struktur terisolasi.....	IV-12
Tabel 4. 13. Kapasitas P6 terisolasi	IV-13
Tabel 4. 14. Kapasitas P7 terisolasi	IV-13

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen Jembatan.....	II-2
Gambar 2. 2 Gelagar Induk.....	II-3
Gambar 2. 3 Gelagar Melintang.....	II-3
Gambar 2. 4 Pelat Lantai Jembatan	II-3
Gambar 2. 5 Perletakan atau Andas	II-4
Gambar 2. 6 Pelat Injak.....	II-4
Gambar 2. 7 Fondasi	II-5
Gambar 2. 8 <i>Abutment</i>	II-5
Gambar 2. 9. Grafik variasi ϕ dengan <i>net tensile strain in extreme tension</i> <i>reinforcement</i> ϵ_t	II-7
Gambar 2. 10 Pilar	II-7
Gambar 2. 11 Saluran Drainase	II-8
Gambar 2. 12 Jalan Pendekat.....	II-8
Gambar 2. 13 Talud.....	II-9
Gambar 2. 14 Patok Penuntun.....	II-9
Gambar 2. 15 Lampu Penerangan.....	II-9
Gambar 2. 16 Trotoar.....	II-10
Gambar 2. 17 Jembatan Lengkung Batu.....	II-10
Gambar 2. 18 Jembatan Rangka.....	II-11
Gambar 2. 19 Jembatan Gantung.....	II-11
Gambar 2. 20 Jembatan Beton	II-11
Gambar 2. 21 Jembatan <i>Cable Stayed</i>	II-12
Gambar 2. 22 Skema Proses Perencanaan	II-14
Gambar 2. 23 Beban Lajur “D”.....	II-18
Gambar 2. 24. Gambar pembebanan truk “T”	II-20
Gambar 2. 25. Peta Percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun.....	II-26
Gambar 2. 26. Peta respon spectra percepatan 0.2 detik di batuan dasar untuk	II-26

Gambar 2. 27. Peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun.....	II-27
Gambar 2. 28. Grafik respon spektra	II-29
Gambar 2. 29 Wilayah gempa Indonesia untuk periode ulang 500 tahun	II-30
Gambar 2. 30 Perbandingan respon spektrum SNI 2833 tahun 2008 dan tahun 20016.....	II-30
Gambar 2. 31. Konsep <i>Base isolator</i>	II-33
Gambar 2. 32. Deformasi isolator dan substruktur akibat beban lateral.....	II-35
Gambar 2. 33. Grafik Respon Spektrum lokasi simpang atas rawa buaya	II-35
Gambar 2. 34. Respon Spektra untuk struktur yang diberikan Isolasi Seismik	II-36
Gambar 2. 35. Ilustrasi <i>High Damping Rubber Bearing</i>	II-38
Gambar 2. 36. <i>High Damping Rubber Bearing</i>	II-38
Gambar 2. 37. Ilustrasi <i>Lead Rubber Bearing</i>	II-39
Gambar 2. 38. <i>Lead Rubber Bearing</i>	II-39
Gambar 2. 39 Karakteristik dari <i>Lead Rubber Bearing</i> (LRB).....	II-40
Gambar 2. 40. <i>Longitudinal Earthquake</i> (L)	II-42
Gambar 2. 41. <i>Transverse Earthquake</i> (T)	II-42
Gambar 2. 42. <i>Load Case 1</i> : (L+0.3T).....	II-42
Gambar 2. 43. <i>Load Case 2</i> : (0.3L+T).....	II-42
Gambar 4. 1. Tampak isometri permodelan Simpang atas Rawabuaya.....	IV-1
Gambar 4. 2. Tampang samping permodelan Simpang atas Rawabuaya	IV-2
Gambar 4. 3. Respon spektrum struktur eksisting	IV-3
Gambar 4. 4. Skema perletakan pot bearing eksisting.....	IV-4
Gambar 4. 5. Grafik perbandingan respon spektrum struktur eksisting	IV-11

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Layout simpang atas Rawabuaya	Lampiran-1
Lampiran 2. Diagram alir penelitian	Lampiran-1
Lampiran 3. Mode shape struktur eksisting	Lampiran-3
Lampiran 4. Mode shape struktur terisolasi	Lampiran-6

