

No. 04/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2025

SKRIPSI

**STUDI PARAMETRIK
KINERJA PILAR TUNGGAL, MAJEMUK, DAN DINDING
DALAM JEMBATAN DENGAN *LEAD RUBBER BEARING* (LRB)**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

**Ken Narendra Respati
NIM 2101411003**

Pembimbing :

**Dr., Ir., Fauzri Fahimuddin, M.Sc.
NIP 195902061989031002**

**Tri Suryadi, S.T., M.T.
PT Freyssinet Total Technology**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

STUDI PARAMETRIK

**KINERJA PILAR TUNGGAL, MAJEMUK, DAN DINDING
DALAM JEMBATAN DENGAN *LEAD RUBBER BEARING* (LRB)**

yang disusun oleh **Ken Narendra Respati (NIM 2101411003)**

telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Skripsi Tahap 1 (Satu)

Pembimbing 1

Dr., Ir., Fauzri Fahimuddin, M.Sc.
NIP 195902061989031002

Pembimbing 2

Tri Suryadi, S.T., M.T.
PT Freyssinet Total Technology



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

STUDI PARAMETRIK

KINERJA PILAR TUNGGAL, MAJEMUK, DAN DINDING

DALAM JEMBATAN DENGAN *LEAD RUBBER BEARING* (LRB)

yang disusun oleh **Ken Narendra Respati (NIM 2101411003)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal 02 Juni 2025

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Rinawati, S.T., M.T. NIP 197505102005012001	
Anggota	Praganif Sukarno, S.T., M.Eng. NIP 196311161989031002	
Anggota	Drs. Andi Indianto, S.T., M.T. NIP 196109281987031002	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



Istiatun, S.T., M.T.

NIP. 196605181990102001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ken Narendra Respati

NIM : 2101411003

Program Studi : S.Tr. Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan

Alamat email : ken.narendra.respati.ts21@mhs.w.pnj.ac.id

Judul Naskah : Studi Parametrik Kinerja Pilar Tunggal, Majemuk, dan Dinding dalam Jembatan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRB)

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, 17 Juni 2025

Yang menyatakan,

Ken Narendra Respati

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat, rahmat dan anugerah-Nyalah peneliti dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul “Studi Parametrik Kinerja Pilar Tunggal, Majemuk, dan Dinding dalam Jembatan dengan *Lead Rubber Bearing (LRB)*” dengan baik dan tanpa adanya halangan yang berarti.

Dalam proses penyusunan naskah skripsi ini, melibatkan berbagai pihak yang memberikan kontribusi yang begitu besar dan bermanfaat bagi peneliti. Oleh karena itu peneliti ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ibunda dan almarhum Ayahanda peneliti yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, dan doa semenjak peneliti kecil dan selama proses perkuliahan berlangsung hingga kelancaran pembuatan naskah skripsi ini,
2. Adik perempuan peneliti, Saudari Rei Sachi Kirana yang selalu memberikan dukungan bagi peneliti. Semoga perkuliahan lancar dan sukses selalu,
3. Bapak Dr. Ir. Fauzri Fahimuddin, M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi yang sangat suportif dalam pembuatan naskah skripsi ini,
4. Ibu Istiatun, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta,
5. Bapak Hendrian Budi Bagus Kuncoro, S.T., M.Eng., selaku Kepala Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Jakarta,
6. Bapak Tri Suryadi, S.T., M.T., Head of Marketing and Engineering, PT Freyssinet Total Technology, selaku pembimbing skripsi dan mentor yang bersenantiasa memberikan ilmu kepada peneliti serta mendukung peneliti dalam pembuatan skripsi ini,
7. Divisi Engineering PT Freyssinet Total Technology, terutama Bapak Rusri Tjendana, S.T. yang telah membantu kelancaran pembuatan naskah skripsi ini,
8. Bapak Bunyamin Hatibie, S.T. yang menjadi inspirasi peneliti untuk menempuh karir di bidang teknik sipil dan mendukung peneliti selama proses perkuliahan berkuliahan secara moril dan materil,



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9. Saudara, sepupu, keluarga besar peneliti, khususnya Husein Ali Rachman, Tante Danillah dan Om Taufik, dan Om Hamdan yang telah memberikan peneliti dukungan dan doanya selama ini,
10. Mutiara Cahya Az-Zahra dan keluarga, yang selalu memberi peneliti dukungan dan bantuan selama proses perkuliahan hingga pembuatan naskah skripsi ini,
11. Kedua sahabat baik peneliti, Fery Rianto Utomo Putra dan Muhammad Hafiz Abdillah yang telah mendukung dan menemani peneliti sedari waktu sekolah dasar hingga pembuatan naskah skripsi ini. Sukses selalu dan semoga persahabatan terus terjalin dengan baik,
12. Teman-teman Kosan 21 dan Kontrakan Orang Susah (Kosah) yang telah menemani peneliti dalam suka dan duka perkuliahan. Semoga semuanya sukses selalu,
13. Tim KIDJANG SATOE, baik yang sedang menjalani skripsi maupun perkuliahan. Semoga sukses selalu dalam tiap langkahnya,
14. Rekan-rekan teknik sipil, terutama rekan TPJJ 2021 yang telah menemani dan membantu peneliti selama 4 tahun perkuliahan. Semoga sukses untuk kedepannya.

Akhir kata, peneliti sangat bersyukur atas selesainya naskah ini. Mohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam naskah ini, oleh karena itu peneliti mengharapkan kritik dan saran agar dapat menjadi lebih baik lagi. Semoga naskah skripsi ini bermanfaat bagi pembaca umum dan semua pihak yang membutuhkan.

Jakarta, 17 Juni 2025

Peneliti



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 <i>State of the Art</i> (Penelitian Terdahulu)	4
2.2 <i>Novelty</i> (Kebaruan Penelitian)	7
2.3 Pilar Jembatan	7
2.3.1 Pilar Tunggal (<i>Single Column</i>)	8
2.3.2 Pilar Majemuk (<i>Multiple Column Bents</i>)	8
2.3.3 Pilar Tipe Dinding (<i>Wall-Type Pier</i>)	9
2.4 Tinjauan Pilar Jembatan.....	9
2.4.1 Pembebanan pada Pilar Jembatan	10
2.4.2 Kapasitas Pilar Jembatan	15
2.5 <i>Seismic Base Isolation</i>	16
2.5.1 <i>Lead Rubber Bearing</i> (LRB).....	18
2.6 Gaya Gempa dan Desain Respons Spektra.....	19
2.6.1 Peta Gempa	20
2.6.2 Kelas Situs dan Faktor Situs	21



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6.3	Koefisien Respons Spektra Rencana.....	23
2.6.4	Koefisien Respons Gempa Elastik.....	23
2.6.5	Kategori Kinerja Seismik.....	24
2.6.6	Faktor Modifikasi Respon.....	24
2.6.7	Kombinasi Pengaruh Gaya Gempa	25
2.7	Prinsip Desain LRB dengan AASHTO GSID 2014	26
2.7.1	<i>Single Modal Spectral Method</i>	28
2.7.2	<i>Multi Modal Spectral Method</i>	31
2.7.3	Desain Dimensi <i>Lead Rubber Bearing</i>	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		38
3.1	Gambaran Umum.....	38
3.2	Lokasi Penelitian.....	38
3.3	Tahapan Penelitian.....	38
3.3.1	Diagram Alir Permodelan dan Pembebanan Jembatan.....	42
3.3.2	Diagram Alir Penentuan Parameter LRB pada Pilar	43
3.4	Objek Penelitian.....	45
3.4.1	Desain Model Struktur	45
3.4.2	Desain <i>Lead Rubber Bearing</i>	46
3.4.3	Desain Respons Spektra.....	46
3.5	Jadwal Penelitian	47
3.6	Peraturan yang Digunakan.....	48
3.7	Luaran	48
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....		49
4.1	Data.....	49
4.1.1	Data Teknis Jembatan	49
4.1.2	Denah, Tampak, dan Potongan	49
4.2	Respons Spektra.....	51
4.2.1	Penentuan Respons Spektrum (Analisis Manual).....	51
4.2.2	Penentuan Respons Spektrum (Aplikasi LINI).....	54
4.2.3	Input Respons Spektra MIDAS Civil.....	55
4.3	Permodelan Struktur Atas.....	56
4.3.1	Properti Material dan Penampang.....	56
4.3.2	Permodelan dan Pembebanan pada MIDAS Civil 2022.....	59
4.3.3	<i>Define Load Cases</i> dan <i>Load Combinations</i>	65



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4	<i>Preliminary Design</i> Pilar	68
4.4.1	<i>Preliminary Design</i> Pilar Tunggal	69
4.4.2	<i>Preliminary Design</i> Pilar Majemuk	73
4.4.3	<i>Preliminary Design</i> Pilar Dinding	77
4.5	Desain <i>Lead Rubber Bearing</i> (LRB)	81
4.5.1	Kekuatan Karakteristik (Q_d) dan Kekakuan Leleh (K_d) LRB ...	81
4.5.2	Analisis <i>Single Modal Lead Rubber Bearing</i>	82
4.5.3	Analisis <i>Multi Modal Lead Rubber Bearing</i>	82
4.5.4	Hasil Perbandingan Analisis <i>Single Modal</i> dan <i>Multi Modal</i> ...	92
4.6	Analisis Kinerja Struktur Pilar	92
4.6.1	Analisis Kinerja Struktur Pilar Tunggal	92
4.6.2	Analisis Kinerja Struktur Pilar Majemuk	96
4.6.3	Analisis Kinerja Struktur Pilar Dinding	100
4.7	Perbandingan Hasil Kinerja Pilar	104
BAB V PENUTUP		111
5.1	Kesimpulan	111
5.2	Saran	112
DAFTAR PUSTAKA		113
LAMPIRAN		115



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 2.2 Faktor Beban untuk Beban Mati Sendiri	10
Tabel 2.3 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan.....	11
Tabel 2.4 Faktor Beban untuk Beban Lajur "D"	11
Tabel 2.5 Faktor Beban untuk Beban Truk "T"	12
Tabel 2.6 Nilai V_0 dan Z_0 untuk Berbagai Kondisi	14
Tabel 2.7 Tekanan Angin Dasar (P_B)	15
Tabel 2.8 Kombinasi Beban dan Faktor Beban	16
Tabel 2.9 Kelas Situs	21
Tabel 2.10 Faktor Amplifikasi untuk PGA (F_{PGA}) dan S_s (F_a).....	23
Tabel 2.11 Faktor Amplifikasi untuk S_1 (F_v).....	23
Tabel 2.12 Zona Gempa berdasarkan SNI 2833-2016	24
Tabel 2.13 Faktor Modifikasi Respon (R) untuk Bangunan Bawah	25
Tabel 2.14 Faktor Modifikasi Respon (R) untuk Hubungan antar Elemen.....	25
Tabel 3.1 Tipe Permodelan Struktur pada MIDAS Civil	46
Tabel 3.2 Parameter Respons Spektra Wilayah Kota Yogyakarta	46
Tabel 3.3 Persyaratan Analisis Minimum untuk Pengaruh Gempa.....	47
Tabel 3.4 Jadwal Penelitian	47
Tabel 4.1 Nilai PGA, SS, dan S_1 Kota Yogyakarta (Analisis Manual).....	51
Tabel 4.2 Nilai Faktor Situs Kota Yogyakarta (Analisis Manual)	52
Tabel 4.3 Koefisien Respons Spektra Rencana Kota Yogyakarta (Analisis Manual)	53
Tabel 4.4 Nilai T_0 dan T_s Kota Yogyakarta (Analisis Manual)	53
Tabel 4.5 Nilai C_{sm} pada Beberapa Periode (Analisis Manual).....	54
Tabel 4.6 Data Penampang Pilar Tunggal	69
Tabel 4.7 Data Penampang Pilar Majemuk	73
Tabel 4.8 Data Penampang Pilar Dinding	77
Tabel 4.9 Rekapitulasi Beban Struktur Atas.....	81
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Iterasi Single Modal.....	82
Tabel 4.11 Penentuan Parameter Masing Isolator	82
Tabel 4.12 Hasil Perbandingan Analisis Single Modal dan Multi Modal.....	92
Tabel 4.13 Hasil Perbandingan Struktur Pilar Tunggal.....	96



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.14 Hasil Perbandingan Struktur Pilar Majemuk.....	100
Tabel 4.15 Hasil Perbandingan Struktur Pilar Dinding.....	104
Tabel 4.16 Hasil Perbandingan Gaya Axial pada Pilar	105
Tabel 4.17 Hasil Perbandingan Gaya Geser Arah Memanjang pada Pilar	105
Tabel 4.18 Hasil Perbandingan Gaya Geser Arah Melintang pada Pilar	106
Tabel 4.19 Hasil Perbandingan Momen Arah Memanjang pada Pilar	107
Tabel 4.20 Hasil Perbandingan Momen Arah Melintang pada Pilar	107
Tabel 4.21 Hasil Perbandingan Deformasi Arah Memanjang pada Pilar.....	108
Tabel 4.22 Hasil Perbandingan Deformasi Arah Melintang pada Pilar	109
Tabel 5.1 Hasil Preliminary Design Pilar	111
Tabel 5.2 Hasil Kinerja Pilar dengan LRB.....	111

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-Jenis Pilar Tipikal	7
Gambar 2.2 Contoh Pilar Tunggal pada Jembatan	8
Gambar 2.3 Contoh Pilar Majemuk pada Jembatan	9
Gambar 2.4 Contoh Pilar Tipe Dinding pada Jembatan	9
Gambar 2.5 Beban Lajur "D"	12
Gambar 2.6 Pembebanan Truk "T" (500 kN)	12
Gambar 2.7 Faktor Beban Dinamis untuk Pembebanan Lajur "D"	13
Gambar 2.8 Ilustrasi Perbandingan Deformasi Struktur	17
Gambar 2.9 HDRB atau LDRB	18
Gambar 2.10 Lead Rubber Bearing (LRB)	18
Gambar 2.11 Bentuk Tipikal Respons Spektra	20
Gambar 2.12 Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (PGA)	20
Gambar 2.13 Peta Respons Spektra Percepatan 0,2 detik di Batuan Dasar (S_s)	21
Gambar 2.14 Peta Respons Spektra Percepatan 1,0 detik di Batuan Dasar (S_1)	21
Gambar 2.15 Kurva Respons Percepatan Tipikal	26
Gambar 2.16 Kurva Respons Perpindahan Tipikal	26
Gambar 2.17 Karakteristik Bilinear dari LRB	27
Gambar 2.18 Contoh Respon Spektra pada Jembatan yang Terisolasi	27
Gambar 2.19 Contoh Permodelan Jembatan menggunakan MIDAS Civil	32
Gambar 2.20 Contoh Respons Spektra Komposit	33
Gambar 2.21 Penampang Tipikal dari LRB	33
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	38
Gambar 3.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian	39
Gambar 3.3 Diagram Alir Permodelan dan Pembebanan Jembatan	42
Gambar 3.4 Diagram Alir Penentuan Parameter LRB pada Pilar	44
Gambar 3.5 Potongan Melintang Jembatan "X"	45
Gambar 3.6 Grafik Respons Spektra Wilayah Kota Yogyakarta	47
Gambar 4.1 Denah Jembatan Tol	49
Gambar 4.2 Potongan Memanjang Jembatan Tol	49
Gambar 4.3 Dimensi Penampang PCI Girder	50
Gambar 4.4 Tampak Atas dan Samping PCI Girder	50
Gambar 4.5 Potongan Melintang Jembatan Tol	50



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.6 Potongan Pier Head Jembatan Tol	51
Gambar 4.7 Data Uji SPT pada Pilar P40.....	52
Gambar 4.8 Grafik Respons Spektra Kota Yogyakarta (Analisis Manual)	54
Gambar 4.9 Variabel Respons Spektra Kota Yogyakarta (Aplikasi LINI)	55
Gambar 4.10 Grafik Respons Spektra Kota Yogyakarta (Aplikasi LINI).....	55
Gambar 4.11 Input Respons Spektra pada MIDAS Civil 2022.....	56
Gambar 4.12 Properti Material Struktur dalam DED	56
Gambar 4.13 Properti Material PCI Girder dalam DED	57
Gambar 4.14 Properti Material Beton f_c 40 dan 30 MPa	57
Gambar 4.15 Properti Material Beton f_c 58 MPa dan Tendon Prestress	57
Gambar 4.16 Properti Penampang PCI Girder Tepi.....	58
Gambar 4.17 Properti Penampang PCI Girder Tapered	58
Gambar 4.18 Properti Penampang PCI Girder Tengah	59
Gambar 4.19 Properti Penampang Diafragma Tengah (Kiri) dan Tepi (Kanan).59	
Gambar 4.20 Permodelan Struktur Atas pada MIDAS Civil 2022.....	60
Gambar 4.21 Permodelan Koordinat Tendon pada MIDAS Civil 2022.....	60
Gambar 4.22 Input Beban Mati Sendiri.....	61
Gambar 4.23 Input Beban Mati Pelat Lantai	61
Gambar 4.24 Input Beban Lapis Perkerasan	62
Gambar 4.25 Input Beban Parapet.....	62
Gambar 4.26 Input Beban Air Hujan.....	63
Gambar 4.27 Input Beban Terbagi Rata (BTR).....	64
Gambar 4.28 Input Beban Garis Terpusat (BGT).....	64
Gambar 4.29 Stressing Tendon.....	65
Gambar 4.30 Define Static Load Case.....	65
Gambar 4.31 Define Response Spectrum Load Case	66
Gambar 4.32 Kombinasi Beban SLS	66
Gambar 4.33 Kombinasi Beban ULS	67
Gambar 4.34 Kombinasi Ekstrem 1 Arah X.....	67
Gambar 4.35 Kombinasi Ekstrem 1 Arah Y	67
Gambar 4.36 Pendefinisian Load to Masses.....	68
Gambar 4.37 Permodelan Tumpuan Sendi-Sendi.....	68
Gambar 4.38 Preliminary Design Pilar Tunggal (mm).....	69
Gambar 4.39 Input Tulangan Pilar Tunggal MIDAS Civil (m)	69



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.40	Permodelan Desain Struktur Pilar Tunggal	70
Gambar 4.41	Periode Getar Dominan Arah X (Mode 8) Pilar Tunggal.....	70
Gambar 4.42	Periode Getar Dominan Arah Y (Mode 13) Pilar Tunggal.....	71
Gambar 4.43	Modal Participation Masses Pilar Tunggal	71
Gambar 4.44	Cek Kapasitas Pilar Tunggal (kN, m)	71
Gambar 4.45	RC Column Checking Result Pilar Tunggal (kN, m)	72
Gambar 4.46	Preliminary Design Pilar Majemuk (mm).....	73
Gambar 4.47	Input Tulangan Pilar Majemuk MIDAS Civil (mm)	73
Gambar 4.48	Permodelan Desain Struktur Pilar Majemuk	74
Gambar 4.49	Periode Getar Dominan Arah X (Mode 8) Pilar Majemuk.....	74
Gambar 4.50	Periode Getar Dominan Arah Y (Mode 12) Pilar Majemuk.....	75
Gambar 4.51	Modal Participation Masses Pilar Majemuk	75
Gambar 4.52	Cek Kapasitas Pilar Majemuk (kN, m)	75
Gambar 4.53	RC Column Checking Result Pilar Majemuk (kN, m)	76
Gambar 4.54	Preliminary Design Pilar Dinding (mm).....	77
Gambar 4.55	Input Tulangan Pilar Dinding MIDAS Civil (mm).....	77
Gambar 4.56	Permodelan Desain Struktur Pilar Dinding.....	78
Gambar 4.57	Periode Getar Dominan Arah X (Mode 9) Pilar Dinding	78
Gambar 4.58	Periode Getar Dominan Arah Y (Mode 12) Pilar Dinding	79
Gambar 4.59	Modal Participation Masses Pilar Dinding	79
Gambar 4.60	Cek Kapasitas Pilar Dinding (kN, m)	79
Gambar 4.61	RC Column Checking Result Pilar Dinding (kN, m)	80
Gambar 4.62	Input Parameter LRB Pilar Tunggal dalam MIDAS.....	83
Gambar 4.63	Input Parameter LRB Pilar Majemuk dalam MIDAS.....	83
Gambar 4.64	Input Parameter LRB Pilar Dinding dalam MIDAS.....	83
Gambar 4.65	Permodelan General Links sebagai LRB di MIDAS Civil.....	84
Gambar 4.66	Respons Spektra Komposit Pilar Tunggal	84
Gambar 4.67	Respons Spektra Komposit Pilar Majemuk	85
Gambar 4.68	Respons Spektra Komposit Pilar Dinding	85
Gambar 4.69	Input Respon Spektra Komposit MIDAS Civil	86
Gambar 4.70	Modal Participation Masses Pilar Tunggal Isolated	86
Gambar 4.71	Modal Participation Masses Pilar Majemuk Isolated	87
Gambar 4.72	Modal Participation Masses Pilar Dinding Isolated.....	87
Gambar 4.73	Periode Getar Dominan Arah X (Mode 3) Pilar Tunggal Isolated	87



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.74 Periode Getar Dominan Arah X (Mode 3) Pilar Majemuk Isolated	88
Gambar 4.75 Periode Getar Dominan Arah X (Mode 3) Pilar Dinding Isolated	88
Gambar 4.76 Periode Getar Dominan Arah Y (Mode 1) Pilar Tunggal Isolated	88
Gambar 4.77 Periode Getar Dominan Arah Y (Mode 1) Pilar Majemuk Isolated	89
Gambar 4.78 Periode Getar Dominan Arah Y (Mode 1) Pilar Dinding Isolated	89
Gambar 4.79 Deformasi Akibat Respons Spektra (Long.) Pilar Tunggal Isolated	90
Gambar 4.80 Deformasi Akibat Respons Spektra (Long.) Pilar Majemuk Isolated	90
Gambar 4.81 Deformasi Akibat Respons Spektra (Long.) Pilar Dinding Isolated	90
Gambar 4.82 Deformasi Akibat Respons Spektra (Trans.) Pilar Tunggal Isolated	91
Gambar 4.83 Deformasi Akibat Respons Spektra (Trans.) Pilar Majemuk Isolated	91
Gambar 4.84 Deformasi Akibat Respons Spektra (Trans.) Pilar Dinding Isolated	91
Gambar 4.85 RC Column Checking Result Pilar Tunggal Isolated (kN, m).....	93
Gambar 4.86 Output Gaya Axial Pilar Tunggal Isolated.....	94
Gambar 4.87 Output Gaya Geser Longitudinal Pilar Tunggal Isolated	94
Gambar 4.88 Output Gaya Geser Transversal Pilar Tunggal Isolated	94
Gambar 4.89 Output Momen Arah Longitudinal Pilar Tunggal Isolated.....	95
Gambar 4.90 Output Momen Arah Transversal Pilar Tunggal Isolated.....	95
Gambar 4.91 Deformasi Pilar Tunggal Isolated Akibat Gempa Arah X.....	95
Gambar 4.92 Deformasi Pilar Tunggal Isolated Akibat Gempa Arah Y	96
Gambar 4.93 RC Column Checking Result Pilar Majemuk Isolated (kN, m).....	97
Gambar 4.94 Output Gaya Axial Pilar Majemuk Isolated.....	98
Gambar 4.95 Output Gaya Geser Longitudinal Pilar Majemuk Isolated	98
Gambar 4.96 Output Gaya Geser Transversal Pilar Majemuk Isolated	98
Gambar 4.97 Output Momen Arah Longitudinal Pilar Majemuk Isolated.....	99
Gambar 4.98 Output Momen Arah Transversal Pilar Majemuk Isolated.....	99
Gambar 4.99 Deformasi Pilar Majemuk Isolated Akibat Gempa Arah X.....	99



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.100	Deformasi Pilar Majemuk Isolated Akibat Gempa Arah Y	100
Gambar 4.101	RC Column Checking Result Pilar Dinding Isolated (kN, m)...	101
Gambar 4.102	Output Gaya Axial Pilar Dinding Isolated.....	102
Gambar 4.103	Output Gaya Geser Longitudinal Pilar Dinding Isolated.....	102
Gambar 4.104	Output Gaya Geser Transversal Pilar Dinding Isolated.....	102
Gambar 4.105	Output Momen Arah Longitudinal Pilar Dinding Isolated	103
Gambar 4.106	Output Momen Arah Transversal Pilar Dinding Isolated	103
Gambar 4.107	Deformasi Pilar Dinding Isolated Akibat Gempa Arah X	103
Gambar 4.108	Deformasi Pilar Dinding Isolated Akibat Gempa Arah Y	104
Gambar 4.109	Grafik Perbandingan Gaya Axial pada Pilar.....	105
Gambar 4.110	Grafik Perbandingan Gaya Geser Arah Memanjang pada Pilar	106
Gambar 4.111	Grafik Perbandingan Gaya Geser Arah Melintang pada Pilar...	106
Gambar 4.112	Grafik Perbandingan Momen Arah Memanjang pada Pilar	107
Gambar 4.113	Grafik Perbandingan Momen Arah Melintang pada Pilar	108
Gambar 4.114	Grafik Perbandingan Deformasi Arah Memanjang pada Pilar ..	108
Gambar 4.115	Grafik Perbandingan Deformasi Arah Melintang pada Pilar.....	109

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perhitungan Penentuan Respons Spektra Wilayah Yogyakarta.....	116
Lampiran 2	Analisis Lead Rubber Bearing Pilar Tunggal	120
Lampiran 3	Analisis Lead Rubber Bearing Pilar Majemuk	124
Lampiran 4	Analisis Lead Rubber Bearing Pilar Dinding	128
Lampiran 5	Analisis Struktur Pilar Tunggal dengan LRB	132
Lampiran 6	Analisis Struktur Pilar Majemuk dengan LRB	138
Lampiran 7	Analisis Struktur Pilar Dinding dengan LRB	144
Lampiran 8	Perbandingan Kinerja Struktur Pilar	150
Lampiran 9	Formulir SI-1 Pernyataan Calon Pembimbing.....	152
Lampiran 10	Formulir SI-2 Lembar Pengesahan	155
Lampiran 11	Formulir SI-3 Lembar Asistensi	157
Lampiran 12	Formulir SI-4 Persetujuan Pembimbing	163
Lampiran 13	Formulir SI-5 Persetujuan Penguji.....	166
Lampiran 14	Formulir SI-7 Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi	170

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan memiliki peran krusial dalam mendukung mobilitas manusia dan barang. Salah satu elemen vital pada jembatan adalah pilar yang memiliki fungsi menopang beban vertikal dan lateral dan meneruskannya ke pondasi jembatan tersebut. Selain menahan beban, pilar direncanakan dengan memperhatikan faktor-faktor seperti tata ruang, geometri pilar, dimensi pilar, serta metode konstruksi pilar. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan efisiensi dengan tetap mempertimbangkan kestabilan struktur dan biaya konstruksi. Perencanaan pilar jembatan yang efisien dan stabil dapat dicapai melalui optimalisasi desain dan penguatan pilar (Suartana et al., 2024).

Penggunaan *Lead Rubber Bearing* (LRB) terbukti secara signifikan mengurangi gaya lateral pada pilar jembatan, sekaligus meningkatkan efisiensi struktural dengan mereduksi beban seismik (Kusumastuti et al., 2022). Selain itu, LRB dapat mengurangi total biaya siklus hidup jembatan hingga 38% tanpa mengorbankan kinerja seismik (Asadi et al., 2020). LRB juga dapat lebih lanjut meningkatkan kestabilan struktur (X. Chen & Li, 2020).

Dalam implementasinya, berbagai jenis sistem penyangga seperti pilar tunggal, pilar majemuk, dan dinding pada jembatan memiliki perilaku dinamis yang berbeda ketika dikombinasikan dengan LRB. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa kombinasi yang berbeda dari LRB dan elemen struktural jembatan dapat mempengaruhi respons seismik, terutama dalam aspek deformasi dan distribusi gaya (Santoso et al., 2022). Namun, belum banyak penelitian yang secara spesifik melakukan analisis parametrik untuk membandingkan performa pilar tunggal, pilar majemuk, dan dinding dengan LRB dalam menghadapi gempa.

Kajian ini bertujuan untuk mengobservasi kinerja dari beberapa jenis pilar pada saat menggunakan LRB untuk mengetahui lebih dalam terhadap efektivitas penggunaan LRB dalam suatu struktur. Dengan demikian, diharapkan solusi yang dihasilkan dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi terapan bagi konstruksi jembatan yang lebih tahan terhadap gempa.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan paparan sebelumnya, kajian ini akan berfokus untuk membahas topik-topik, sebagai berikut:

1. Bagaimana cara memodelkan dan menganalisis struktur jembatan PCI *girder* serta pilar jembatan?
2. Bagaimana cara menganalisis parameter parameter LRB untuk struktur jembatan?
3. Bagaimana hasil performa/kinerja beberapa jenis pilar jembatan pada saat menggunakan LRB?
4. Bagaimana ekspektasi terhadap efektivitas penggunaan LRB pada beberapa jenis pilar jembatan?

1.3 Pembatasan Masalah

Adapun poin-poin yang berisi batasan masalah kajian ini, antara lain:

1. Dilakukan permodelan jembatan PCI *girder* secara keseluruhan menggunakan perangkat lunak MIDAS Civil 2022.
2. Komponen jembatan yang akan ditinjau adalah pilar dan LRB.
3. Terdapat tiga jenis pilar yang akan ditinjau, yaitu pilar tunggal, pilar majemuk, dan pilar dinding.
4. Masing jenis pilar akan didesain dengan tinggi ($H = 8,044$ meter) dan properti material yang sama.
5. *Preliminary design* pada masing jenis pilar dilakukan untuk menentukan dimensi pilar.
6. Tinjauan pada pilar jembatan meliputi kontrol gaya dalam (aksial, lintang, momen), dan perpindahan.
7. Tinjauan pada LRB meliputi kekakuan, kekuatan karakteristik dan efek redaman gempa
8. Sendi plastis yang terjadi pada pilar jembatan diabaikan.
9. Pembebanan pada jembatan disesuaikan mengikuti SNI-1725-2016.
10. Penentuan respons spektra disesuaikan mengikuti SNI-2833-2016.
11. Metode analisis yang digunakan adalah *Response Spectrum Method*.
12. Perencanaan LRB disesuaikan mengikuti AASHTO GSID-4 2014.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan skripsi ini, yaitu:

1. Memodelkan dan melakukan analisis struktur jembatan PCI *girder* serta pilar jembatan.
2. Menganalisis parameter-parameter LRB untuk struktur jembatan.
3. Membandingkan performa/kinerja beberapa jenis pilar jembatan pada saat menggunakan LRB untuk menentukan gaya-gaya teredam yang bekerja pada masing jenis pilar.
4. Mengekspektasikan efektivitas penggunaan LRB pada beberapa jenis pilar jembatan.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan penulisan kajian ini sistematika penulisan yang akan digunakan terdiri dari 5 bab yang memiliki gambaran sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, terdapat pembahasan mengenai hal yang melatar belakangi pemilihan topik, yaitu penggunaan LRB dan efeknya untuk berbagai jenis pilar dan dilanjutkan dengan pembahasan mengenai perumusan masalah, batasan masalah, dan tujuan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, terdapat pembahasan mengenai kebaruan kajian berdasarkan studi-studi terdahulu serta landasan teori mengenai hal terkait yang mengacu pada studi literatur, peraturan, dan standar yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, terdapat pembahasan mengenai diagram alir penelitian yang menjelaskan identifikasi data yang diperlukan, cara memperoleh data, dan cara menganalisis data awal serta hasil kajian.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, terdapat pembahasan mengenai data yang diproses dan dianalisis guna mendapatkan hasil-hasil pada kajian ini.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini, terdapat pembahasan mengenai kesimpulan yang berisi hasil-hasil kajian dan disertakan setelahnya berupa saran dari peneliti.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Permodelan dan analisis struktur jembatan PCI *girder* dan pilar jembatan dilakukan menggunakan perangkat lunak MIDAS Civil dengan menginput beban-beban yang bekerja pada jembatan. Berat struktur atas yang dipikul pilar tinjauan adalah sebesar 25336,0 kN. Permodelan pilar ditentukan berdasarkan *preliminary design* yang dilakukan. Hasil yang didapatkan, antara lain.

Tabel 5.1 Hasil *Preliminary Design* Pilar

Parameter	Pilar Tunggal	Pilar Majemuk	Pilar Dinding
Mutu beton	F'c 30 MPa		
Tinggi	8,044 m		
Dimensi	5,0 x 4,0 m	2@3,0 x 3,0 m	3,0 x 25,2 m
Kekauan long.	1756,84 kN/mm	33578,20 kN/mm	3735,48 kN/mm
Kekauan trans.	2745,06 kN/mm	889,40 kN/mm	263575,59 kN/mm

(Sumber: Olahan Pribadi)

2. Parameter kekuatan karakteristik ($Q_{d,i}$) dan kekakuan leleh ($K_{d,i}$) pada masing isolator didapatkan melalui perhitungan iterasi isolator. $Q_{d,i}$ dan $K_{d,i}$ yang digunakan secara berturut adalah 95,01 kN dan 0,9501 kN/mm.
3. Berdasarkan permodelan dan analisis yang dilakukan, sistem *base isolation* efektif meningkatkan kinerja jembatan, khususnya pilar pada saat terjadi gempa karena mampu mereduksi respons percepatan struktur dengan rasio kurang dari 5. Hasil kinerja pilar tereduksi sebagai berikut.

Tabel 5.2 Hasil Kinerja Pilar dengan LRB

Parameter	Persentase Reduksi		
	Pilar Tunggal	Pilar Majemuk	Pilar Dinding
Gaya axial	0%	0%	0%
Gaya geser long.	61%	44%	64%
Gaya geser trans.	32%	23%	35%
Momen long.	65%	47%	68%
Momen trans.	58%	24%	47%
Deformasi long.	66%	48%	70%
Deformasi trans.	61%	39%	38%

(Sumber: Olahan Pribadi)

4. Kekakuan pilar yang semakin tinggi dengan penambahan LRB memberikan hasil reduksi gaya pada pilar yang lebih besar.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Dari kajian yang dilakukan, penulis menyampaikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Kajian ini tidak bermaksud untuk menentukan jenis pilar yang akan digunakan untuk dilengkapi LRB. Tetapi bermaksud untuk mengekspektasikan kinerja dari beberapa pilar yang dikaji.
2. Pada tahap *preliminary design* pilar, kekakuan masing jenis pilar sebaiknya didesain dengan nilai yang relatif sama.
3. Kategori kepentingan jembatan “biasa” dan “penting” akan menunjukkan hasil yang lebih variatif akibat faktor modifikasi respons (R) yang berbeda bagi tiap jenis pilar.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). (2014). *Guide Specification for Seismic Isolation Design (GSID-4)* (4th ed.). AASHTO.
- Asadi, P., Nikfar, D., & Hajirasouliha, I. (2020). Life-cycle cost based design of bridge lead-rubber isolators in seismic regions. *Structures*, 27, 383–395. <https://doi.org/10.1016/J.ISTRUC.2020.05.056>
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2004). *RSNI T-12-2004 Perencanaan struktur beton untuk jembatan*.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2016). *SNI 2833-2016 Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2016). *SNI 1725-2016 Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta.
- BMS. (1992). *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan*. Departemen PU Bina Marga.
- Butt, M. J., Waseem, M., Sikandar, M. A., Zamin, B., Ahmad, M., & Sabri, M. M. S. (2022). Response Modification Factors for Multi-Span Reinforced Concrete Bridges in Pakistan. *Buildings*, 12(7), 1–30. <https://doi.org/10.3390/buildings12070921>
- Chen, W. F., & Duan, L. (2003). *Bridge Engineering Construction and Maintenance* (W. Chen & L. Duan (eds.)). CRC Press LLC.
- Chen, X., & Li, C. (2020). Seismic performance of tall pier bridges retrofitted with lead rubber bearings and rocking foundation. *Engineering Structures*, 212, 110529. <https://doi.org/10.1016/J.ENGSTRUCT.2020.110529>
- Fauzan, A. D., & Sukamdo, P. (2023). Perbandingan Pengaruh LRB (Lead Rubber Bearing) Dan FPB (Friction Pendulum Bearing) Pada Perilaku Struktur Jembatan (Studi Kasus Jembatan Tol Layang Dalam Kota Jakarta). *Jurnal Konstruksia*, 15(1), 97. <https://doi.org/10.24853/jk.15.1.97-111>
- Gupta, P. K., Ghosh, G., Kumar, V., Paramasivam, P., & Dhanasekaran, S. (2022). Effectiveness of LRB in Curved Bridge Isolation: A Numerical Study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(21). <https://doi.org/10.3390/app122111289>
- Kim, W.-S., Ahn, D.-J., & Lee, J.-K. (2014). A Study on the Seismic Isolation Systems of Bridges with Lead Rubber Bearings. *Open Journal of Civil Engineering*, 04(04), 361–372. <https://doi.org/10.4236/ojce.2014.44031>
- Kusumastuti, D., Lim, E., Asneindra, M., & Mulyadi, S. S. (2022). EFFECT OF USING LEAD RUBBER BEARING ON A STEEL ARCH BRIDGE. *Jurnal Teknik-Sipil*, 22(1), 25. <https://doi.org/10.26418/jtsft.v22i1.54494>
- Lee Marsh, M., Buckle, I. G., & Kavazanjian, E. (2014). *LRFD Seismic Analysis and Design of Bridges - Reference Manual*. FHWA-NHI-15-004, 608.
- Prayogo, G. M. (2023). Prosedur Analisis Desain Isolasi Seismik Berdasarkan AASHTO GSID 2014. *Civil and Construction Webinar, October*.
- Qu, D., Ma, Y., Zhang, Y., Zhang, C. A., Wei, H., Feng, B., Ye, K., Cao, F., & Zhang, D. (2015). Combined Bridge Pier Column.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Santoso, A. K., Sulisty, D., Awaludin, A., Setiawan, A. F., Satyarno, I., Purnomo, P., & Harry, I. (2022). Structural Systems Comparison of Simply Supported PSC Box Girder Bridge Equipped with Elastomeric Rubber Bearing and Lead Rubber Bearing. *Civil Engineering Dimension*, 24(1), 19–30. <https://doi.org/10.9744/ced.24.1.19-30>
- Suartana, G., Sinarta, I. N., & Triswandana, I. W. G. E. (2024). TANJUNG PURA INTERCHANGE BRIDGE PILLAR ANALYSIS BASED ON SP COLUMN VALUE. *Journal of Infrastructure Planning and Engineering (JIPE)*, 3(1), 30–34. <https://doi.org/10.22225/jipe.3.1.2024.30-34>
- Sugihardjo, H., Tavio, Manalu, I., & Lesmana, Y. (2018). Seismic Study of Lead-Rubber Bearing Application in Kutai Kartanegara Steel Arch Bridge. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8(2), 540–546. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.2.4348>
- Wang, L., Li, X., Shi, Q., Liu, W., Li, J., & Chen, L. (2017). Compound Concrete-Filled Steel Tube Overlapped Bridge Pier.