



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

ANALISA KINERJA BEARING JEMBATAN KERETA API

(Studi Kasus: Jembatan BH114 Ngawi Jawa Timur)

TESIS

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Studi Magister

Teknik Sipil

OLEH

MULYONO

UNIVERSITAS NIM. 55719120008 **AS**

MERCU BUANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2021

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Analisa Kinerja Bearing Jembatan Kereta Api
(Studi Kasus: Jembatan BH114 Ngawi Jawa Timur)
Bentuk Tesis : Penelitian Masalah Konstruksi
Nama : Mulyono
NIM : 55719120008
Program Studi : Magister Teknik Sipil
Tanggal : 19 Februari 2023

Merupakan hasil penelitian dan merupakan karya saya sendiri dengan bimbingan Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahan data yang disajikan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 19 Februari 2023



Mulyono

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisa Kinerja Bearing Jembatan Kereta Api
(Studi Kasus: Jembatan BH114 Ngawi – Madiun Jawa Timur)

Bentuk Tesis : Penelitian Masalah Konstruksi

Nama : Mulyono

NIM : 55719120008

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 19 Maret 2023

Mengesahkan

Pembimbing



(Ir. Pariatmono Sukamdo, MSc, DIC, PhD.)

UNIVERSITAS

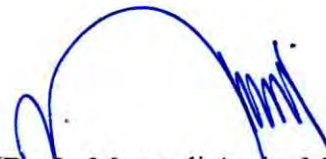
Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil

MERCU BUANA



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T)



(Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T)

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

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

Nama : Mulyono
NIM : 55719120008
Program Studi : Magister Teknik Sipil

dengan judul “Analisa Kinerja Bearing Jembatan Kereta Api (Studi Kasus: Jembatan BH114 Ngawi – Madiun Jawa Timur)”, telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 20/02/2023, didapatkan persentase sebesar 24%.



Jakarta, 20 Februari 2023

Administrator Turnitin

(Miyono, S.Kom)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka tahapan salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Pascasarjana Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dosen pembimbing saya, yaitu Bapak. Ir. Pariatmono Sukamdo, MSc, DIC, PhD. yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan wawasan ilmu pengetahuan, bimbingan, saran serta masukan yang sangat berharga kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T. Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
3. Bapak dan Ibu Dosen Universitas Mercu Buana yang senantiasa memberikan ilmu, arahan serta bimbingan selama masa perkuliahan berlangsung.
4. Pihak Kontraktor PT. Bintang Leo Indonesia yang memberikan dukungan berupa data dan bimbingan dalam proses penulisan tugas akhir ini.
5. Pihak Owner Kementerian Perhubungan yang memberikan dukungan berupa tempat penelitian tugas akhir ini.
6. Bapak Padmo Rejo, Bapak Mulyana, Ibu Tukinem, Ibu Hartini sebagai orang tua tercinta yang senantiasa memberikan dorongan baik secara material maupun moril yang selalu membangkitkan semangat penulis.

7. Ovi Oetari, Ahmad Nurkenzie M dan Ghania Nur Aisyah M sebagai istri dan anak tercinta yang senantiasa memberikan dorongan baik secara material maupun moril yang selalu membangkitkan semangat penulis.
8. Kepada teman – teman Magister Teknik Sipil angkatan 9 yang senang tiasa membantu dalam perkuliahan hingga persiapan sidang.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah disebutkan di atas. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 12 Februari 2023

Penulis



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN SIMILIARITY CHECK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi, Perumusan, Batasan Masalah	5
1.2.1. Identifikasi Masalah	5
1.2.2. Rumusan Masalah.....	5
1.2.3. Batasan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Manfaat Penelitian.....	7
1.5. Sistematika Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA BERFIKIR DAN HIPOTESIS	8
2.1. Kajian Pustaka	8
2.1.1. Sistem Tumpuan Pada Jembatan	11
2.1.2. Elastomer Bearing.....	14
2.1.3. Persyaratan Perancangan	19
2.2. Kerangka Berfikir.....	27
2.3. Hipotesis.....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1. Desain Penelitian	31
3.2. Data Penelitian	32
3.3. Sumber Data.....	33
3.4. Convergence Test Pemodelan Elastomer.....	33
3.4.1. Pemodelan 1 Element.....	33
3.4.2. Pemodelan 4 Element.....	35
3.4.3. Pemodelan 16 Element.....	37
3.4.4. Pemodelan 16 Element Material Baja.....	40
3.4.5. Pemodelan 16 Element Material Karet.....	40
3.5. Verifikasi Theory and Analysis of Plates Classical and Numerical Methods Dengan Output Software.....	41

3.6. Verifikasi Theory Simply Supported on Two Edges, Two Fixed with UDL dengan Output <i>Software</i>	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1. Data Penelitian	51
4.1.1. Hasil Pengukuran Dimensi Elastomer dan Gelagar Jembatan .	51
4.2. Data Perhitungan Analisis	52
4.2.1. Perhitungan Sederhana <i>Elastomeric Bearing 520 x 520</i> dengan <i>Software Excel</i>	53
4.2.2. Perhitungan Sederhana Elastomer Bearing 520 x 520 Jembatan dengan Software SAP 2000	57
4.2.3. Perhitungan Sederhana <i>Elastomeric Bearing 800 x 800</i> Jembatan dengan <i>Software Excel</i>	68
4.3. Perhitungan Sederhana <i>Elastomer Bearing 800 x 800</i> Jembatan dengan <i>Software SAP 2000</i>	73
4.3.1. Pemodelan Elastomer (800 x 800) Material Karet dan Baja	73
4.3.2. Pemodelan Elastomer (800 x 800) Material Baja.....	84
4.3.3. Pemodelan Elastomer (800 x 800) Material Karet.....	87
4.4. Hasil Pembahasan.....	90
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	92
5.1. Kesimpulan.....	92
5.2. Saran	92
DAFTAR RUJUKAN.....	93
LAMPIRAN	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Tipikal Perletakan Elastomer.....	20
Tabel 2. 2 Tabel Celah Penelitian.....	25
Tabel 3. 1 Data Perencanaan Beban Elastomeric Bearing	32
Tabel 3. 2 Data Desain perletakan bantalan elastomer.....	32
Tabel 3. 3 Rekap Hasil Convergence Test Modal Participation Factors.....	39
Tabel 3. 4 Rekap Hasil Convergence Test Modal Load Participation Ratios.....	39
Tabel 3. 5 Rekap Hasil Convergence Test Tegangan Max	39
Tabel 3. 6 Rekap Hasil Convergence Test Deflection Max	39
Tabel 3. 7 Hasil Perhitungan Theory and Analysis of Plates Classical and Numerical Methods.....	41
Tabel 3. 8 Rekap Theory and Analysis of Plates Classical and Numerical Methods dengan Output Software Analisis	46
Tabel 3. 9 Rekap Simply Supported on Two Edges, Two Fixed with UDL dengan Output Software Analisis	50
Tabel 4. 1 Data Beban Perencanaan Elastomeric Bearing	52
Tabel 4. 2 Data Desain Perhitungan perletakan bantalan elastomer	52
Tabel 4. 3 Modulus Elastisitas bahan	58
Tabel 4. 4 Joint Desplasment.....	60
Tabel 4. 5 Tegangan	63
Tabel 4. 6 Modal Periods and Frequencies.....	67
Tabel 4. 7 Modal Load Participation Ratio	67
Tabel 4. 8 Data Baru Perhitungan perletakan bantalan elastomer.....	68
Tabel 4. 9 Modulus Elastisitas bahan	74
Tabel 4. 10 <i>Joint Displacement</i>	76
Tabel 4. 11 Tegangan	79
Tabel 4. 12 Modal Periods and Frequencies.....	83
Tabel 4. 13 Modal Load Participation Ratio	83
Tabel 4. 14 Modal Participating Mass Ratios.....	86
Tabel 4. 15 <i>Modal Participating Mass Ratios</i>	89
Tabel 4. 16 Rekap Ragam	90
Tabel 4. 17 Rekap Tegangan Arah Z.....	90
Tabel 4. 18 Rekap Hasil Analisis	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Bagian-bagian utama sebuah jembatan	2
Gambar 1. 2. Obyek Penelitian.....	4
Gambar 2. 1. Aplikasi Tumpuan Sendi Pada Jembatan	11
Gambar 2. 2. Ilustrasi Tumpuan Sendi	12
Gambar 2. 3. Aplikasi Tumpuan Rol Pada Jembatan.....	12
Gambar 2. 4. Ilustrasi Tumpuan Rol	13
Gambar 2. 5. Ilustrasi Tumpuan Jepit	13
Gambar 2. 6. Aplikasi Tumpuan Elastis Pada Jembatan.....	14
Gambar 2. 7. Bantalan Elastomer Polos	15
Gambar 2. 8. Bantalan Elastomer Berlapis Baja	16
Gambar 2. 9. Laminated elastomeric bearing pada internal structure.	17
Gambar 2. 10. Pemasangan bantalan elastomer	19
Gambar 2. 11. Bantalan elastomer.....	20
Gambar 2. 12. Pemasangan baut pada lapisan elastomer	21
Gambar 2. 13. Representasi perletakan bantalan elastomer	23
Gambar 2. 14 Diagram alir penelitian	28
Gambar 2. 15. Diagram alir Analisis Sesuai SE. PUPR NO.10 2015.....	29
Gambar 3. 1. Denah Jembatan BH 114 Ngawi Jawa Timur	31
Gambar 3. 2. Potongan Jembatan BH 114 Ngawi Jawa Timur.....	31
Gambar 3. 3. Pemodelan 1 Element.....	33
Gambar 3. 4. Deformasi	33
Gambar 3. 5. Tegangan Arah Z.....	34
Gambar 3. 6. Ragam 1	34
Gambar 3. 7. Pemodelan 4 Element	35
Gambar 3. 8. Deformasi	35
Gambar 3. 9. Tegangan Arah Z.....	36
Gambar 3. 10. Ragam 1	36
Gambar 3. 11. Pemodelan 16 Element	37
Gambar 3. 12. Deformasi 16 Element	37
Gambar 3. 13. Tegangan Arah Z.....	38
Gambar 3. 14. Ragam 1	38
Gambar 3. 15. Pemodelan 16 Element Material Baja	40
Gambar 3. 16. Pemodelan 16 Element Material Karet.....	40

Gambar 3. 17. Simply Supported Rectangular Plate	41
Gambar 3. 18. Hasil Analisis dengan Software pada Plat Baja 5 mm (400 x 800).....	42
Gambar 3. 19. Hasil Analisis dengan Software pada Plat Baja 202 mm (400 x 800).....	43
Gambar 3. 20. Hasil Analisis dengan Software pada Plat Karet 5 mm (400 x 800)	44
Gambar 3. 21. Hasil Analisis dengan Software pada Plat Karet 202 mm (400 x 800)	45
Gambar 3. 22. Simply Supported on Two Edges, Two Fixed With UDL.....	46
Gambar 3. 23. Hasil Analisis dengan Software pada Plat Baja 5 mm (800 x 800).....	47
Gambar 3. 24. Hasil Analisis dengan Software pada Plat Baja 202 mm (800 x 800).....	48
Gambar 3. 25. Hasil Analisis dengan Software pada Plat Karet 5 mm (800 x 800)	49
Gambar 3. 26. Hasil Analisis dengan Software pada Plat Karet 202 mm (800 x 800)	50
Gambar 4. 1. Dokumen Kegiatan Survei.....	51
Gambar 4. 2. Ilustrasi Perletakan Elastomer	53
Gambar 4. 3. Pemodelan Elastomer 520 x 520	57
Gambar 4. 4. Define Material	58
Gambar 4. 5. Input Beban Service Elastomer 520 x 520	59
Gambar 4. 6. Input Beban Service Elastomer 520 x 520 (Lanjutan).....	59
Gambar 4. 7. Defleksi yang terjadi Pemodelan Elastomer 520 x 520.....	59
Gambar 4. 8. Tegangan S11 Arah Z pada Pemodelan Elastomer	63
Gambar 4. 9. Ilustrasi Perletakan Elastomer	68
Gambar 4. 10. Ilustrasi dari hasil perhitungan elastomer	73
Gambar 4. 11. Pemodelan Elastomer 800 x 800	73
Gambar 4. 12. Define Material.....	74
Gambar 4. 13. Input Beban Service Elastomer	75
Gambar 4. 14. Input Beban Service Elastomer (Lanjutan).....	75
Gambar 4. 15. Defleksi yang terjadi Pemodelan Elastomer.....	75
Gambar 4. 16. Tegangan yang terjadi pada Pemodelan Elastomer	79
Gambar 4. 17. Pemodelan 16 Element Material Baja	84
Gambar 4. 18. Tegangan S11 Arah Z.....	84
Gambar 4. 19. Deformasi Arah Z.....	85
Gambar 4. 20. Ragam 1	85
Gambar 4. 21. Pemodelan 16 Element Material Karet.....	87
Gambar 4. 22. Tegangan S11 Arah Z.....	87
Gambar 4. 23. Deformasi Arah Z.....	88
Gambar 4. 24. Ragam 1	88