



**ANALISIS KEANDALAN STRUKTUR JEMBATAN
KERETA API RANGKA BAJA
(STUDI KASUS JEMBATAN BAJA BH77)**



UNIVERSITAS
ANINDHYA MUSTIKA LARASATI
55720010006

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



**ANALISIS KEANDALAN STRUKTUR JEMBATAN
KERETA API RANGKA BAJA
(STUDI KASUS JEMBATAN BAJA BH77)**

TESIS

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Studi Magister Teknik Sipil**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
ANINDHYA MUSTIKA LARASATI

55720010006

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

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisis Keandalan Struktur Jembatan Kereta Api Rangka Baja
(Studi Kasus Jembatan Baja BH77)

Bentuk Tesis : Penelitian

Nama : Anindhya Mustika Larasati

NIM : 55720010006

Program : Magister Teknis Sipil

Tanggal : 21 Juli 2022

Mengesahkan


MERCU BUANA
Pariatmono S., M.Sc., Ph.D.

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil


Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.


Dr. Ir. Budi Susetyo., M.T.

LEMBAR PERNYATAAN

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

Judul : Analisis Keandalan Struktur Jembatan Kereta Api Rangka Baja
(Studi Kasus Jembatan Baja BH77)

Bentuk Tesis : Penelitian

Nama : Anindhya Mustika Larasati

NIM : 55720010006

Program : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 21 Juli 2022

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

Jakarta, 21 Juli 2022

A 20,000 Rupiah revenue stamp (Meterai Tempel) with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '20.000', 'METERAI TEMPEL', and 'SERI COEAK X045341004'.

Anindhya Mustika Larasati

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tesis dengan judul “Analisis Keandalan Struktur Jembatan Kereta Api Rangka Baja (Studi Kasus Jembatan Baja BH77)” yang menjadi salah satu syarat studi strata 2 (S-2) program studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana dapat terselesaikan tepat waktu.

Penyusunan Tesis ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bimbingan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terkait dalam penulisan Tesis ini, yaitu:

1. Orang tua serta keluarga yang tidak hentinya memberikan do'a dan semangat.
2. Bapak Pariatmono S., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Tesis dan juga Tim Peneliti Jembatan BH77 yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dan masukan sehingga saya dapat menyelesaikan Tesis ini dengan baik.
3. Tim Penelitian Jembatan BH77 lainnya yaitu, Bapak Erlangga Rizqi Fitriansyah, Bapak Mawardi Amin, Ibu Resmi Bestari Muin yang sekaligus menjadi Penelaah dalam penelitian ini, Bapak Dimas Aryo Suseno, Bapak Mulyadi Sinung H, Bapak Dwi Agus P, Bapak Wimpie Agoeng N. A, Ibu Thiya Fiantika, dan Ibu Thiya Fiantika
4. Bapak Dr. Ir. Budi Sustyo, M.T., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta serta seluruh dosen dan staff pengajar Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta.
5. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), PT Kereta Api Indonesia (KAI) Divisi Regional (Divre) IV Tanjungkarang, serta seluruh staff Stasiun Kereta Api Tegineneng.
6. Teman-teman mahasiswa/i Magister Teknik Sipil angkatan 2020 Universitas Mercu Buana yang secara bersama-sama dalam proses perkuliahan dan selalu memberi semangat serta teman-teman yang telah membantu dalam penyelesaian Tesis ini.

7. Seluruh pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya Tesis ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Jakarta, 21 Juli 2022



Anindhya Mustika Larasati



DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
Bab I Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	6
1.3 Rumusan Masalah.....	6
1.4 Batasan Dan Ruang Lingkup Penelitian.....	6
1.5 Maksud Dan Tujuan Penelitian.....	7
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
1.7 Sistematika Penulisan.....	8
Bab II Kajian Pustaka, Kerangkakonseptual Dan Hipotesis.....	10
2.1 Jembatan Rangka Baja.....	10
2.1.1 Tipe Jembatan Kereta Api Rangka Baja.....	11
2.1.2 Komponen Rangka Jembatan Kerta Api Struktur Baja.....	12
2.2 Persyaratan Jembatan Kereta Api Rangka Baja.....	16
2.2.1 Persyaratan Sistem Jembatan Kereta Api.....	16
2.2.2 Persyaratan Material Jembatan Kereta Api.....	17
2.2.3 Persyaratan Teknis Jembatan Kereta Api.....	18
2.2.4 Persyaratan Pembebanan Jembatan Kereta Api.....	21
2.3 Analisis Struktur Jembatan.....	26
2.3.1 Penurunan Kapasitas Penampang.....	26
2.3.2 Analisis Kondisi Batas.....	27
2.3.3 Analisis Elastik.....	27
2.3.4 Analisis Lendutan.....	28
2.4 Analisis Keandalan Struktur.....	28
2.4.1 Konsep Keandalan Struktur.....	29
2.4.2 Probabilitas (Peluang) Struktur.....	30
2.5 Penelitian Terdahulu.....	34
2.6 Kerangka Berfikir.....	35
2.7 Hipotesis.....	36
Bab III Metode Penelitian.....	37
3.1 Desain Penelitian.....	37
3.2 Sumber Data.....	38
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	40
3.4 Data Beban Jembatan Bh77.....	43
3.4.1 Data Jalur Dan Rangkaian Kereta.....	43

3.4.2 Data Beban Kereta.....	45
3.4.3 Skema Pembebanan.....	50
3.5 Metode Analisis Data.....	54
3.6 Form Inspeksi Lapangan.....	55
3.7 Hitungan Struktur Sederhana.....	61
Bab IV Kajian Hasil Penelitian.....	79
4.1 Data Penelitian.....	79
4.1.1 Hasil Pengukuran Dimensi Jembatan.....	79
4.1.2 Pengukuran Keliling Profil Rangka Jembatan.....	83
4.1.3 Pengukuran Ketebalan Lapisan Cat.....	85
4.1.4 Koreksi Terhadap Pengukuran Keliling Penampang.....	86
4.2 Hasil Penelitian.....	94
4.2.1 Pemodelan Struktur Dengan Aplikasi Sap2000 V23.....	94
4.2.2 Analisis Struktur Kondisi Normal.....	100
4.2.3 Analisis Struktur Berdasarkan Perubahan Dimensi Batang.....	106
4.2.4 Keandalan Jembatan BH77.....	107
Bab V Penutup.....	111
5.1 Kesimpulan.....	111
5.2 Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA.....	115
LAMPIRAN.....	118

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tipe Jembatan Baja	2
Tabel 2.2. Sifat mekanis baja struktural	7
Tabel 2.3. Lebar jalan rel 1067 mm.....	9
Tabel 2.4. Dimensi Penampang Rel	10
Tabel 2.5. Berat jenis bahan (PM 60 2012).....	11
Tabel 2.6. Temperatur Rata-rata pada Jembatan	15
Tabel 2.7. Sifat Bahan Akibat Pengaruh Temperatur.....	15
Tabel 2.8. Koefisien Lendutan Maksimum Jembatan Baja.....	18
Tabel 3.1. Dimensi Awal Rangka Batang	39
Tabel 3.2. Program Angkutan Batu Bara 2015-2023	44
Tabel 3.3. Program Angkutan Barang 2015-2023.....	44
Tabel 3.5. Hasil Reaksi Perletakan	61
Tabel 3.6. Gaya batang	62
Tabel 3.7. Rekapitulasi Hasil.....	64
Tabel 3.8. Perubahan Luas Batang	64
Tabel 3.9. Nilai Defleksi.....	65
Tabel 3.10. Nilai lendutan yang dibangkitkan secara acak.....	77
Tabel 4.1. Kegiatan Survei Lapangan.....	79
Tabel 4.2. Keliling Batang Profil Jembatan Berdasarkan Hasil Pengukuran di Lapangan .	84
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Sampel Ketebalan Lapisan Cat	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Lampung dan Detail Lokasi Jembatan BH77 Tegineneng	2
Gambar 1.2. Lokasi Jembatan BH77 Tegineneng	3
Gambar 1.3. Tampak Jembatan BH77 Tegineneng	4
Gambar 2.1. Tipe sturkutr Jembatan Rangka Baja	12
Gambar 2.2. Bagian Jembatan Rangka Baja	15
Gambar 2.3. Detail Jembatan Rangka Baja	16
Gambar 2.4. Grafik Tegangan-Regangan	17
Gambar 2.5. Dimensi Penampang Rel	21
Gambar 2.6. Skema Pembebanan Rencana Muatan 1921 (RM 21)	22
Gambar 2.7. Grafik Probabilitas S deterministik	30
Gambar 2.8. Fungsi dari Distribusi Peluang dan Kerapatan Peluang	31
Gambar 3.1. Tampak Samping Jembatan BH77	37
Gambar 3.2. Tampak Atas Jembatan BH77	37
Gambar 3.3. Tampak Bawah Jembatan BH77	37
Gambar 3.4. Tampak 3D	38
Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 3.6. Diagram Alir Analisis Distribusi	42
Gambar 3.7. Jalur Rangkaian kereta pada Jembatan BH77 Tegineneng	43
Gambar 3.8. Lokomotif CC 202	45
Gambar 3.9. Lokomotif CC 205	47
Gambar 3.10. Lokomotif CC 206	48
Gambar 3.11. Gerbong KKBW	49
Gambar 3.12. Beban Lokomotif dan Gerbong	52
Gambar 3.13. Skema Pembebanan Jembatan BH77	52
Gambar 3.14. Beban Maksimum Jembatan BH77 (Beban Lokomotif CC202)	53
Gambar 3.15. Rangka Batang Sederhana	61
Gambar 3.16. Reaksi Perletakan	62
Gambar 3.17. Gaya Batang	63
Gambar 3.18. Nilai Lendutan	63
Gambar 3.19. Nilai tegangan	64
Gambar 3.20. Grafik PDF Distribusi Normal	70
Gambar 3.21. Grafik CDF Distribusi Normal	70
Gambar 3.22. Grafik Peluang Kegagalan	72
Gambar 4.1. Kegiatan Survei Lapangan	80
Gambar 4.2. Jembatan yang Dilintasi Rangkain Kereta Berisi Muatan Batu Bara	80
Gambar 4.3. Pengukuran Dimensi Batang Jembatan BH77	82
Gambar 4.4. Pemaparan Hasil Penelitian kepada PT. KAI DIVRE IV Tanjung Karang	83
Gambar 4.5. Sampel Cat Rangka Jembatan BH77	86
Gambar 4.6. Sketsa Profil H dan HR	87
Gambar 4.7. Sketsa Profil C	88
Gambar 4.8. Sketsa Profil Siku	89
Gambar 4.9. Rata-rata, Standar Deviasi, dan COV Keliling Batang Batang Terkoreksi untuk Profil H dan HR	91
Gambar 4.10. Rata-rata, Standar Deviasi, dan COV Keliling Batang Batang Terkoreksi untuk Profil C	92

Gambar 4.11. Rata-rata, Standar Deviasi, dan COV Keliling Batang Batang Terkoreksi untuk Profil Siku.....	92
Gambar 4.12. Plan Grid System and Story Data Definition.....	94
Gambar 4.13. Define Grid Data.....	95
Gambar 4.14. Matrial Property Data	96
Gambar 4.15. Input Profil.....	97
Gambar 4.16. Model Strukur Jembatan BH77 dengan software SAP2000 V23.....	98
Gambar 4.17. <i>Input Live Load</i>	99
Gambar 4.18. Input Beban Mati Tambahan	99
Gambar 4.19. Kombinasi Pembebanan	100
Gambar 4.20. Garis Pengaruh Akibat Gaya Aksial.....	101
Gambar 4.21. Garis Pengaruh Akibat Gaya Aksial pada Batang Diagonal	101
Gambar 4.23. Garis Pengaruh Akibat Gaya Aksial pada Batang Tarik Maksimum	101
Gambar 4.24. Garis Pengaruh Akibat Gaya Aksial pada Batang Tekan Maksimum.....	102
Gambar 4.25. Tegangan Tarik Struktur Jembatan BH77	103
Gambar 4.26. Tegangan Tekan Struktur Jembatan BH77.....	104
Gambar 4.27. Gaya Batang Tarik Struktur Jembatan BH77	105
Gambar 4.28. Gaya Batang Tekan Struktur Jembatan BH77	105
Gambar 4.29. Lendutan Struktur Jembatan BH77 Akibat Beban Total.....	105
Gambar 4.30. Lendutan Struktur Jembatan BH77 Akibat Beban Hidup.....	106
Gambar 4.31. Lendutan Struktur Jembatan BH77 Terhadap Dimensi yang Sudah Terkoreksi Akibat Beban Total.....	107
Gambar 4.32. Lendutan Struktur Jembatan BH77 Terhadap Dimensi yang Sudah Terkoreksi Akibat Beban Hidup	107
Gambar 5.1. Perhitungan Keandalan Struktur untuk Masalah R (geometri jembatan) Tak Deterministik dan S (beban terhadap jembatan) Deterministik.....	112

DAFTAR LAMPIRAN

Perhitungan Pembebanan	120
Jurnal Penelitian	123
<i>Similary Check</i>	129
Daftar Riwayat Hidup.....	130

