



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISA GETARAN TERHADAP STRUKTUR JALAN REL PADA
BANTALAN REL AKIBAT BEBAN DINAMIK KERETA API**

**(Studi Kasus : Jalur Stasiun Tambun - Stasiun Bekasi Timur dan Stasiun
Rawabuaya - Stasiun Kalideres)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANGGA RAHMAT YUDITIAR

41118320049

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

BEKASI

2023



**ANALISA GETARAN TERHADAP STRUKTUR JALAN REL PADA
BANTALAN REL AKIBAT BEBAN DINAMIK KERETA API
(Studi Kasus : Jalur Stasiun Tambun - Stasiun Bekasi Timur dan Stasiun
Rawabuaya - Stasiun Kalideres)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

Nama : Angga Rahmat Yuditiar

NIM : 41118320049

Pembimbing : Ir. Muhammad Isradi ST., MT., IPM., Ph.D

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
BEKASI
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

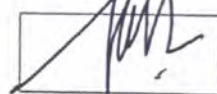
Nama : ANGGA RAHMAT YUDITIAR
NIM : 41118320049
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : ANALISA GETARAN TERHADAP STRUKTUR JALAN REL PADA BANTALAN REL AKIBAT BEBAN DINAMIK KERETA API (Studi Kasus : Jalur Stasiun Tambun - Stasiun Bekasi Timur dan Stasiun Rawabuaya - Stasiun Kalideres)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

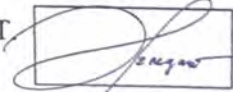
Disahkan oleh:

Pembimbing : Muhammad Isradi, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0318087206

Tanda Tangan



Ketua Penguji : Aditia Kesuma Negara Dalimunte, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0320088503



Anggota Penguji : Amar Mufhidin, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0316069102



MERCU BUANA

Jakarta, 29 Juli 2023

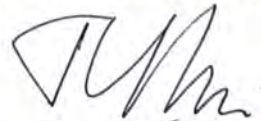
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil



Sylvia Indriany, S.T., M.T.
NIDN: 030208710

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ANGGA RAHMAT YUDITIAR
NIM : 41118320049
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : ANALISA GETARAN TERHADAP STRUKTUR JALAN
REL PADA BANTALAN REL AKIBAT BEBAN DINAMIK
KERETA API (Studi Kasus : Jalur Stasiun Tambun - Stasiun
Bekasi Timur dan Stasiun Rawabuaya - Stasiun Kalideres)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir 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 Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 29 Juli 2023


Angga Rahmat Yuditiar

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, karena kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Analisis Getaran Terhadap Struktur Jalan Rel Pada Bantalan Rel Akibat Beban Dinamik Kereta Api”. Laporan penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil di Universitas Mercu Buana.

Maka, dalam kesempatan ini pula penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas segala hidayah, kesehatan, kemudahan serta kelancaran yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua yang telah memberi dukungan, motivasi, dan doa yang tulus sehingga penulis selalu mendapat kelancaran dan kemudahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Bapak Ir. Muhammad Isradi, S.T., M.T., Phd selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama proses penyelesaian proposal penelitian ini. Penulis sangat berharap semoga proposal penelitian ini bermanfaat bagi kita semua. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.
4. Bapak Hassan Abdat, S.T, M.T selaku ahli pengolahan data getaran yang telah membantu, memberikan arahan, serta membagi ilmu dalam pengolahan data penelitian.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	I-1
1.2. Identifikasi Masalah.....	I-2
1.3. Perumusan Masalah	I-3
1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian	I-3
1.5. Manfaat Penelitian	I-4
1.6. Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah.....	I-5
1.7. Sistematika Penulisan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR	
2.1. Kereta Api.....	II-1
2.2. Struktur Jalan Rel Kereta Api.....	II-1
2.2.1. Rel (<i>Reil</i>).....	II-2
2.2.2. Penambat (<i>Fastening System</i>)	II-4
2.2.3. Bantalan	II-7
2.2.4. <i>Ballast</i>	II-12

2.3. Klasifikasi Jalan Rel	II-15
2.4. Beban Kereta Api.....	II-18
2.5. Analisis Beban Dinamik Kereta Api	II-19
2.6. Getaran dan Gelombang	II-22
2.7. <i>Vibrator Meter (Vibracord DX)</i>	II-23
2.8. Tipe Respon Getaran	II-23
2.8.1. Percepatan Getaran	II-24
2.8.2. Periode (T)	II-24
2.8.3. Frekuensi (f).....	II-25
2.8.4. Amplitudo	II-25
2.8.5. Kecepatan Sudut	II-26
2.8.6. Kecepatan Gelombang Getaran	II-26
2.9. Getaran Tanah Akibat Beban Kereta Api	II-27
2.10. Frekuensi Natural.....	II-29
2.11. Amplifikasi	II-31
2.12. <i>Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HSVR)</i>	II-31
2.13. Tegangan dan Regangan.....	II-33
2.14. Kerangka Berpikir.....	II-34
2.15. <i>Research GAP</i>	II-34
2.16. Penelitian Terdahulu	II-39

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian.....	III-1
3.2. Survei dan Perizinan	III-2
3.3. Pengumpulan Data Penelitian.....	III-2

3.2.1. Data Primer	III-2
3.2.2. Data Sekunder.	III-3
3.4. Prosedur Penelitian	III-3
3.4.1. Tahap Persiapan.....	III-3
3.4.2. Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	III-4
3.4.3. Tahap Analisis Data.....	III-8
3.4.4. Tahap Kesimpulan	III-8
3.5. Pengolahan Data	III-8
3.5.1. Menggunakan <i>Software Vibration Meter dan Ms. Excel</i>	III-8
3.5.2. Menggunakan <i>Software Geopsy</i>	III-11
3.6. Tempat Penelitian	III-13
 BAB IV HASIL DAN ANALISIS	
4.1 Spesifikasi Struktur Rel	IV-2
4.2 Beban Kereta Api.....	IV-3
4.3 Kecepatan Kereta Api.....	IV-5
4.4 Beban Dinamis Kereta Api.....	IV-6
4.4.1. Gaya Vertikal Kereta	IV-7
4.4.2. Pembebanan Pada Bantalan.	IV-13
4.4.3. Tegangan di Bawah Bantalan.	IV-17
4.5 Frekuensi Getaran Bantalan dan Roda Kereta.....	IV-19
4.6 Getaran Pada Bantalan Rel	IV-22
4.7 Gaya Getaran Akibat Beban Dinamis Kereta Api.....	IV-26
4.8 Frekuensi dan Amplitudo Getaran.....	IV-28

4.9 Perbandingan Nilai Frekuensi , Percepatan Getaran, Beban Kereta, dan Kecepatan Kereta	IV-34
---	-------

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA.....	PUSTAKA-1
----------------------------	------------------

LAMPIRAN	LAMPIRAN-1
-----------------------	-------------------



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Struktur Jalan Rel.....	II-2
Gambar 2.2 Potongan Melintang Rel	II-3
Gambar 2.3 Penambat Paku.....	II-5
Gambar 2.4 Penambat tipe <i>E - Clips</i>	II-5
Gambar 2.5 Penambat tipe <i>Doorcken</i>	II-6
Gambar 2.6 Penambat tipe <i>DE - Clips</i>	II-7
Gambar 2.7 Bantalan Baja.....	II-9
Gambar 2.8 Bantalan Kayu.....	II-11
Gambar 2.9 Bantalan Beton.....	II-12
Gambar 2.10 Potongan Penampang Melintang Jalan Rel.....	II-15
Gambar 2.11 Ukuran Lebar Sepur Pada Struktur Jalan Rel	II-16
Gambar 2.12 Pembebanan Pada Struktur Jalan Rel	II-22
Gambar 2.13 Panjang Gelombang dan Amplitudo.....	II-23
Gambar 2.14 Ilustrasi Getaran Akibat Kereta Api	II-28
Gambar 2.15 Gambaran Grafik H/V.....	II-30
Gambar 2.16 Hasil Analisis Getaran Pada Tiga Arah	II-32
Gambar 2.17 Grafik H/V	II-32
Gambar 2.18 Kerangka Berfikir	II-34

Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian	III-1
Gambar 3.2 Lokasi Peletakan Sensor	III-5
Gambar 3.3 <i>Vibrator Meter (Vibracord DX)</i> dan sensor <i>Velocity</i>	III-5
Gambar 3.4 Sensor pada bantalan rel	III-6
Gambar 3.5 Setting Perekaman <i>Vibrator Meter (Vibracord DX)</i>	III-6
Gambar 3.6 Perekaman Kecepatan Kereta Dengan <i>Speedgun</i>	III-7
Gambar 3.7 Tampilan File Rekaman Pada <i>Software Vibration Meter</i>	III-9
Gambar 3.8 Data <i>Export</i> File <i>Ms.Excel</i>	III-10
Gambar 3.9 Konversi kecepatan Getaran ke Percepatan Getaran di <i>Ms.Excel</i>	III-10
Gambar 3.10 <i>Input</i> Percepatan Getaran Arah X, Y Dan Z pada <i>Software Geopsy</i>	III-11
Gambar 3.11 <i>Output</i> Data Percepatan Getaran Pada <i>Software Geopsy</i>	III-12
Gambar 3.12 Grafik H/V Pada <i>Software Geopsy</i>	III-13
Gambar 3.13 Lokasi Penelitian KM 5 + 31/32	III-14
Gambar 3.14 Lokasi Penelitian KM 4 + 10/11	III-14
Gambar 4.1 Titik KM 5 + 31/32.....	IV-1
Gambar 4.2 Titik KM 4 + 10/11.....	IV-1
Gambar 4.3 Pengukuran Dimensi Rel dan Bantalan.....	IV-3
Gambar 4.4 Pengukuran Kecepatan Kereta dengan <i>Speedgun</i>	IV-6
Gambar 4.5 Distribusi tegangan di bawah bantalan akibat beban gandar.....	IV-17
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kecepatan dan Frekuensi Berdasarkan Lokasi Penelitian di Titik KM 4 + 10/11.....	IV-22

Gambar 4.7 Grafik Hubungan Kecepatan dan Frekuensi Berdasarkan Lokasi Penelitian di Titik KM 5 + 31/32.....	IV-22
Gambar 4.8 Grafik percepatan getaran KRL JR 205.....	IV-23
Gambar 4.9 Grafik percepatan getaran KRL EA 203 Bandara Soetta.	IV-24
Gambar 4.10 Grafik percepatan getaran Kereta KRL Tokyo Metro 6000.	IV-25
Gambar 4.11 Grafik percepatan getaran Kereta Sembrani CC-206.	IV-25
Gambar 4.12 Grafik hubungan percepatan dan gaya getaran.....	IV-27
Gambar 4.13 Grafik Percepatan Getaran KRL JR 205 Arah x, y dan z.	IV-29
Gambar 4.14 Grafik H/V dari <i>Software Geopsy</i> KRL JR 205.....	IV-29
Gambar 4.15 Grafik Percepatan Getaran KRL EA 203 Bandara Arah x, y dan z.....	IV-30
Gambar 4.16 Grafik H/V dari <i>Software Geopsy</i> KRL EA 203 Bandara Soetta.	IV-30
Gambar 4.17 Grafik Percepatan Getaran KRL Tokyo Metro 6000 Arah x, y dan z.	IV-31
Gambar 4.18 Grafik H/Vdari <i>Software Geopsy</i> KRL Tokyo Metro 6000.....	IV-31
Gambar 4.19 Grafik Percepatan Getaran Kereta Sembrani CC-206 Arah x, y dan z.	IV-32
Gambar 4.20 Grafik H/Vdari <i>Software Geopsy</i> Kereta Sembrani CC-206.	IV-32
Gambar 4.21 Grafik hubungan beban kereta yang melintas dan percepatan getaran.	IV-34
Gambar 4.22 Grafik hubungan kecepatan kereta dan percepatan getaran.....	IV-35
Gambar 4.23 Grafik hubungan kecepatan kereta dan frekuensi natural	IV-35
Gambar 4.24 Grafik hubungan beban kereta yang melintas dan frekuensi natural ...	IV-36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik Rel	II-4
Tabel 2.2	Jenis Klasifikasi Tanah berdasarkan Frekuensi Natural oleh Kanai	II-30
Tabel 2.3	Research GAP	II-34
Tabel 2.4	Penelitian Terdahulu	II-39
Tabel 4.1	Data Spesifikasi Struktur Rel	IV-2
Tabel 4.2	Data Beban Lokomotif Kereta Api	IV-3
Tabel 4.3	Data Beban Kereta Api Yang Melintasi di Lokasi Penelitian.....	IV-5
Tabel 4.4	Data kecepatan kereta api yang melintasi lokasi penelitian.....	IV-6
Tabel 4.5	Frekuensi Bantalan Dan Frekuensi Roda Kereta Berdasarkan Lokasi Penelitian.....	IV-21
Tabel 4.6	Besar gaya getar pada kereta api	IV-27
Tabel 4.7	Data frekuensi natural pada kecepatan tertentu.....	IV-34