

**PEMODELAN DAN ANALISIS
GETARAN PADA PERLETAKAN
JEMBATAN BENTANG PANJANG 60 METER
DENGAN ASPEK KEAMANAN DAN KENYAMANAN
(STUDI KASUS: JEMBATAN BOGEG, SERANG, BANTEN)**

TUGAS AKHIR



MUHAMMAD KHADAFI

1162004016

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE**

JAKARTA

2020

**PEMODELAN DAN ANALISIS
GETARAN PADA PERLETAKAN
JEMBATAN BENTANG PANJANG 60 METER
DENGAN ASPEK KEAMANAN DAN KENYAMANAN
(STUDI KASUS: JEMBATAN BOGEG, SERANG, BANTEN)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil



**UNIVERSITAS
BAKRIE**


MUHAMMAD KHADAFI

1162004016

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2020**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Khadafi
NIM : 1162004016
Tanda Tangan : 
Tanggal : 24 September 2020

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Khadafi

NIM 1162004016

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Judul Skripsi : Pemodelan dan Analisis Getaran Pada Perletakan Jembatan
Bentang Panjang 60 Meter Dengan Aspek Keamanan dan
Kenyamanan (Studi Kasus : Jembatan Bogeg, Serang, Banten)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk melakukan penelitian pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc.

Penguji I : Jouvan Chandra Pratama Putra, ST., M.Eng.

Penguji II : Rahadian Surya Baskara, S.T.



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 24 September 2020

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat melakukan penyusunan proposal Tugas Akhir ini sebagai salah satu prasyarat dalam menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie. Pada proposal Tugas Akhir ini, penulis akan membahas mengenai Pemodelan dan Analisis Getaran Pada Perletakan Jembatan Bentang Panjang 60 Meter Dengan Aspek Keamanan dan Kenyamanan (Studi Kasus: Jembatan Bogeg, Serang, Banten).

Pada proses penyusunan proposal Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, kakak, keluarga besar dan rekan – rekan yang selalu mendukung dan mendoakan penulis.
2. Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc. selaku Pembimbing I dan Kepala Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Bakrie yang selalu memberi masukan kepada penulis.
3. Jouvan Chandra Pratama Putra, ST., M.Eng. selaku Penguji I yang selalu memberi masukan kepada penulis.
4. Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc selaku Pembimbing Akademik yang memberikan motivasi kepada penulis.
5. Mbak Imelda selaku Staf Teknik Sipil Universitas Bakrie yang membantu penulis dalam pengurusan surat dalam pelaksanaan Tugas Akhir.
6. Mbak Metha Erzha selaku penanggung jawab sidang Teknik Sipil Universitas Bakrie yang membantu penulis dalam pengurusan surat dalam pelaksanaan Tugas Akhir.
7. Teman – teman Teknik Sipil 2016 yaitu Azhar, Ichsan, Tomo, Afif, Fauzi, Anggi, Fasri, Yoga, Pb, Adit, Ojji, Bowo, Irfan, Ardi, dan semuanya yang memberikan motivasi kepada penulis.
8. Teman-teman penulis baik dari Universitas Bakrie maupun Universitas lain yang telah memberikan motivasi kepada penulis.

9. Senior dan junior Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Bakrie (KMTS-UB) atas segala dukungannya.
10. Semua pihak yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu per-satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan baik dalam penyusunan maupun penulisan proposal Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Penulis juga berharap proposal ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri dan para pembaca.

Jakarta, 24 September 2020



Muhammad Khadafi

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Muhammad Khadafi
NIM : 1162004016
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Jenis Tugas Akhir : Pemodelan dan Analisis Data

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PEMODELAN DAN ANALISIS GETARAN PADA PERLETAKAN
JEMBATAN BENTANG PANJANG 60 METER
DENGAN ASPEK KEAMANAN DAN KENYAMANAN
(STUDI KASUS: JEMBATAN BOGEG, SERANG, BANTEN)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 24 September 2020

Yang Menyatakan



Muhammad Khadafi

**PEMODELAN DAN ANALISIS.
GETARAN PADA PERLETAKAN
JEMBATAN BENTANG PANJANG 60 METER
DENGAN ASPEK KEAMANAN DAN KENYAMANAN
(STUDI KASUS: JEMBATAN BOGEG, SERANG, BANTEN)**

Muhammad Khadafi

ABSTRAK

Banyak jenis beban yang bekerja pada suatu struktur jembatan akan menimbulkan getaran. Semakin banyak dan bervariasi gaya yang bekerja terhadap sistem maka akan semakin besar getaran yang terjadi. Getaran yang terjadi secara berlebih dan disebabkan oleh dua arah yang berbeda bila dibiarkan akan menyebabkan kegagalan pada struktur. Sehingga, getaran yang berlebih akan membahayakan struktur jembatan. Terdapat beberapa teknik dalam kasus ini, yaitu teknik untuk mengurangi getaran yang terjadi terhadap struktur jembatan adalah dengan memberikan LRB (*Lead Rubber Bearing*). LRB prinsipnya ialah menetralkan gaya yang terjadi pada tumpuan dari struktur jembatan. Lokasi pemasangan LRB terletak di bagian tumpuan struktur dan ujung dari kolom jembatan itu sendiri. Teknik ini mampu mereduksi getaran yang besar yang terjadi dari kedua arah baik dari atas maupun dari bawah pada struktur jembatan sehingga LRB pergerakannya akan mengikuti arah dari pergerakan jembatan itu sendiri.

Penelitian atau percobaan ini mengulas cara memodelkan struktur jembatan dan analisis pada sistem jembatan yang diakibatkan oleh getaran dua arah yaitu dari getaran yang bekerja diatas struktur jembatan dan getaran yang bekerja dari bawah yang disebabkan oleh kereta api yang berada disamping kolom dari struktur jembatan. Pada analisis jembatan ini adalah mengetahui pengaruh dari keberadaan LRB atau tidaknya penggunaan LRB kepada respon dinamis yang berdampak kepada keamanan dan kenyamanan. Jembatan yang digunakan adalah bentang 60 meter, jembatan terbuat dari rakitan pelat baja yang dimodelkan efisien untuk bentang 60 meter dan dikompositkan. Pemodelan dilakukan menggunakan aplikasi STAAD PRO V8i. *Input* beban yang digunakan sesuai dengan peraturan yang tertera di SNI. Untuk getaran yang terjadi akibat kereta api menggunakan data asumsi dari berbagai referensi dikarenakan keterbatasan data lapangan, agar dapat mewakili *input* beban dari bawah sehingga dapat dihitung *impact* pada struktur.

Kata Kunci: Getaran, Jembatan Baja, Peredam Getaran, LRB, Periode, Analisis Modal

**MODELING AND VIBRATION ANALYSIS
IN BRIDGE OF 60 METERS LENGTH
WITH SAFETY AND COMFORT ASPECT
(CASE STUDY: BOGEG BRIDGE, SERANG, BANTEN)**

Muhammad Khadafi

ABSTRACT

Many types of loads acting on a bridge structure will cause vibrations. The more and varied the forces acting on the system, the greater the vibration that occurs. Excessive vibrations caused by two different directions if left unchecked will cause failure of the structure. Thus, excess vibration will endanger the bridge structure. There are several techniques in this case, namely a technique to reduce vibrations that occur on the bridge structure is to provide LRB (Lead Rubber Bearing). LRB in principle is to neutralize the force that occurs on the support of the bridge structure. The location of the LRB installation is located at the support of the structure and the end of the bridge column itself. This technique is able to reduce large vibrations that occur from both directions both from above and from below on the bridge structure so that the LRB movement will follow the direction of the movement of the bridge itself.

This research or experiment examines how to model the bridge structure and analyzes the bridge system caused by two-way vibrations, namely from vibrations working on the bridge structure and vibrations working from below caused by a train that is beside the column of the bridge structure. In this bridge analysis is to know the effect of the presence of the LRB or not the use of the LRB to the dynamic response that has an impact on safety and comfort. The bridge used is a span of 60 meters, the bridge is made of steel plate assemblies that are modeled efficiently for a span of 60 meters and are composited. Modeling is done using the STAAD PRO V8i application. Load input is used in accordance with the regulations stated in SNI. For vibrations that occur due to trains using assumption data from various references due to limited field data, in order to represent the load input from below so that the impact on the structure can be calculated.

Keywords: *Vibration, Steel Bridge, Vibration Reducer, LRB, Period, Capital Analysis*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
UNGKAPAN TERIMA KASIH	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	4
1.6. Metodologi Penelitian	5
1.7. Kerangka Pemikiran Penelitian	6
1.8. Sistematia Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Derajat Kebebasan (DOF)	8
2.1.1. Sistem Derajat Kebebasan Tunggal (SDOF)	8
2.1.2. Sistem Derajat Kebebasan Banyak (MDOF)	10
2.2. Dasar Teori Mekanika Getaran	11
2.2.1. Getaran	11
2.2.2. <i>Forced Multi DOF Vibration</i>	12
2.2.3. Redaman	13
2.2.4. Periode dan Frekuensi Getar	14
2.2.5. Mode Getar	14

BAB V PENUTUP	34
5.1. Kesimpulan.....	34
5.2. Saran	35
LAMPIRAN	36
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Berat Isi Untuk Beban Mati	17
Tabel 3.2. Faktor Beban Bntuk Berat Sendiri	17
Tabel 3.3. Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan	18
Tabel 3.4. Nilai V_0 dan Z_0 Untuk Berbagai Variasi Kondisi Permukaan Hulu ...	19
Tabel 3.5. Tekanan Angin Dasar	19
Tabel 3.6. Komponen Beban Angin Yang Bekerja Pada Kendaraan	20
Tabel 3.7. Temperatur Jembatan Rata-Rata Nominal.....	21
Tabel 3.8. Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana.....	22
Tabel 4.1. <i>Non-seismik Displacement</i>	29
Tabel 4.2. <i>Non-seismik Rotation</i>	29
Tabel 4.3. <i>Section Properties</i> LRB1000	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. <i>Flowchart</i> perencanaan jembatan baja	6
Gambar 2.1. Modelisasi SDOF	8
Gambar 2.2. Modelisasi Kesetimbangan SDOF Dinamik	9
Gambar 2.3. Modelisasi MDOF	10
Gambar 2.4. Skema <i>Multi DOF Vibration</i>	12
Gambar 2.5. Skema <i>Coulomb Damping</i>	13
Gambar 2.5. <i>Lead Rubber Bearing</i>	15
Gambar 3.1. Model Jembatan tampak 3D.....	16
Gambar 3.2. <i>Self Weight Steel</i>	17
Gambar 3.3. Beban Tambahan Parapet Jalan dan Pipa	18
Gambar 3.4. Beban Aspal	18
Gambar 3.5. Beban Angin Pada Kendaraan	21
Gambar 3.6. Beban Angin Pada Struktur	21
Gambar 3.7. Faktor Beban Dinamis Untuk Beban T	22
Gambar 3.8. Intensitas Beban	22
Gambar 3.9. Beban lajur “D”	23
Gambar 3.10. Beban Terbagi Rata (BTR)	23
Gambar 3.11. Beban Garis (BGT).....	24
Gambar 3.12. Gaya Rem per jalur 2,75 m	24
Gambar 3.13. Beban Akibat Rem	25
Gambar 3.14. Pembebanan Truk.....	25
Gambar 3.15. Penempatan Beban Truk Kondisi <i>Momen Negative Maksimum</i>	25
Gambar 3.16. Beban Truk.....	26
Gambar 4.1. Potongan Melintang <i>Lead Rubber Bearing</i>	28
Gambar 4.2. Luasan <i>Overlap Circular Bearing</i>	30

DAFTAR NOTASI

u	: Perpindahan (m)
\dot{u}	: Kecepatan (m/s)
\ddot{u}	: Percepatan (m/s^2)
u_0	: Perpindahan awal (m)
v_0	: Kecepatan awal (m/s)
k	: Kekakuan (N/m)
c	: Redaman (N.s/m)
p_0	: Gaya luar yang bekerja (N)
f_{Si}	: Gaya kekakuan (N)
f_{Ii}	: Gaya inersia (N)
f_{Di}	: Gaya redaman (N)
f	: Frekuensi getar (Hz)
T	: Periode getar (detik)
f_T	: Gaya yang diterima oleh jembatan (N)
m_p	: Massa struktur (kg)
ω_o	: Frekuensi alami struktur (rad/s)
Υ	: Faktor saat kondisi DE sebesar 0.5
Δ_{EMCE}	: $1.5 \Delta_{EDE}$, dimana Δ_{EDE} adalah besar perpindahan saat kondisi DE
D_t	: Besar total displacement non seismic plus seismic (Δ)
D	:Diameter LRB
D_L	:Diameter <i>Lead Core</i> LRB
A_r	:Luasan <i>Overlap</i> LRB
G	:Modulus geser karet
S	:Faktor bentuk
Υ	:Faktor saat kondisi DE sebesar 0.5
Δ_{EMCE}	: $1.5 \Delta_{EDE}$, dimana Δ_{EDE} adalah besar perpindahan saat kondisi DE
Tr	:Total Ketebalan Karet LRB