

TUGAS AKHIR

**EVALUASI STRUKTUR BAWAH JEMBATAN KERETA API
RANGKA BAJA TIPE WARREN BENTANG 42 M
BERDASARKAN PETA GEMPA 2017**



Disusun oleh:

JANNATAN FIRDAUS

20150110200

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2020

TUGAS AKHIR

**EVALUASI STRUKTUR BAWAH JEMBATAN KERETA API
RANGKA BAJA TIPE WARREN BENTANG 42 M BERDASARKAN
PETA GEMPA 2017**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Jannatan Firdaus

20150110200

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
APPROVAL SHEET

Judul : Evaluasi Struktur Bawah Jembatan Kereta Api Rangka
Title Baja Tipe Warren Bentang 42 m Berdasarkan Peta
Gempa 2017

*Substructure Evaluation of 42 m Span Steel Frame
Railway Bridge Based on 2017 Earthquake Map*

Mahasiswa : Jannatan Firdaus
Student

Nomor : 20150110200
Mahasiswa
Student ID.

Dosen : Bagus Soebandono, S.T, M.T
Pembimbing
Advisors

Telah disetujui oleh Tim Penguji :

Approved by the Committee on Oral Examination

Bagus Soebandono, S.T, M.T



Ketua Tim Penguji
Chair

Yogyakarta, 5 Februari 2020

Guntur Nugroho, S.T, M.T



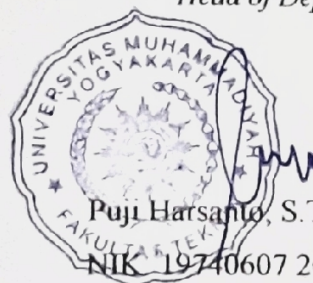
Anggota Tim Penguji
Member

Yogyakarta, 6 Februari 2020

Diterima dan disetujui sebagai persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
*Accepted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor of
Engineering*

Ketua Program Studi

Head of Department



Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D.

NIK 19740607 201404 123 064

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jannatan Firdaus
NIM : 20150110200
Judul : Evaluasi Struktur Bawah Jembatan Kereta Api Rangka
Baja Tipe Warren Bentang 42 m Berdasarkan Peta
Gempa 2017

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 11 Januari 2020

Yang membuat pernyataan


METERAI
TEMPEL
E111CAHF282543776
6000
ENAM RIBURUPIAH
Jannatan Firdaus

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini dipersembahkan untuk kedua orang tua, keluarga dan seluruh saudaraku. Semoga dapat bermanfaat bagi agama, bangsa dan negara.

Tugas akhir ini dipersembahkan untuk pembaca, semoga memberikan ilmu yang dapat digunakan dengan baik dikemudian hari.

PRAKATA



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui kelayakan struktur bawah jembatan kereta api rangka baja dengan acuan peta gempa 2017.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku ketua program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bagus Soebandono, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang memberi arahan, solusi dan masukan kepada penulis.
3. Kedua Orang Tua, kerabat dan saudara yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Rekan Program Studi Teknik Sipil 2015 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang membantu selama menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 19 November 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SINGKATAN	xii
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Penelitian.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	3
2.1. Tinjauan Pustaka.....	3
2.2.1. Penelitian Terdahulu	3
2.2. Dasar Teori	5
2.2.1. Gempa Bumi	5
2.2.2. Peta Gempa 2017	6
2.2.3. Jembatan.....	9
2.2.4. Jembatan Rangka Baja Tipe Warren.....	10
2.2.5. Abutment.....	10
2.2.6. Pondasi tiang	11
2.2.7. <i>Pile Cap</i>	13
2.2.7. Beban Pada Jembatan.....	13
2.2.8. Beban Pada Abutment.....	17
BAB III. METODE PENELITIAN.....	20
3.1. Metodologi Penelitian.....	20
3.2. Kriteria Desain.....	21

3.2.1.	Data Umum Jembatan	21
3.2.2.	Data Teknis Jembatan	22
3.2.3.	Data Tanah dan Mutu Bahan Material	22
3.3.	Pembebanan Struktur	23
3.3.1.	Pemodelan Pada Struktur Atas	24
3.3.2.	Beban Vertikal	26
3.3.3.	Beban Horizontal	26
3.3.4.	Beban Gempa	27
3.4.	Kontrol stabilitas.....	28
3.4.1.	Stabilitas terhadap penggeseran	28
3.4.2.	Stabilitas terhadap penggulingan	29
3.4.3.	Daya dukung tanah dasar	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1.	Pembebanan Pada Abutment	31
4.1.1	Beban struktur atas	31
4.1.2	Beban Horizontal	32
4.1.3	Beban Vertikal	32
4.1.4	Beban Gempa	32
4.1.5	Beban Tambahan.....	35
4.2.	Perhitungan Gaya Geser dan Momen Abutment	35
4.3.	Kontrol Stabilitas Abutment	36
4.3.1.	Stabilitas penggeseran	36
4.3.2.	Stabilitas penggulingan	37
4.3.3.	Daya Dukung Tanah	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor amplifikasi PGA dan periode 0,2 detik (F_{PGA}/F_a)	8
Tabel 2.2 Faktor amplifikasi periode 1 detik (F_v) (SNI 2833:2016)	8
Tabel 2.3 Berat jenis material penyusun jembatan (PM No.60, 2012)	14
Tabel 3.1 Jenis profil dan bentang baja.....	24
Tabel 3.2 Faktor kapasitas dukung (Hardiyatmo, 2014).....	30
Tabel 4.1 Beban vertikal struktur abutment dan tanah timbunan	32
Tabel 4.2 Gaya dan momen vertikal	36
Tabel 4.3 Gaya dan momen horizontal	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta percepatan puncak batuan dasar untuk probabilitas 7% dalam 75 tahun (Pustlitbang PUPR, 2017)	7
Gambar 2.2 Peta percepatan spektrum respons 0.2 detik dengan nisbah redaman 5% di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (Pustlitbang PUPR, 2017)	7
Gambar 2.3 Peta percepatan respons spektrum 0.1 detik dengan nisbah redaman 5% di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terampai 7% dalam 75 tahun (Pustlitbang PUPR, 2017)	8
Gambar 2.4 Tipe-tipe jembatan rangka baja (Rosyidi, 2016)	9
Gambar 2.5 Jembatan tipe warren (Ressler, 2001)	10
Gambar 2.6 Tipe struktur abutment (BMS 1992)	11
Gambar 2.7 Bagian struktur abutment	11
Gambar 2.8 Bentuk umum pondasi tiang	12
Gambar 2.9 Jumlah berat gandar 168 ton atau 87.5 ton/m (RM, 1921)	14
Gambar 2.10 Jumlah berat gandar 24 ton atau 5 ton/m (RM, 1921)	15
Gambar 2.11 Jika ada 6 atau 7 gandar yang dapat tempat perhitungan	15
Gambar 2.12 Jika ada 5 gandar yang dapat tempat perhitungan (RM, 1921)	15
Gambar 2.13 Jika ada 3 gandar yang dapat tempat perhitungan (RM, 1921)	15
Gambar 2.14 Jika ada 2 gandar yang dapat tempat perhitungan (RM, 1921)	16
Gambar 2.15 Jika ada 1 gandar yang dapat tempat perhitungan (RM, 1921)	16
Gambar 2.16 Tipe dinding penahan tanah (Hardiyatmo, 2014)	17
Gambar 2.17. Tekanan tanah lateral terhadap dinding (Hardiyatmo, 2014)	18
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	20
Gambar 3.2 Lokasi jalur kereta api	21
Gambar 3.3 Desain abutment yang sudah dibangun	24
Gambar 3.4 Susunan jembatan rangka baja (Ismayana, 2019)	24
Gambar 3.5 <i>Grid</i> pada <i>software</i> (Ismayana, 2019)	25
Gambar 3.6 Perletakan <i>frame</i> jembatan (Ismayana, 2019)	25
Gambar 3.7 Pemodelan 3D pada <i>SAP2000 V.20</i> (Ismayana, 2019)	25
Gambar 3.8 Luas area yang dibagi	26

Gambar 4.1 Skema pembebanan struktur (dalam satuan cm).....	31
Gambar 4.2 Grafik respon spektrum.....	34

DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
ϕ	[°]	Sudut gesek internal tanah
c	[ton/m ²]	Kohesi tanah
K _a	[-]	Koefisien tekanan tanah aktif
K _{AE}	[-]	Koefisien tekanan tanah saat gempa
P	[ton]	Tekanan aktif
P _{AE}	[ton]	Tekanan aktif gempa stastis
A _s	[g]	Koefisien puncak muka tanah
SD _s	[-]	Spektra permukaan tanah saat 0,2 detik
SD ₁	[-]	Spektra permukaan tanah saat 0,1 detik
C _{sm}	[-]	Koefisien respon elastik

INTISARI

Indonesia merupakan negara yang terletak pada kawasan cincin api pasifik (*ring of fire*) dan pertemuan lempeng benua Asia dan Australia. Kawasan tersebut merupakan jalur persebaran gunung api dan pergerakan tektonik aktif yang berakibat peningkatan intensitas gempa bumi. Peningkatan intensitas gempa bumi pada Indonesia menjadikan negara rawan terhadap bencana. Kerugian akibat dampak gempa bumi sangat besar. Salah satu antisipasi dijadikan permasalahan sebagai tolak ukur faktor pembebanan dalam perencanaan konstruksi. Peta gempa 2017 menjadi salah satu acuan untuk perancangan bangunan gedung maupun nongedung. Jembatan merupakan infrastruktur untuk membantu kegiatan transportasi dan mobilisasi manusia. Salah satu komponen struktur bawah jembatan ialah abutmen. Penelitian ini bertujuan untuk evaluasi abutmen dengan peta gempa 2017 pada struktur yang sudah dibangun. Analisa dilakukan dengan menghitung ulang kapasitas dukung abutment berdasarkan beban struktur atas yang terdampak oleh beban gempa peta gempa 2017. Peta gempa berdasarkan percepatan batuan dasar dengan probabilitas 7% dalam 75 tahun bernilai 0,3 g menjadi 0,4 g. Hasil yang diperoleh nilai faktor amplifikasi sebesar 1,24 saat 0,2 detik dan 1,8 saat 1 detik. Menggunakan rumus Mononobe-Okabe didapatkan nilai beban gempa horizontal sebesar 29,208 ton. Nilai stabilitas abutmen terhadap penggeseran, penggulingan dan daya dukung tanah berturut-turut sebesar 8,527, 5,729 dan 0,55 dari faktor acuan 3.

Kata kunci: Peta gempa, respon spektrum, kapasitas geser, kapasitas guling, daya dukung tanah

ABSTRACT

Indonesia is a country located in the Ring of Fire and the Asia and Australia Continental Plate meeting. The area is a volcano-spread pathway and active tectonic movements increasing the intensity of earthquakes. Increasing the intensity of earthquakes in Indonesia makes the country vulnerable to disasters. Losses due to earthquakes are enormous. One of the anticipations was as a matter of measuring the load factor in construction planning. The 2017 earthquake map became one of the references for building buildings and the building. Bridges are the infrastructure to help transport activities and human mobilization. One component of the lower structure of the bridge is abutment. The research aims to demonstrate the safety of the earthquake with the influence of 2017 earthquakes on structures already built. This research is an analysis by replacing the earthquake burden of the earthquake load planning that has been used with the new earthquake load. Earthquake map based on basic rock acceleration with a probability of 7% in 75 years worth 0,3 g to 0,4 g. Results obtained amplification factor value of 1,24 when 0,2 seconds and 1,8 when 1 second. Using the Mononobe-Okabe formula obtained a horizontal earthquake load value of 29,208 tonnes. Stability value of against shifting, overturning and bearing capacity are the successful overthrow of 8,527, 5,729 and 0,55 of the reference factor 3.

Keywords: Earthquake map, respons spektrum, sliding capacity, overturning capacity, bearing capacity