

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN  
PELENGKUNG RANGKA BAJA TIPE *THROUGH ARCH* UNTUK  
PANJANG 120 METER PADA JEMBATAN *CALLENDER*  
*HAMILTON TRISULA LAMA* KABUPATEN BLITAR**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik  
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**AGUNG DWI LAKSONO**

**201910340311067**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Studi Perencanaan Struktur Atas Jembatan Pelengkung Rangka Baja  
Tipe *Through Arch* Untuk Panjang 120 Meter Pada Jembatan  
*Callender Hamilton* Trisula Lama Kabupaten Blitar

Nama : Agung Dwi Laksono

NIM : 201910340311067

Pada hari Sabtu tanggal 18 Mei 2024 , telah diuji oleh tim penguji:

1. Ir. Yunan Rusdianto, M.T.

Dosen Penguji I : 


2. Rizki Amalia Tri Cahyani, S.T., M.T.


Dosen Penguji II : 

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


  
Ir. Erwin Rommel, M.T.

  
Zamzami Septiropa, S.T., M.T., Ph.D.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



  
Dr. Ir. Sulianto, M.T.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Agung Dwi Laksono  
NIM : 201910340311067  
Jurusan : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini saya menyatakan sebenar-benarnya bahwa skripsi dengan judul “STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN PELENGKUNG RANGKA BAJA TIPE *THROUGH ARCH* UNTUK PANJANG 120 METER PADA JEMBATAN *CALLENDER HAMILTON TRISULA LAMA KABUPATEN BLITAR*” adalah hasil karya saya dan bukan karya tulis orang lain. Dengan naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, baik sebagian atau seluruhnya, kecuali yang setara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Malang, 03 Juni 2024

Yang menyatakan,



Agung Dwi Laksono

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan berjudul “Studi Perencanaan Struktur Atas Jembatan Pelengkung Rangka Baja Tipe *Through Arch* Untuk Panjang 120 Meter Pada Jembatan *Callender Hamilton* Trisula Lama Kabupaten Blitar”.

Skripsi ini disusun sebagai syarat utama untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang. Diharapkan skripsi ini mampu memberikan pemahaman publik dan akademisi yang lebih baik mengenai topik yang dibahas dalam penyusunan skripsi ini.

Atas bantuan dan kerjasama yang baik dari semua pihak hingga selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

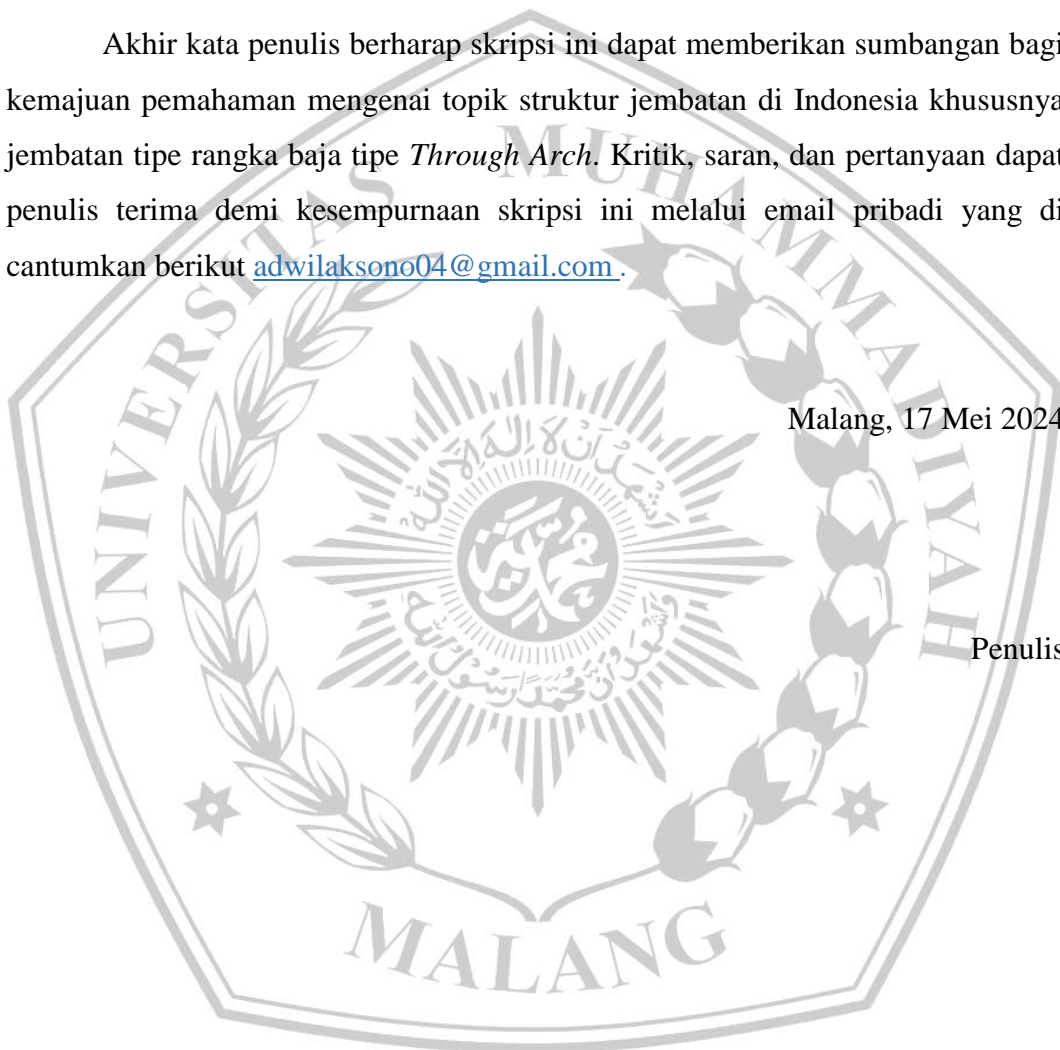
1. Kedua orang tua, Bapak Kasran dan Ibu Mamik Siswantriani yang selalu memberikan dukungan secara moril maupun materil serta selalu memberikan doa kepada penulis.
2. Segenap pimpinan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang yang telah megijinkan penulis untuk melaksanakan penulisan dalam tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Sulianto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.
4. Bapak Ir. Erwin Rommel, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Zamzami Septiropa, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh jajaran Dosen dan Staff Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang luar biasa bermanfaat untuk kita semua.

7. Teman-teman kelas B sipil 2019 yang selalu memberikan dukungan selama masa perkuliahan.
8. Eke Nurafni Iranti sebagai kakak kandung yang selalu memberikan motivasi kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
9. Beserta pihak-pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu per-satu yang telah membantu penulis dalam menyusun tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat memberikan sumbangan bagi kemajuan pemahaman mengenai topik struktur jembatan di Indonesia khususnya jembatan tipe rangka baja tipe *Through Arch*. Kritik, saran, dan pertanyaan dapat penulis terima demi kesempurnaan skripsi ini melalui email pribadi yang di cantumkan berikut [adwilaksono04@gmail.com](mailto:adwilaksono04@gmail.com).

Malang, 17 Mei 2024

Penulis



## ABSTRAK

Jembatan Trisula Lama merupakan jembatan penghubung yang memiliki akses daerah Malang, Blitar, dan Tulungagung yang melintasi Sungai Brantas. Jembatan Trisula Lama terletak di Boro Desa Kademangan Kecamatan Sanankulon Kabupaten Blitar. Jembatan ini memiliki fungsi yang signifikan bagi roda ekonomi karena digunakan untuk akses distribusi barang dan orang untuk berkegiatan agar tidak mengalami kesulitan pada lalu lintas. Perencanaan struktur atas jembatan trisula ini memodifikasi jembatan pelengkung rangka baja tipe *through arch* karena juga dapat memperoleh aspek estetika wilayah Kabupaten Blitar. Perencanaan Jembatan Trisula Lama ini di desain ulang dengan panjang 120 meter, lebar 15 meter, dan tinggi pelengkung 20 meter. Pada perencanaan jembatan menggunakan menggunakan kombinasi pembebanan sesuai peraturan SNI 1725-2016. Proses analisa pada perencanaan menggunakan program *STAAD Pro V22 Connect Edition*. Beberapa jenis profil dan mutu yang digunakan pada konstruksi struktur perencanaan Jembatan Trisula Lama diantaranya gelagar tepi profil *Box* 1100.800.30.30 (BJ55), rangka pelengkung profil *Box* 1000.800.30.30 (BJ55) dan profil I 800.400.20.25 (BJ55), batang penggantung dengan kabel strand dengan diameter 105 mm, Ikatan angin Profil IWF 400.200.8.13 (BJ37) dan 300.150.6,5.9 (BJ37), gelagar melintang profil I 900.400.20.28 (BJ55), gelagar memanjang profil IWF 500.200.10.16 (BJ37). Lendutan yang terjadi pada Jembatan Trisula lama sebesar 142,819 mm yang sudah memenuhi lendutan ijin pada tengah bentang tidak lebih besar dari  $L/800$  yaitu 150 mm.

**Kata Kunci:** Jembatan pelengkung rangka ; *Through Arch*; Struktur Baja ; Kabupaten Blitar.

## **ABSTRACT**

*The Trisula Lama Bridge is a connecting bridge that has access to Malang, Blitar, and Tulungagung areas across the Brantas River. The Trisula Lama Bridge is located in Boro, Kademangan Village, Sanankulon District, Blitar Regency. This bridge has a significant function for the economy because it is used for access to the distribution of goods and people for activities so as not to experience difficulties in traffic. The upper structure planning of this trident bridge modifies the through arch type steel frame arch bridge because it can also get the aesthetic aspects of the Blitar Regency area. The planning of the Trisula Lama Bridge was redesigned with a length of 120 meters, a width of 15 meters, and an arch height of 20 meters. In bridge planning using a combination of loading according to SNI 1725-2016 regulations. The analysis process in planning uses the STAAD Pro V22 Connect Edition program. Several types of profiles and qualities used in the construction of the Old Trident Bridge planning structure include Box 1100.800.30.30 (BJ55) profile edge girder, Box 1000.800.30.30 (BJ55) profile arch frame and I 800.400.20 profile. 25 (BJ55), hanging rods with strand cables with a diameter of 105 mm, wind ties IWF profiles 400.200.8.13 (BJ37) and 300.150.6,5.9 (BJ37), transverse girder profile I 900.400.20.28 (BJ55), longitudinal girder IWF profile 500.200.10.16 (BJ37). The deflection that occurred on the Trisula Lama Bridge was 142,819 mm which already met the allowable deflection at the center of the span not greater than  $L/800$  which is 150 mm.*

**Keywords :** Arch Bridge; Through Arch; Steel Structure; Blitar Regency.

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI .....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Manfaat.....	3
1.4.1. Manfaat Untuk Akademik.....	3
1.4.2. Manfaat Untuk Pribadi.....	3
1.4.3. Manfaat Untuk Umum .....	3
1.4.4. Manfaat Untuk Lembaga Pendidikan.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1. Umum.....	5
2.2. Klasifikasi Jembatan.....	5
2.3. Definisi Jembatan Pelengkung (Arch Bridge).....	6
2.4. Jenis-Jenis Jembatan Pelengkung.....	6
2.5. Tata Cara Pemilihan Jembatan .....	8
2.6. Bagian Struktur Atas Jembatan Pelengkung .....	9
2.7. Karakteristik Material.....	9
2.7.1. Baja (Steel).....	9
2.7.2. Beton (Concrete) .....	12
2.8. Desain dengan Metode LRFD (Load Factor Resistance Design) .....	13



2.9.	Pembebanan pada Jembatan .....	14
2.9.1.	Beban Permanen.....	16
2.9.2.	Beban Lalu Lintas .....	18
2.9.3.	Beban Aksi Lingkungan.....	25
2.9.4.	Beban Aksi Lainnya .....	28
2.9.5.	Beban Kombinasi .....	28
2.10.	Perencanaan Struktur Atas Jembatan Pelengkung .....	29
2.10.1.	Perencanaan Struktur Sekunder Jembatan .....	29
2.10.2.	Perencanaan Struktur Primer Jembatan .....	31
2.11.	Balok Lentur Komposit .....	38
2.11.1.	Lebar Efektif Balok.....	39
2.11.2.	Kapasitas Lentur Penampang Komposit.....	39
2.11.3.	Kapasitas Geser Penampang Komposit .....	40
2.11.4.	Shear Connector .....	40
2.11.5.	Ketentuan Umum Shear Connector .....	41
2.11.6.	Kuat Geser Nominal Shear Stud .....	41
2.12.	Batang Tarik (Tension Member).....	42
2.12.1.	Faktor Shear Lag.....	44
2.12.2.	Batasan Rasio Kelangsingan Batang Tarik .....	47
2.13.	Batang Tekan (Compression Member) .....	47
2.13.1.	Batasan Rasio Kelangsingan Batang Tekan.....	48
2.13.2.	Klasifikasi Penampang Batang Tekan .....	49
2.13.3.	Kuat Tekan Nominal (Compressive Resistance) .....	50
2.14.	Batang Lentur (Flexural Member).....	51
2.14.1.	Klasifikasi Elemen Penampang (Rasio Lebar-Tebal dan Klasifikasinya).....	51
2.14.2.	Kekuatan Nominal Penampang.....	54
2.15.	Kuat Geser Nominal (Shear Nominal) .....	55
2.16.	Kombinasi Aksial dan Lentur.....	56
2.17.	Sambungan (Connection) .....	56
2.18.	Sambungan Baut (Bolt Connection).....	57

2.18.1.	Persyaratan Umum Sambungan Baut.....	58
2.18.2.	Tipe Sambungan dan Kekuatan Baut.....	59
2.19.	Sambungan Las (Welded Connection).....	62
2.19.1.	Kuat Nominal Las Sudut.....	63
2.20.	Lendutan (Deflection) .....	64
<b>BAB III</b>	<b>METODE PERENCANAAN .....</b>	<b>65</b>
3.1.	Pengumpulan Data dan Studi Literatur .....	65
3.1.1.	Lokasi Jembatan.....	65
3.1.2.	Data Teknis Jembatan .....	66
3.2.	Studi Literatur.....	67
3.3.	Preliminary Design.....	68
3.3.1.	Menentukan Bentuk Geometrik Pelengkung .....	68
3.4.	Pembebanan Struktur Atas Jembatan .....	71
3.5.	Permodelan dan Analisa Struktur.....	72
3.6.	Perencanaan Bangunan Atas (Superstructure) .....	72
3.7.	Diagram Alir Perencanaan .....	73
3.7.1.	Penjelasan Diagram Alir .....	74
<b>BAB IV</b>	<b>PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN.....</b>	<b>76</b>
4.1.	Struktur Sekunder.....	76
4.1.1.	Perencanaan Railling.....	76
4.1.2.	Perencanaan Tiang Sandaran pada Railling.....	81
4.1.3.	Perencanaan Dinding Parapet .....	84
4.1.4.	Perencanaan Kerb/Kanstin.....	87
4.1.5.	Perencanaan Trotoar.....	91
4.1.6.	Kesimpulan Struktur Sekunder .....	93
4.2.	Struktur Primer .....	94
4.2.1.	Preliminary Design Dek Jembatan.....	94
4.2.2.	Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan .....	94
4.2.3.	Perencanaan Gelagar Memanjang (Secondary Stringer) .....	108
4.2.4.	Perencanaan Gelagar Melintang (Cross Girder) .....	126
4.2.5.	Perencanaan Utama Jembatan Pelengkung.....	146

4.2.6.	Perencanaan Geometrik Pelengkung (Preliminary Section) .....	146
4.2.7.	Analisis Struktur Utama .....	149
4.2.8.	Perencanaan Gelagar Tepi (Main Stringer).....	163
4.2.9.	Perencanaan Batang Penggantung (Hanger).....	166
4.2.10.	Perencanaan Rangka Utama Pelengkung (Main Truss).....	168
4.2.11.	Perencanaan Ikatan Angin (Lateral).....	179
4.2.12.	Perencanaan Portal Akhir (Kolom Ujung).....	193
4.2.13.	Perencanaan Sambungan (Connection).....	196
4.2.14.	Perencanaan Tumpuan .....	229
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>232</b>
5.1.	Kesimpulan.....	232
5.2.	Saran.....	233
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>234</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>236</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Mekanis Baja .....	12
Tabel 2. 2 Sifat Mekanis Baja lainnya .....	12
Tabel 2. 3 Berat Isi dan Kerapatan Massa Beban Permanen.....	16
Tabel 2. 4 Faktor Beban untuk Berat Sendiri.....	17
Tabel 2. 5 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan atau Utilitas.....	17
Tabel 2. 6 Faktor Beban Akibat Pengaruh Pelaksanaan .....	18
Tabel 2. 7 Faktor Beban untuk Lajur "D" .....	19
Tabel 2. 8 Faktor Beban untuk Beban "T" .....	20
Tabel 2. 9 Kriteria Kinerja <i>Railing</i> terhadap Tumbukan .....	25
Tabel 2. 10 Nilai $V_0$ dan $Z_0$ .....	26
Tabel 2. 11 Tekanan Angin Dasar.....	26
Tabel 2. 12 Komponen Beban Angin yang Bekerja pada Roda Kendaraan .....	27
Tabel 2. 13 Faktor Kombinasi Pembebanan pada Jembatan .....	29
Tabel 2. 14 Penjelasan Penggunaan Keadaan Batas .....	34
Tabel 2. 15 Nilai $R_g$ dan $R_p$ .....	42
Tabel 2. 16 Faktor Shear-Lag (U) Batang Tarik .....	45
Tabel 2. 17 Faktor Shear-Lag (U) Batang Tarik (Lanjutan) .....	46
Tabel 2. 18 Rasio Tebal terhadap Lebar: Elemen Tekan Komponen Struktur yang Menahan Gaya Aksial Murni .....	49
Tabel 2. 19 Rasio Tebal terhadap Lebar: Elemen Tekan Komponen Struktur Menahan Lentur .....	53
Tabel 2. 20 Persyaratan Jarak Tepi Minimum Baut.....	58
Tabel 2. 21 Standarisasi Diameter Lubang Baut.....	59
Tabel 3. 1 Perencanaan Pembebanan Jembatan Trisula Lama .....	71
Tabel 4. 1 Data rencana pipa railing .....	76
Tabel 4. 2 Data perencanaan tiang sandaran .....	81
Tabel 4. 3 Rasio tulangan terpakai kerb/kanstin .....	83
Tabel 4. 4 Data perencanaan dinding parapet .....	84
Tabel 4. 5 Rasio tulangan terpakai dinding parapet.....	86
Tabel 4. 6 Data rencana kerb/kanstin .....	87
Tabel 4. 7 Rasio tulangan terpakai kerb/kanstin .....	89
Tabel 4. 8 Data perencanaan trotoar .....	91
Tabel 4. 9 Rekapitulasi perhitungan komponen struktur sekunder.....	93
Tabel 4. 10 Data teknis dek jembatan Trisula Lama Kabupaten Blitar .....	94
Tabel 4. 11 Data pelat lantai kendaraan .....	95
Tabel 4. 12 Beban yang bekerja pada pelat lantai kendaraan .....	96

Tabel 4. 13 Rekapitulasi pembebanan pelat lantai kendaraan .....	97
Tabel 4. 14 Skenario pembebanan pelat lantai kendaraan .....	98
Tabel 4. 15 Rekapitulasi analisis momen pelat lantai kendaraan.....	101
Tabel 4. 16 Rasio tulangan terpakai pelat lantai kendaraan.....	101
Tabel 4. 17 Rasio tulangan terpakai pelat lantai kendaraan.....	103
Tabel 4. 18 Data rencana deck sheet .....	106
Tabel 4. 19 Data gelagar memanjang.....	108
Tabel 4. 20 Beban yang bekerja pada gelagar memanjang .....	108
Tabel 4. 21 Rekapitulasi pembebanan gelagar memanjang (ultimate limit state) .....	111
Tabel 4. 22 Skenario pembebanan gelagar memanjang.....	111
Tabel 4. 23 Kesimpulan analisis gaya-gaya dalam gelagar memanjang.....	115
Tabel 4. 24 Pembebanan yang bekerja pada gelagar memanjang (kondisi service limit state) .....	116
Tabel 4. 25 Kesimpulan analisis lendutan gelagar memanjang kondisi service limit state.....	117
Tabel 4. 26 Rekapitulasi kontrol kapasitas lentur gelagar memanjang kondisi non- komposit.....	118
Tabel 4. 27 Data rencana shear stud gelagar memanjang .....	124
Tabel 4. 28 Data gelagar melintang (Cross Girder) .....	126
Tabel 4. 29 Beban yang bekerja pada gelagar melintang.....	126
Tabel 4. 30 Rekapitulasi pembebanan gelagar melintang (ultimate limit state) .	128
Tabel 4. 31 Skenario pembebanan gelagar melintang .....	129
Tabel 4. 32 Kesimpulan analisis gaya-gaya dalam gelagar melintang .....	135
Tabel 4. 33 Pembebanan yang bekerja pada gelagar melintang (kondisi service limit state) .....	135
Tabel 4. 34 Kesimpulan analisis lendutan gelagar melintang kondisi service limit state .....	137
Tabel 4. 35 Rekapitulasi kontrol kapasitas lentur gelagar melintang kondisi non- komposit.....	139
Tabel 4. 36 Komponen balok komposit gelagar melintang .....	143
Tabel 4. 37 Data rencana shear stud gelagar melintang.....	144
Tabel 4. 38 Kombinasi pembebanan terpakai struktur utama jembatan .....	152
Tabel 4. 39 Elemen rencana awal (preliminary section) jembatan Trisula Lama	153
Tabel 4. 40 Gambaran umum profil rencana jembatan Trisula Lama .....	154
Tabel 4. 41 Data gelagar tepi ( <i>main stringer</i> ).....	163
Tabel 4. 42 Analisis gaya-gaya dalam gelagar tepi.....	163

Tabel 4. 43 Hasil perhitungan kontrol kapasitas tarik nominal batang diagonal	164
Tabel 4. 44 Data teknis batang penggantung ( <i>hanger</i> ) .....	166
Tabel 4. 45 Analisis gaya-gaya dalam <i>hanger</i> .....	167
Tabel 4. 46 Rekapitulasi kontrol kapasitas hanger .....	167
Tabel 4. 47 Data perencanaan pelengkung bawah .....	168
Tabel 4. 48 Hasil Analisis gaya-gaya dalam pelengkung bawah.....	168
Tabel 4. 49 Hasil perhitungan kontrol kapasitas tekan nominal pelengkung bawah .....	170
Tabel 4. 50 Data perencanaan pelengkung atas / <i>top choard</i> .....	171
Tabel 4. 51 Hasil Analisis gaya-gaya dalam pelengkung atas .....	171
Tabel 4. 52 Hasil perhitungan kontrol kapasitas tekan nominal pelengkung atas .....	173
Tabel 4. 53 Data perencanaan batang diagonal (BD) .....	174
Tabel 4. 54 Hasil Analisis gaya-gaya dalam batang diagonal .....	174
Tabel 4. 55 Hasil perhitungan kontrol kapasitas tarik nominal batang diagonal	175
Tabel 4. 56 Data perencanaan batang vertical (BV) .....	176
Tabel 4. 57 Hasil Analisis gaya-gaya dalam batang vertikal .....	176
Tabel 4. 58 Hasil perhitungan kontrol kapasitas tekan nominal batang vertikal	178
Tabel 4. 59 Data perencanaan ikatan angin pelengkung diagonal atas (BRD1)	179
Tabel 4. 60 Hasil Analisis gaya-gaya dalam ikatan angin pelengkung diagonal atas .....	179
Tabel 4. 61 Hasil perhitungan kontrol kapasitas tekan nominal ikatan angin batang diagonal atas.....	181
Tabel 4. 62 Data perencanaan ikatan angin pelengkung diagonal bawah (BRD2) .....	182
Tabel 4. 63 Hasil Analisis gaya-gaya dalam ikatan angin pelengkung diagonal bawah .....	182
Tabel 4. 64 Hasil perhitungan kontrol kapasitas tekan nominal ikatan angin pelengkung bawah.....	184
Tabel 4. 65 Data perencanaan ikatan angin pelengkung melintang atas (BRM1) .....	185
Tabel 4. 66 Hasil Analisis gaya-gaya dalam ikatan angin melintang atas .....	185
Tabel 4. 67 Rekapitulasi kontrol kapasitas lentur ikatan angin melintang atas ..	187
Tabel 4. 68 Data perencanaan ikatan angin pelengkung melintang bawah (BRM2) .....	188
Tabel 4. 69 Hasil Analisis gaya-gaya dalam ikatan angin melintang bawah.....	188

Tabel 4. 70 Rekapitulasi kontrol kapasitas lentur ikatan angin melintang bawah .....	190
Tabel 4. 71 Data perencanaan ikatan angin lantai kendaraan (BRK) .....	191
Tabel 4. 72 Hasil Analisis gaya-gaya dalam ikatan angin lantai kendaraan .....	191
Tabel 4. 73 Hasil perhitungan kontrol kapasitas tarik nominal ikatan angin lantai kendaraan .....	192
Tabel 4. 74 Data perencanaan portal akhir (PA) .....	193
Tabel 4. 75 Hasil Analisis gaya-gaya dalam portal akhir .....	193
Tabel 4. 76 Hasil perhitungan kontrol kapasitas tekan nominal portal akhir .....	195
Tabel 4. 77 Data rencana sambungan gelagar memanjang dan melintang .....	196
Tabel 4. 78 Data rencana sambungan gelagar melintang ke gelagar tepi .....	200
Tabel 4. 79 Data rencana sambungan antar gelagar tepi ( <i>main stringer</i> ) .....	204
Tabel 4. 80 Data teknis socket dan gusset sambungan batang penggantung/ <i>hanger</i> .....	208
Tabel 4. 81 Data teknis socket dan gusset sambungan batang penggantung ke rangka utama pelengkung .....	211
Tabel 4. 82 Data teknis pelat sambung batang penggantung ke rangka pelengkung utama .....	212
Tabel 4. 83 Data rencana sambungan menerus batang diagonal dan vertikal ....	216
Tabel 4. 84 Data rencana sambungan ikatan angin melintang dan diagonal .....	219
Tabel 4. 85 Data rencana sambungan ikatan angin atas dan pelengkung atas ....	221
Tabel 4. 86 Data rencana sambungan ikatan angin kendaraan ke gelagar tepi ...	225
Tabel 4. 87 Analisis reaksi dan translasi tumpuan kondisi layanan (SLS) .....	229

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Deck Arch Bridge</i> .....	7
Gambar 2. 2 <i>Through Arch Bridge</i> .....	7
Gambar 2. 3 <i>A Half Through Arch</i> .....	8
Gambar 2. 4 Tata Cara Praktik Pemilihan Tipe Jembatan Berdasar Bentang Jembatan.....	8
Gambar 2. 5 Parameter Penting Kurva $\sigma$ - $\epsilon$ .....	10
Gambar 2. 6 Kurva Stress-Strain Beberapa Jenis Material.....	10
Gambar 2. 7 Kurva $\sigma$ - $\epsilon$ Tipikal Baja Konstruksi .....	11
Gambar 2. 8 Proses Transfer Gaya yang Terjadi Pada Beton.....	12
Gambar 2. 9 Diagram Tipikal Tegangan dan Regangan Uji Tarik dan Tekan Beton .....	13
Gambar 2. 10 Ilustrasi Beban Lajur "D" .....	19
Gambar 2. 11 Pembebanan Truk "T" .....	20
Gambar 2. 12 Faktor Beban Dinamis untuk Beban Lajur "D" .....	21
Gambar 2. 13 Beban Rem yang terjadi pada Struktur Lantai Kendaraan.....	22
Gambar 2. 14 <i>Generation Sentrifugal Force</i> .....	23
Gambar 2. 15 Gaya Sentrifugal dari Kendaraan pada Jembatan akibat Superelevasi .....	23
Gambar 2. 16 Ilustrasi Beban Angin pada Kendaraan .....	27
Gambar 2. 17 Pengaplikasian Tekanan Angin Vertikal.....	27
Gambar 2. 18 Beban Angin pada Struktur Atas.....	28
Gambar 2. 19 Proses Pembebanan pada Railing dan Tiang Sandaran.....	30
Gambar 2. 20 Ilustrasi Trotoar dan Kerb serta parapet Tipikal Jembatan .....	31
Gambar 2. 21 <i>Hanger strut compression dan tension macaloy</i> .....	36
Gambar 2. 22 Bagian-Bagian Penting <i>Pot Bearing</i> (1) <i>Steel Pot</i> , (2) <i>Piston</i> , (3) <i>Elastometric Pad</i> , (4) <i>PTFE Sliding Material</i> , (5) <i>Sliding Plate</i> , (6) <i>Guide Bars</i> , (7) <i>Dowels</i> Atau <i>Threaded Sleeves</i> (Opsional) .....	36
Gambar 2. 23 <i>Multidirectional Bearing Pad/Free Sliding Bearing</i> .....	37
Gambar 2. 24 <i>Unidirectional bearing pad/ guided sliding bearing</i> .....	37
Gambar 2. 25 Fixed bearing pad (FX) .....	37
Gambar 2. 26 Ilustrasi Balok Komposit.....	38
Gambar 2. 27 Potongan Balok Komposit .....	38
Gambar 2. 28 Tipe shear connector .....	40
Gambar 2. 29 Ilustrasi Tinjauan Kapasitas Tarik pada Penampang Bruto ( <i>Gross Section Yielding</i> ) dan Netto ( <i>Net Section Fracture</i> ) .....	44
Gambar 2. 30 Faktor Panjang Efektif Batang Tekan .....	49



Gambar 2. 31 Kondisi Leleh dan Plastis pada Penampang.....	52
Gambar 2. 32 Perilaku Kapasitas Penampang terhadap Klasifikasi Penampang..	52
Gambar 2. 33 Pengalihan Gaya Geser Akibat Beban yang Bekerja .....	56
Gambar 2. 34 Tipe-Tipe Sambungan pada Jembatan (A) Sambungan Las, (B) Sambungan Baut, (C) Sambungan Paku Keling .....	57
Gambar 2. 35 Ilustrasi Ulir Baut Berada pada Bidang Geser dan Di Luar Bidang Geser .....	59
Gambar 2. 36 Parameter Baut .....	62
Gambar 2. 37 Tipe Sambungan Las, (A) Las Tumpul (But Joint), (B) <i>Longitudinal Joint</i> , (C) <i>Butt Joint</i> , (D) <i>Corner Joint-1</i> , (E) <i>Edge Point</i> , (F) <i>Transverse Fillet Joint</i> , (H) <i>Tee Joint</i> , (I) <i>Corner Joint-2</i> .....	62
Gambar 2. 38 Tipe Bentuk Sambungan Las Tumpul ( <i>Groove Weld</i> ).....	63
Gambar 2. 39 Bentuk Penampang Las Sudut.....	63
Gambar 2. 40 Ilustrasi Luasan dan Panjang dari Las Sudut .....	64
Gambar 3. 1 Lokasi Pembangunan Jembatan Trisula Lama Kabupaten Blitar Jawa Timur.....	65
Gambar 3. 2 Ilustrasi Geometrik Jembatan .....	68
Gambar 3. 3 Tampak samping rencana jembatan Trisula Lama Kabupaten Blitar .....	70
Gambar 3. 4 Tampak depan rencana jembatan Trisula Lama Kabupaten Blitar ..	70
Gambar 4. 1 Desain rencana railing dan tiang sandaran jembatan Trisula Lama.	76
Gambar 4. 2 Ilustrasi pembebanan pada railing jembatan .....	77
Gambar 4. 3 Model pembebanan dan analisis gaya dalam vertikal .....	78
Gambar 4. 4 Model pembebanan dan analisis gaya dalam horizontal.....	78
Gambar 4. 5 Resultan akibat momen lentur 2 arah (vertikal dan horisontal) .....	79
Gambar 4. 6 Model pembebanan tiang sandaran jembatan .....	82
Gambar 4. 7 Model pembebanan pada dinding parapet.....	84
Gambar 4. 8 Diagram tegangan dan regangan dinding parapet .....	87
Gambar 4. 9 Desain rencana trotoar dan kerb/kanstin jembatan Trisula Lama Blitar Jawa Timur.....	87
Gambar 4. 10 Model pembebanan pada kerb/kanstin jembatan Trisula Lama Jawa Timur.....	88
Gambar 4. 11 Diagram tegangan dan regangan kerb/kanstin .....	90
Gambar 4. 12 Model tumpuan dan pembebanan trotoar jembatan Trisula Lama Blitar Jawa Timur.....	91
Gambar 4. 13 Permodelan pelat lantai kendaraan.....	95
Gambar 4. 14 Model Pembebanan kasus 1 .....	98

Gambar 4. 15 Model Pembebanan kasus 2 .....	98
Gambar 4. 16 Model Pembebanan kasus 3 .....	99
Gambar 4. 17 Model Pembebanan kasus 4 .....	99
Gambar 4. 18 Momen maksimum kasus 1 .....	100
Gambar 4. 19 Momen maksimum kasus 2.....	100
Gambar 4. 20 Momen maksimum kasus 3.....	100
Gambar 4. 21 Momen maksimum kasus 4.....	100
Gambar 4. 22 Diagram tegangan dan regangan pelat lantai (tumpuan).....	102
Gambar 4. 23 Diagram tegangan dan regangan pelat lantai (lapangan) .....	104
Gambar 4. 24 Bidang kontak kendaraan dan geser pons kendaraan.....	105
Gambar 4. 25 Deck slab Iysaght bondek.....	107
Gambar 4. 26 Ilustrasi pembebanan kasus 1 (sebelum komposit) , 2 (setelah komposit + beban D) dan 3 (setelah komposit + beban T) .....	112
Gambar 4. 27 Model pembebanan gelagar memanjang kasus 1 (sebelum komposit) .....	113
Gambar 4. 28 Model pembebanan gelagar memanjang kasus 2 (setelah komposit) .....	113
Gambar 4. 29 Model pembebanan gelagar memanjang kasus 3 (setelah komposit) .....	113
Gambar 4. 30 Analisis gaya-gaya dalam gelagar memanjang (kasus 1).....	114
Gambar 4. 31 Analisis gaya-gaya dalam gelagar memanjang (kasus 2).....	114
Gambar 4. 32 Analisis gaya-gaya dalam gelagar memanjang (kasus 3).....	115
Gambar 4. 33 Analisis lendutan gelagar memanjang (kasus 1) .....	116
Gambar 4. 34 Analisis lendutan gelagar memanjang (kasus 2) .....	116
Gambar 4. 35 Analisis lendutan gelagar memanjang (kasus 3) .....	116
Gambar 4. 36 Distribusi tegangan plastis gelagar memanjang sebelum komposit .....	119
Gambar 4. 37 Model penampang komposit gelagar memanjang.....	121
Gambar 4. 38 Distribusi tegangan plastis gelagar memanjang komposit .....	122
Gambar 4. 39 Detail pemasangan shear stud (1/2 bentang).....	125
Gambar 4. 40 Skenario pembebanan kasus 1 .....	130
Gambar 4. 41 Skenario pembebanan kasus 2 .....	130
Gambar 4. 42 Skenario pembebanan kasus 3 .....	130
Gambar 4. 43 Skenario pembebanan kasus 4 .....	131
Gambar 4. 44 Skenario pembebanan kasus 5 .....	131
Gambar 4. 45 Skenario pembebanan kasus 6 .....	131
Gambar 4. 46 Hasil analisa gaya dalam gelagar melintang (skenario 1).....	132

Gambar 4. 47 Hasil analisa gaya dalam gelagar melintang (skenario 2).....	132
Gambar 4. 48 Hasil analisa gaya dalam gelagar melintang (skenario 3).....	133
Gambar 4. 49 Hasil analisa gaya dalam gelagar melintang (skenario 4).....	133
Gambar 4. 50 Hasil analisa gaya dalam gelagar melintang (skenario 5).....	134
Gambar 4. 51 Hasil analisa gaya dalam gelagar melintang (skenario 6).....	134
Gambar 4. 52 Analisis lendutan gelagar melintang (kasus 1).....	136
Gambar 4. 53 Analisis lendutan gelagar melintang (kasus 2).....	136
Gambar 4. 54 Analisis lendutan gelagar melintang (kasus 3).....	136
Gambar 4. 55 Analisis lendutan gelagar melintang (kasus 4).....	136
Gambar 4. 56 Analisis lendutan gelagar melintang (kasus 5).....	136
Gambar 4. 57 Analisis lendutan gelagar melintang (kasus 6).....	136
Gambar 4. 58 Distribusi tegangan plastis gelagar melintang sebelum komposit	139
Gambar 4. 59 Model penampang komposit gelagar memanjang.....	141
Gambar 4. 60 Distribusi tegangan plastis gelagar memanjang komposit.....	142
Gambar 4. 61 Detail pemasangan shear stud (1/2 bentang).....	145
Gambar 4. 62 Ilustrasi geometrik pelengkung.....	146
Gambar 4. 63 Preliminary <i>design</i> bentuk geometrik pelengkung rangka utama jembatan Trisula Lama.....	148
Gambar 4. 64 Model beban angin pada permukaan terekspos penampang Pelengkung.....	151
Gambar 4. 65 Modelisasi struktur 3D jembatan Trisula Lama.....	155
Gambar 4. 66 Modelisasi struktur 2 dimensi jembatan Trisula Lama.....	156
Gambar 4. 67 Tampak atas gelagar tepi, memanjang, melintang, dan ikatan angin lantai kendaraan.....	156
Gambar 4. 68 Tampak atas pelengkung atas ( <i>top chord</i> ) dan ikatan angin pelengkung atas.....	157
Gambar 4. 69 Tampak bawah pelengkung bawah ( <i>bottom chord</i> ) dan ikatan angin pelengkung atas.....	157
Gambar 4. 70 Analisis gaya aksial jembatan Trisula Lama 3D.....	158
Gambar 4. 71 Analisis gaya aksial jembatan Trisula Lama.....	159
Gambar 4. 72 Analisis gaya geser jembatan Trisula Lama.....	159
Gambar 4. 73 Analisis momen ultimate jembatan Trisula Lama.....	160
Gambar 4. 74 Analisis lendutan jembatan Trisula Lama.....	162
Gambar 4. 75 Ilustrasi perencanaan <i>stiffner</i> gelagar tepi.....	166
Gambar 4. 76 Ilustrasi potongan desain sambungan gelagar memanjang ke gelagar melintang dari tampak depan.....	198

Gambar 4. 77 Ilustrasi potongan desain sambungan elemen gelagar melintang ke gelagar tepi dari tampak samping .....	203
Gambar 4. 78 Ilustrasi potongan desain sambungan gelagar melintnag ke gelagar tepi dari tampak depan .....	203
Gambar 4. 79 Ilustrasi potongan desain sambungan antar gelagar tepi tampak samping .....	205
Gambar 4. 80 Ilustrasi potongan desain sambungan antar gelagar tepi tampak atas .....	206
Gambar 4. 81 Perspektif 3 dimensi tipe sambungan PV type 1110 (PREIFER Seilbau) .....	207
Gambar 4. 82 Perspektif 3 dimensi tipe sambungan PV type 1110 (PREIFER Seilbau) .....	207
Gambar 4. 83 Desain pelat gusset rencana jembatan Trisula Lama .....	208
Gambar 4. 84 Perspektif 3 dimensi tipe sambungan PV type 1110 (PREIFER Seilbau) .....	211
Gambar 4. 85 Desain sambungan batang penggantung dan rangka utama.....	213
Gambar 4. 86 Tinjauan sambungan rangka utama pelengkung jembatan Trisula Lama.....	214
Gambar 4. 87 Gaya aksial gelagar/member yang bekerja pada sambungan kode A .....	215
Gambar 4. 88 Gaya aksial gelagar/member yang bekerja pada sambungan kode B .....	217
Gambar 4. 89 Ilustrasi potongan desain sambungan ikatan angin melintang dan diagonal .....	220
Gambar 4. 90 Ilustrasi potongan desain sambungan ikatan angin atas dan pelengkung .....	224
Gambar 4. 91 Ilustrasi potongan desain sambungan ikatan angin lantai kendaraan ke gelagar melintang dari tampak samping.....	227
Gambar 4. 92 Ilustrasi potongan desain sambungan ikatan angin lantai kendaraan ke gelagar melintang dari tampak atas .....	228
Gambar 4. 93 <i>Pot bearing</i> type free sliding Agom V-max.....	230
Gambar 4. 94 <i>Pot bearing</i> type guide Agom V-max .....	230
Gambar 4. 95 <i>Pot bearing</i> type guide Agom V-max .....	231
Gambar 4. 96 <i>Pot bearing</i> type free sliding Agom V-max.....	231

## SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI



### SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,

Nama : Agung Dwi Laksono

NIM : 201910340311067

Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1	9	%	≤ 10%
BAB 2	22	%	≤ 25%
BAB 3	31	%	≤ 35%
BAB 4	8	%	≤ 15%
BAB 5	0	%	≤ 5%
Naskah Publikasi	17	%	≤ 20%

Malang, 29 Mei 2024

Sandi Wahyudiono, ST., MT

## DAFTAR PUSTAKA

- Komite Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01-S2. 2016. *SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Komite Teknis Bahan, Sains, Struktur dan Konstruksi Bangunan 91-01-S4. 2013. *SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Komite Teknis Bahan, Sains, Struktur dan Konstruksi Bangunan 91-01-S4. 2012. *SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Komite Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01-S2. 2016. *SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Pusat Litbang Prasarana Transportasi. 2005. *RSNI T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Pusat Litbang Prasarana Transportasi. 2005. *RSNI T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- AASHTO 2007. 2007. *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*. New York: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Agom . 2007. *V Max Pot bearing Catalogue*. Italy: Agom International SRL
- Seil-Und Hebetchnik. 2019. *Pfeifer Tension Member Catalogue*. Memmingen: PFEIFER Seilbau.
- Vaza Herry. 2017. *Kutai Kartanegara Suspension Bridge: Dari Desain, Konstruksi sampai Tragedi Runtuh*. Bandung. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

- ANSI/AISC 360-16. 2016. *Spesfication for Structural Steel Buildings*. Chicago. American Insitute of Steel Construction.
- ANSI/AISC 360. 2013. *Design Examples* . Chicago. American Insitute of Steel Construction.
- Utomo, Seno. 2017. *Modifikasi Perencanaan Jembatan Sei Segah Kabupaten Berau Menggunakan Jembatan Busur Lantai Kendaraan Tengah*. Skripsi. Surabaya, Fakultas Teknis Sipil dan Perencanaan Insitut Teknologi Sepuluh November.
- Hakikie, Prasetyo. 2017. *Perencanaan Ulang Jembatan Lemah Ireng II pada Jalan Tol Semarang-Bawen Menggunakan Jembatan Busur Rangka Baja*. Surabaya, Fakultas Teknis Sipil dan Perencanaan Insitut Teknologi Sepuluh November.
- Chen, Wai & Duan, Lian. (Eds). 2014. *Bridge Engineering Handbook Second Edition : Fundamentals*. London. CRC Press
- Lin, Wei & Yoda, Teruhiko. 2017. *Bridge Engineering: Classifications, Design Loading, and Analysis Methods*. London. Elseveir & Butterworth-Heinemann.
- Taly, Narendra. 2015. *Highway Bridge Superstructure Engineering: LRFD Approaches to Design and Analysis*. Boca Raton. CRC Press
- Fu, Gongkang. 2013. *Bridge Design and Evaluation: LRFD and LRFR*. New Jersey. John Wiley & Sons, Inc