

## **TUGAS AKHIR**

# **STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BANDAR NGALIM, KOTA KEDIRI MENGGUNAKAN PELENGKUNG PIPA BAJA (*THROUGH ARCH BRIDGE*)**

*Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Gelar Sarjana Teknik S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang*



**Disusun Oleh:**

**BAGAS AJI KAWISWARA**

**1921008**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2024**

**TUGAS AKHIR**

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN  
BANDAR NGALIM, KOTA KEDIRI MENGGUNAKAN PELENGKUNG  
PIPA BAJA (*THROUGH ARCH BRIDGE*)**

*Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Gelar Sarjana Teknik S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang*



**Disusun Oleh:**

**BAGAS AJI KAWISWARA**

**1921008**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
TUGAS AKHIR**

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN  
BANDAR NGALIM, KOTA KEDIRI MENGGUNAKAN PELENGKUNG  
PIPA BAJA (*THROUGH ARCH BRIDGE*)**

*Telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan  
Pada tanggal 20 Januari 2024*

**Disusun Oleh:**

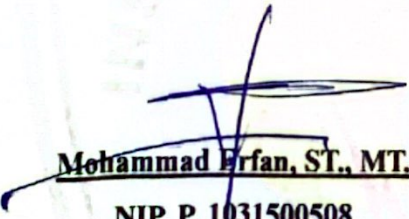
**BAGAS AJI KAWISWARA**

**1921008**


**Menyetujui:**

**Dosen Pembimbing 1**

**Dosen Pembimbing 2**

  
**Mohammad Erfan, ST., MT.**

**NIP. P. 1031500508**

  
**Vega Aditama, ST., MT.**

**NIP. P. 1031900559**

Malang, Februari 2024

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**

  
**Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.**  
**NIP. P. 1030300383**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2024**



**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN  
BANDAR NGALIM, KOTA KEDIRI MENGGUNAKAN PELENGKUNG  
PIPA BAJA (*THROUGH ARCH BRIDGE*)**

*Tugas akhir ini telah dipertahankan di hadapan dosen pembahas tugas akhir  
jenjang Strata (S-1)*

*Pada Tanggal 31 Januari 2024*

*Dan diterima untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana  
Teknik Sipil (S-1)*

**Disusun Oleh:**

**BAGAS AJI KAWISWARA**

**1921008**

**Dosen Pembahas :**

**Dosen Pembahas 1**

**Dosen Pembahas 2**



**Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.**

**Hadi Surya Wibawanto S. ST., MT.**

**NIP. P. 1030300383**

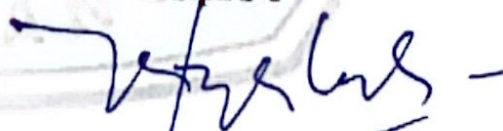
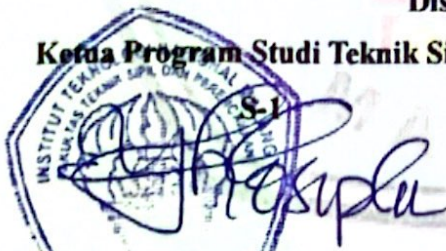
**NIP. Y. 1032000579**

**Disahkan Oleh :**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil**

**Sekretaris Program Studi Teknik**

**Sipil S-1**



**Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.**

**Nenny Roostrianawaty, ST., MT.**

**NIP. P. 1030300383**

**NIP. P. 1030300383**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2024**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Institut Teknologi Nasional Malang. Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bagas Aji Kawiswara

NIM : 1921008

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul:

**“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BANDAR NGALIM, KOTA KEDIRI MENGGUNAKAN PELENGKUNG PIPA BAJA (*THROUGH ARCH BRIDGE*)”**

Merupakan karya asli hasil sendiri dan bukan duplikat serta tidak mengutip seluruhnya karya milik orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya dan tercantum dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Tugas Akhir ini merupakan hasil duplikasi atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian surat pernyataan ini saya tulis dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Malang, ... Februari 2024

Penulis Surat Pernyataan



**Bagas Aji Kawiswara**

**1921008**

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN  
BANDAR NGALIM, KOTA KEDIRI MENGGUNAKAN PELENGKUNG  
PIPA BAJA (*THROUGH ARCH BRIDGE*)**

**Oleh:**

**Bagas Aji Kawiswara, Mohammad Erfan, Vega Aditama**

**ABSTRAK**

Jembatan Bandar Ngalim didirikan pada tahun 1973 dengan menggunakan tipe *Callender Hamilton* (CH). Dikutip dari website [radarkediri.jawapos.com](http://radarkediri.jawapos.com), Asisten Perekonomian dan Pembangunan Kota Kediri Ferry Djatmiko menjelaskan jembatan ini mulai *overload* dimana *Volume Capacity Ratio* (VCR) Jembatan Bandar Ngalim berada diatas 0,5 hingga 1. Sementara untuk angka ideal VCR jembatan berada di bawah 0,5.

Pada penyusunan tugas akhir ini dicoba melakukan alternatif perencanaan untuk struktur atas Jembatan Bandar Ngalim menggunakan tipe pelengkung. Data awal yang didapat untuk melakukan perencanaan meliputi panjang total jembatan 142 meter dan lebar jembatan 9 meter. Direncanakan ulang untuk lebar lantai kendaraan menjadi 13 m sehingga menjadi 4 lajur. Metode yang digunakan pada studi alternatif perencanaan ini adalah metode Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBT) dan menggunakan program bantu SAP2000 v22.

Dari hasil analisa untuk alternatif perencanaan ini didapatkan struktur atas jembatan untuk pelat lantai menggunakan tulangan pokok D16-100 mm dan tulangan bagi D10-200 mm serta menggunakan *steel deck*, gelagar memanjang menggunakan BOKS 500 × 300 × 12 × 12, gelagar melintang menggunakan BOKS 1200 × 700 × 35 × 35, gelagar induk memanjang tepi menggunakan BOKS 1200 × 800 × 30 × 30, gelagar induk pelengkung menggunakan PIPA Ø 2000 × 35, gelagar melintang atas menggunakan PIPA Ø 700 × 20, ikatan angin atas menggunakan PIPA Ø 350 × 15, ikatan angin bawah menggunakan L 250 × 250 × 25, kabel penggantung menggunakan *Macalloy* M76, perletakan elastomer menggunakan ukuran 500 × 500 × 155, perletakan *base plate* menggunakan ukuran 2800 × 2800 × 40.

**Kata Kunci : Jembatan, Jembatan Pelengkung, Pipa Baja, Struktur Atas *Through Arch Bridge*.**

**ALTERNATIVE STUDY OF STRUCTURAL PLANNING FOR UPPER  
STRUCTURE OF THE BANDAR NGALIM BRIDGE, KEDIRI CITY USING  
STEEL PIPE ARCH (THROUGH ARCH BRIDGE)**

**By :**

**Bagas Aji Kawiswara, Mohammad Erfan, Vega Aditama**

**ABSTRACT**

*The Bandar Ngalim Bridge was built in 1973 using the Callender Hamilton (CH) type. Quoted from the website [radarkediri.jawapos.com](http://radarkediri.jawapos.com), Kediri City Economy and Development Assistant Ferry Djatmiko explained that this bridge is starting to be overloaded where the Volume Capacity Ratio (VCR) of the Bandar Ngalim Bridge is above 0.5 to 1. Meanwhile, the ideal VCR figure for the bridge is below 0.5.*

*In preparing this thesis, an alternative planning attempt was made for the upper structure of the Bandar Ngalim Bridge using the arch type. The initial data obtained for planning includes a total bridge length of 142 meters and a bridge width of 9 meters. It has been re-planned to increase the width of the vehicle floor to 13 m so that there are 4 lanes. The method used in this alternative planning study is the Load and Resistance Factor Design (DFBT) method and uses the SAP2000 v22 auxiliary program.*

*From the results of the analysis for this planning alternative, it was found that the bridge's upper structure for the floor plate used main reinforcement D16-100 mm and shrinkage reinforcement used D10-200 mm and used steel deck, longitudinal girders used BOKS 500 × 300 × 12 × 12, transverse girders used BOX 1200 × 700 × 35 × 35, long edge main girder uses BOX 1200 × 800 × 30 × 30, curved main girder uses PIPA Ø 2000 × 35, upper transverse girder uses PIPE Ø 700 × 20, upper wind tie uses PIPA Ø 350 × 15, the bottom wind tie uses L 250 × 250 × 25, the hanging cable uses Macalloy M76, the elastomer placement uses size 500 × 500 × 155, the base plate placement uses size 2800 × 2800 × 40.*

**Keyword : Bridge, Upper Structure, Through Arch Bridge, Steel Pipe, Steel Bridge.**

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatNya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Bandar Ngalim, Kota Kediri Menggunakan Pelengkung Pipa Baja (*Through Arch Bridge*)” dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak **Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.** selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ibu **Dr. Debby Budi Susanti, ST., MT.** selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
3. Bapak **Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.** selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil S-1.
4. Bapak **Mohammad Erfan, ST., MT.** selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Bapak **Vega Aditama, ST., MT.** selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.

Penyusun juga menyadari bahwa pada Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran, petunjuk, bimbingan, dan kritik yang bersifat membangun demi kelanjutan kami selanjutnya.

Malang, .... Desember 2023

Penyusun.

**Bagas Aji Kawiswara**



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Q.S Asy-Syuura: 43

“Tetapi orang yang bersabar dan memaafkan, sesungguhnya (perbuatan) yang demikian itu termasuk hal-hal yang diutamakan”

Dengan segala puja dan puji syukur kepada Allah SWT dan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta, akhirnya tugas akhir ini dapat dirampungkan dengan baik. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya khaturkan rasa syukur dan terimakasih saya kepada:

1. Orang tua saya yang selalu memberi dukungan dan do'a tiada henti untuk kesuksesan saya.
2. Adik-adik saya, Dhika dan Kanti yang selalu memberi keceriaan dan kebahagiaan setiap bertemu dengan mereka sehingga sangat membantu meredakan kepenatan yang saya rasakan, maaf ya aku jarang pulang ke rumah.
3. Untuk Shofiyyah Almaas Hakimah, Apa yang kamu berikan di masa pengerjaan tugas akhir ini begitu berpengaruh besar. Seperti caramu untuk menyemangati, memberi masukan, berdiskusi bareng meskipun prodi kita beda tetapi sangat-sangat membantu saya. Terima kasih untuk hari-harinya selalu menemani dan *mensupport* saya.
4. Teman-teman saya, Gepeng, Erich, Rico, Givar. Meysya yang bersama-sama berjuang untuk menyelesaikan tugas akhir masing-masing dan menjadi teman “ambis” selama di perkuliahan. Terima kasih buat kalian yang selalu menjadi *support system* selama ini.
5. Roketto, Robbuca, Nako, Naiki, dan *café-café* lainnya yang selalu saya kunjungi untuk mengerjakan tugas.
6. Kost Bendungan Bening no. 23 yang sudah memberikan tempat yang nyaman untuk tinggal selama kurang lebih 2 tahun ini.
7. Semua yang terlibat dalam pengerjaan tugas akhir ini yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Akhir kata, saya persembahkan tugas akhir ini pada kalian sebagai tanda terima kasih telah di *support* oleh kalian. Semoga tugas akhir ini bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan kedepannya.

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b><i>ABSTRACT</i></b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Maksud dan Tujuan .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Manfaat Studi .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Studi Terdahulu.....	6
2.2 Pengertian Jembatan.....	13
2.3 Definisi Jembatan Baja Tipe Pelengkung.....	14
2.3.1 Jembatan Baja Tipe Pelengkung .....	14

2.3.2	Keuntungan Jembatan Baja Tipe Pelengkung.....	15
2.4	Teori Dasar Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBT).....	16
2.5	Teori Desain Struktur Baja .....	16
2.5.1	Komponen Struktur untuk Tekan .....	16
2.5.2	Komponen Struktur dengan Elemen Langsing (PSR Bundar).....	17
2.6	Pembebanan Jembatan .....	17
2.6.1	Beban Mati .....	17
2.6.2	Beban Lalu Lintas .....	19
2.6.3	Faktor Beban Dinamis (FBD).....	22
2.6.4	Gaya Rem ( <i>TB</i> ) .....	23
2.6.5	Pembebanan untuk Pejalan Kaki ( <i>TP</i> ) .....	23
2.6.6	Beban Angin.....	24
2.6.7	Pengaruh Gempa .....	27
2.6.8	Kombinasi Pembebanan.....	27
2.7	Bagian-bagian Perencanaan Struktur Jembatan Pelengkung .....	28
2.7.1	Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang .....	29
2.7.2	Pelat Lantai Kendaraan .....	31
2.7.3	Gelagar Memanjang Tepi (Gelagar Induk) .....	33
2.7.4	Pelengkung Jembatan.....	33
2.7.5	Ikatan Angin .....	35
2.7.6	Kabel ( <i>Hanger</i> ) .....	36
2.7.7	Socket.....	37
2.7.8	Perletakan Bantalan Elastomer .....	38
2.7.9	Perletakan Base Plate .....	38
2.8	Perencanaan Sambungan .....	40

2.8.1	Sambungan Baut .....	41
2.8.2	Sambungan Las .....	42
BAB III METODOLOGI PERENCANAAN .....		47
3.1	Data Eksisting Jembatan .....	47
3.2	Metodologi Perencanaan.....	47
3.3	Lokasi Perencanaan.....	47
3.4	Data Perencanaan Jembatan.....	48
3.4.1	Data Struktur .....	48
3.4.2	Data Material.....	48
3.4.3	Data Pembebanan.....	49
3.5	Gambar Perencanaan Jembatan.....	51
3.6	<i>Flow Chart</i> /Diagram Alir.....	52
BAB IV ANALISA PERENCANAAN .....		56
4.1	Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan dan Trotoir .....	56
4.1.1	Identifikasi Jenis Pelat dan Kontrol Ketebalan Pelat .....	56
4.1.2	Perhitungan Pembebanan .....	59
4.1.3	Perhitungan Statika Pelat Lantai Kendaraan dan Trotoir.....	65
4.1.4	Perhitungan Penulangan pada Pelat Lantai .....	67
4.2	Perencanaan Profil Gelagar Memanjang.....	82
4.2.1	Perhitungan Pembebanan pada Gelagar Memanjang.....	83
4.2.2	Perhitungan Dimensi Profil Gelagar Memanjang .....	87
4.3	Perencanaan Profil Gelagar Melintang .....	97
4.3.1	Perhitungan Pembebanan pada Gelagar Melintang .....	97
4.3.2	Perhitungan Dimensi Gelagar Melintang.....	109
4.4	Perencanaan Profil Gelagar Induk .....	131

4.4.1 Perhitungan Pembebanan pada Gelagar Induk .....	131
4.4.2 Perhitungan Dimensi Profil Gelagar Induk Memanjang Tepi.....	155
4.4.3 Perhitungan Dimensi Profil Gelagar Induk Pelengkung.....	168
4.5 Perencanaan Profil Gelagar Melintang Atas .....	180
4.6 Perencanaan Profil Ikatan Angin Atas.....	188
4.7 Perencanaan Profil Ikatan Angin Bawah.....	194
4.8 Perencanaan Kabel dan <i>Socket</i> .....	201
4.8.1 Perencanaan Dimensi Kabel ( <i>Hanger</i> ).....	201
4.8.2 Perencanaan Dimensi <i>Socket</i> .....	202
4.9 Perencanaan Sambungan Gelagar Jembatan.....	204
4.9.1 Perencanaan Sambungan Gelagar Memanjang-Melintang .....	204
4.9.2 Perencanaan Sambungan Gelagar Melintang-Induk Memanjang Tepi .....	222
4.9.3 Perencanaan Sambungan Gelagar Induk Memanjang Tepi.....	241
4.9.4 Perencanaan Sambungan Gelagar Induk Pelengkung.....	263
4.9.5 Perencanaan Sambungan Gelagar Melintang Atas-Induk Pelengkung .....	281
4.9.6 Perencanaan Sambungan Ikatan Angin Atas.....	298
4.9.7 Perencanaan Sambungan Ikatan Angin Bawah.....	317
4.9.8 Perencanaan Sambungan Kabel dan <i>Socket</i> .....	330
4.10 Perencanaan Perletakan Elastomer .....	358
4.11 Perencanaan Perletakan <i>Base Plate</i> .....	371
4.12 Kontrol Lendutan Global .....	386
BAB V PENUTUP.....	388
5.1 Kesimpulan .....	388



5.2 Saran.....	391
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>392</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>395</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jembatan Bandar Ngalim .....	1
Gambar 2.1 Alternatif Perencanaan Jembatan Seacorm Kabupaten Jembrana, Bali (Ghello dkk., 2020) .....	7
Gambar 2.2 Alternatif Perencanaan Jembatan Sanga Sanga, Kecamatan Palaran (Susanto dkk., 2022) .....	8
Gambar 2.3 Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Soekarno-Hatta (Kurniawan dkk., 2020) .....	11
Gambar 2.4 Model Pelengkung Miring (Sukrawa dkk., 2007).....	12
Gambar 2.5 Beban lajur "D" .....	21
Gambar 2.6 Pembebanan truk "T" .....	22
Gambar 2.7 Faktor beban dinamis beban T untuk pembebanan lajur "D".....	23
Gambar 2.8 Lebar efektif balok komposit .....	29
Gambar 2.9 Profil penampang boks baja .....	30
Gambar 2.10 Profil penampang pipa baja.....	33
Gambar 2.11 Parallel wire cables.....	36
Gambar 2.12 Wire ropes .....	37
Gambar 2.13 Open wire socket.....	37
Gambar 2.14 Sambungan socket pada struktur.....	37
Gambar 2.15 Representasi bantalan elastomer .....	38
Gambar 3.1 Peta lokasi Jembatan Bandar Ngalim.....	47
Gambar 3.2 Detail peta lokasi Jembatan Bandar Ngalim .....	48
Gambar 3.3 Eksisting Jembatan Bandar Ngalim .....	48
Gambar 3.4 Tampak samping Jembatan Bandar Ngalim.....	51
Gambar 3.5 Tampak depan Jembatan Bandar Ngalim.....	51
Gambar 3.6 3D modelling pada program bantu SAP2000 .....	52
Gambar 4.1 Titik tinjau tebal pelat lantai kendaraan .....	56
Gambar 4.2 Titik tinjau tebal pelat lantai trotoir.....	58
Gambar 4.3 Tinjauan pelat lantai kendaraan.....	59
Gambar 4.4 Faktor beban dinamis beban "T" untuk pembebanan lajur "D" .....	61

Gambar 4.5 Tinjauan pelat lantai trotoir .....	61
Gambar 4.6 Detail tiang sandaran .....	63
Gambar 4.7 Skema beban kerb .....	64
Gambar 4.8 Skema pembebanan kondisi I.....	65
Gambar 4.9 Skema pembebanan kondisi II .....	65
Gambar 4.10 Skema pembebanan kondisi III .....	65
Gambar 4.11 Momen maksimum pada tumpuan dan lapangan kondisi I (kNm) .	66
Gambar 4.12 Momen maksimum pada tumpuan dan lapangan kondisi II (kNm)	66
Gambar 4.13 Momen maksimum pada tumpuan dan lapangan kondisi III (kNm) .....	66
Gambar 4.14 Distribusi tegangan-regangan pada analisa pelat daerah tumpuan..	68
Gambar 4.15 Distribusi tegangan-regangan pada analisa pelat daerah tumpuan..	75
Gambar 4.16 Denah penulangan pelat lantai .....	82
Gambar 4.17 Skema pembebanan akibat BTR .....	84
Gambar 4.18 FBD untuk BGT .....	85
Gambar 4.19 Skema pembebanan akibat BGT .....	86
Gambar 4.20 Penampang profil baja untuk gelagar memanjang .....	87
Gambar 4.21 Properti profil gelagar memanjang.....	89
Gambar 4. 22 Nilai lendutan gelagar memanjang berdasarkan output SAP2000.	96
Gambar 4.23 Perencanaan gelagar memanjang .....	97
Gambar 4.24 Tinjauan pembebanan pada gelagar melintang .....	97
Gambar 4.25 Pembebanan akibat beban mati lantai kendaraan.....	98
Gambar 4.26 Pembebanan akibat beban mati lantai trotoir .....	99
Gambar 4. 27 Skema pembebanan akibat beban mati lantai kendaraan dan lantai trotoir.....	100
Gambar 4.28 Skema pembebanan akibat berat sendiri gelagar memanjang.....	101
Gambar 4.29 Skema pembebanan akibat BTR .....	103
Gambar 4.30 FBD untuk BGT .....	104
Gambar 4.31 Skema pembebanan akibat BGT .....	105
Gambar 4.32 Skema pembebanan akibat beban hidup truk "T" .....	106
Gambar 4.33 Skema pembebanan akibat beban hidup lantai trotoir .....	108

Gambar 4.34 Penampang profil baja untuk gelagar melintang.....	110
Gambar 4.35 Properti profil gelagar melintang .....	112
Gambar 4.36 Penentuan lebar efektif balok komposit.....	117
Gambar 4.37 Distribusi tegangan plastis penampang komposit.....	118
Gambar 4.38 Garis netral penampang komposit.....	123
Gambar 4.39 Nilai lendutan dari output SAP2000 .....	126
Gambar 4.40 Perencanaan gelagar melintang.....	131
Gambar 4.41 Skema pembebanan akibat beban mati .....	134
Gambar 4.42 Skema beban terbagi rata (BTR).....	136
Gambar 4.43 FBD untuk BGT .....	137
Gambar 4.44 Skema beban garis terpusat (BGT) .....	137
Gambar 4.45 Skema pembebanan akibat beban hidup lantai trotoir .....	139
Gambar 4.46 Skema beban rem .....	141
Gambar 4.47 Pembagian bidang untuk beban angin pada jembatan .....	143
Gambar 4.48 Skema beban angin tekan.....	145
Gambar 4.49 Skema beban angin hisap .....	146
Gambar 4.50 Skema beban angin kendaraan .....	148
Gambar 4.51 Parameter percepatan gempa.....	149
Gambar 4.52 Skema beban gempa arah x.....	155
Gambar 4.53 Skema beban gempa arah y.....	155
Gambar 4.54 Penampang profil gelagar induk memanjang tepi.....	156
Gambar 4.55 Properti profil gelagar induk memanjang tepi.....	158
Gambar 4.56 Penampang profil gelagar induk pelengkung.....	168
Gambar 4.57 Properti profil gelagar induk pelengkung .....	170
Gambar 4.58 Penampang profil gelagar melintang atas .....	180
Gambar 4.59 Properti profil gelagar melintang atas .....	181
Gambar 4.60 Penampang profil ikatan angin atas .....	188
Gambar 4.61 Properti profil ikatan angin atas .....	189
Gambar 4.62 Penampang profil ikatan angin bawah .....	195
Gambar 4.63 Open spelter sockets with pin.....	203
Gambar 4.64 Penentuan tenggorok efektif las sudut .....	207

Gambar 4.65 Penentuan tenggorok efektif las sudut .....	212
Gambar 4.66 Sambungan gelagar memanjang-gelagar melintang .....	214
Gambar 4.67 Penentuan tenggorok efektif las sudut .....	217
Gambar 4.68 Sambungan gelagar melintang-memanjang .....	219
Gambar 4.69 Penentuan tenggorok efektif las sudut .....	225
Gambar 4.70 Penentuan tenggorok efektif las sudut .....	230
Gambar 4.71 Sambungan gelagar melintang-gelagar induk memanjang tepi ....	232
Gambar 4.72 Penentuan tenggorok efektif las sudut .....	235
Gambar 4.73 Sambungan gelagar induk memanjang tepi-gelagar melintang ....	238
Gambar 4.74 Sambungan gelagar induk memanjang tepi .....	247
Gambar 4. 75 Skema kuat tumpu pelat penyambung pada sayap profil.....	250
Gambar 4.76 Skema keruntuhan geser blok (block shear) .....	252
Gambar 4.77 Komponen pelat sayap profil gelagar induk memanjang tepi.....	253
Gambar 4.78 Beban eksentris dan konsentris ekuivalen pada grup baut induk memanjang tepi .....	255
Gambar 4.79 Skema kuat tumpu badan profil induk memanjang tepi.....	258
Gambar 4.80 Komponen pelat badan profil induk memanjang tepi .....	259
Gambar 4.81 Skema geser blok (block shear) .....	261
Gambar 4.82 Penentuan tenggorok efektif las sudut .....	268
Gambar 4.83 Sambungan las gelagar induk pelengkung-flange.....	270
Gambar 4. 84 Detail sambungan las gelagar induk pelengkung-flange .....	270
Gambar 4.85 Sambungan baut gelagar induk pelengkung.....	273
Gambar 4.86 Skema kuat tumpu flange .....	276
Gambar 4.87 Komponen flange .....	278
Gambar 4.88 Skema kapasitas geser blok (block shear).....	279
Gambar 4.89 Sambungan gelagar melintang atas-induk pelengkung.....	285
Gambar 4.90 Penentuan tenggorok efektif las sudut .....	287
Gambar 4.91 Sambungan las gelagar melintang atas-flange .....	289
Gambar 4.92 Detail sambungan las gelagar melintang atas-flange .....	290
Gambar 4.93 Sambungan baut gelagar melintang atas .....	293
Gambar 4.94 Potongan A-A sambungan baut gelagar melintang atas .....	293



Gambar 4.95 Skema kuat tumpu flange .....	296
Gambar 4.96 Skema sambungan las double bevel pada gusset plate .....	301
Gambar 4.97 Sambungan las gusset plate tepi.....	303
Gambar 4.98 Skema sambungan las double bevel pada gusset plate .....	304
Gambar 4.99 Sambungan las gusset plate tengah .....	306
Gambar 4.100 Sambungan las ikatan angin atas-pelat penyambung .....	308
Gambar 4.101 Sambungan ikatan angin atas bagian tepi .....	311
Gambar 4.102 Sambungan ikatan angin atas bagian tengah.....	312
Gambar 4.103 Skema kuat tumpu pelat penyambung .....	314
Gambar 4.104 Skema geser blok pada pelat penyambung .....	316
Gambar 4.105 Penentuan tenggorok efektif las sudut .....	321
Gambar 4.106 Sambungan ikatan angin bawah.....	326
Gambar 4.107 Penentuan tenggorok efektif las sudut .....	337
Gambar 4.108 Sambungan kabel-induk memanjang tepi .....	340
Gambar 4.109 Penentuan tenggorok efektif las sudut .....	342
Gambar 4.110 Skema pengelasan las gruv double bevel sambungan pelat penyambung dengan gusset plate.....	345
Gambar 4.111 Sambungan kabel-induk pelengkung .....	347
Gambar 4.112 Analisa efek prying pada sambungan kabel .....	356
Gambar 4.113 Perletakan elastomer.....	369
Gambar 4.114 Penentuan tenggorok efektif las sudut.....	382
Gambar 4. 115 Perletakan base plate .....	386

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Matriks Studi Terdahulu .....	6
Tabel 2.2 Faktor beban untuk beban sendiri .....	18
Tabel 2.3 Berat isi beban mati.....	19
Tabel 2. 4 Faktor beban mati tambahan .....	19
Tabel 2.5 Faktor beban untuk beban lajur “D” .....	20
Tabel 2.6 Faktor beban untuk beban "T" .....	21
Tabel 2.7 Nilai V0 dan Z0 untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu.....	24
Tabel 2.8 Tekanan angin dasar .....	25
Tabel 2.9 Tekanan angin dasar (PB) untuk berbagai sudut serang.....	26
Tabel 2.10 Komponen beban angin yang bekerja pada kendaraan .....	27
Tabel 2.11 Kombinasi beban dan faktor beban .....	28
Tabel 2.12 Nilai Ry dan Rt untuk material baja dan tulangan baja.....	35
Tabel 2.13 Ukuran minimum las fillet .....	43
Tabel 2.14 Tenggorok efektif pada las gruv flare.....	44
Tabel 2.15 Tenggorok efektif minimum las gruv penetrasi joint parsial .....	45
Tabel 2.16 Kekuatan joint tersedia yang di las (MPa) .....	46
Tabel 4.1 Ketebalan minimum pelat satu arah .....	57
Tabel 4.2 Ketebalan minimum pelat satu arah .....	59
Tabel 4.3 Rekapitulasi perhitungan pembebanan pelat lantai .....	65
Tabel 4.4 Nilai momen maksimum pada tumpuan dan lapangan .....	67
Tabel 4.5 Penentuan nilai $\beta_1$ .....	69
Tabel 4.6 Penentuan nilai as min untuk tulangan bagi.....	73
.Tabel 4.7 Penentuan nilai $\beta_1$ .....	77
Tabel 4.8 Penentuan nilai as min untuk tulangan bagi.....	81
Tabel 4.9 Rekapitulasi perhitungan luas penampang dan lengan momen .....	123
Tabel 4.10 Rekapitulasi perhitungan momen inersia komposit .....	124
Tabel 4.11 Penentuan nilai V0 dan Z0 .....	142
Tabel 4.12 Luas area per bidang .....	143
Tabel 4.13 Penentuan nilai PB .....	144

Tabel 4.14 Nilai beban angin tekan (PD tekan) .....	145
Tabel 4. 15 Nilai beban angin hisap (PD hisap).....	146
Tabel 4.16 Komponen beban angin kendaraan .....	147
Tabel 4.17 Penentuan nilai FPGA.....	150
Tabel 4.18 Penentuan nilai FA .....	151
Tabel 4. 19 Penentuan nilai Fv.....	151
Tabel 4.20 Penentuan nilai R .....	154
Tabel 4.21 Nilai Ry dan Rt untuk material baja dan tulangan baja.....	179
Tabel 4.22 Spesifikasi produk Macalloy Tension Structure.....	201
Tabel 4.23 Kapasitas kabel Macalloy 520.....	202
Tabel 4.24 Properti produk socket Ropeblock .....	203
Tabel 4.25 Ukuran minimum las sudut .....	205
Tabel 4.26 Ukuran minimum las sudut .....	210
Tabel 4.27 Ukuran minimum las sudut .....	215
Tabel 4.28 Ukuran minimum las sudut .....	224
Tabel 4.29 Ukuran minimum las sudut .....	228
Tabel 4.30 Ukuran minimum las sudut .....	234
Tabel 4.31 Pratarik baut minimum, kN.....	242
Tabel 4.32 Jarak tepi minimum baut.....	246
Tabel 4.33 Perhitungan properti baut .....	256
Tabel 4.34 Perhitungan gaya geser baut induk memanjang tepi.....	257
Tabel 4.35 Pratarik baut minimum, kN.....	264
Tabel 4.36 Ukuran minimum las sudut .....	266
Tabel 4.37 Jarak tepi minimum baut.....	272
Tabel 4.38 Pratarik baut minimum, kN.....	282
Tabel 4.39 Ukuran minimum las sudut .....	286
Tabel 4.40 Jarak tepi minimum baut.....	291
Tabel 4.41 Pratarik baut minimum, kN.....	299
Tabel 4.42 Jarak tepi minimum baut.....	310
Tabel 4.43 Pratarik baut minimum, kN.....	318
Tabel 4.44 Ukuran minimum las sudut .....	319

Tabel 4.45 Jarak tepi minimum baut.....	324
Tabel 4.46 Jarak tepi minimum baut.....	334
Tabel 4.47 Ukuran minimum las sudut.....	336
Tabel 4.48 Ukuran minimum las sudut.....	340
Tabel 4.49 Jarak tepi minimum baut.....	368
Tabel 4.50 Jarak tepi minimum baut.....	379
Tabel 4.51 Ukuran minimum las sudut.....	381

## DAFTAR NOTASI

A	= Luas keseluruhan ( $\text{mm}^2$ )
$A_{BM}$	= Luas penampang logam dasar ( $\text{mm}^2$ )
$A_b$	= Luas bruto penampang bruto ( $\text{mm}^2$ )
$A_e$	= Luas efektif ( $\text{mm}^2$ )
$A_g$	= Luas bruto dari komponen struktur ( $\text{mm}^2$ )
$A_{gv}$	= Luas bruto pemikul geser ( $\text{mm}^2$ )
$A_n$	= Luas neto komponen struktur ( $\text{mm}^2$ )
$A_{nt}$	= Luas neto pemikul tarik ( $\text{mm}^2$ )
$A_{nv}$	= Luas neto pemikul geser ( $\text{mm}^2$ )
$A_s$	= Luas penampang profil baja ( $\text{mm}^2$ )
$A_{we}$	= Luas las efektif ( $\text{mm}^2$ )
$C_c$	= Tekanan pada serat beton
$C_s$	= Tekanan pada baja
$C_{sm}$	= Koefisien respons gempa elastis
D	= Diameter terluar PSR bundar (mm)
E	= Modulus elastisitas baja (200.000 MPa)
$E_Q$	= Gaya gempa horizontal statis (kN)
$F_{cr}$	= Tegangan kritis (MPa)
$F_e$	= Tegangan tekuk elastis (MPa)
$F_{EXX}$	= Kekuatan klasifikasi logam pengisi (MPa)
$F_{nBM}$	= Tegangan nominal logam dasar (MPa)
$F_{nt}$	= Tegangan tarik nominal (MPa)
$F_{nv}$	= Tegangan geser nominal (MPa)
$F_{nw}$	= Tegangan nominal logam las (MPa)
$F_u$	= Kekuatan tarik minimum (MPa)
$F_y$	= Tegangan leleh minimum (MPa)
K	= Faktor panjang efektif
L	= Panjang bentang (m)
$L_c$	= Panjang efektif komponen struktur (mm)



Mn	= Momen nominal (kgm)
Mr	= Momen rencana (kgm)
Mu	= Momen ultimit (kgm)
PB	= Tekanan angin dasar
PDL	= Beban mati rencana (N)
PLL	= Beban hidup rencana (N)
Pn	= Kekuatan tekan nominal (N)
Pu	= Beban terfaktor (kg)
Qi	= Gaya atau beban yang bekerja
Rd	= Faktor modifikasi respons
Rn	= Kekuatan nominal
Rn	= Kekuatan tarik desain penyambung (kg)
Ru	= Kekuatan perlu menggunakan kombinasi DFBT
Ry	= Rasio kekuatan leleh terekspetasi terhadap kekuatan leleh minimum terspesifikasi
S	= Faktor Bentuk
T	= Tegangan tarik pada serat baja
U	= Faktor lag geser
V0	= Kecepatan gesekan angin (km/jam)
V10	= Kecepatan angin pada elevasi 10000 mm diatas permukaan tanah atau diatas permukaan air rencana (km/jam)
VB	= Kecepatan angin rencana yaitu 90 hingga 126 km/jam pada elevasi 10000 mm
VDZ	= Kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, Z (km/jam)
Vn	= Kuat geser nominal plat badan (kg)
W	= Ukuran kaki las (mm)
Wt	= Berat total struktur (kN)
Z	= Elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau dari permukaan air dimana beban angin dihitung ( $Z > 10000$ mm)
Z0	= Panjang gesekan di hulu jembatan (mm)
b	= Lebar elemen (m)

$b_0$	= Jarak antar gelagar
$b_E$	= Lebar efektif beton
$b_f$	= Lebar profil
$d$	= Tinggi elemen (mm)
$d_b$	= Diameter baut
$f$	= tinggi busur
$f_{ub}$	= Kekuatan tarik baut
$h$	= Tinggi elemen (mm)
$h_{ri}$	= Ketebalan efektif karet pada lapisan antara (mm)
$l$	= Panjang aktual las yang dibebani di ujung (mm)
$l_p$	= Keliling elastomer (mm)
$m$	= Jumlah bidang geser
$n$	= Jumlah elemen
$q$	= Intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan (KPa)
$t_b$	= Tebal badan (mm)
$t_f$	= Tebal flange (mm)
$t_p$	= Ketebalan plat
$t_S$	= Tebal plat lantai
$t_w$	= Tebal web (mm)
$\gamma_s$	= Keadaan Batas Layan
$\gamma_u$	= Keadaan Batas Ultimit
$\lambda_G$	= Faktor kelangsingan
$\lambda_W$	= Rasio lebar terhadap tebal badan
$\lambda_f$	= Rasio lebar terhadap tebal sayap
$\lambda_{hd}$	= Rasio lebar terhadap tebal komponen struktur daktail tinggi
$\lambda_{md}$	= Rasio lebar terhadap tebal komponen struktur daktail sedang
$\lambda_p$	= Batas maksimum untuk penampang kompak
$\lambda_r$	= Batas maksimum untuk penampang nonkompak
$\eta_i$	= Fakor pengubah respons
$\gamma_i$	= Faktor beban

- $\sigma_S$  = Tegangan rata-rata akibat beban total (MPa)  
 $\sigma_L$  = Tegangan rata-rata akibat beban hidup (MPa)  
 $\phi$  = Faktor Ketahanan  
 $\phi_b$  = Faktor ketahanan untuk lentur  
 $\phi_c$  = Faktor ketahanan untuk tekan  
 $\phi_T$  = Faktor ketahanan untuk torsi  
 $\phi_t$  = Faktor ketahanan untuk tarik  
 $\phi_v$  = Faktor ketahanan untuk geser