



**PERENCANAAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN KALIWINING  
JALAN LINGKAR SELATAN JEMBER DENGAN  
KONSTRUKSI PELENGKUNG RANGKA BAJA**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ahmad Bahrul Musyafa' Fathoni**

**NIM 121910301048**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**



**PERENCANAAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN KALIWINING  
JALAN LINGKAR SELATAN JEMBER DENGAN  
KONSTRUKSI PELENGKUNG RANGKA BAJA**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Ahmad Bahrul Musyafa' Fathoni**

**NIM 121910301048**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

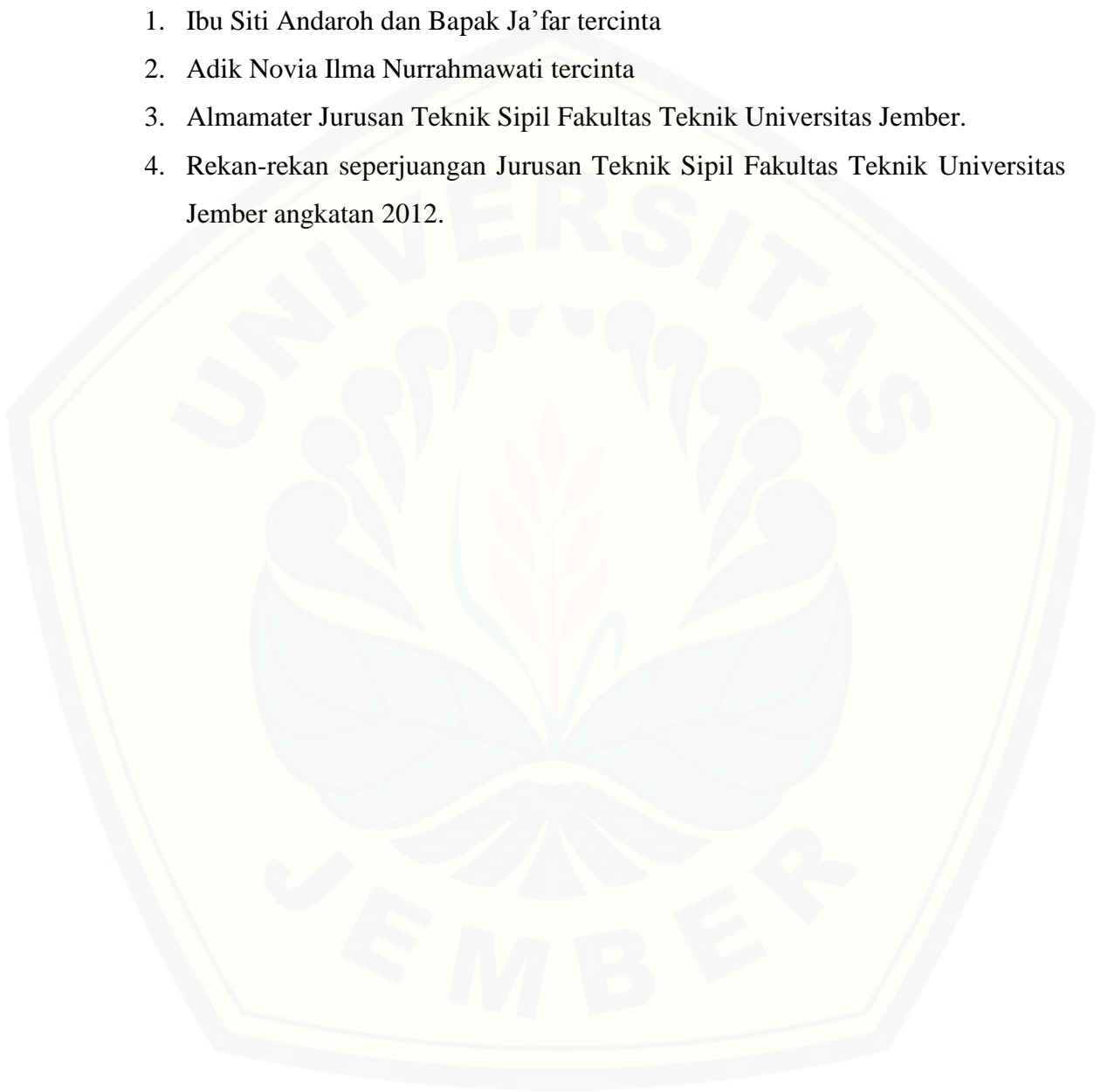
**UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu Siti Andaroh dan Bapak Ja'far tercinta
2. Adik Novia Ilma Nurrahmawati tercinta
3. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Rekan-rekan seperjuangan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember angkatan 2012.



### MOTTO

Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan (1), Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah (2). Bacalah, dan Tuhanmulah yang Pemurah (3), Yang mengajar (manusia) dengan perantaraan kalam (4), Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya (5).

(terjemahan Surat *Al-'Alaq ayat 1-5*)

Tuhan tidak akan membawamu sejauh ini hanya untuk Ia tinggalkan.

Innaa lillaahi wa innaa ilaihi rooji'uun.

**HALAMAN PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Ahmad Bahrul Musyafa' Fathoni

NIM : 121910301048

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Kaliwining Jalan Lingkar Selatan Jember dengan Konstruksi Pelengkung Rangka Baja” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada tekanan maupun paksaan dari pihak manapun. Saya bersedia menerima sanksi akademik apabila pada kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Maret 2016

Yang Menyatakan

Ahmad Bahrul M.F

121910301048

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN KALIWINING  
JALAN LINGKAR SELATAN JEMBER DENGAN  
KONSTRUKSI PELENGKUNG RANGKA BAJA**

Oleh

**Ahmad Bahrul Musyafa' Fathoni**

**NIM 121910301048**

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Kaliwining Jalan Lingkar Selatan Jember dengan Konstruksi Pelengkung Rangka Baja” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Selasa, 15 Maret 2016

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

**Tim Penguji**

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dwi Nurtanto, S.T., M.T.  
NIP.19731015 199802 1 001

Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP.19711209 199803 2 001

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Nunung Nuring Hayati, S.T., M.T.  
NIP.19760217 200112 2 002

Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.  
NIP.19700530 199803 2 001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.  
NIP.19661215 199503 2 001



## RINGKASAN

**Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Kaliwining Jalan Lingkar Selatan Jember dengan Konstruksi Pelengkung Rangka Baja;** Ahmad Bahrul Musyafa' Fathoni, 121910301048; 2016; 101 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Jembatan kaliwining adalah jembatan yang akan menghubungkan Desa Plalangan dengan Desa Kaliwining Bedadung pada perencanaan jalan lingkar selatan Jember. Pada perencanaan jembatan ini digunakan konstruksi pelengkung rangka baja. Pemberian bentuk pelengkung dimaksudkan untuk mengurangi momen lentur pada jembatan. Selain itu, jembatan pelengkung memiliki nilai estetika yang tinggi.

Pembebanan jembatan ini mengacu pada R-SNI T-02-2005 dan BMS 1992, sedangkan untuk perencanaan struktur atas jembatan menggunakan peraturan SNI dan AISC – LRFD serta analisis strukturnya menggunakan program SAP2000.

Hasil perencanaan didapatkan jembatan jenis *Through Arch* dengan konstruksi rangka baja, dimana bentang total jembatan adalah 60 meter dan tinggi totalnya 13 meter. Sedangkan material yang digunakan pada keseluruhan perencanaan gelagar adalah baja BJ 55 dengan profil WF.



## SUMMARY

**Upper Structure Design of Kaliwining Bridge Jember's Southern Ring Road with Arch Steel Frame Construction;** Ahmad Bahrul Musyafa' Fathoni, 121910301048; 2016; 101 pages; Civil Engineering Departement, Engineering Faculty, University of Jember.

Kaliwining bridge is a bridge which will connect Plalangan Village with Kaliwining Bedadung Village at Jember's southern ring road design. This bridge design uses arch steel frame construction. The arch shape aims using is to reduce bending moment at bridge. Beside that, arch bridge have a high esthetic value.

The loading of this bridge based on R-SNI T-02-2005 andBMS 1992, while for upper stucture design based on SNI and AISC-LRFD and for the structure analysis use SAP2000 program.

From the design result be gotten Trough Arch Bridge with steel frame construction, which the total of span is 60 m and have 13 m high. While the materials that used for all of frame design is BJ 55 and WF steel.

## PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas nikmat, rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Kaliwining Jalan Lingkar Selatan Jember dengan Konstruksi Pelengkung Rangka Baja”.

Atas selesainya skripsi ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ir. Hernu Suyoso, M.T., selaku Ketua Jurusan teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Dr. Anik Ratnaningsih S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Dwi Nurtanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I, Gati Annisa Hayu, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II, Nunung Nuring Hayati, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I, Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II, yang telah meluangkan waktu dan perhatiannya guna memberikan bimbingan demi terselesaikannya penulisan dan penyusunan skripsi ini.
5. Keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan inspirasi dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Saudara-saudara teknik sipil angkatan 2012 dan teman-teman teknik sipil lainnya yang telah memberikan dorongan semangat kepada penulis.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis berharap kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini. Dan penulis juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan segala pihak.

Jember, Maret 2016

Penulis

**DAFTAR ISI**

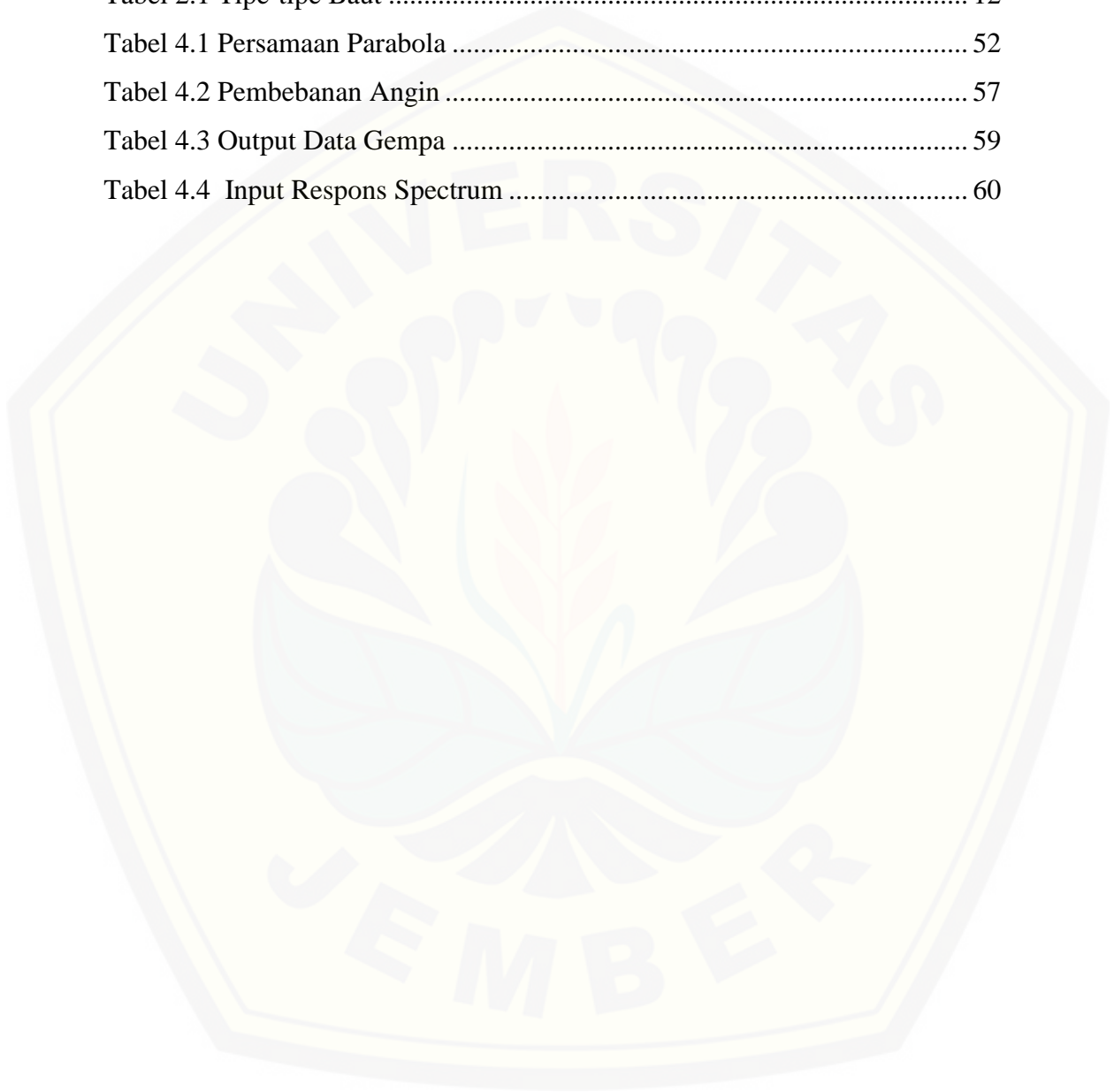
	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN BIMIBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan</b> .....	2
<b>1.4 Manfaat</b> .....	3
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	
<b>2.1 Tinjauan Umum</b> .....	4
<b>2.2 Tipe-tipe Jembatan Pelengkung</b> .....	5
<b>2.3 Pembebanan Jembatan</b> .....	6
2.3.1 Beban Mati.....	6
2.3.2 Beban Hidup .....	6
2.3.3 Beban Aksi Lingkungan .....	9
<b>2.4 Bagian-bagian Jembatan Pelengkung</b> .....	10

2.4.1 Lantai Kendaraan.....	10
2.4.2 Batang Tarik .....	11
2.4.3 Rangka Induk.....	11
<b>2.5 Perencanaan Sambungan .....</b>	<b>12</b>
2.5.1 Tahanan Nominal Baut .....	12
2.5.2 Tahanan Geser Baut.....	12
2.5.3 Tahanan Tarik Baut .....	13
2.5.4 Tata Letak Baut.....	13
<b>2.6 Perencanaan Perletakam.....</b>	<b>13</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Tahapan Perencanaan .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Diagram Alir Perencanaan .....</b>	<b>17</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Data Jembatan Rencana.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Perencanaan Sandaran.....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Perencanaan Kerb.....</b>	<b>23</b>
4.3.1 Perhitungan Kerb .....	23
4.3.2 Penulangan Kerb.....	24
<b>4.4 Perencanaan Lantai Kendaraan.....</b>	<b>25</b>
4.4.1 Pembebanan .....	25
4.4.2 Perhitungan Momen.....	26
4.4.3 Penulangan Melintang Pelat .....	27
4.4.4 Penulangan Memanjang Pelat.....	28
<b>4.5 Perencanaan Gelagar Memanjang.....</b>	<b>29</b>
4.5.1 Pembebanan .....	29
4.5.2 Desain Profil .....	31
4.5.3 Kontrol Kekuatan Lentur .....	32
4.5.4 Kontrol Lendutan .....	33

4.5.5	Kontrol Geser.....	33
<b>4.6</b>	<b>Perencanaan Gelagar Melintang .....</b>	<b>34</b>
4.6.1	Pembebanan .....	35
4.6.2	Desain Profil .....	38
4.6.3	Kontrol Kekuatan Lentur .....	39
4.6.4	Perhitungan Gelagar Komposit.....	40
4.6.5	Perhitungan Gaya Geser .....	46
4.6.6	Perhirungan Shear Connectors.....	47
<b>4.7</b>	<b>Perencanaan Rangka Induk.....</b>	<b>50</b>
4.7.1	Persamaan Geometri Pelengkung .....	51
4.7.2	Pembebanan .....	52
4.7.3	Analisa SAP2000 .....	61
4.7.4	Desain Profil .....	66
<b>4.8</b>	<b>Perencanaan Sambungan .....</b>	<b>71</b>
4.8.1	Sambungan Gelagar Memanjang-Melintang .....	71
4.8.2	Sambungan Gelagar Melintang-Batang Tarik ( $\lambda$ ).....	73
4.8.3	Sambungan Rangka Induk .....	75
4.8.4	Sambungan Ikatan Angin.....	85
<b>4.9</b>	<b>Perencanaan Perletakan.....</b>	<b>95</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>		<b>98</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan .....</b>	<b>98</b>
<b>5.2</b>	<b>Saran .....</b>	<b>98</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>99</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>101</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Tipe-tipe Baut .....	12
Tabel 4.1 Persamaan Parabola .....	52
Tabel 4.2 Pembebanan Angin .....	57
Tabel 4.3 Output Data Gempa .....	59
Tabel 4.4 Input Respons Spectrum .....	60





**DAFTAR GAMBAR**

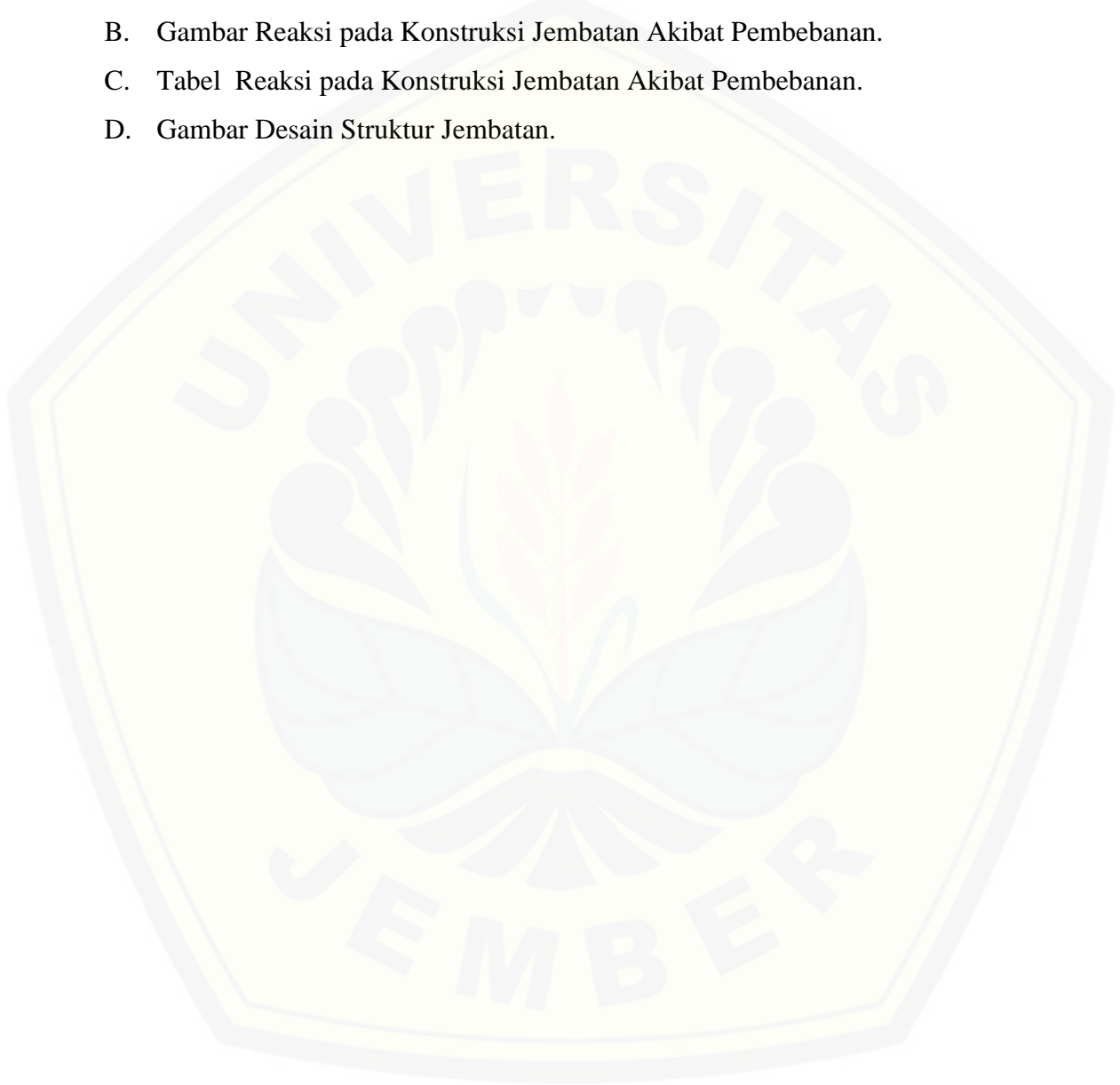
	Halaman
Gambar 2.1 Jembatan Deck Arch .....	5
Gambar 2.2 Jembatan Trough Arch .....	5
Gambar 2.3 Jembatan A Half Trough Arch .....	6
Gambar 2.4 Beban T .....	7
Gambar 2.5 Beban D .....	8
Gambar 2.6 Ketentuan Penyebaran Beban D .....	9
Gambar 2.7 Faktor Beban Dinamis .....	9
Gambar 2.8 Tata Letak Baut .....	13
Gambar 3.1 Peta Lokasi Jembatan .....	15
Gambar 3.2 Diagram Alir Perencanaan Jembatan .....	18
Gambar 4.1 Perencanaan Sandaran .....	20
Gambar 4.2 Perencanaan Kerb .....	23
Gambar 4.3 Perencanaan Lantai Kendaraan .....	25
Gambar 4.4 Perencanaan Gelagar Memanjang .....	29
Gambar 4.5 Profil Gelagar Memanjang .....	32
Gambar 4.6 Perencanaan Gelagar Melintang .....	34
Gambar 4.7 Beban Mati Sebelum Komposit .....	35
Gambar 4.8 Beban Mati Sesudah Komposit .....	36
Gambar 4.9 Beban Garis pada Gelagar Melintang .....	37
Gambar 4.10 Profil Gelagar Melintang .....	39
Gambar 4.11 Profil Gelagar Melintang Komposit .....	40
Gambar 4.12 Titik Berat Penampang Komposit .....	42
Gambar 4.13 Diagram Tegangan Gelagar Melintang .....	44
Gambar 4.14 Garis Netral Komposit .....	45
Gambar 4.15 Gaya Geser Sebelum Komposit .....	46
Gambar 4.16 Gaya Geser Sesudah Komposit .....	47
Gambar 4.17 Gaya Geser Akibat Beban Garis .....	47



Gambar 4.18 Gelagar Komposit dan Shear Connector .....	49
Gambar 4.19 Konstruksi Pelengkung .....	51
Gambar 4.20 Beban Trotoar dan Sandaran .....	53
Gambar 4.21 Beban Pelat Lantai .....	53
Gambar 4.22 Beban Aspal .....	53
Gambar 4.23 Beban BGT dan BTR .....	55
Gambar 4.24 Pembebanan Angin .....	55
Gambar 4.25 Pemodelan 3D .....	61
Gambar 4.26 Input Beban Mati.....	62
Gambar 4.27 Input Beban Hidup .....	62
Gambar 4.28 Input Beban Angin .....	63
Gambar 4.29 Input Respon Spectrum .....	63
Gambar 4.30 Output Axial Force.....	64
Gambar 4.31 Output Lendutan.....	64
Gambar 4.32 Output Steel Design Sections .....	65
Gambar 4.33 Titik Sambungan Rangka Induk.....	75
Gambar 4.34 Gaya Aksial di Titik Buhul A .....	76
Gambar 4.35 Gaya Aksial di Titik Buhul B.....	78
Gambar 4.36 Gaya Aksial di Titik Buhul C.....	80
Gambar 4.37 Gaya Aksial di Titik Buhul D .....	82
Gambar 4.38 Gaya Aksial di Titik Buhul E.....	83
Gambar 4.39 Titik Sambungan Ikatan Angin .....	85
Gambar 4.40 Gaya Aksial di Titik Buhul A .....	85
Gambar 4.41 Gaya Aksial di Titik Buhul B.....	87
Gambar 4.42 Gaya Aksial di Titik Buhul A .....	91
Gambar 4.43 Gaya Aksial di Titik Buhul B.....	93
Gambar 4.44 Detail Elastome .....	97

**DAFTAR LAMPIRAN**

- A. Input Pembebanan pada Program SAP 2000.
- B. Gambar Reaksi pada Konstruksi Jembatan Akibat Pembebanan.
- C. Tabel Reaksi pada Konstruksi Jembatan Akibat Pembebanan.
- D. Gambar Desain Struktur Jembatan.



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kemajuan kabupaten Jember dalam hal pendidikan, perekonomian dan pelayanan kesehatan menjadikan Jember sebagai pusat dari kabupaten-kabupaten yang ada di sekelilingnya. Hal tersebut mengakibatkan meningkatnya arus lalu lintas, mobilitas penduduk, dan beberapa ruas jalan di kota Jember berfungsi ganda, yaitu melayani arus lalu lintas menerus (regional) antar kota dan melayani arus lalu lintas perkotaan Jember. Alternatif untuk menangani permasalahan ini salah satunya adalah dengan pemisahan jalur lalu lintas. Pembangunan jalur baru yang akan dilaksanakan oleh pemerintah adalah pembangunan jalur lingkar selatan Jember. Jalur ini dimulai dari jalan Rambipuji menuju desa Kaliputih, melalui jalan di selatan terminal Tawang Alun menuju arah timur melewati sungai yang nantinya akan berhubungan dengan jalan Cendrawasih (desa Ajung), jalan Otto Iskandar Dinata dan jalan MH. Thamrin.

Pada perencanaan jalur lingkar selatan tersebut, akan dibutuhkan juga perencanaan beberapa jembatan sebagai penghubung antara jalur darat, karena ada beberapa jalur yang dipisahkan oleh aliran sungai. Jalur lingkar Selatan ini, salah satunya akan melewati Sungai Bedadung yang memisahkan Desa Plalangan dan Desa Kaliwining Bedadung Kecamatan Rambipuji, Jember. Dimana kondisi eksisting sungai ini memiliki lereng yang tidak terlalu curam dan memiliki lebar 60 meter. Berdasarkan uraian diatas, maka dibutuhkan suatu perencanaan jembatan, dimana tipe jembatan yang dipilih dalam Tugas Akhir ini adalah jembatan pelengkung atas, melihat kondisi lereng atau tebing sungai yang tidak terlalu dalam sehingga tidak memungkinkan jika pelengkung didesain dibawah lantai kendaraan.

Jembatan pelengkung adalah struktur jembatan berbentuk setengah lingkaran yang bertumpu pada abutmen di kedua sisi ujungnya. Adapun pemberian bentuk pelengkung itu sendiri dimaksudkan untuk mengurangi momen lentur pada jembatan sehingga penggunaan bahan menjadi lebih efisien dibandingkan gelagar parallel (D

Johnson Victor, 1980). Konstruksi rangka dipilih karena sistem kerja rangka pada setiap batangnya hanya menerima gaya *axial* baik tarik ataupun tekan dan hanya mengalami momen lentur yang sangat kecil. Selain kelebihan dari segi struktural, jembatan tipe pelengkung rangka baja ini juga mempunyai nilai lebih dari segi arsitektural dan estetika serta memberi kesan monumental karena masih belum banyak perencanaan jembatan di Indonesia yang menggunakan pelengkung rangka baja. Sedangkan pemilihan bahan dari baja karena baja memiliki kekuatan yang cukup tinggi untuk menahan tarik dan tekan tanpa membutuhkan banyak volume. Selain itu, material ini memiliki nilai lebih pada kemudahan pelaksanaan karena baja dapat dibuat terlebih dahulu melalui proses pabrikasi tanpa harus dibuat langsung di lapangan.

Proses perencanaan Jembatan Pelengkung Rangka Baja ini akan mengacu pada peraturan RSNI T-02-2005 dan BMS 1992 untuk menentukan segala pembebanan yang bekerja pada struktur jembatan tersebut, dan akan mengacu pada SNI dan AISC-LRFD untuk analisa perhitungan struktur atas yang menggunakan bahan dari baja.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah yang didapatkan adalah Bagaimana perencanaan bangunan atas jembatan kaliwining jalan lingkar selatan jember dengan konstruksi pelengkung rangka baja yang aman sesuai SNI.

## **1.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah untuk merencanakan bangunan atas jembatan kaliwining jalan lingkar selatan Jember dengan konstruksi pelengkung rangka baja yang aman sesuai SNI.

#### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari perencanaan jembatan pelengkung baja ini adalah:

1. Untuk memberikan alternatif desain jembatan yang menghubungkan antara Desa Plalangan dan Desa Kaliwining Bedadung pada pembangunan Jalan Lingkar Selatan di Jember.
2. Menambah keilmuan perihal perencanaan jembatan pelengkung baja untuk peneliti dan pembaca.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan-batasan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan hanya terbatas pada struktur atas jembatan.
2. Perencanaan jembatan menggunakan konstruksi pelengkung rangka baja dengan bentang 60 m.
3. Perencanaan lebar jalan dan trotoar menyesuaikan perencanaan jalan lingkar selatan Jember, yaitu dengan lebar jalan 2 x 3,5 meter dan trotoar 2 x 1 meter.
4. Peraturan yang digunakan untuk pembebanan adalah RSNI T-02-2005 dan BMS 1992.
5. Peraturan yang digunakan dalam perencanaan struktur jembatan pelengkung rangka baja adalah SNI T-03-2005, SNI 1726-2012, SNI 03-1729-2002, Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10/SE/M/2015, SNI T-12-2004 dan AISC-LRFD.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Umum

Jembatan pelengkung adalah struktur jembatan berbentuk setengah lingkaran yang bertumpu pada abutmen di kedua sisi ujungnya. Merupakan jenis konstruksi jembatan yang memiliki nilai estetika tinggi. Sejarah jembatan pelengkung sendiri telah dibangun sejak peradaban romawi kuno, meskipun material penyusunnya hanya terbuat dari batu.

Desain dari jembatan pelengkung (setengah lingkaran) pada prinsip kerjanya secara alami akan mengalihkan beban yang diterima lantai kendaraan jembatan menuju ke abutmen. Dalam hal ini dibutuhkan abutmen yang kokoh sehingga mampu menjaga kedua sisi jembatan agar tidak bergerak kesamping. Ketika menahan beban akibat berat sendiri dan beban lalu lintas, setiap bagian dari pelengkung akan menerima gaya tekan, oleh sebab itulah jembatan pelengkung harus terdiri dari material yang tahan terhadap gaya tekan. Kelebihan dari jembatan ini diantaranya adalah :

- Keseluruhan bagian pelengkung menerima tekan, dan gaya tekan ini ditransfer ke abutmen. Tanpa gaya tarik yang diterima oleh pelengkung memungkinkan jembatan pelengkung bisa dibuat lebih panjang dari jembatan balok biasa.
- Adapun pemberian bentuk pelengkung itu sendiri dimaksudkan untuk mengurangi momen lentur pada jembatan sehingga penggunaan bahan menjadi lebih efisien dibandingkan gelagar parallel (D Johnson Victor, 1980).
- Nilai arsitektural dari jembatan pelengkung yang dapat menjadi daya tarik tersendiri karena estetika akan memberikan nilai lebih disamping kekuatan strukturalnya.



## 2.2 Tipe-tipe Jembatan Pelengkung

Berdasarkan letak lantai kendaraannya, tipe jembatan pelengkung dibagi menjadi 3 yaitu:

### 2.2.1 Deck Arch

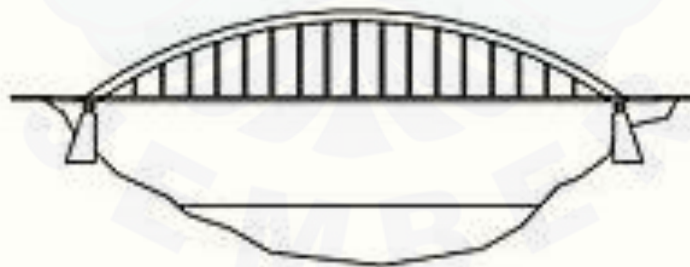
Merupakan tipe jembatan pelengkung dimana lantai kendaraan berada di atas lengkungan jembatan. Biasanya diterapkan pada daerah sungai yang memiliki lereng cukup curam.



Gambar 2.1 Jembatan Deck arch

### 2.2.2 Trough Arch

Jembatan jenis trough arch ini lantai kendaraannya berada dibawah pelengkung. Dek jembatan disangga oleh penggantung yang tersambung dengan pelengkung.

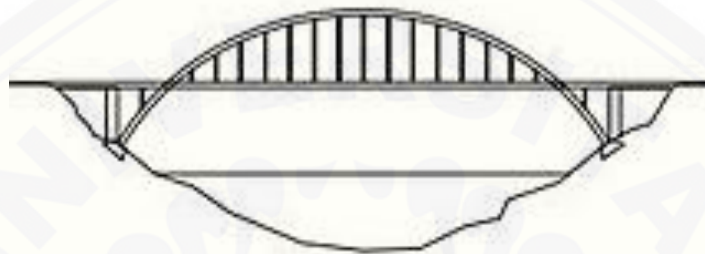


Gambar 2.2 Jembatan Trough Arch



### 2.2.3 A Half Trough Arch

Jembatan jenis ini merupakan perpaduan jenis deck arch dan trough arch, dimana lantai kendaraannya berada ditengah-tengah, atau diantara springline dan bagian pelengkung jembatan.



.Gambar 2.3 Jembatan A Half Trough Arch

## 2.3 Pembebanan Jembatan

Berdasarkan pada RSNI T-02-2005 beban-beban yang bekerja pada jembatan jalan raya dapat dibagi menjadi sebagai berikut

### 2.3.1 Beban Mati

Beban mati adalah beban yang diakibatkan oleh berat sendiri dari jembatan. Beban ini dapat berupa lantai kendaraan, gelagar, dan unsur tambahan lain yang merupakan satu keastuan tetap.

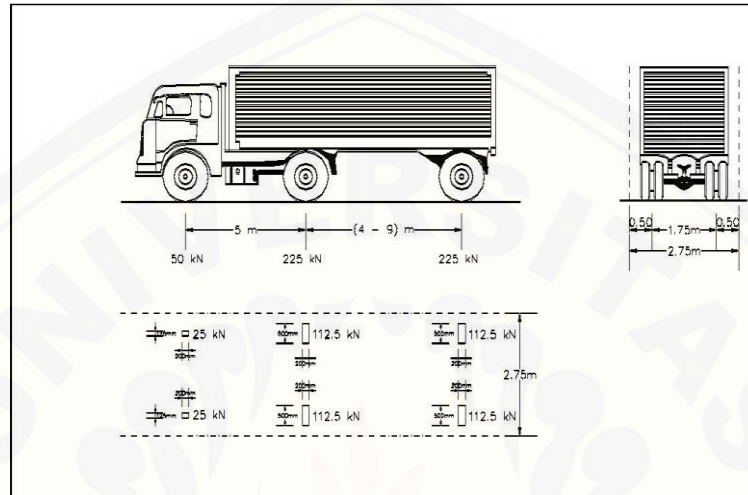
### 2.3.2 Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban dinamis yang bergerak dan bekerja pada jembatan. Dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu beban T dan beban D.

#### a. Beban T

Merupakan beban kendaraan truk. Beban tersebut tersebar merata pada bidang kontak lantai kendaraan. Berat dari masing-masing as disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 as tersebut bisa diubah-ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m. Dimana berat

beban tiap as roda adalah sebesar 11,25 ton. Beban T dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.4 Beban T (Sumber: RSNI-T-02-2005)

b. Beban D

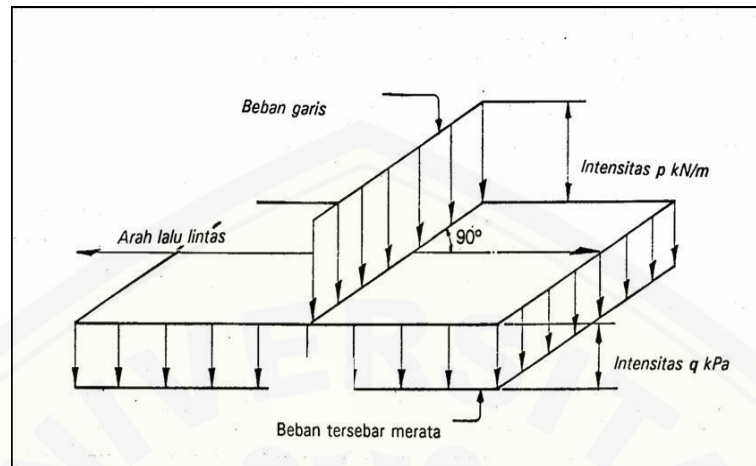
Beban D merupakan beban yang bekerja pada jalur lalu lintas. Beban ini dibagi menjadi dua yaitu beban terbagi rata (BTR) dan beban garis (BGT).

BTR mempunyai besaran  $q$  kPa yang diperoleh dari ketentuan sebagai berikut:

$$L \leq 30 \text{ m} \quad q = 8,0 \text{ kPa} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$L \geq 30 \text{ m} \quad q = 8,0 * (0,5 = 15/L) \text{ Kpa} \dots \dots \dots (2.2)$$

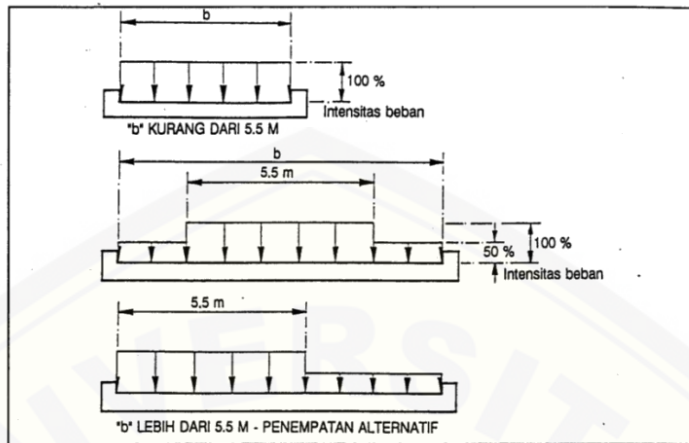
Sedangkan BGT bekerja tegak lurus lalu lintas jembatan dan mempunyai besaran  $P$  kN/m yang nilainya ditentukan sebesar 49 kN/m.



Gambar 2.5 Beban D (Sumber: RSNI-T-02-2005)

Penempatan beban ini dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut :

- Bila lebar jalur kendaraan jembatan kurang atau sama dengan 5,5 m, maka beban "D" harus ditempatkan pada seluruh jalur dengan intensitas 100 %.
- Apabila lebar jalur lebih besar dari 5,5 m, beban "D" harus ditempatkan pada jumlah lajur lalu lintas rencana ( $n_1$ ) yang berdekatan (Tabel 11), dengan intensitas 100 % seperti tercantum dalam Pasal 6.3.1. Hasilnya adalah beban garis ekuivalen sebesar  $n_1 \times 2,75 q$  kN/m dan beban terpusat ekuivalen sebesar  $n_1 \times 2,75 p$  kN, kedua-duanya bekerja berupa *strip* pada jalur selebar  $n_1 \times 2,75$  m.
- Lajur lalu lintas rencana yang membentuk strip ini bisa ditempatkan dimana saja pada jalur jembatan. Beban "D" tambahan harus ditempatkan pada seluruh lebar sisa dari jalur dengan intensitas sebesar 50 %.

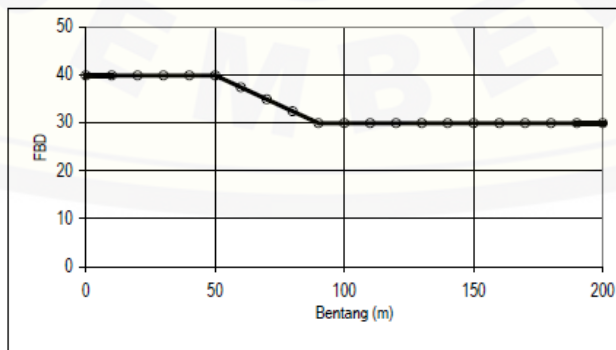


Gambar 2.6 Ketentuan Penyebaran Beban D (Sumber: RSNI-T-02-2005)

Distribusi beban hidup dalam arah melintang digunakan untuk memperoleh momen dan geser dalam arah longitudinal pada gelagar jembatan dengan mempertimbangkan beban lajur “D” tersebar pada seluruh lebar balok (tidak termasuk kerb dan trotoar) dengan intensitas 100% untuk panjang terbebani yang sesuai.

c. Faktor Beban Dinamis

FBD ini berlaku akibat interaksi beban bergerak yang berpengaruh pada jembatan. FBD dapat ditentukan dengan memperhatikan bentang jembatan pada gambar berikut:



Gambar 2.7 Faktor Beban Dinamis (Sumber: RSNI-T-02-2005)

d. Beban Pejalan Kaki

Beban yang berlaku sebesar 5 kPa. Beban ini diperhitungkan pada trotoar jembatan.

### 2.3.3 Beban Aksi Lingkungan

a. Beban Angin

Beban angin dianggap berpengaruh merata pada bidang horisontal jembatan. Menurut RSNI T-02-2005 pasal 7.6 gaya nominal ultimate pada bangunan atas :

$$TEW = 0.0006 \times CW \times VW^2 \times Ab \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana : CW = Koefisien seret = 1.2 (bangunan atas rangka)  
 VW = Kecepatan angin rencana = 30 m/s (> 5 km dari pantai)  
 Ab = Luas ekivalen bagian samping jembatan (m<sup>2</sup>)

Sedangkan gaya nominal ultimate pada kendaraan sepanjang jembatan (bekerja pada lantai kendaraan) hanya di pikul oleh ikatan angin bawah :

$$TEW = 0.0012 \times CW \times VW^2 \times Ab \dots\dots\dots (2.4)$$

b. Beban Gempa

Beban gempa harus didesain dinamis sesuai dengan peraturan SNI 1726-2012. Gempa dianalisis dengan bantuan program SAP2000 dan menggunakan metode *response spectrum analysis* yaitu grafik perbandingan antara percepatan getar (g) dengan periode getar (T). PU bersama ITB telah menyediakan data dan grafik perhitungan gempa, data tersebut dapat langsung diperoleh dari :

[http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011/](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/)

## 2.4 Bagian-bagian Jembatan Pelengkung

### 2.4.1 Lantai Kendaraan

Lantai kendaraan atau lantai jembatan termasuk ke dalam struktur bangunan atas. Bagian ini berfungsi langsung untuk memikul beban lalu-lintas yang bekerja.



Untuk jembatan pelengkung ini, lantai kendaraan menggunakan konstruksi beton komposit yang terdiri dari gelagar memanjang dan melintang.

#### 2.4.2 Batang tarik

Merupakan sebuah batang yang menerima gaya tarik, batang ini berfungsi untuk menyalurkan gaya yang diterima oleh lantai kendaraan ke rangka utama.

#### 2.4.3 Rangka Induk

Merupakan bagian dari struktur yang penting sekali karena seluruh beban di sepanjang beban jembatan dipikul olehnya. Dan bagian struktur ini mengubah gaya-gaya yang bekerja dari beban vertikal dirubah menjadi gaya horizontal atau tekan sehingga menjadi keuntungan sendiri bagi jembatan tersebut. Selain harus memiliki kekuatan yang cukup, rangka batang juga harus memiliki tinggi lengkung busur yang cukup dan ideal sehingga kekuatan busur dapat optimal. Tinggi lengkung busur tergantung pada panjang bentang jembatan. Contoh beberapa jembatan yang ada di dunia yang menggunakan sistem pelengkung antara lain :

- The Modern Britannia Bridge, di Anglesey, North Wales. Jembatan ini memiliki panjang bentang busur 461 meter dengan tinggi lengkung busur 40 meter. Sehingga perbandingan tinggi busur dengan panjang bentang adalah 1 : 11,5. Jembatan ini merupakan jembatan busur rangka baja.
- Wanxian Yangtze Bridge, di China. Jembatan ini memiliki panjang bentang 425 meter dengan tinggi lengkung busur 85 meter. Sehingga perbandingan tinggi busur dengan panjang bentang adalah 1 : 5. Jembatan ini merupakan jembatan beton rangka busur dan merupakan yang terpanjang.

Dari beberapa contoh di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa perbandingan tinggi muka tampang busur dengan panjang bentang jembatan adalah berkisar 1 : 11,5 s/d 1 : 5. Sedangkan menurut A. Hool dan W .S Kinne dalam bukunya, perbandingan

antara bentang jembatan dan tinggi fokus harus memenuhi persamaan berikut:

$$\frac{1}{6} < \frac{f}{L} < \frac{1}{5} \text{ dan } \frac{1}{40} < \frac{t}{L} < \frac{1}{25} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana f : tinggi fokus busur  
 t: tinggi tampang  
 L: panjang bentang

**2.5 Perencanaan Sambungan**

Sambungan harus dianggap memiliki kekuatan yang cukup agar profil antar unsur tidak berubah pada saat menerima pembebanan. Berikut adalah tipe – tipe baut dengan diameter , proof stress dan kuat tarik minimumnya :

Tabel 2.1 Tipe – tipe Baut (Sumber: SNI 03-1729-2002)

Tipe Baut	Diameter (mm)	Proof Stress (Mpa)	Kuat Tarik Min (Mpa)
A307	6.35-104	-	60
A325	12.7-25.4	585	825
	28.6-38.1	510	725
A490	12.7 - 38.1	825	1035

2.5.1 Tahanan Nominal Baut

Suatu baut yang memikul beban terfaktor Ru, sesuai persyaratan LRFD harus memenuhi:  $R_u \leq \phi \cdot R_n \dots\dots\dots (2.6)$

Dengan Rn : tahanan nominal baut  
 φ : faktor reduksi yang diambil sebesar 0,75.

2.5.2 Tahanan Geser Baut

Tahanan mominal satu buah baut yang memikul gaya geser harus memenuhi persamaan:  $R_n = m \cdot r_1 \cdot f_u \cdot A_b \dots\dots\dots (2.7)$



- Dengan :
- $r1a = 0,50$  untuk baut tanpa ulir pada bidang geser
  - $r1b = 0,40$  untuk baut dengan ulir pada bidang geser
  - $fub =$  Kuat tarik baut (Mpa)
  - $Ab =$  Luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir
  - $m =$  Jumlah bidang geser

### 2.5.3 Tahanan Tarik Baut

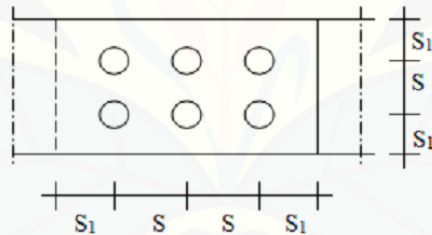
Baut yang memikul gaya tarik tahanan nominalnya dihitung menurut :

$$Rn = 0,75 \cdot fub \cdot Ab \dots\dots\dots (2.8)$$

- Dengan :
- $fub =$  Kuat tarik baut (Mpa)
  - $Ab =$  Luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

### 2.5.4 Tata Letak Baut

Tata letak baut diatur dalam pasal 13.4 adalah sebagai berikut:



Gambar 2.8 Tata Letak Baut (Sumber: SNI 03-1729-2002)

Dimana:  $3db < S < 15 tp$  atau 200 mm ..... (2.9)

$1,5db < S1 < (4tp+100mm)$  atau 200 mm ..... (2.10)

## 2.6 Perencanaan Perletakan

Perletakan jembatan menggunakan elastomer, dimana perencanaannya berdasarkan pada Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10/SE/M?2015 tentang Pedoman perancangan bantalan elastomer untuk perletakan jembatan.

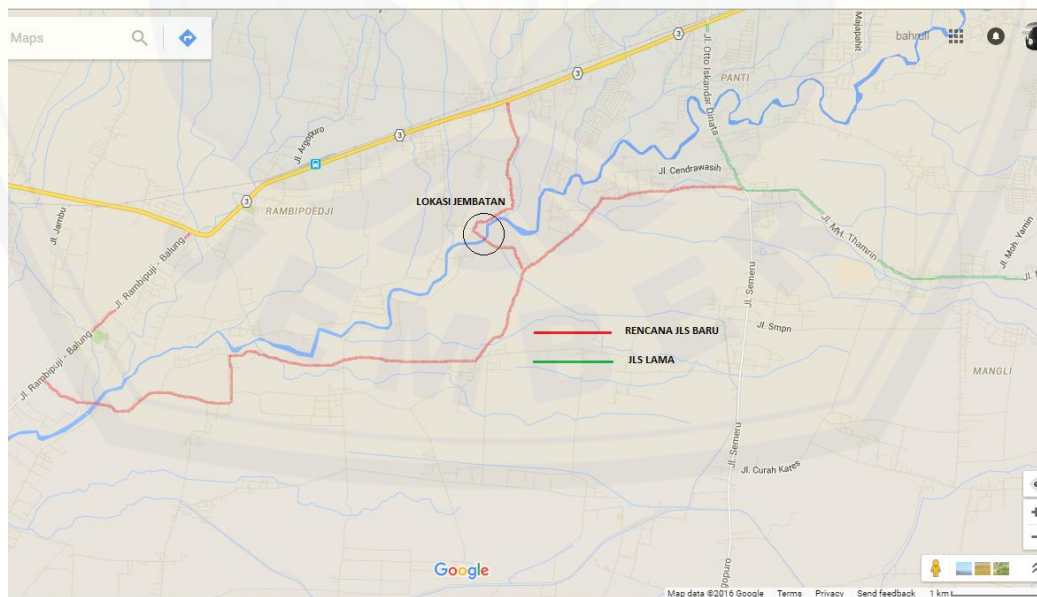
Perancangan bantalan elastomer tipe berlapis dengan perkuatan pelat baja membutuhkan keseimbangan kekakuan untuk menopang beban tekan yang besar dan untuk mengakomodasi translasi dan rotasi. Untuk bantalan karet yang dirancang menggunakan ketentuan dalam pedoman ini, keseimbangan tersebut dijaga dengan menggunakan elastomer yang relatif lentur dengan nilai modulus geser ( $G$ ), di antara 0.6 MPa dan 1.3 MPa dan faktor bentuk yang sesuai, dan kekerasan nominal karet harus berada diantara 50 dan 60 dalam skala Shore "A".

Tebal bantalan tergantung pada besarnya pergerakan yang disyaratkan. Regangan geser akibat translasi harus dibatasi kurang dari 0.5 mm/mm untuk mencegah guling dan kelelahan yang berlebihan. Ketebalan total elastomer, harus dirancang dua kali lebih besar dari translasi rencana. Untuk memastikan kestabilannya, ketebalan total bantalan karet tidak boleh melebihi  $L/3$  dan/atau  $W/3$ .

### BAB 3. METODOLOGI

#### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Jembatan yang akan direncanakan berada pada jalur alternatif lingkaran selatan jember, tepatnya di Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember. Jalur lingkaran selatan jember tersebut merupakan rencana jalur lingkaran selatan baru dimana jalurnya akan berhubungan dengan jalur lingkaran selatan jember yang lama. Jalur ini berfungsi untuk mengalihkan kendaraan angkutan barang dan bus antar kota agar tidak melintasi simpang mangli yang kinerjanya dinilai sudah buruk. Jembatan kaliwining jalur lingkaran selatan Jember ini berada di atas aliran Sungai Bedadung yang menghubungkan wilayah Desa Plalangan dengan Desa Kaliwining Bedadung. Perencanaan jembatan dilakukan selama 1 semester, tepatnya pada bulan September 2015 sampai dengan bulan Februari 2016. Berikut adalah gambar yang menunjukkan jalur lingkaran selatan yang lama, rencana jalur lingkaran selatan dan lokasi perencanaan jembatan.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Jembatan (Sumber: Google Map, 2015)

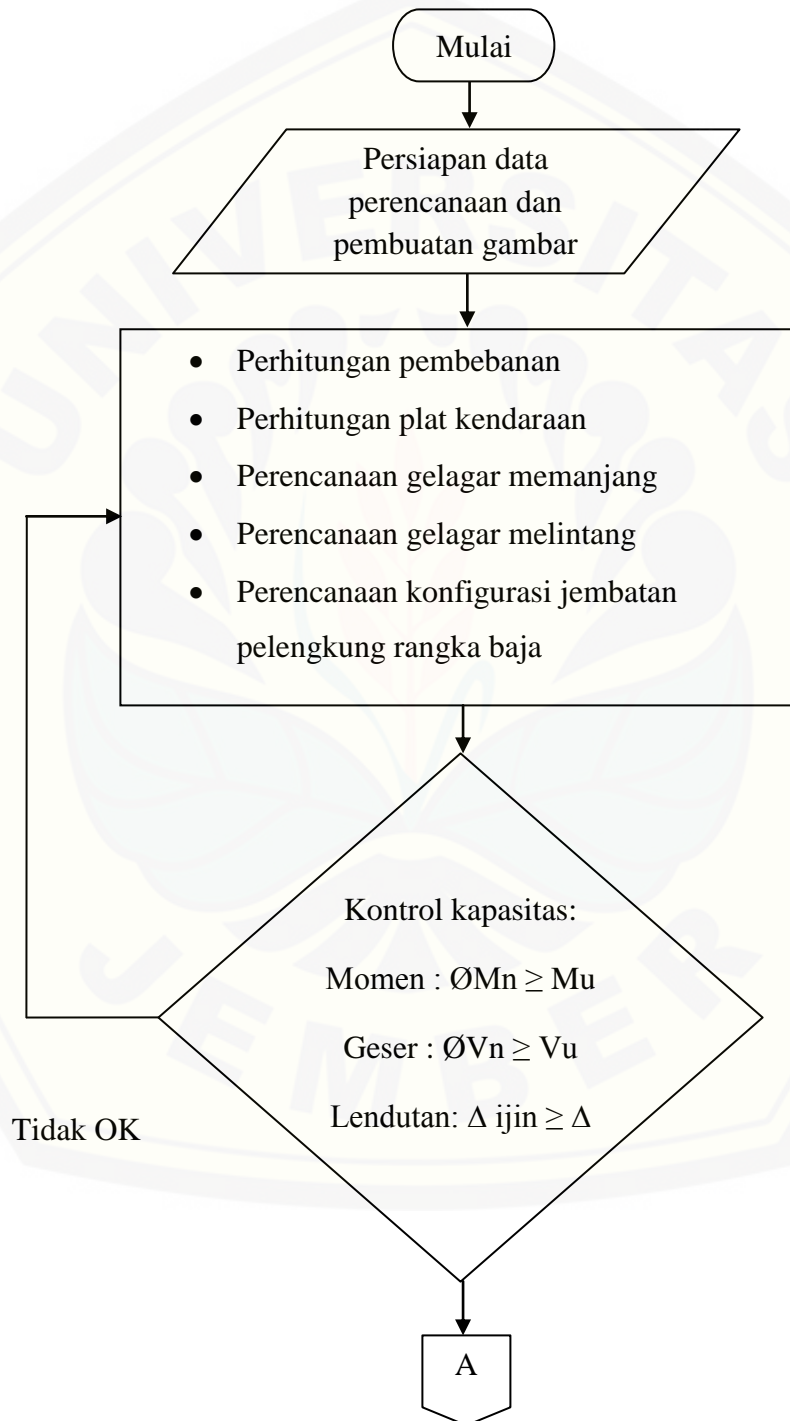
### 3.2 Tahapan Perencanaan

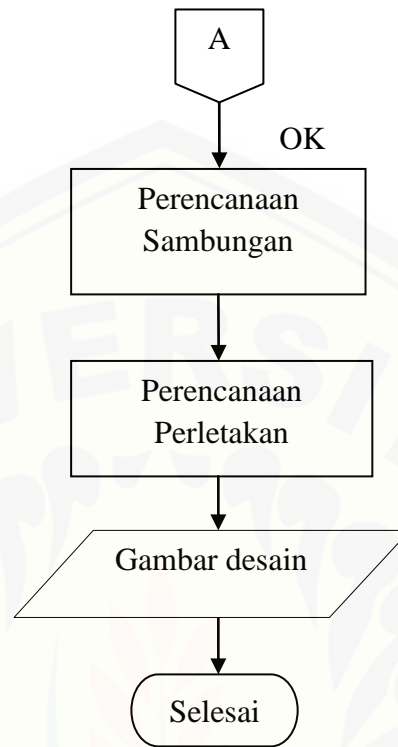
Perencanaan jembatan pelengkung baja pada jalan lingkar selatan Jember ini diawali dengan pengumpulan data-data yang diperlukan. Untuk selanjutnya dilakukan analisa dari data-data yang telah diperoleh. Apabila secara keseluruhan data yang dibutuhkan telah terpenuhi, baru dilakukan perhitungan struktur, yang meliputi bangunan atas jembatan saja. Langkah-langkah perhitungan struktur bangunan atas jembatan pelengkung rangka baja, meliputi:

1. Persiapan data perencanaan jembatan, meliputi ukuran jembatan dan gambar perencanaan
2. Perhitungan pembebanan
3. Perhitungan pelat kendaraan
4. Perencanaan gelagar memanjang
5. Perencanaan gelagar melintang
6. Perencanaan konfigurasi jembatan pelengkung rangka baja
7. Kontrol kapasitas dari masing-masing perhitungan
8. Perencanaan sambungan
9. Perencanaan perletakan
10. Gambar hasil desain

### 3.3 Diagram Alir Perencanaan

Diagram alir perencanaan jembatan pelengkung rangka baja diuraikan pada gambar berikut:





Gambar 3.2 Diagram Alir Perencanaan Jembatan



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Mutu baja yang digunakan yaitu BJ-55 ( $f_y = 410$  Mpa;  $f_u = 550$  MPa), sedangkan mutu beton menggunakan  $f_c' = 30$  Mpa.
2. Pelat lantai kendaraan komposit, dengan tebal pelat beton bertulang 200 mm. Tulangan terpasang arah melintang dan memanjang adalah D16-125.
3. Tinggi fokus busur adalah 11 m dan tinggi tampang busur adalah 2 m.
4. Gelagar memanjang menggunakan WF 400.200.8.13 dan gelagar melintang menggunakan WF 700.300.13.24.
5. Batang tarik menggunakan profil WF 400.400.30.50.
6. Rangka induk menggunakan profil WF 400.400.30.50.
7. Ikatan angin menggunakan profil WF 150.150.7.10 dan WF 125.125.6,5.9
8. Desain perletakan berupa elastomer berlapis.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan sebagai bahan perencanaan ke depan diantaranya adalah :

1. Perhitungan struktur bawah jembatan dapat diperhitungkan dengan memperhatikan daya dukung tanah dan aspek lain yang diperlukan.
2. Perencanaan kedepannya dapat memperhitungkan aspek ekonomis, teknis sehingga perencanaan memperoleh hasil yang lebih baik.
3. Peraturan dan teori perencanaan jembatan sebaiknya menggunakan yang terbaru karena ada beberapa faktor yang harus disesuaikan dengan kondisi saat ini.

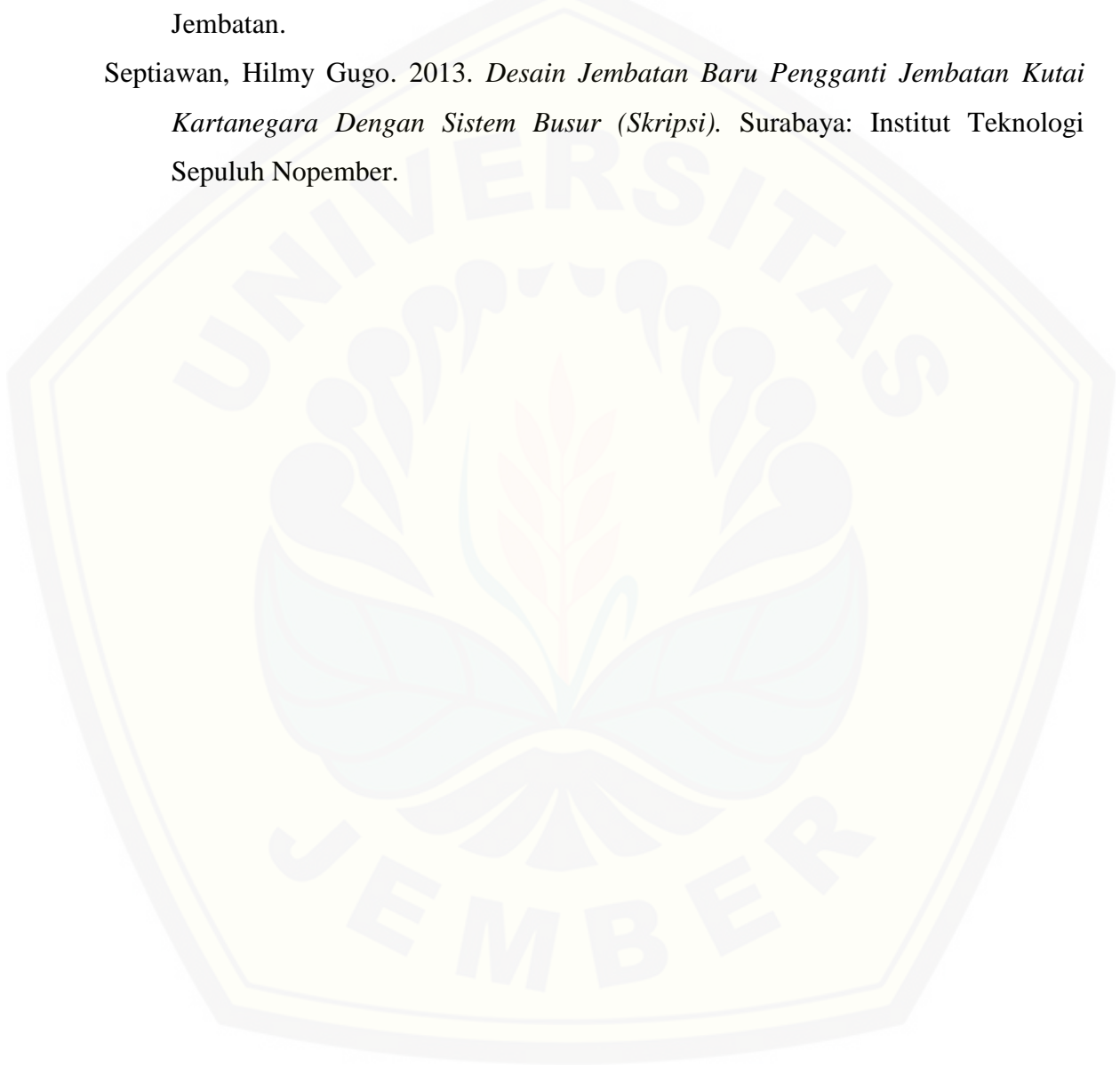


**DAFTAR PUSTAKA**

- Bridge Management System (BMS).1992. *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Program Jalan.
- Badan Standarisasi Nasional.2005. *RSNI T-02-2005 Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional..
- Badan Standarisasi Nasional.2005. *SNI T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional.2002. SNI 03-1729-2002, *Tata Cara Pelaksanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional.2012. SNI 1726-2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2011. *Desain Spektra Indonesia*. [http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011/](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/), 9 Januari 2015
- Dien, Aristadi., 2006, *Analisis Sistem Rangka Baja Pada Struktur Jembatan Busur Rangka Baja*.
- Chen, Wai-Fah, Duan, Lian. 2000. *Bridge Engineering Handbook*. Boca Raton. London.
- Victor, D. Johnson, 1980, *Essentials of Bridge Engineering*. New Delhi: Oxford & IBH Publishng CO.Third Edition
- Kh., Sunggono. 1984. *Buku Teknik Sipil*. Bandung: Nova.
- Dewabroto, Wiryanto. 2013. *Komputer Rekayasa Struktur dengan SAP2000*. Jakarta: Lumina Press.
- Dewabroto, Wiryanto. 2015. *Struktur Baja Perilaku, Analisis & Desain – AISC 2010*. Jakarta: Lumina Press.

Tristanto, Lanneke., dkk. 2010. *Kajian Dasar Perencanaan Dan Pelaksanaan Jembatan Pelengkung Beton (Jurnal)*. Bandung: Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.

Septiawan, Hilmy Gugo. 2013. *Desain Jembatan Baru Pengganti Jembatan Kutai Kartanegara Dengan Sistem Busur (Skripsi)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.



**LAMPIRAN**



TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	Case	Case	Step	P	V2	M3	Frame	Station
134	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-606486,79	-428,2	7237,17	134-1	0
134	3,0123	D+L+W+Qy	Combination	Min	-606486,79	-428,2	8460,64	134-1	3,01232
134	6,0246	D+L+W+Qy	Combination	Min	-606486,79	-428,2	9385,22	134-1	6,02464
134	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-596090,6	-296	7616,57	134-1	0
134	3,0123	D+L+W+Qy	Combination	Max	-596090,6	-296	8574,61	134-1	3,01232
134	6,0246	D+L+W+Qy	Combination	Max	-596090,6	-296	9831,54	134-1	6,02464
201	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-590112,9	-1098,24	6139,46	201-1	0
201	3,0123	D+L+W+Qy	Combination	Min	-590112,9	-1098,24	9427,28	201-1	3,01232
201	6,0246	D+L+W+Qy	Combination	Min	-590112,9	-1098,24	12572,03	201-1	6,02464
201	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-580557,21	-1034,64	6346,72	201-1	0
201	3,0123	D+L+W+Qy	Combination	Max	-580557,21	-1034,64	9483,8	201-1	3,01232
201	6,0246	D+L+W+Qy	Combination	Max	-580557,21	-1034,64	12763,96	201-1	6,02464
140	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-538559,23	964,58	-5993,34	140-1	0
140	3,0123	D+L+W+Qy	Combination	Min	-538559,23	964,58	-8919,37	140-1	3,01232
140	6,0246	D+L+W+Qy	Combination	Min	-538559,23	964,58	-11988,5	140-1	6,02464
140	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-529003,54	1028,17	-5786,09	140-1	0
140	3,0123	D+L+W+Qy	Combination	Max	-529003,54	1028,17	-8862,86	140-1	3,01232
140	6,0246	D+L+W+Qy	Combination	Max	-529003,54	1028,17	-11796,6	140-1	6,02464
195	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-523043,27	1666,94	-5073,07	195-1	0
195	3,0123	D+L+W+Qy	Combination	Min	-523043,27	1666,94	-10160,8	195-1	3,01232
195	6,0246	D+L+W+Qy	Combination	Min	-523043,27	1666,94	-15547,5	195-1	6,02464
195	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-512647,09	1799,14	-4693,68	195-1	0
195	3,0123	D+L+W+Qy	Combination	Max	-512647,09	1799,14	-10046,9	195-1	3,01232
195	6,0246	D+L+W+Qy	Combination	Max	-512647,09	1799,14	-15101,2	195-1	6,02464
135	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-507719,39	6456,06	21612,87	135-1	0
135	2,8532	D+L+W+Qy	Combination	Min	-507719,39	6456,06	3029,56	135-1	2,85318
135	5,7064	D+L+W+Qy	Combination	Min	-507719,39	6456,06	-16031,3	135-1	5,70636
135	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-497090,06	6683,05	22109,34	135-1	0
135	2,8532	D+L+W+Qy	Combination	Max	-497090,06	6683,05	3204,43	135-1	2,85318
135	5,7064	D+L+W+Qy	Combination	Max	-497090,06	6683,05	-15222,9	135-1	5,70636
202	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-491433,99	5949,01	21623,75	202-1	0
202	2,8532	D+L+W+Qy	Combination	Min	-491433,99	5949,01	4642,67	202-1	2,85318
202	5,7064	D+L+W+Qy	Combination	Min	-491433,99	5949,01	-12418,9	202-1	5,70636
202	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-478868,44	6000,56	21833,51	202-1	0
202	2,8532	D+L+W+Qy	Combination	Max	-478868,44	6000,56	4720,34	202-1	2,85318
202	5,7064	D+L+W+Qy	Combination	Max	-478868,44	6000,56	-12312,4	202-1	5,70636
141	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-438730,33	-5185,76	-18979	141-1	0
141	2,8532	D+L+W+Qy	Combination	Min	-438730,33	-5185,76	-4190,63	141-1	2,85318

141	5,7064	D+L+W+Qy	Combination	Min	-438730,33	-5185,76	10517,3	141-1	5,70636
221	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-435094,12	-364,87	-1170,76	221-1	0
221	2,5112	D+L+W+Qy	Combination	Min	-435094,12	-364,87	-321,27	221-1	2,51119
221	5,0224	D+L+W+Qy	Combination	Min	-435094,12	-364,87	521,24	221-1	5,02239
141	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-426164,78	-5134,21	-18769,3	141-1	0
141	2,8532	D+L+W+Qy	Combination	Max	-426164,78	-5134,21	-4112,96	141-1	2,85318
141	5,7064	D+L+W+Qy	Combination	Max	-426164,78	-5134,21	10623,81	141-1	5,70636
221	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-423083,17	-334,73	-1122,81	221-1	0
221	2,5112	D+L+W+Qy	Combination	Max	-423083,17	-334,73	-215,45	221-1	2,51119
221	5,0224	D+L+W+Qy	Combination	Max	-423083,17	-334,73	698,88	221-1	5,02239
196	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-420513,95	-4721,28	-19199,8	196-1	0
196	2,8532	D+L+W+Qy	Combination	Min	-420513,95	-4721,28	-5892,11	196-1	2,85318
196	5,7064	D+L+W+Qy	Combination	Min	-420513,95	-4721,28	6937,95	196-1	5,70636
167	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-419088,62	-365,56	-989,38	167-1	0
167	2,5112	D+L+W+Qy	Combination	Min	-419088,62	-365,56	-78,02	167-1	2,51119
167	5,0224	D+L+W+Qy	Combination	Min	-419088,62	-365,56	819,71	167-1	5,02239
227	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-416993,11	428,83	1011,17	227-1	0
227	2,5112	D+L+W+Qy	Combination	Min	-416993,11	428,83	-72,35	227-1	2,51119
227	5,0224	D+L+W+Qy	Combination	Min	-416993,11	428,83	-1169,5	227-1	5,02239
167	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-416433,98	-350,63	-924,53	167-1	0
167	2,5112	D+L+W+Qy	Combination	Max	-416433,98	-350,63	-37,37	167-1	2,51119
167	5,0224	D+L+W+Qy	Combination	Max	-416433,98	-350,63	863,41	167-1	5,02239
220	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-414752,58	454,22	1582,72	220-1	0
220	2,5065	D+L+W+Qy	Combination	Min	-414752,58	454,22	441,61	220-1	2,50654
220	5,0131	D+L+W+Qy	Combination	Min	-414752,58	454,22	-763,8	220-1	5,01309
226	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-414439,16	-631,39	-1743,39	226-1	0
226	2,5065	D+L+W+Qy	Combination	Min	-414439,16	-631,39	-163,97	226-1	2,50654
226	5,0131	D+L+W+Qy	Combination	Min	-414439,16	-631,39	1411,04	226-1	5,01309
227	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-414338,47	443,76	1076,03	227-1	0
227	2,5112	D+L+W+Qy	Combination	Max	-414338,47	443,76	-31,7	227-1	2,51119
227	5,0224	D+L+W+Qy	Combination	Max	-414338,47	443,76	-1125,8	227-1	5,02239
161	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-410339,4	429,53	829,8	161-1	0
161	2,5112	D+L+W+Qy	Combination	Min	-410339,4	429,53	-315,61	161-1	2,51119
161	5,0224	D+L+W+Qy	Combination	Min	-410339,4	429,53	-1468	161-1	5,02239
196	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-409884,62	-4494,29	-18703,3	196-1	0
196	2,8532	D+L+W+Qy	Combination	Max	-409884,62	-4494,29	-5717,24	196-1	2,85318
196	5,7064	D+L+W+Qy	Combination	Max	-409884,62	-4494,29	7746,37	196-1	5,70636
220	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-409006,65	500,12	1747,21	220-1	0
220	2,5065	D+L+W+Qy	Combination	Max	-409006,65	500,12	496,21	220-1	2,50654
220	5,0131	D+L+W+Qy	Combination	Max	-409006,65	500,12	-690,48	220-1	5,01309



226	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-408781,79	-609,62	-1577,49	226-1	0
226	2,5065	D+L+W+Qy	Combination	Max	-408781,79	-609,62	-46,26	226-1	2,50654
226	5,0131	D+L+W+Qy	Combination	Max	-408781,79	-609,62	1489,38	226-1	5,01309
166	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-403713,46	553,43	2072,52	166-1	0
166	2,5065	D+L+W+Qy	Combination	Min	-403713,46	553,43	682,14	166-1	2,50654
166	5,0131	D+L+W+Qy	Combination	Min	-403713,46	553,43	-712,65	166-1	5,01309
160	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-403488,1	-730,59	-2233,2	160-1	0
160	2,5065	D+L+W+Qy	Combination	Min	-403488,1	-730,59	-404,51	160-1	2,50654
160	5,0131	D+L+W+Qy	Combination	Min	-403488,1	-730,59	1359,87	160-1	5,01309
136	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-402764,49	-4997,53	-18394,6	136-1	0
136	2,7192	D+L+W+Qy	Combination	Min	-402764,49	-4997,53	-4813,98	136-1	2,71916
136	5,4383	D+L+W+Qy	Combination	Min	-402764,49	-4997,53	8357,17	136-1	5,43832
161	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-398328,47	459,67	877,76	161-1	0
161	2,5112	D+L+W+Qy	Combination	Max	-398328,47	459,67	-209,79	161-1	2,51119
161	5,0224	D+L+W+Qy	Combination	Max	-398328,47	459,67	-1290,36	161-1	5,02239
166	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-398056,09	575,2	2238,43	166-1	0
166	2,5065	D+L+W+Qy	Combination	Max	-398056,09	575,2	799,85	166-1	2,50654
166	5,0131	D+L+W+Qy	Combination	Max	-398056,09	575,2	-634,32	166-1	5,01309
160	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-397742,17	-684,69	-2068,7	160-1	0
160	2,5065	D+L+W+Qy	Combination	Max	-397742,17	-684,69	-349,9	160-1	2,50654
160	5,0131	D+L+W+Qy	Combination	Max	-397742,17	-684,69	1433,19	160-1	5,01309
136	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-392239,56	-4776,96	-17614	136-1	0
136	2,7192	D+L+W+Qy	Combination	Max	-392239,56	-4776,96	-4616,16	136-1	2,71916
136	5,4383	D+L+W+Qy	Combination	Max	-392239,56	-4776,96	8791,1	136-1	5,43832
203	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-390171,25	-4237,63	-15041,7	203-1	0
203	2,7192	D+L+W+Qy	Combination	Min	-390171,25	-4237,63	-3536,8	203-1	2,71916
203	5,4383	D+L+W+Qy	Combination	Min	-390171,25	-4237,63	7897,06	203-1	5,43832
203	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-375627,22	-4201,23	-14945,5	203-1	0
203	2,7192	D+L+W+Qy	Combination	Max	-375627,22	-4201,23	-3503,83	203-1	2,71916
203	5,4383	D+L+W+Qy	Combination	Max	-375627,22	-4201,23	8008,92	203-1	5,43832
222	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-351934,97	-149,7	-328,32	222-1	0
222	2,5557	D+L+W+Qy	Combination	Min	-351934,97	-149,7	52,52	222-1	2,55571
222	5,1114	D+L+W+Qy	Combination	Min	-351934,97	-149,7	430,49	222-1	5,11142
142	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-343718,01	3534,26	13143,23	142-1	0
142	2,7192	D+L+W+Qy	Combination	Min	-343718,01	3534,26	3515,16	142-1	2,71916
142	5,4383	D+L+W+Qy	Combination	Min	-343718,01	3534,26	-6183,99	142-1	5,43832
222	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-338709	-115,72	-61,29	222-1	0
222	2,5557	D+L+W+Qy	Combination	Max	-338709	-115,72	236,2	222-1	2,55571
222	5,1114	D+L+W+Qy	Combination	Max	-338709	-115,72	536,55	222-1	5,11142
168	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-338220,22	-42,45	218,66	168-1	0



168	2,5557	D+L+W+Qy	Combination	Min	-338220,22	-42,45	322,25	168-1	2,55571
168	5,1114	D+L+W+Qy	Combination	Min	-338220,22	-42,45	421,15	168-1	5,11142
168	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-331505,21	-35,15	260,38	168-1	0
168	2,5557	D+L+W+Qy	Combination	Max	-331505,21	-35,15	355,11	168-1	2,55571
168	5,1114	D+L+W+Qy	Combination	Max	-331505,21	-35,15	454,53	168-1	5,11142
142	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-329173,97	3570,66	13239,48	142-1	0
142	2,7192	D+L+W+Qy	Combination	Max	-329173,97	3570,66	3548,13	142-1	2,71916
142	5,4383	D+L+W+Qy	Combination	Max	-329173,97	3570,66	-6072,14	142-1	5,43832
228	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-327582,86	-75,51	-1244,18	228-1	0
228	2,5557	D+L+W+Qy	Combination	Min	-327582,86	-75,51	-1056,09	228-1	2,55571
228	5,1114	D+L+W+Qy	Combination	Min	-327582,86	-75,51	-872,69	228-1	5,11142
197	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-327120,54	2775,5	9796,9	197-1	0
197	2,7192	D+L+W+Qy	Combination	Min	-327120,54	2775,5	2241,4	197-1	2,71916
197	5,4383	D+L+W+Qy	Combination	Min	-327120,54	2775,5	-5723,56	197-1	5,43832
228	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-320867,86	-68,21	-1202,45	228-1	0
228	2,5557	D+L+W+Qy	Combination	Max	-320867,86	-68,21	-1023,23	228-1	2,55571
228	5,1114	D+L+W+Qy	Combination	Max	-320867,86	-68,21	-839,31	228-1	5,11142
162	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-320372,02	-182,67	-1791,2	162-1	0
162	2,5557	D+L+W+Qy	Combination	Min	-320372,02	-182,67	-1326,1	162-1	2,55571
162	5,1114	D+L+W+Qy	Combination	Min	-320372,02	-182,67	-863,87	162-1	5,11142
197	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-316595,61	2996,06	10577,51	197-1	0
197	2,7192	D+L+W+Qy	Combination	Max	-316595,61	2996,06	2439,21	197-1	2,71916
197	5,4383	D+L+W+Qy	Combination	Max	-316595,61	2996,06	-5289,62	197-1	5,43832
162	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-307146,07	-148,69	-1524,16	162-1	0
162	2,5557	D+L+W+Qy	Combination	Max	-307146,07	-148,69	-1142,42	162-1	2,55571
162	5,1114	D+L+W+Qy	Combination	Max	-307146,07	-148,69	-757,81	162-1	5,11142
137	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-297929,95	-508,63	755,3	137-1	0
137	2,6141	D+L+W+Qy	Combination	Min	-297929,95	-508,63	2078,97	137-1	2,61413
137	5,2283	D+L+W+Qy	Combination	Min	-297929,95	-508,63	3389,55	137-1	5,22827
137	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-286578,66	-456,13	1112,32	137-1	0
137	2,6141	D+L+W+Qy	Combination	Max	-286578,66	-456,13	2310,66	137-1	2,61413
137	5,2283	D+L+W+Qy	Combination	Max	-286578,66	-456,13	3522,09	137-1	5,22827
204	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-286002,71	-629,87	330,3	204-1	0
204	2,6141	D+L+W+Qy	Combination	Min	-286002,71	-629,87	1975,97	204-1	2,61413
204	5,2283	D+L+W+Qy	Combination	Min	-286002,71	-629,87	3618,41	204-1	5,22827
204	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	-271322,42	-613,57	431,56	204-1	0
204	2,6141	D+L+W+Qy	Combination	Max	-271322,42	-613,57	2036,4	204-1	2,61413
204	5,2283	D+L+W+Qy	Combination	Max	-271322,42	-613,57	3644,48	204-1	5,22827
223	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	-270777,61	-58,22	-369,49	223-1	0
223	2,6129	D+L+W+Qy	Combination	Min	-270777,61	-58,22	-225,05	223-1	2,61286

9	4	D+L+W+Qy	Combination	Max	442859,47	882,27	-1215,12	9-1	4
9	4,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	442859,47	882,27	-1643,56	9-1	4,5
9	5	D+L+W+Qy	Combination	Max	442859,47	882,27	-2071,78	9-1	5
1	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	446592,03	-6917,46	-23505,6	1-1	0
1	0,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	446592,03	-6917,46	-20045,8	1-1	0,5
1	1	D+L+W+Qy	Combination	Max	446592,03	-6917,46	-16585,6	1-1	1
1	1,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	446592,03	-6917,46	-13124,5	1-1	1,5
1	2	D+L+W+Qy	Combination	Max	446592,03	-6917,46	-9661,31	1-1	2
1	2,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	446592,03	-6917,46	-6193,37	1-1	2,5
1	3	D+L+W+Qy	Combination	Max	446592,03	-6917,46	-2715,55	1-1	3
1	3,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	446592,03	-6917,46	773,23	1-1	3,5
1	4	D+L+W+Qy	Combination	Max	446592,03	-6917,46	4268,01	1-1	4
1	4,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	446592,03	-6917,46	7765,29	1-1	4,5
1	5	D+L+W+Qy	Combination	Max	446592,03	-6917,46	11263,7	1-1	5
10	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	451577,32	1581,33	3804,64	10-1	0
10	0,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	451577,32	1581,33	3010,86	10-1	0,5
10	1	D+L+W+Qy	Combination	Min	451577,32	1581,33	2215,79	10-1	1
10	1,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	451577,32	1581,33	1418,88	10-1	1,5
10	2	D+L+W+Qy	Combination	Min	451577,32	1581,33	619,64	10-1	2
10	2,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	451577,32	1581,33	-182,07	10-1	2,5
10	3	D+L+W+Qy	Combination	Min	451577,32	1581,33	-985,94	10-1	3
10	3,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	451577,32	1581,33	-1791,41	10-1	3,5
10	4	D+L+W+Qy	Combination	Min	451577,32	1581,33	-2597,97	10-1	4
10	4,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	451577,32	1581,33	-3405,27	10-1	4,5
10	5	D+L+W+Qy	Combination	Min	451577,32	1581,33	-4213,06	10-1	5
10	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	467221,55	1618,55	3902,9	10-1	0
10	0,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	467221,55	1618,55	3096,74	10-1	0,5
10	1	D+L+W+Qy	Combination	Max	467221,55	1618,55	2291,87	10-1	1
10	1,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	467221,55	1618,55	1488,84	10-1	1,5
10	2	D+L+W+Qy	Combination	Max	467221,55	1618,55	688,14	10-1	2
10	2,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	467221,55	1618,55	-110,08	10-1	2,5
10	3	D+L+W+Qy	Combination	Max	467221,55	1618,55	-906,15	10-1	3
10	3,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	467221,55	1618,55	-1700,62	10-1	3,5
10	4	D+L+W+Qy	Combination	Max	467221,55	1618,55	-2494	10-1	4
10	4,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	467221,55	1618,55	-3286,64	10-1	4,5
10	5	D+L+W+Qy	Combination	Max	467221,55	1618,55	-4078,79	10-1	5
11	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	480773,47	1888,68	5493,52	11-1	0
11	0,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	480773,47	1888,68	4547,46	11-1	0,5
11	1	D+L+W+Qy	Combination	Min	480773,47	1888,68	3600,4	11-1	1
11	1,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	480773,47	1888,68	2651,26	11-1	1,5

11	2	D+L+W+Qy	Combination	Min	480773,47	1888,68	1697,19	11-1	2
11	2,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	480773,47	1888,68	732,06	11-1	2,5
11	3	D+L+W+Qy	Combination	Min	480773,47	1888,68	-248	11-1	3
11	3,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	480773,47	1888,68	-1237,59	11-1	3,5
11	4	D+L+W+Qy	Combination	Min	480773,47	1888,68	-2231,25	11-1	4
11	4,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	480773,47	1888,68	-3226,67	11-1	4,5
11	5	D+L+W+Qy	Combination	Min	480773,47	1888,68	-4222,96	11-1	5
11	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	498745,37	1995,73	5769,77	11-1	0
11	0,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	498745,37	1995,73	4773,62	11-1	0,5
11	1	D+L+W+Qy	Combination	Max	498745,37	1995,73	3778,47	11-1	1
11	1,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	498745,37	1995,73	2785,41	11-1	1,5
11	2	D+L+W+Qy	Combination	Max	498745,37	1995,73	1797,27	11-1	2
11	2,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	498745,37	1995,73	820,19	11-1	2,5
11	3	D+L+W+Qy	Combination	Max	498745,37	1995,73	-141,95	11-1	3
11	3,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	498745,37	1995,73	-1094,57	11-1	3,5
11	4	D+L+W+Qy	Combination	Max	498745,37	1995,73	-2043,12	11-1	4
11	4,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	498745,37	1995,73	-2989,9	11-1	4,5
11	5	D+L+W+Qy	Combination	Max	498745,37	1995,73	-3935,81	11-1	5
12	0	D+L+W+Qy	Combination	Min	519554,94	7815,9	12772,77	12-1	0
12	0,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	519554,94	7815,9	8861,96	12-1	0,5
12	1	D+L+W+Qy	Combination	Min	519554,94	7815,9	4947,77	12-1	1
12	1,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	519554,94	7815,9	1021,07	12-1	1,5
12	2	D+L+W+Qy	Combination	Min	519554,94	7815,9	-2942,3	12-1	2
12	2,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	519554,94	7815,9	-6934,61	12-1	2,5
12	3	D+L+W+Qy	Combination	Min	519554,94	7815,9	-10934,9	12-1	3
12	3,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	519554,94	7815,9	-14937,6	12-1	3,5
12	4	D+L+W+Qy	Combination	Min	519554,94	7815,9	-18941,2	12-1	4
12	4,5	D+L+W+Qy	Combination	Min	519554,94	7815,9	-22945,3	12-1	4,5
12	5	D+L+W+Qy	Combination	Min	519554,94	7815,9	-26949,7	12-1	5
12	0	D+L+W+Qy	Combination	Max	540603,93	8010,03	13111,28	12-1	0
12	0,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	540603,93	8010,03	9109,12	12-1	0,5
12	1	D+L+W+Qy	Combination	Max	540603,93	8010,03	5110,34	12-1	1
12	1,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	540603,93	8010,03	1124,08	12-1	1,5
12	2	D+L+W+Qy	Combination	Max	540603,93	8010,03	-2825,52	12-1	2
12	2,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	540603,93	8010,03	-6746,17	12-1	2,5
12	3	D+L+W+Qy	Combination	Max	540603,93	8010,03	-10658,8	12-1	3
12	3,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	540603,93	8010,03	-14569,1	12-1	3,5
12	4	D+L+W+Qy	Combination	Max	540603,93	8010,03	-18478,5	12-1	4
12	4,5	D+L+W+Qy	Combination	Max	540603,93	8010,03	-22387,3	12-1	4,5
12	5	D+L+W+Qy	Combination	Max	540603,93	8010,03	-26295,9	12-1	5