

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN  
GANTUNG TIPE *SIDE SPAN SUSPENDED*  
(Studi kasus : Jembatan Bumiayu Kota Malang)**

**SKRIPSI**

**TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**DODI FARADI  
NIM. 135060107111046**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2019**



## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN GANTUNG TIPE *SIDE SPAN SUSPENDED* (Studi kasus : Jembatan Bumiayu Kota Malang)

## SKRIPSI

### TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh  
gelar Sarjana Teknik



**DODI FARADI**  
**NIM. 135060107111046**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 11 Juli 2019

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng. Achfas Zacoeb, ST,MT.  
NIP. 19560412 198303 1 005

Dr. Ir. Wisnumurti, MT.  
NIP. 19751122 199903 1 003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi

Dr. Eng. Indradi W, ST, M..Eng (Prac)  
NIP. 19810220 200604 1 002



## LEMBAR IDENTITAS PENGUJI

### JUDUL SKRIPSI:

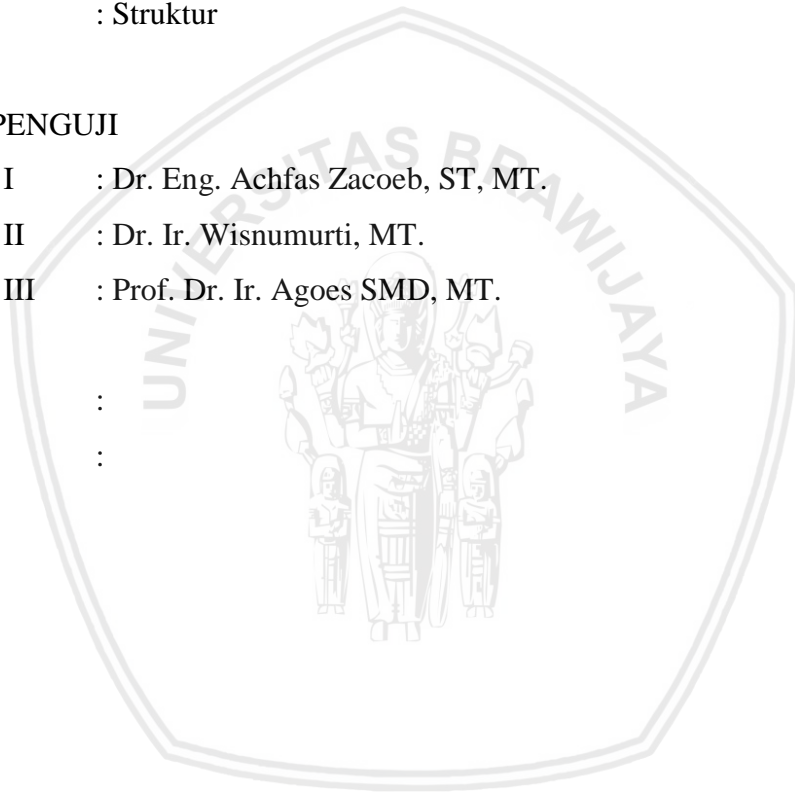
Perencanaan ulang Struktur Atas Jembatan Gantung tipe *Side Span Suspended*  
(Studi Kasus : Jembatan Bumiayu Kota Malang)

Nama Mahasiswa : Dodi Faradi  
NIM : 135060107111046  
Program Studi : Teknik Sipil  
Minat : Struktur

### TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji I : Dr. Eng. Achfas Zacoeb, ST, MT.  
Dosen Penguji II : Dr. Ir. Wisnumurti, MT.  
Dosen Penguji III : Prof. Dr. Ir. Agoes SMD, MT.

Tanggal Ujian :  
SK Penguji :





## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

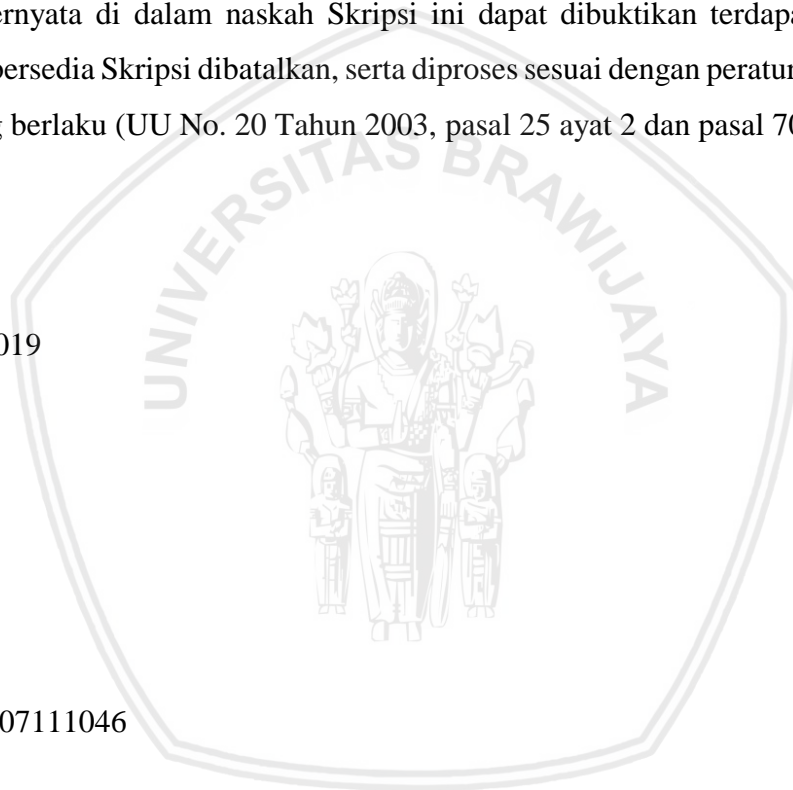
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, Juli 2019

Mahasiswa,

Dodi Faradi  
NIM. 135060107111046







## RIWAYAT HIDUP

Dodi Faradi lahir di Bengkulu 26 Januari 1995, anak ketiga dari Bapak Amriyanto dan Ibu Dina Tjahjawati. Menjalani pendidikan di SDN Percobaan I Kota Malang lulus tahun 2007. Setelah itu melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Malang selama 3 tahun. Menempuh pendidikan di SMAN 5 Malang dan lulus pada tahun 2013 kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Brawijaya Malang lulus pada tahun 2019.

Malang, Juli 2019

Penulis





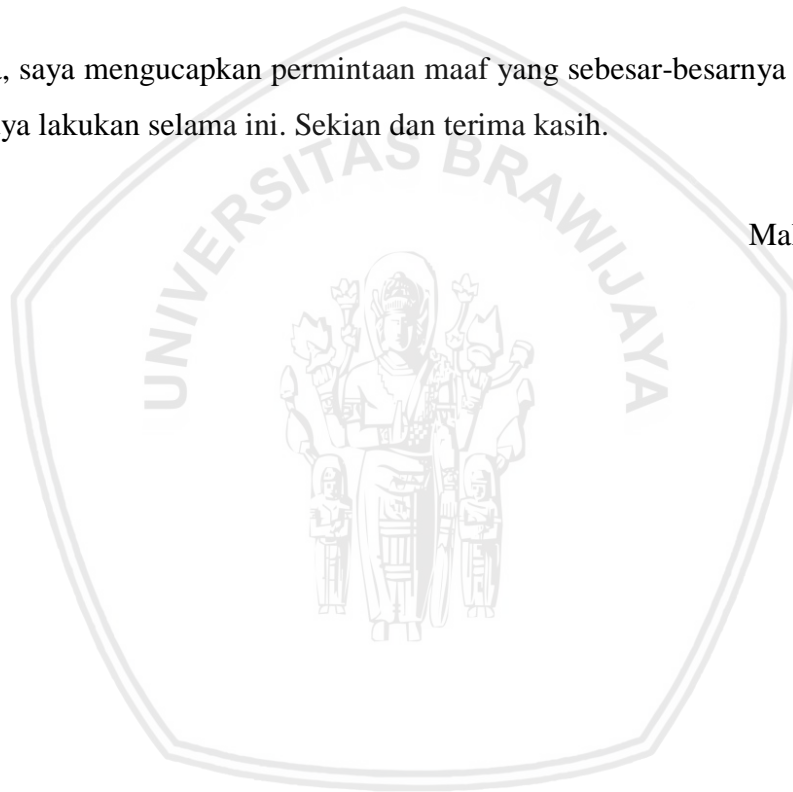
## LEMBAR PERUNTUKAN

Puji Syukur kepada Allah SWT karena atas barokah dan rahmatnya, Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan Shalawat kepada Nabi besar Muhammad SAW, ucapan terima kasih juga tidak lupa saya haturkan kepada Orang tua serta kedua Kakak saya yang telah memberikah dukungan moral dan material dalam proses penyelesaian skripsi ini, Bapak-Ibu dosen dan dosen pembimbing yang telah membimbing selama perkuliahan dan penyusunan skripsi. Begitu juga untuk Teman skripsi yaitu Masaji Reinhard Rahardjo yang telah berjuang bersama dalam penyelesaian skripsi ini. Dan teman-teman mahasiswa teknik sipil.

Akhir kata, saya mengucapkan permintaan maaf yang sebesar-besarnya atas kesalahan yang pernah saya lakukan selama ini. Sekian dan terima kasih.

Malang, Juli 2019

Penulis





## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN GANTUNG TIPE *SIDE SPAN SUSPENDED* (Studi kasus : Jembatan Bumiayu Kota Malang)**”.

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat kelulusan yang harus dipenuhi oleh mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya untuk meraih gelar sarjana serta diharapkan dapat menjadi sumbangsih bagi ilmu pengetahuan di bidang Teknik Sipil khususnya bidang Struktur.

Dalam menyusun skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu, Bapak, Kakak dan Adik saya yang selalu memberikan semangat, masukan, dukungan moral serta doa.
2. Bapak Dr. Eng. Alwafi Pujiraharjo, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Ibu Dr. Eng. Eva Arifi, ST, MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Bapak Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng (Prac), selaku Ketua Program Studi Sarjana (S1) Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Bapak Dr. Eng. Achfas Zacoeb, ST., MT. dosen pembimbing 1.
6. Bapak Dr. Ir. Wisnumurti, MT. dosen pembimbing 2.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Agoes SMD, MT. selaku ketua majelis.
8. Bapak Eko Andi Suryo, ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing akademik.
9. Terima kasih kepada Faradiba Sofia telah membantu dan menemani saat mengerjakan.
10. Teman-teman seperjuangan semasa kuliah.
11. Keluarga Besar Mahasiswa Sipil FT-UB dan seluruh mahasiswa angkatan 2013 jurusan Teknik Sipil yang telah membantu dan memberikan semangat serta doa dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis pun menyadari bahwa penulis tidak terlepas dari kekurangan dan keterbatasan. Begitupun dalam penyusunan tugas akhir ini, dengan kerendahan hati penulis menantikan adanya masukan, baik berupa saran maupun kritik yang dapat bersifat membangun guna penyusunan laporan-laporan yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pembaca dan semua pihak yang memerlukan.

Malang, Juli 2019

Penulis

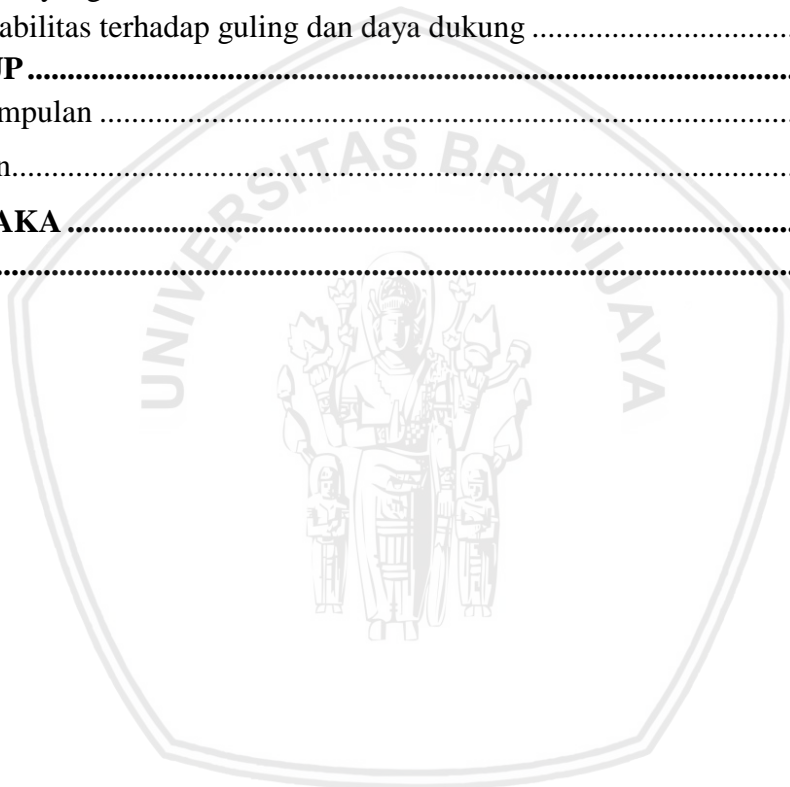


## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>ix</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>xi</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Jembatan Gantung .....	5
2.2 Jenis Jembatan Gantung ( <i>Suspension Bridge</i> ) .....	6
2.3 Sistem Pembebanan Jembatan Gantung ( <i>Suspension Bridge</i> ) .....	9
2.4 Komponen Jembatan Gantung ( <i>Suspension Bridge</i> ).....	15
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>6</b>
3.1 Langkah – langkah Perencanaan .....	6
3.2 Lokasi Jembatan .....	31
3.3 Diagram Alir Perencanaan .....	32
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Lantai Kendaraan .....	34
4.1.1 Data yang diketahui .....	34
4.1.2 Pembebanan .....	34
4.1.3 Beban Hidup .....	36
4.1.4 Kombinasi pembebanan.....	38
4.2 Perencanaan Gelagar Memanjang.....	40
4.2.1 Statika.....	41
4.2.2 Kombinasi pembebanan .....	43
4.3 Perencanaan Gelagar Melintang.....	45
4.3.1 Beban Mati .....	46
4.4 Perencanaan Ikatan Angin .....	49



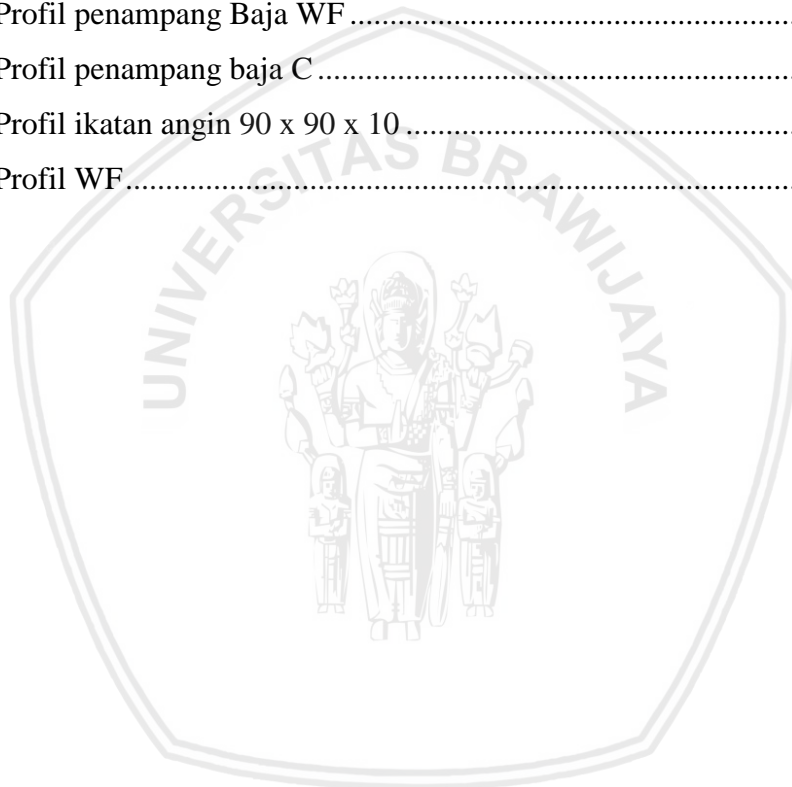
4.4.1 Pembebanan .....	50
4.4.2 Kontrol Penampang .....	54
4.5 Sambungan.....	58
4.6 Perencanaan Kabel Utama dan Hanger.....	59
4.6.1 Diameter Hanger.....	61
4.6.2 Pembebanan Kabel .....	62
4.7 Perencanaan Menara .....	63
4.7.1 Pembebanan.....	63
4.7.2 Kontrol Penampang .....	63
4.8 Perencanaan Blok Angker.....	66
4.8.1 Data yang diketahui .....	66
4.8.2 Stabilitas terhadap guling dan daya dukung .....	68
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>69</b>
5.1 Kesimpulan .....	69
5.2 Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>72</b>





## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
<i>Tabel 2.1</i>	Faktor untuk beban sendiri .....	10
<i>Tabel 2.2</i>	Berat isi untuk beban mati .....	11
<i>Tabel 2.3</i>	Faktor beban untuk beban mati tambahan .....	12
<i>Tabel 2.4</i>	Tabel Lendutan izin maksimum yang dihitung .....	13
<i>Tabel 2.5</i>	Beban hidup izin dan Lendutan izin yang jembatan gantung pejalan kaki ..	14
<i>Tabel 2.6</i>	Tabel Berat Besi Pelat Bordes .....	16
<i>Tabel 4.1</i>	Profil penampang Baja WF .....	44
<i>Tabel 4.2</i>	Profil penampang baja C .....	48
<i>Tabel 4.3</i>	Profil ikatan angin 90 x 90 x 10 .....	54
<i>Tabel 4.5</i>	Profil WF .....	64





*(halaman kosong)*

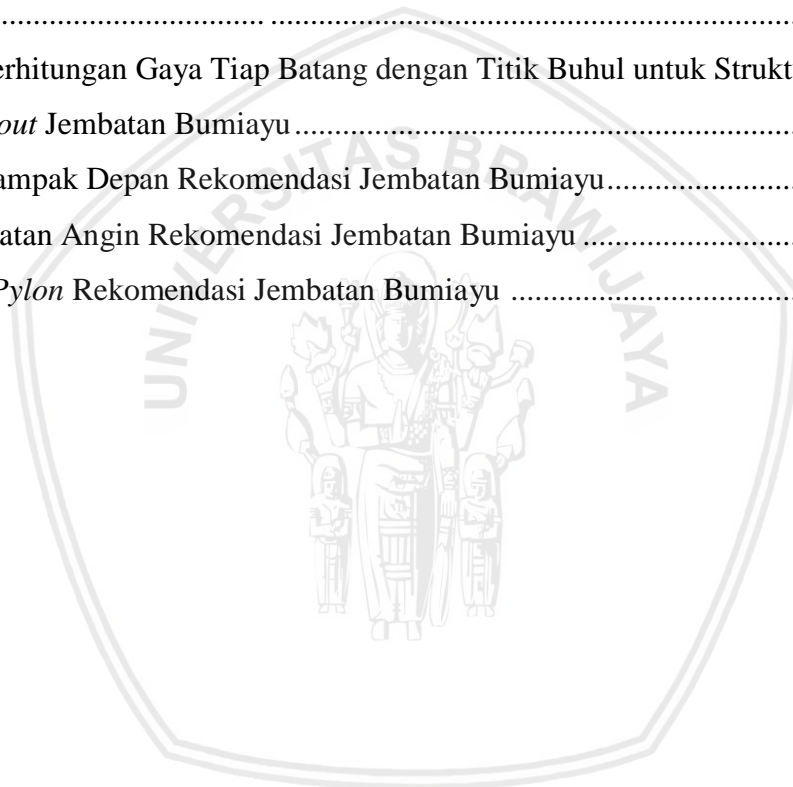
## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
	<i>Gambar 1.1</i> Suasana pengguna Jembatan Gantung Bumiayu.....	2
	<i>Gambar 2.1</i> Penampang melintang jembatan pejalan kaki untuk berbagai pengguna...	6
	<i>Gambar 2.2</i> Bentuk umum jembatan gantung .....	7
	<i>Gambar 2.3</i> Tipe Jembatan Gantung berdasarkan pengaku.....	8
	<i>Gambar 2.4</i> Klasifikasi berdasarkan jumlah bentang .....	9
	<i>Gambar 2.5</i> Klasifikasi berdasarkan kontinuitas <i>stiffening girder</i> .....	9
	<i>Gambar 2.6</i> Komponen Struktur Atas Jembatan Gantung.....	15
	<i>Gambar 2.7</i> Profil CNP.....	18
	<i>Gambar 2.8</i> Profil IWF .....	18
	<i>Gambar 2.9</i> Profil Siku .....	19
	<i>Gambar 2.10</i> Klasifikasi berdasarkan tipe pengangkuran kabel.....	20
	<i>Gambar 2.11</i> Penampang melintang kabel .....	21
	<i>Gambar 2.12</i> Struktur kabel pada bentang utama .....	21
	<i>Gambar 2.13</i> Gaya-gaya yang bekerja pada kabel jembatan .....	22
	<i>Gambar 2.14</i> Tipe Menara .....	24
	<i>Gambar 2.15</i> Gaya pada menara .....	24
	<i>Gambar 2.16</i> Klasifikasi berdasarkan tipe pengangkuran kabel.....	25
	<i>Gambar 2.17</i> Pengangkuran gravity jembatan Akashi Kaikyo .....	26
	<i>Gambar 2.18</i> Gaya yang bekerja pada angkur jembatan .....	26
	<i>Gambar 2.19</i> Dinding Gravitasi .....	27
	<i>Gambar 3.1</i> Peta Lokasi Jembatan Bumiayu (Mergosono) .....	31
	<i>Gambar 3.2</i> Diagram Alir Perencanaan .....	32
	<i>Gambar 4.1</i> Layout potongan memanjang dan melintang .....	33
	<i>Gambar 4.2</i> Pembebanan akibat beban sendiri. ....	34
	<i>Gambar 4.3</i> Pembebanan akibat beban tambahan. ....	35
	<i>Gambar 4.4</i> Penyebaran gaya roda pada lantai jembatan .....	37
	<i>Gambar 4.5</i> Pembebanan akibat beban “ SM “ ditinjau dari kedudukan roda kendaraan.....	37
	<i>Gambar 4.6</i> Pembebanan akibat beban manusia.....	38
	<i>Gambar 4.7</i> Penulangan pelat lantai kendaraan .....	40

<i>Gambar 4.8</i> Potongan gelagar memanjang .....	40
<i>Gambar 4.10</i> Pembebanan akibat beban sendiri .....	42
<i>Gambar 4.11</i> Profil penampang gelagar memanjang.....	43
<i>Gambar 4.12</i> Potongan gelagar melintang.....	45
<i>Gambar 4.13</i> Pembebanan gelagar melintang .....	46
<i>Gambar 4.14</i> Bidang momen dari pembebanan gelagar melintang.....	46
<i>Gambar 4.15</i> Bidang lintang dari pembebanan gelagar melintang.....	47
<i>Gambar 4.16</i> Profil C.....	47
<i>Gambar 4.17</i> Ikatan Angin.....	50
<i>Gambar 4.18</i> Pembebanan ikatan angin .....	52
<i>Gambar 4.19</i> Gaya Batang.....	53
<i>Gambar 4.20</i> Profil ikatan angin 90 x 90 x 10.....	54
<i>Gambar 4.21</i> Struktur kabel pada bentang utama.....	59
<i>Gambar 4.22</i> Penomeran batang dan pembebanan untuk sistem kabel.....	60
<i>Gambar 4.23</i> Analisis kabel dari perhitungan staadpro .....	60
<i>Gambar 4.24</i> Profil WF Pylon .....	63
<i>Gambar 4.26</i> Beban tekan pylon.....	66
<i>Gambar 4. 27</i> Perencanaan blok angker .....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Perhitungan Pembebanan Beban Sendiri dengan Aplikasi <i>Staad.Pro</i> 2004	. 72
Lampiran 2.	Perhitungan Pembebanan Beban Mati dengan Aplikasi <i>Staad.Pro</i> 2004.....	73
Lampiran 3.	Perhitungan Pembebanan Beban Hidup dengan Aplikasi <i>Staad.Pro</i> 2004 ....	74
Lampiran 4.	Perhitungan Pembebanan Gelagar Melintang dengan Aplikasi <i>Staad.Pro</i> 2004 .....	75
Lampiran 5.	Perhitungan Pembebanan Gelagar Melintang dengan Aplikasi <i>Staad.Pro</i> 2004.....	76
Lampiran 6.	Perhitungan Gaya Tiap Batang dengan Titik Buhul untuk Struktur Kabel ....	79
Lampiran 7.	<i>Layout</i> Jembatan Bumiayu .....	80
Lampiran 8.	Tampak Depan Rekomendasi Jembatan Bumiayu.....	81
Lampiran 9.	Ikatan Angin Rekomendasi Jembatan Bumiayu .....	82
Lampiran 10.	<i>Pylon</i> Rekomendasi Jembatan Bumiayu .....	83





*(halaman kosong)*

## RINGKASAN

**Dodi Faradi**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, April 2019, *Perencanaan Ulang Struktur Atas Jembatan Gantung Tipe Side Span Suspended (Studi Kasus : Jembatan Bumiayu Kota Malang)*, Dosen Pembimbing : Achfas Zacoeb dan Wisnumurti.

Jembatan adalah struktur yang menghubungkan dua titik daerah terpisah melalui suatu hambatan seperti sungai, lembah, jurang, dan laut. Dengan adanya jembatan dapat memudahkan aktifitas manusia, dan melancarkan arus pengiriman barang. Salah satu tipe jembatan yang digunakan untuk bentang panjang adalah jembatan gantung karena dapat menjangkau bentang yang panjang tanpa pilar ditengahnya. Penelitian ini membahas tentang perencanaan ulang jembatan gantung Bumiayu yang semula menggunakan pelat bordes, diubah menjadi pelat lantai beton bertulang.

Jembatan direncanakan dengan tipe side span suspended. Bentang total jembatan 56 m dengan bentang tepi 14 m dan bentang utama 28 m. Lebar dek 4,5 m dengan lantai kendaraan 4 m. Jembatan diklasifikasikan sebagai kelas jalan I dengan muatan sumbu terberat 500 kg/m. Dek jembatan tersusun atas pelat lantai beton bertulang, gelagar memanjang, gelagar melintang, ikatan angin, kabel penggantung, dan kabel utama.

Hasil perancangan diperoleh pelat beton setebal 20 cm dengan tulangan utama D13 – 200 mm dan untuk tulangan bagi  $\emptyset 10$ -200 mm. Gelagar memanjang menggunakan profil WF 150 x 75 x 5 x 7. Gelagar melintang menggunakan profil tipe C 300 x 90 x 10 x 15,5. Rangka ikatan angin menggunakan profil siku 90 x 90 x 10. Kabel utama menggunakan kabel  $\emptyset 25$  dengan kuat putus 37000 kg. Kabel penggantung menggunakan P.22 dengan diameter 22 mm dan berat nominal 2,98 kg/m. Untuk menara menggunakan Baja dengan mutu BJ 37, dimensi menara dengan baja WF 200 x 100 x 6 x 9 dengan tinggi 4 meter.

Kata kunci : Jembatan gantung, *side span suspended*, kabel.





## SUMMARY

**Dodi Faradi**, *Departement of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, April 2019, Redesign the Upper Structure of Side Span Suspended Suspension Bridge (Case Study: Bumiayu Suspension Bridges at Malang City)*, Supervisors: Achfas Zacoeb dan Wisnumurti.

*The bridge is the structure that connects the two points separate areas through an obstacle such as rivers, valleys, ravines, and sea. With the bridge can facilitate human activity, and ease the flow of goods delivery. One type of bridge that is used for long-span suspension bridge because it is able to reach a long spans without pillars in the middle. This study discusses the redesign the Bumiayu Suspension Bridge which was originally used bordes floor plate, is converted into a reinforced concrete floor slabs.*

*The bridge was planned with the type of side span free. The number of spans of 42 m spans the edge of the bridge 14 m and 28 m the main span. Deck width of 4.5 m with the vehicle floor 4 m. Bridges are classified as class I roads with the heaviest axle loads of 500 kg / m.. Bridge deck consists of a reinforced concrete floor slabs, longitudinal girder, cross girder, the wind ties, cable hanger, and the main cable.*

*The results obtained by the design of the concrete slab 20 cm thick with the main reinforcement D13 - 200 mm and for reinforcement for  $\varnothing$ 10-200 mm. Longitudinal girder using WF profile 150 x 75 x 5 x 7. The transverse beam profile using a profile type C 300 x 90 x 10 x 15.5. Wind bond order use rate profile 90 x 90 x 10. Main cable using a cable  $\varnothing$ 25 with strong breaking 37000 kg. Cable hanger using P.22 with a diameter of 22 mm and a nominal weight of 2.98 kg / m. For pylon using quality steel with BJ 37, the dimensions of the tower with steelWF 200 x 100 x 6 x 9 with a height of 3 meters.*

*Keywords: Suspension bridge, side span suspended, cable.*



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Ketersediaan jembatan sebagai salah satu prasarana transportasi sangat menunjang kelancaran pergerakan lalu lintas pada daerah-daerah dan berpengaruh terhadap terciptanya pengembangan wilayah secara terpadu dan menyeluruh. Mengingat pentingnya peranan jembatan, maka harus ditinjau kelayakan konstruksi jembatan tersebut, dalam hubungannya dengan klasifikasi jembatan sesuai dengan tingkat pelayanan dan kemampuannya dalam menerima beban. Dalam kaitannya dengan keselamatan maka perlu diperhatikan juga tingkat keamanan dan kenyamanan dalam pemakaian jembatan tersebut.

Jembatan adalah struktur yang menghubungkan dua titik daerah terpisah melalui suatu hambatan seperti sungai, lembah, jurang, dan laut. Dengan adanya jembatan dapat memudahkan aktifitas manusia, dan melancarkan arus pergerakan ekonomi. Dalam perencanaan suatu jembatan, keamanan menjadi faktor utama yang harus diperhatikan dalam mendesain suatu jembatan. Semua beban dari segala keadaan harus diperhitungkan, agar jembatan memiliki kekuatan yang maksimal dalam menahan beban yang akan dihadapinya guna bagi keselamatan dan keamanan pengguna yang menjadi hal penting untuk diutamakan. Karena pentingnya peranan jembatan bagi khalayak manusia, maka diperlukannya peninjauan terhadap kelayakan konstruksi jembatan dalam menerima beban. Begitu pula dengan adanya hubungan keselamatan, maka perlu diperhatikan juga tingkat keamanan dan kenyamanan dalam pemakaian jembatan tersebut, apakah kondisi jembatan tersebut masih layak untuk digunakan atau harus diadakan pemeliharaan struktur jembatan secara berkala.

Pergerakan lalu lintas di Kota Malang yang melalui ruas jalan Kolonel Sugiono dan jalan S.Supriadi dari hari ke hari semakin ramai dan padat, untuk itu prasarana transportasi yang ada perlu dilakukan peningkatan. Salah satu yang sudah ada diantaranya adalah Jembatan Gantung Bumiayu. Bumiayu merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Kedungkandang yang memiliki beberapa wilayah yang terpisah oleh sungai sehingga akan menimbulkan terputusnya akses. Lokasi beberapa wilayah yang ada di Kecamatan Kedungkandang cukup sulit aksesnya bagi penduduk untuk melakukan kegiatan baik pendidikan maupun lainnya karena dipisahkan oleh adanya 3 sungai, yaitu sungai Brantas, Amprong, dan Bango. Jembatan ini dibangun dengan tujuan dapat mempersingkat jarak

tempuh antara jalan Kolonel Sugiono dan jalan S. Supriadi, karena tanpa jembatan ini para pengguna sepeda motor dan pejalan kaki jalan akan memutar dan menempuh jarak yang cukup jauh.



Gambar 1.1 Suasana pengguna Jembatan Gantung Bumiayu

## 1.2 Identifikasi Masalah

2. Terjadi korosi pada batang penahan rantai kendaraan sehingga terjadi keruntuhan pada rantai kendaraan.
3. Batang penggantung (*hanger*) tidak mampu menahan beban maksimum sehingga terjadi keruntuhan pada rantai kendaraan.

## 1.3 Rumusan Masalah

Jembatan Bumiayu secara fisik didirikan diantara dua tebing sungai yang curam dan dipisahkan oleh arus sungai yang cukup deras. Direncanakan sebuah jembatan gantung Bumiayu, yaitu tipe *side span suspended* dengan bentang jembatan 56 meter dengan lebar 4 meter.

1. Bagaimana analisis dan model struktur rantai jembatan gantung Bumiayu apabila diasumsikan terjadi kegagalan atau keruntuhan pada plat rantai jembatan?
2. Bagaimana analisis dan model struktur pada gelagar memanjang jembatan?
3. Bagaimana analisis dan model struktur pada gelagar melintang jembatan?
4. Bagaimana analisis dan model struktur pada ikatan angin jembatan?
5. Bagaimana analisis dan model struktur pada kabel utama jembatan?
6. Bagaimana analisis dan model struktur pada hanger jembatan?
7. Bagaimana analisis dan model struktur pada menara?

#### 1.4 Batasan Masalah

Jembatan terdiri dari dua bagian yaitu bangunan atas dan bangunan bawah. Bangunan atas merupakan struktur bagian atas yang menahan langsung beban lalu lintas dan beban lain yang melewati struktur tersebut.

Dalam studi kasus ini kami hanya membahas struktur atas saja. Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Perhitungan analisis bangunan atas jembatan dengan tipe *Side Span Suspended*
2. Jembatan yang dianalisis merupakan struktur atas pada *main bridge* Jembatan Gantung Bumiayu
3. Bangunan atas yang direncanakan adalah : lantai kendaraan, gelagar memanjang, gelagar melintang, kabel utama, ikatan angin, *hanger*, dan *pylon*.
4. Jembatan hanya diperuntukkan bagi pejalan kaki dan kendaraan ringan
5. Beban akibat gempa tidak ditinjau dalam beban rencana.
6. Kondisi aliran sungai dan tanah tidak ditinjau

#### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penyusunan skripsi ini adalah :

1. Menghitung perhitungan gaya gaya dalam jembatan gantung
2. Merencanakan elemen- elemen pokok jembatan gantung.
3. Memberikan wawasan tentang perencanaan jembatan dengan tipe gantung.

#### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran umum mengenai perancangan struktur jembatan gantung dan mengetahui perilaku struktur jembatan gantung akibat berbagai macam pembebanan.



*(halaman kosong)*





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Jembatan Gantung

Jembatan gantung adalah jembatan yang berfungsi sebagai pemikul langsung beban lalu lintas yang melewati jembatan tersebut, terdiri dari lantai jembatan, gelagar pengaku, batang penggantung, kabel pemikul dan pagar pengaman. Seluruh beban lalu lintas dan gaya-gaya yang bekerja dipikul oleh sepasang kabel pemikul yang menumpu di atas 2 pasang menara dan 2 pasang blok angkur. (SE Men.PU, 2010)

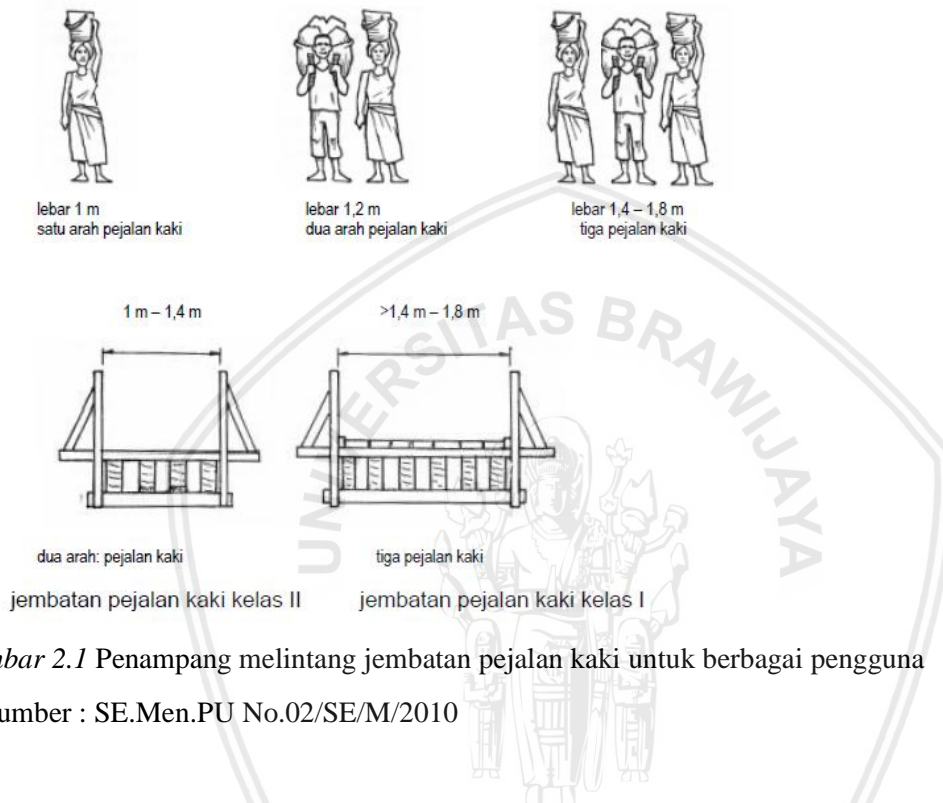
Jembatan Gantung merupakan salah satu tipe jembatan yang sering digunakan untuk jembatan pejalan kaki dengan bentang panjang. Menurut Supriyadi, B. (2007) jembatan gantung terdiri atas pelengkungan, penggantung, dan batang penggantung (*hanger*) dari kabel baja, dan bagian lurus berfungsi mendukung lalu lintas kendaraan. Selain bentang utama, jembatan gantung biasanya mempunyai bentang luar (*side span*) yang berfungsi untuk mengikat atau mengangkerkan kabel utama pada balok angker. Pada kondisi tertentu terdapat keadaan dimana kabel utama dapat langsung diangkerkan pada ujung jembatan dan tidak memungkinkan adanya bentang luar, bahkan terkadang tidak membutuhkan pilar.

Keunggulan jembatan gantung dibandingkan dengan jembatan lainnya, antara lain, memiliki nilai estetika dan memiliki bentang relatif panjang untuk melewati sungai atau jurang dimana pemasangan tiang-tiang penyangga secara menerus dengan bentang pendek tidak dimungkinkan (Anggraeni I, 2008). Tipe jembatan ini mampu digunakan pada bentang 100 – 2000 m.

Lebar untuk jalan masuk dan lintasan untuk tipe jembatan kendaraan ringan yang berbeda dan tingkat-tingkat lalu lintas terdiri dari dua lebar standar, yaitu:

- a. 1 m sampai dengan 1,4 m untuk pejalan kaki, sepeda, hewan ternak, sekawanan hewan, gerobak dorong beroda satu dan beroda dua, dan motor (jembatan pejalan kaki kelas II).
- b. 1,4 m sampai dengan 1,8 m untuk kendaraan yang ditarik hewan dan kendaraan bermotor ringan dengan maksimum roda tiga (jembatan pejalan kaki kelas I)

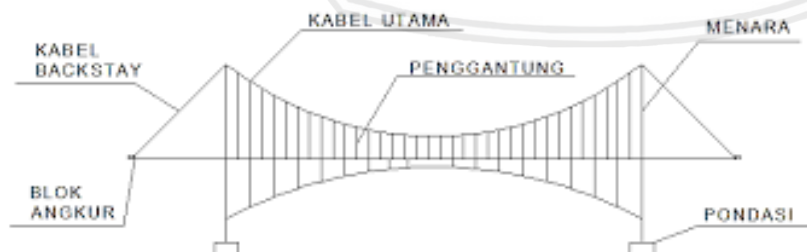
Lebar ini hanya akan memberikan akses satu arah pada beberapa tipe lalu lintas dan peringatan yang sesuai harus diletakkan pada setiap ujung jembatan. Untuk jembatan gantung pejalan kaki kelas I dianjurkan lebar lantai jembatan dibuat 1,8 m, akses kendaraan bermotor lebih besar harus dicegah, misalnya dengan memasang tiang besi atau patok di ujung jembatan.



Gambar 2.1 Penampang melintang jembatan pejalan kaki untuk berbagai pengguna

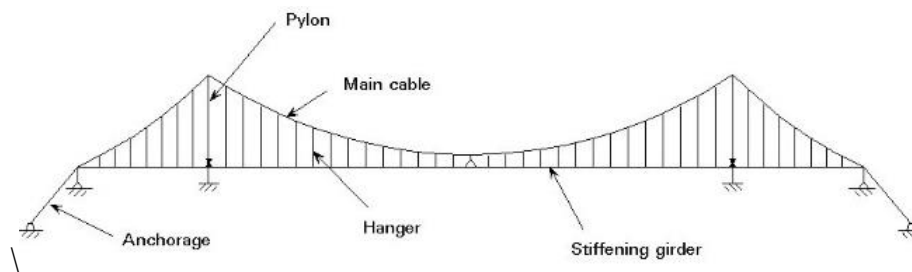
Sumber : SE.Men.PU No.02/SE/M/2010

## 2.2 Jenis Jembatan Gantung (*Suspension Bridge*)



a) *Side Span Free*





### b) *Side Span Suspended*

Gambar 2.2 Bentuk umum jembatan gantung

Berkaitan dengan bentang luar (*side span*) terdapat bentuk struktur jembatan gantung sebagai berikut:

#### a. Bentuk bentang luar bebas (*Side Span Free*)

Pada bentang luar, kabel utama tidak menahan atau dihubungkan dengan lantai jembatan oleh *hanger* (penggantung), jadi tidak ada hanger pada bentang luar. Disebut juga dengan tipe *straight backstays* atau kabel utama pada bentang luar berbentuk lurus.

#### b. Bentuk bentang luar digantung (*Side Span Suspended*)

Pada bentuk ini kabel utama pada bentang luar menahan struktur lantai jembatan dengan dihubungkan oleh *hanger*.

Steinman (1922), membedakan jembatan gantung menjadi 2 jenis yaitu :

- Jembatan gantung tanpa pengaku adalah tipe jembatan gantung dimana seluruh beban sendiri dan lalu lintas didukung penuh oleh kabel. Hal ini dikarenakan tidak terdapatnya elemen struktur kaku pada jembatan. Jembatan gantung tanpa pengaku hanya digunakan untuk struktur yang sederhana (bukan untuk struktur yang rumit dan berfungsi untuk menahan beban yang terlalu berat), karena tidak adanya pendukung lantai jembatan yang kaku atau kurang memenuhi syarat untuk diperhitungkan sebagai struktur kaku/balok menerus.
- Jembatan dengan pengaku adalah tipe jembatan gantung dimana pada salah satu bagian strukturnya mempunyai bagian yang lurus yang berfungsi untuk mendukung lantai lalu lintas (dek). Dek pada jembatan gantung jenis ini biasanya berupa struktur rangka, yang mempunyai kekuatan EI tertentu.

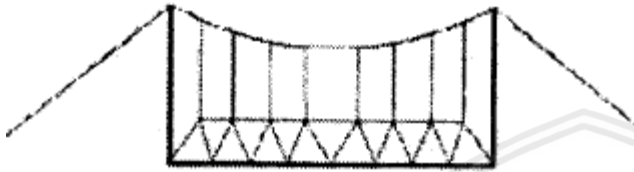
Jembatan gantung dengan pengaku mempunyai dua dasar bentuk umum, yaitu:

#### a. Tipe Rangka Batang Kaku (*Stiffening Truss*)

Pada tipe ini jembatan mempunyai bagian yang kaku atau diperkaku yaitu pada bagian lurus pendukung rantai jembatan atau dek yang dengan hanger dihubungkan dengan kabel utama.

b. Tipe Rantai Kaku (*Braced Chain*)

Pada tipe ini bagian yang kaku atau diperkaku adalah bagian yang berfungsi sebagai kabel utama.



a) Tipe *Stiffening Truss*

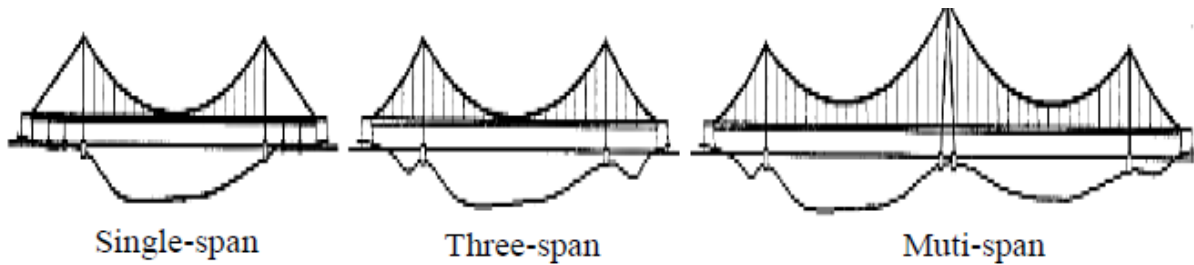


b) Tipe *Braced Chain*

Gambar 2.3 Tipe Jembatan Gantung berdasarkan pengaku

(Sumber : Jembatan, 2007 ; 169)

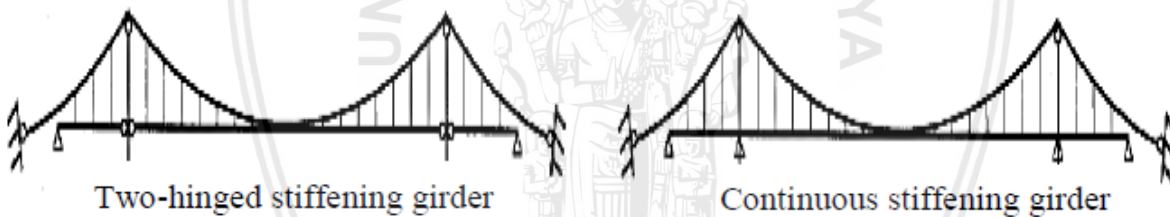
Jembatan gantung dapat diklasifikasikan menjadi jembatan satu atau tiga bentang dengan dua menara, dan jembatan bentang banyak memiliki tiga atau lebih menara. Jembatan gantung dengan tiga bentang adalah yang paling umum digunakan. Pada jembatan bentang banyak, perpindahan horizontal yang terjadi di puncak menara akan lebih besar saat kondisi pembebanan dibandingkan jembatan dengan satu atau tiga bentang, sehingga penanggulangan untuk mengendalikan perpindahan tersebut merupakan hal penting.



Gambar 2.4 Klasifikasi berdasarkan jumlah bentang

Sumber : Harazaki dkk, 2000

*Stiffening girder* secara kusus diklarifikasikan menjadi tipe dua tumpuan atau menerus. *Stiffening girder* dengan dua tumpuan biasanya digunakan untuk jembatan - jembatan jalan raya. Untuk jembatan – jembatan kombinasi jalan raya rel kereta api, *girder* menerus lebih sering digunakan untuk memastikan kelancaran jalannya kereta.



Gambar 2.5 Klasifikasi berdasarkan kontinuitas *stiffening girder*

Sumber : Harazaki dkk, 2000

### 2.3 Sistem Pembebanan Jembatan Gantung (*Suspension Bridge*)

Jembatan gantung pejalan kaki harus kuat dan kaku (tanpa lendutan yang berlebih) untuk menahan beban berikut :

- Beban vertikal berupa beban mati (*dead load*) dari berat sendiri jembatan dan beban hidup (*live load*) dari pengguna jembatan. Beban vertikal rencana adalah kombinasi dari beban mati dan beban hidup terbesar yang diperkirakan dari pengguna jembatan.
- Beban samping yang disebabkan oleh tekanan angin (*wind load*), gempa (*earthquake*), pengguna yang bersandar atau membentur pagar keselamatan (*lateral load*), dan benturan ringan atau tumbukan (*impact load*) yang diakibatkan oleh batuan-batuan yang terbawa oleh sungai/arus.

Beban mati adalah semua muatan yang berasal dari berat sendiri jembatan gantung atau bagian jembatan yang ditinjau, termasuk segala unsur tambahan tetap yang dianggap merupakan satu satuan dengan jembatan gantung. Dalam menentukan besarnya muatan mati harus dipergunakan nilai berat volume untuk bahan-bahan bangunan. Contoh beban mati pada jembatan gantung adalah berat beton, berat aspal, berat kabel, berat baja, berat plesteran dan lain – lain.

Tabel 2.1 Faktor untuk beban sendiri

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN			
	K		K	
			Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja, aluminium	1,0	1,1	0,9
	Beton pra cetak	1,0	1,2	0,85
	Beton dicor di tempat	1,0	1,3	0,75
	Kayu	1,0	1,4	0,7

(sumber : RSNI T-02-2005)

Tabel 2.2 Berat isi untuk beban mati

No	Bahan	Berat/Satuan Isi (kN/m <sup>3</sup> )	Kerapatan Masa (kg/m <sup>3</sup> )
1	Campuran aluminium	26.7	2720
2	Lapisan permukaan beraspal	22.0	2240
3	Besi tuang	71.0	7200
4	Timbunan tanah dipadatkan	17.2	1760
5	Kerikil dipadatkan	18.8 – 22.7	1920 – 2320
6	Aspal beton	22.0	2240
7	Beton ringan	12.25 – 19.6	1250 – 2000
8	Beton	22.0 – 25.0	2240 – 2560
9	Beton prategang	25.0 – 26.0	2560 – 2640
10	Beton bertulang	23.5 – 25.5	2400 – 2600
11	Timbal	111	11400
12	Lempung lepas	12.5	1280
13	Batu pasang	23.5	2400
14	Neoprin	11.3	1150
15	Pasir kering	15.7 – 17.2	1600 – 1760
16	Pasir basah	18.0 – 18.8	1840 - 1920
17	Lumpur lunak	17.2	1760
18	Baja	77.0	7850
19	Kayu (ringan)	7.8	800
20	Kayu (keras)	11.0	1120
21	Air murni	9.8	1000
22	Air garam	10.0	1025
23	Besi tempa	75.5	7680

(sumber : SNI T-02-2005)

Tabel 2.3 Faktor beban untuk beban mati tambahan

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN			
	K		K	
			Biasa	Terkurangi
Tetap	Keadaan Umum	1,0 (1)	2,0	0,7
	Keadaan khusus	1,0	1,4	0,8
CATATAN (1) Faktor beban daya layan 1,3 digunakan untuk berat utilitas				

(sumber : SNI T-02-2005)

Rumus untuk berat sendiri:

$$Q_{MS} = b \cdot h \cdot w_c \quad (2.1)$$

Keterangan:

$Q_{MS}$  = Berat sendiri

$b$  = Slab lantai jembatan

$h$  = Tebal slab lantai jembatan

$W_c$  = Berat beton bertulang ( yang disyaratkan dalam RSNI T-02-2005 adalah dari 23,5-25,5)

Tabel 2.4 Tabel Lendutan izin maksimum yang dihitung

Jenis komponen struktur	Lendutan yang diperhitungkan	Batas lendutan
Atap datar yang tidak menumpu atau tidak disatukan dengan komponen nonstructural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan seketika akibat beban hidup L	1/180
Lantai yang tidak menumpu atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar		1/360
Konstruksi atap atau lantai yang menumpu atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar.	Bagian dari lendutan total yang terjadi setelah pemasangan komponen nonstruktural (jumlah dari lendutan jangka panjang,	1/480
Konstruksi atap atau lantai menumpu atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin tidak akan rusak oleh lendutan yang besar.	akibat semua beban tetap yang bekerja, dan lendutan seketika, akibat penambahan beban hidup)	1/240

(Sumber: SNI 03-2847-2013)

Tulangan pokok lentur pelat satu arah dipasang pada arah tegak lurus terhadap dukungan. Karena analisis dan perencanaan dilakukan untuk setiap satuan pelat, maka jumlah penulangan juga dihitung untuk setiap satuan lebar tersebut.

Untuk beban hidup, ada dua aspek yang perlu dipertimbangkan yaitu :

- Beban terpusat pada lantai jembatan akibat langkah kaki manusia untuk memeriksa kekuatan lantai jembatan
- Beban yang dipindahkan dari lantai jembatan ke batang struktur yang kemudian dipindahkan ke tumpuan jembatan. Aksi ini akan terdistribusi pendek atau menerus sepanjang batang-batang longitudinal yang menahan lantai jembatan.



Beban hidup yang paling kritis yang dipikul karena pengguna jembatan pejalan kaki ditunjukkan pada **Tabel 2.5**. Dipertimbangkan bahwa beban terpusat 2000 kgf (20 kN) untuk kendaraan ringan/ternak dan beban merata 5 kPa memberikan batas yang cukup untuk keselamatan untuk semua pengguna biasa dari jembatan pejalan kaki.

*Tabel 2.5* Beban hidup izin dan Lendutan izin yang jembatan gantung pejalan kaki

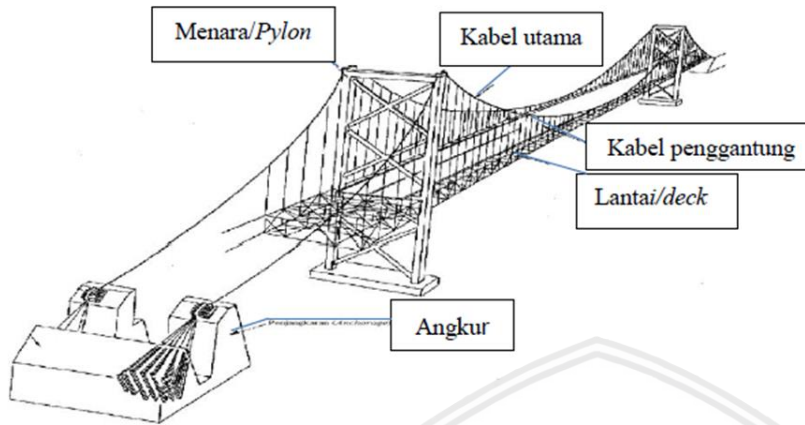
Kelas pengguna	Lebar	Beban terpusat	Beban terdistribusi merata	Lendutan izin $\frac{1}{\Delta}$
<b>Jembatan gantung pejalan kaki kelas I</b> (beban hidup maksimum sampai dengan kendaraan ringan)	1,8 m	20 kN (hanya ada satu kendaraan bermotor ringan pada satu bentang jembatan)	5 kPa	$\frac{1}{200}L$
<b>Jembatan gantung pejalan kaki kelas II</b> (beban hidup dibatasi hanya untuk pejalan kaki dan sepeda motor)	1,4 m	-	4 kPa	$\frac{1}{100}L$
Keterangan: L adalah bentang utama jembatan				

Sumber : SE.Men.PU No.02/SE/M/2010

Standar perencanaan untuk jembatan pejalan kaki mempertimbangkan standar perencanaan kecepatan angin 35 m/detik, yang mengakibatkan tekanan seragam pada sisi depan yang terbuka dari batang – batan jembatan dari 130 kg/m<sup>2</sup>. Karena tidak mungkin lalu lintas di atas jembatan pada angin yang besar, beban angin dipertimbangkan terpisah dari beban hidup vertikal.



## 2.4 Komponen Jembatan Gantung (*Suspension Bridge*)



Gambar 2.6 Komponen Struktur Atas Jembatan Gantung

Sumber : Harazaki dkk, 2000

Secara umum bangunan atas jembatan gantung terdiri dari:

- a. Lantai jembatan (Deck) berfungsi untuk memikul beban lalu lintas yang melewati jembatan serta menyalurkan beban dan gaya-gaya tersebut ke gelagar melintang. Sistem lantai (*deck*) merupakan struktur longitudinal yang menyokong dan mendistribusikan beban lalu lintas di atasnya, berperan sebagai penghubung sistem lateral, serta menjamin stabilitas aerodinamis dari struktur. Dalam perencanaan *deck* jembatan perlu mempertimbangkan faktor aliran udara vertikal dan beban mati dari *deck* itu sendiri. Dengan penggunaan sistem lantai (*deck*) dapat menambah kekakuan dari konstruksi jembatan gantung. Material yang biasanya digunakan pada *deck* (sistem lantai) jembatan berupa beton bertulang dengan berat yang relative ringan, *deck orthotropic*, atau baja berongga yang sebagian diisi dengan beton (komposit baja – beton). Pada *deck* (sistem lantai) ini, pengaruh kembang - susut material baja atau beton perlu diperhatikan dengan cermat. Apabila kembang-susut tidak terkontrol akan dapat menyebabkan penambahan tegangan pada struktur *deck* itu sendiri, selain itu dapat pula menimbulkan kerusakan pada konstruksi *deck*. Untuk itu pengguna *expansion joint* sebaiknya diberikan setiap 30 – 40 m untuk mencegah kerusakan *deck* dan struktur utama. Sistem lantai (*deck*) dapat berupa *stiffening truss*, *I-girder*, dan *box girder* yang biasanya digunakan. *I girder* tidak menguntungkan untuk stabilitas aerodinamis. Penggunaan *box girder* kini lebih banyak digunakan karena *truss* memerlukan fabrikasi yang besar dan perawatan yang sulit. Sedangkan lantai jembatan gantung Bumiayu terbuat dari profil CNP dan pelat bordes.

Tabel 2.6 Tabel Berat Besi Pelat Bordes

TABEL BERAT BESI PLAT BORDES		
Chekered Plate		
THICKNESS (mm)	SIZE (')	WEIGHT (kg)
2.30	4 x 8	59.00
3.00	4 x 8	75.00
3.20	4 x 8	79.60
4.50	4 x 8	110.00
6.00	4 x 8	145.00
8.00	4 x 8	192.00
9.00	4 x 8	215.00

Sumber : PT. Mega Jayasteel Indonesia

Lantai kendaraan jembatan merupakan pelat komposit yang terdiri dari pelat *compodeck*.

#### 1.) Desain pelat beton

Pelat beton direncanakan sebagai pelat lentur satu arah. Struktur pelat satu arah didefinisikan sebagai pelat yang didukung pada tepi yang berhadapan sedemikian rupa sehingga lentur timbul hanya dalam satu arah saja, yaitu pada arah tegak lurus terhadap arah dukungan tepi. Semua beban hidup diterima oleh pelat kemudian disalurkan ke gelagar. Beban bekerja pada pelat satu arah diperlakukan sebagaimana layaknya sebuah balok persegi dengan tingginya ( $t$ ) setebal pelat ( $b$ ) adalah satu satuan panjang. Apabila diberikan beban merata, pelat melendut membentuk kelengkungan satu arah, dan oleh karenanya timbul momen lentur pada arah tersebut.

Langkah – langkah untuk menganalisis tulangan pelat lentur satu arah (SNI 03-2847-2013):

- Menentukan nilai selimut beton, diameter tulangan, dan tinggi efektif balok.
- Menghitung pembebanan berdasarkan SNI T-02-2005. Beban yang bekerja pada pelat beton berupa berat mati sendiri, beban mati tambahan, dan beban hidup lalu lintas berupa beban truk.
- Menghitung  $\rho_b$ ,  $\rho_{min}$ , dan  $\rho_{maks}$  :

$$\rho_b = \beta \cdot \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{0,25 \sqrt{f'c}}{f_y} > \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\text{maks}} = \frac{0,003 + fy/Es}{0,003 + \epsilon_t} \cdot \rho_b$$

Keterangan:

$$\beta = 0,85 \text{ (jika } f'c \leq 28 \text{ MPa)}$$

$$\beta = 0,85 - 0,05 \cdot \left(\frac{f'c - 28}{7}\right) \text{ (jika } 28 \text{ MPa} \leq f'c \leq 56 \text{ MPa)}$$

$$\beta = 0,65 \text{ (jika } f'c > 56 \text{ Mpa)}$$

- Menghitung momen nominal ( $M_n$ ), ( $R_n$ ) dan rasio penulangan beton :

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} \text{ dengan } \phi = 0,8$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{fy}} \right)$$

$$m = \frac{fy}{0,85 f'c}$$

- Menghitung tulangan beton:

$$\text{Luas tulangan utama (As)} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$\text{Jarak tulangan utama (s)} = \frac{\frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot b}{As}$$

$$\text{Luas tulangan susut suhu (Ass)} = 0,0018 \cdot b \cdot h$$

- Kontrol lendutan pelat:

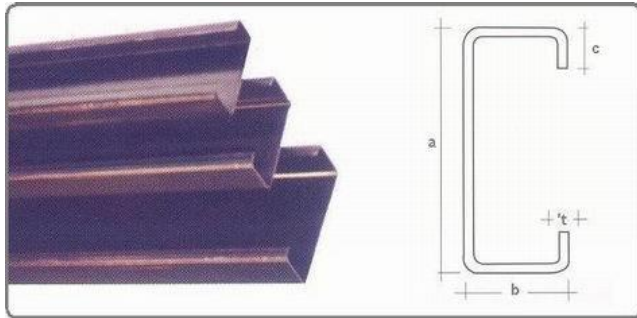
$$\text{Momen inersia positif (Ie)} = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I^0 + \left[ 1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 \right] I_{cr}$$

$$\text{Momen retak (M}_{cr}\text{)} = \frac{f_r \cdot I_g}{yt}$$

$$\text{Lendutan akibat beban mati dan hidup (}\delta_e\text{)} = \frac{5}{384} Q \cdot Lx^4 / (Ec \cdot Ie)$$

Lendutan total tidak boleh melebihi batasan yang ditetapkan berdasarkan SNI 03-2847-2013.

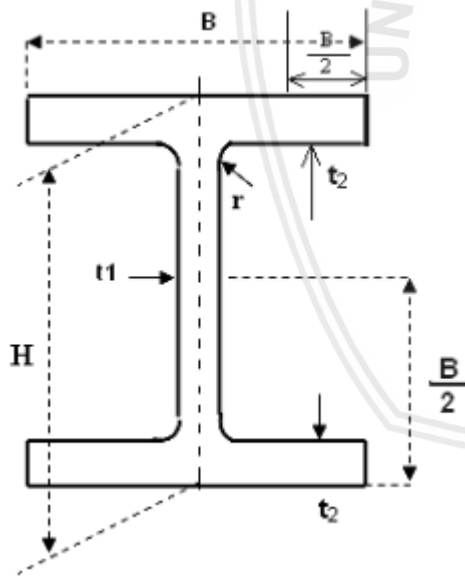
- Gelagar melintang (*transversal girder*) berfungsi sebagai pemikul gelagar memanjang dan diperhitungkan sebagai balok sederhana yang menumpu diatas gelagar pengaku atau dipikul oleh batang penggantung (*hanger*). Gelagar melintang jembatan gantung Bumiayu menggunakan profil CNP dengan dimensi 100x50x5x7.5.



Gambar 2.7 Profil CNP

Sumber : PT. Adhitamasteel

- c. Gelagar memanjang (*longitudinal girder*) berfungsi sebagai pemikul lantai jembatan dan diperhitungkan sebagai balok menerus yang menumpu diatas tumpuan-tumpuan berupa gelagar melintang. Gelagar memanjang jembatan gantung Bumiayu menggunakan profil IWF dengan dimensi 200x100x5.5x8.



Gambar 2.8 Profil IWF

- d. Batang penggantung (*Hanger*) berfungsi sebagai pemikul gelagar utama dan pelat lantai serta melimpahkan beban dan gaya yang bekerja pada kabel utama. Batang penggantung ini bias berupa

kabel untaian (*strand rope*) atau batang baja (*steel rod*). Untuk sambungan antara batang penggantung dengan kabel utama (*main cable*) digunakan klem penggantung (*hanger clamp*).

Menghitung panjang kabel penggantung :

$$y = 4f \frac{x}{l^2} (l - x)$$

(2.2)

$$y' = h_{pylon} - y$$

keterangan :

$y_{pylon}$  = jarak vertikal koordinat dari tumpuan

$x$  = jarak horizontal koordinat dari tumpuan

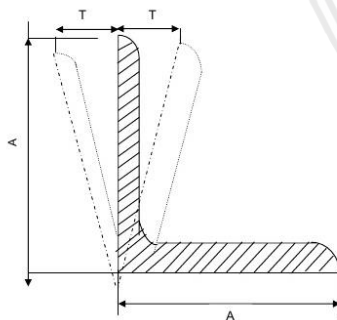
$l$  = panjang bentang utama

$f$  = *sag* pada tengah bentang

$y'$  = panjang kabel penggantung

= tinggi menara dari lantai jembatan

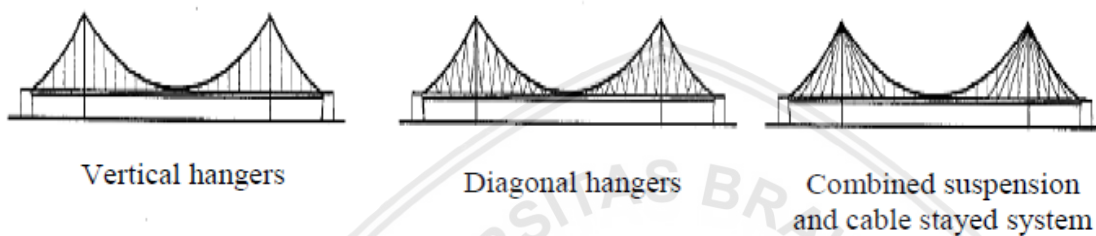
- e. Ikatan Angin (*bracing*) berfungsi memikul gaya angin yang bekerja pada bangunan atas. Ikatan angin pada bagian bawah lantai jembatan gantung Bumiayu menggunakan profil siku dengan dimensi 70x70x9.



Gambar 2.9 Profil Siku

Sumber : SNI 07-2054-2006

- f. Kabel utama (*main cable*) berfungsi sebagai pemikul beban dan gaya-gaya yang bekerja pada batang penggantung serta melimpahkan beban dan gaya-gaya tersebut ke menara pemikul (*pylon*) dan blok ankur (*anchorage block*). Kabel penggantung pada jembatan gantung biasa berupa kabel vertikal atau diagonal. Umumnya, kebanyakan kabel penggantung pada jembatan gantung adalah kabel vertikal. Biasanya, kabel penggantung vertikal dan diagonal dikombinasikan untuk menambah kekauan.



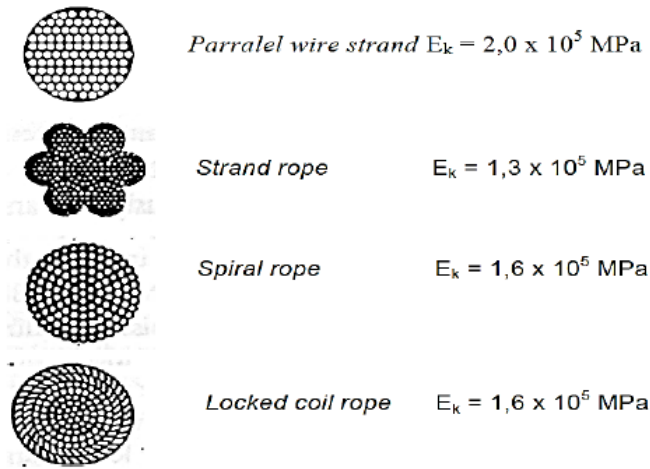
Gambar 2.10 Klasifikasi berdasarkan tipe pengangkutan kabel

Sumber : Harazaki dkk, 2000

Kabel merupakan bahan atau material utama dalam struktur jembatan gantung. Schodeck (1991) menyatakan bahwa kabel bersifat fleksibel cenderung berubah bentuk drastis apabila pembebanan berubah. Dalam hal pemakaiannya kabel berfungsi sebagai batang tarik.

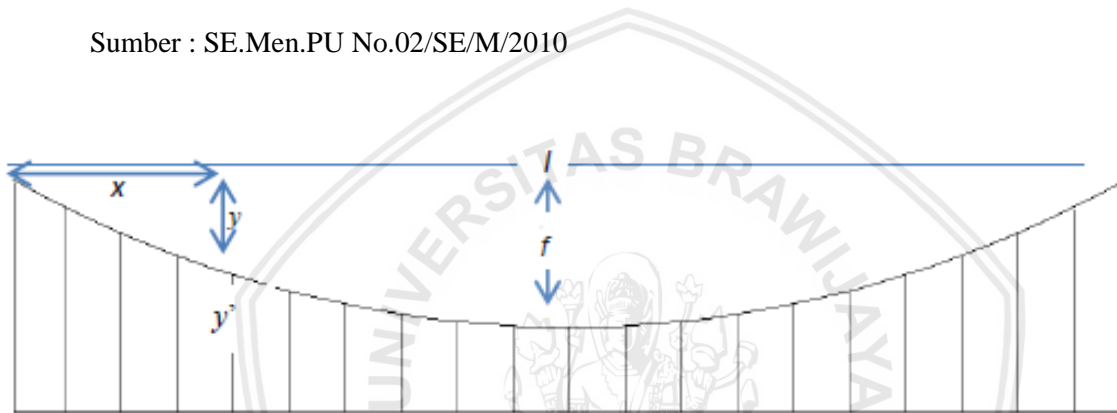
Karakteristik kabel kaitannya dengan struktur jembatan gantung antara lain:

- Mempunyai penampang yang seragam / homogen pada seluruh bentang.
- Tidak dapat menahan momen dan gaya desak.
- Gaya – gaya dalam yang bekerja selalu merupakan gaya tarik aksial.
- Bentuk kabel tergantung pada beban yang bekerja padanya.
- Bila kabel menerima beban terbagi rata, maka wujudnya akan merupakan lengkungan parabola



Gambar 2.11 Penampang melintang kabel

Sumber : SE.Men.PU No.02/SE/M/2010



Gambar 2.12 Struktur kabel pada bentang utama

Langkah – langkah dalam merencanakan kabel utama (*main cable*) menurut Supriyadi dan Muntohar (2007):

1. Rasio focus kabel utama :

$$n = \frac{f}{l} \quad L = l \left( 1 + \frac{8}{3} n^2 \right) \quad (2.3)$$

Keterangan :

$n$  = rasio focus

$f$  = kedalaman lengkungan/simpangan kabel (*sag*) di tengah

$l$  = panjang bentang utama

2. Panjang kabel utama :



a. panjang kabel utama di bentang utama

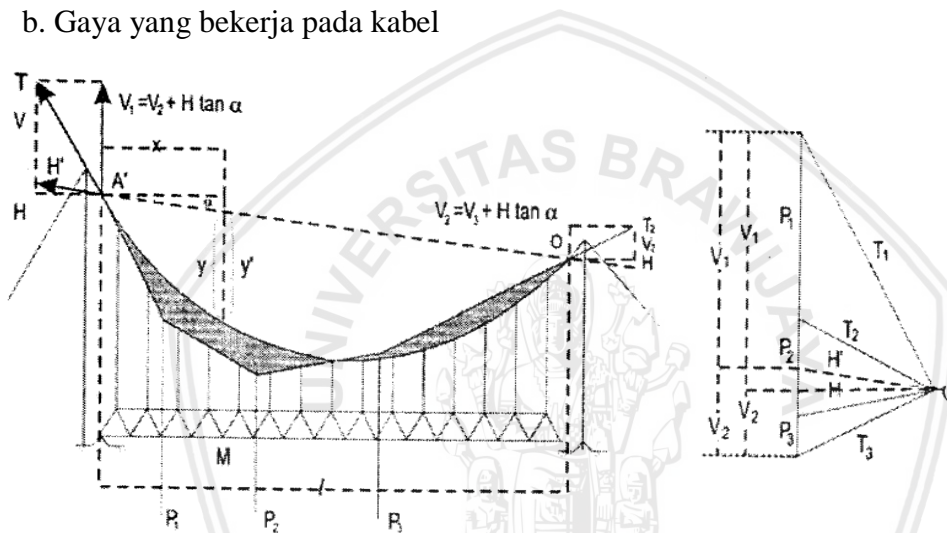
$$2L_1 = 2l_1 \sec \alpha \quad (2.4)$$

Keterangan :

$l_1$  = panjang bentang samping

$\alpha$  = sudut kemiringan kabel backstays terhadap lantai jembatan

b. Gaya yang bekerja pada kabel



Gambar 2.13 Gaya-gaya yang bekerja pada kabel jembatan

Sumber : Jembatan, 2007 ; 169

a. Tegangan horizontal pada kabel :

$$H = \frac{M}{y} \quad (2.5)$$

Keterangan :

M = momen pada tiap titik kabel

y = sag pada tiap titik kabel

b. Tegangan T pada kabel :

Pada kabel di bentang utama adalah :

$$T1 = H \cdot \sec \alpha \quad (2.6)$$



Keterangan :

$\alpha$  = Sudut antara  $T_1$  terhadap H

Pada kabel di bentang samping adalah :

$$T_2 = H \cdot \sec \phi \quad (2.7)$$

Keterangan :

$\phi$  = Sudut antara  $T_2$  terhadap H

c. Menghitung kebutuhan kabel :

$$\sigma' = \frac{P}{A} \quad (2.8)$$

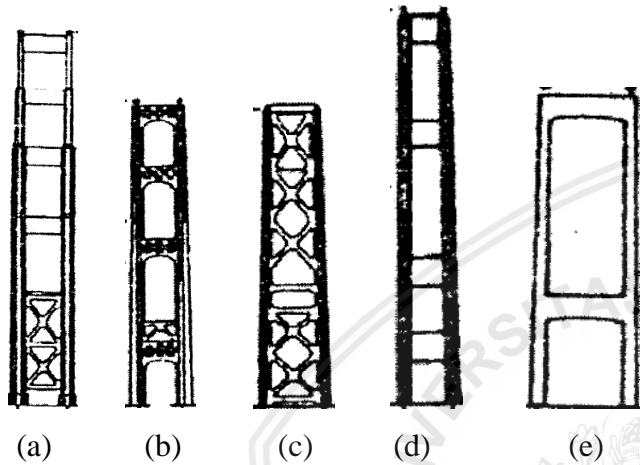
Keterangan :

$\sigma'$  = tegangan ijin tarik maksimum kabel

A = diameter penampang kabel

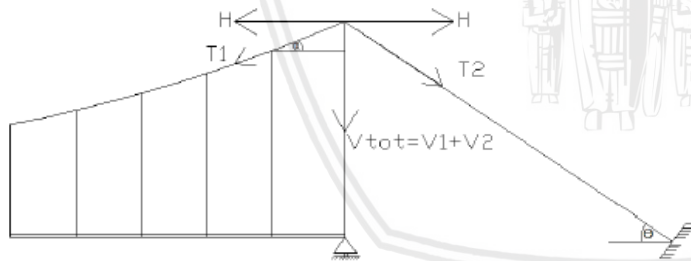
- g. Sandaran (*railing*) berfungsi untuk mengamankan pejalan kaki dan direncanakan menahan gaya 100 kg/m setinggi 90 cm dari trotoar dengan jarak tiang sandaran 2 meter. Untuk jembatan gantung Bumiayu tiang sandaran dan sandarannya menggunakan pipa baja profil siku serta parapet dari pelat besi.
- h. Menara (Pylon) berfungsi sebagai penumpu kabel utama dan gelagar utama, serta menyalurkan beban dan gaya-gaya bekerja melalui struktur pilar ke fondasi. Menara pada sistem jembatan gantung akan menjadi tumpuan kabel utama. Beban yang dipikul oleh kabel selanjutnya diteruskan ke menara yang kemudian disebar ke tanah melalui pondasi. Dengan demikian agar dapat menyalurkan beban dengan baik, perlu diketahui pula bentuk atau macam menara yang digunakan. Bentuk menara dapat berupa portal, *multistory*, atau *diagonally braced frame*. Konstruksi menara tersebut dapat juga berupa konstruksi *cellular*, yang terbuat dari pelat baja lembaran, baja berongga, atau beton bertulang. Tumpuan menara baja biasanya dapat

diamsumsikan jepit atau sendi. Sedangkan tumpuan kabel diatas menara sering digunakan tumpuan rol untuk mengurangi pengaruh ketidak seimbangan menara akibat lendutan kabel. Sedangkan Menara yang digunakan jembatan gantung Bumiayu berbentuk rangka portal dengan kolom berupa profil *heavy column* dan balok portal berupa rangka profil siku.



Gambar 2.14 Tipe Menara

Sumber : Trotsky, 1994



Gambar 2.15 Gaya pada menara

Gaya – gaya tersebut disalurkan kabel pada *tower*. Pada bentang utama terjadi gaya T1 dan pada bentang samping terjadi gaya T2. Jika diperhitungkan terhadap sudut kabel maka gaya horizontal pada bentang utama sama dengan bentang samping agar terjadi keseimbangan, sehingga tidak terjadi gaya horizontal dan hanya terjadi gaya aksial ke tekan vertikal ke bawah pada *tower*, yaitu :

$$V = T_1 \cdot \sin \alpha + T_2 \cdot \sin \phi$$

(2.9)

Keterangan :

$\alpha$  = Sudut antara  $T_1$  terhadap H

$\phi$  = Sudut antara  $T_2$  terhadap H

- i. Blok Angkur merupakan tipe gravitasi untuk semua jenis tanah yang berfungsi sebagai penahan ujung-ujung kabel utama serta menyalurkan gaya-gaya yang dipikulnya ke fondasi. Pengangkuran

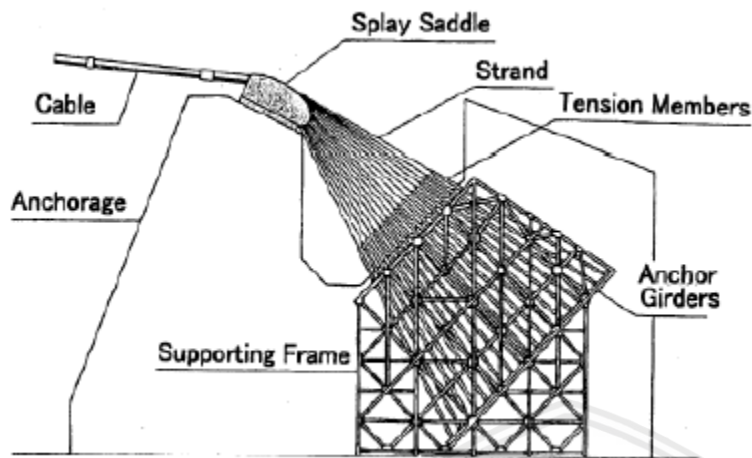


diklasifikasikan menjadi pengangkuran pada bagian luar dari jembatan, dan pengangkuran pada jembatannya sendiri. Pengangkuran pada jembatannya sendiri berarti kabel utama disatukan dengan *stiffening girder* sebagai system pengangkuran, sehingga tekanan axial diterima oleh *girder*.

Gambar 2.16 Klasifikasi berdasarkan tipe pengangkuran kabel

Sumber : Harazaki dkk, 2000

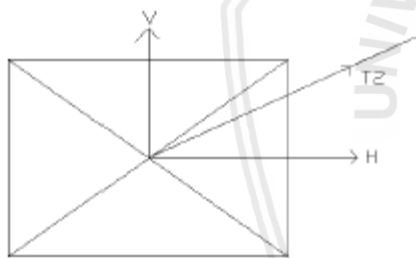
Pengangkuran jembatan berupa balok beton yang sangat besar yang menjadi angkur kabel utama dan berperan sebagai penyokong akhir sebuah jembatan. Pengangkuran jembatan dapat berupa pengakuran *gravity* dan *tunnel*. Pengangkuran *gravity* bergantung pada massa angkur itu sendiri untuk menahan tegangan dari kabel utama. Tipe ini sering digunakan pada banyak jembatan gantung. Pengangkuran *tunnel* membawa tegangan dari kabel utama langsung ke dalam tanah. Kondisi geoteknik yang memadai dibutuhkan untuk pengangkuran tipe ini.



Gambar 2.17 Pengankuran gravity jembatan Akashi Kaikyo

Sumber : Harazaki dkk, 2000

Gaya yang bekerja pada angkur dapat dilihat pada gambar :



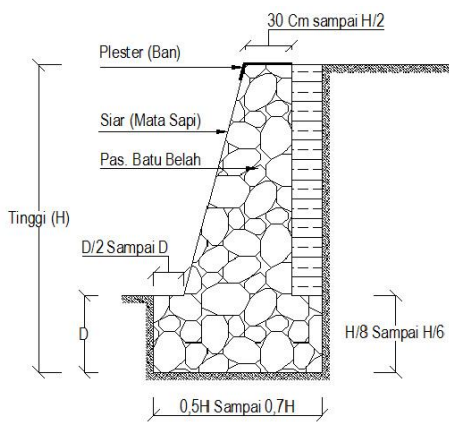
Gambar 2.18 Gaya yang bekerja pada angkur jembatan

Angkur memikul beban vertikal dan beban horizontal yang berdasar dari tegangan  $T_2$  pada kabel :

$$\text{Gaya vertikal, } V = T_2 \cdot \cos \theta \quad (2.10)$$

$$\text{Gaya horizontal, } H = T_2 \cdot \sin \theta$$

- j. Pondasi menara dan pondasi angkur berfungsi sebagai pemikul menara dan blok angkur serta melimpahkan beban dan gaya-gaya yang bekerja ke lapisan tanah pendukung. Pondasi menara berbentuk abutmen tipe dinding gravitasi yang terbuat dari pasangan batu kali atau konstruksi beton bertulang. Sedangkan pondasi blok angkur biasanya terbuat dari konstruksi beton bertulang.



Gambar 2.19 Dinding Gravitasi





*(halaman kosong)*



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Langkah – langkah Perencanaan

Secara garis besar perencanaan bangunan atas jembatan Bumiayu Jl. Kolonel Sugiono I A, Bumiayu, Kedungkandang, Kota Malang, Jawa Timur dengan menggunakan tipe sebagai berikut:

##### 1. Pengumpulan data

Data – data tersebut antara lain :

- |                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| Bentang jembatan   | : 56 m                  |
| Lebar jembatan     | : 4,5 m (pejalan kaki). |
| Tipe bangunan atas | : Gantung               |

##### 2. Pemilihan Bentuk Struktur Jembatan

Berdasarkan uraian di muka dilakukan pemilihan bentuk struktur jembatan yang direncanakan adalah :

1. Struktur jembatan dijadikan satu bentang dengan ukuran 52,5 m;
2. Struktur jembatan menggunakan pilar;
3. Stuktur jembatan gantung menggunakan tipe *side span suspended*
4. Menara terbuat dari baja dengan perletakan jepit pada pilar-pilar jembatan.

##### 3. Perencanaan Sistem Lantai Kendaraan

Sistem lantai kendaraan terdiri dari lantai kendaraan, gelagar memanjang, dan gelagar melintang. Lantai kendaraan direncanakan dari beton bertulang, gelagar melintang dan gelagar memanjang yang dibuat dari baja profil.





#### **4. Analisis Struktur**

Dari pemodelan struktur yang telah diredesain dilakukan analisis struktur untuk menentukan momen, geser, tegangan aksial, dan lendutan yang terjadi pada dek dan struktur kabel jembatan gantung. Jika hasil analisis telah sesuai maka perancangan struktur kabel dinyatakan dapat memenuhi syarat pembebanan rencana dan penelitian selesai, namun jika tidak maka akan dilakukan modifikasi ulang.

#### **5. Perencanaan Ikatan Angin**

Dilakukan analisis struktur ikatan angin menggunakan software staadpro untuk menentukan reaksi akibat tekanan angin tekan dan hisap. Jika hasil analisis telah sesuai maka perancangan ikatan angin dinyatakan dapat memenuhi syarat pembebanan rencana dan penelitian selesai, namun jika tidak maka akan dilakukan modifikasi ulang.

#### **6. Perencanaan Pertalian Kabel**

Pertalian yang direncanakan adalah antara kabel dengan gelagar (*hanger*) dan kabel dengan menara (kabel utama).

#### **7. Pemeriksaan Kekuatan Kabel**

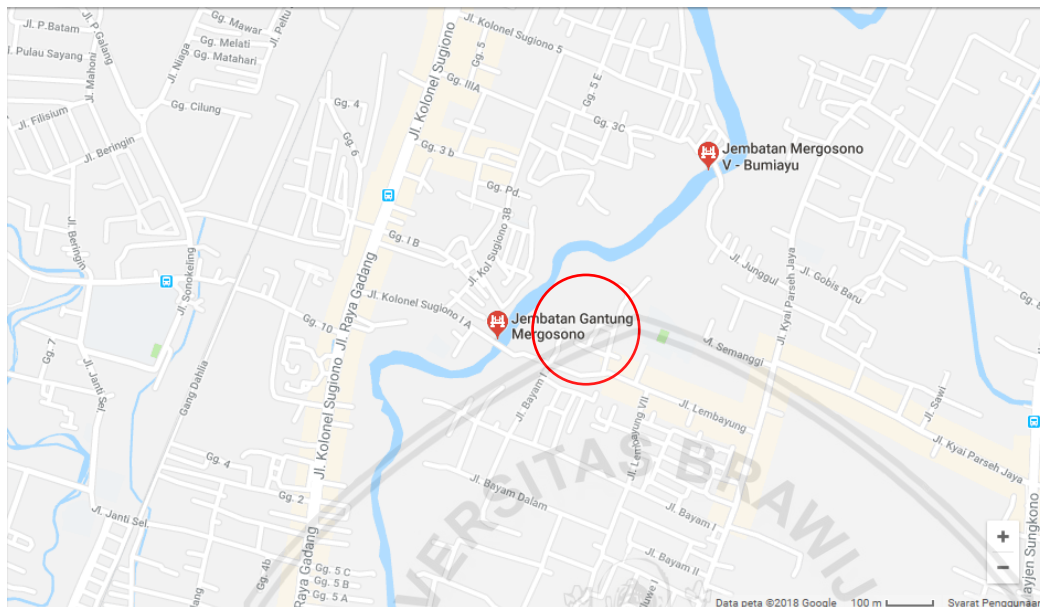
Dari analisis struktur akan diperoleh besarnya gaya-gaya yang bekerja. Kemudian kabel diperiksa kekuatannya terhadap gaya-gaya yang bekerja. Apabila kekuatannya tidak mencukupi, maka dicoba dengan memperbesar dimensi awal kabel dan di analisis ulang.

#### **8. Perencanaan Menara**

Menara yang direncanakan pada skripsi ini berbentuk rangka sederhana. Perletakan menara terjepit pada abutment.

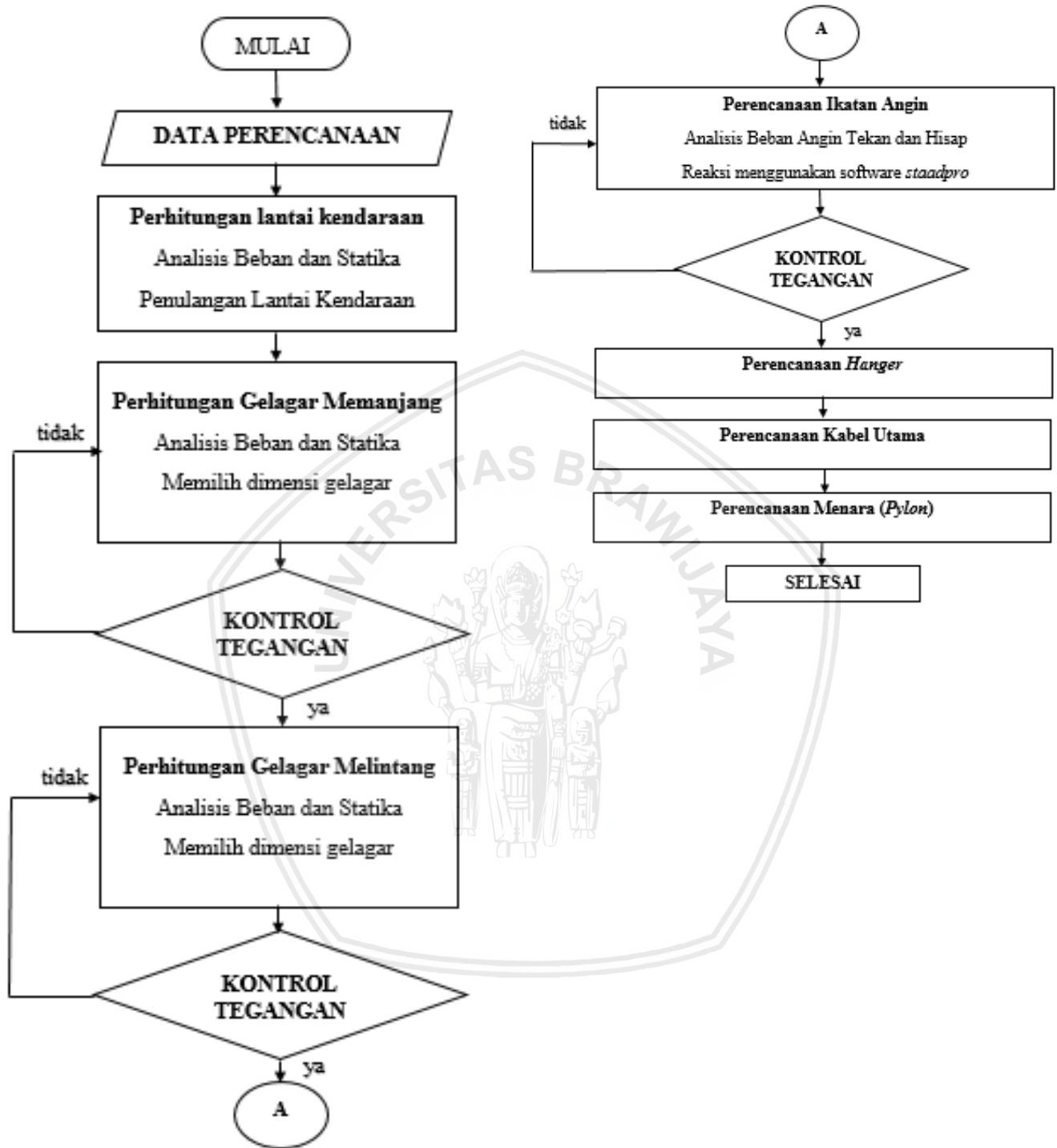
### 3.2 Lokasi Jembatan

Jembatan Bumiayu terletak di Jalan Kolonel Sugiono IA, Bumiayu, Kedungkandang, Kota Malang yang menghubungkan ruas Jalan Kolonel Sugiono dan Jalan Mayjend Sungkono.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Jembatan Bumiayu (Mergosono)

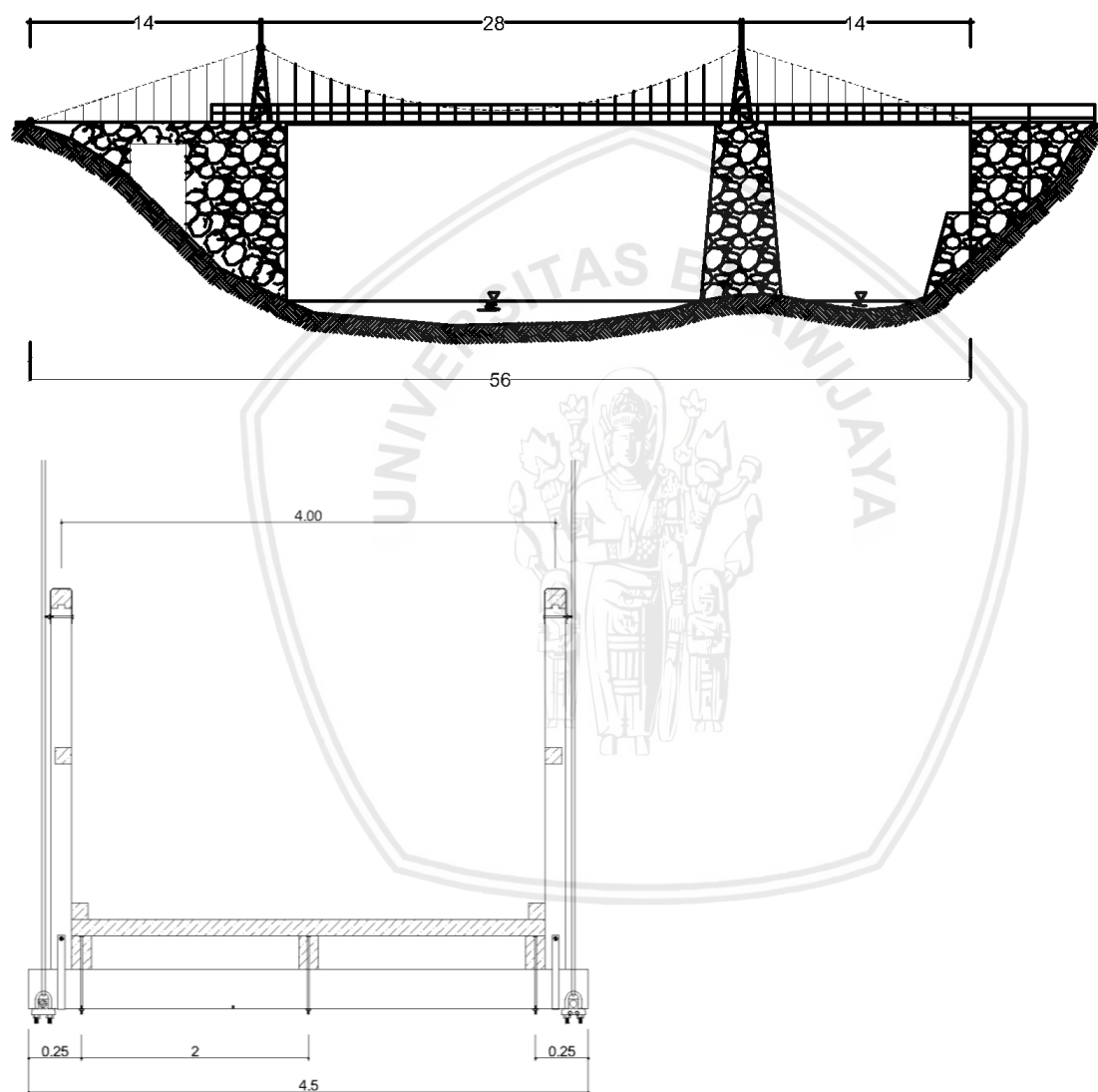
### 3.3 Diagram Alir Perencanaan



Gambar 3.2 Diagram Alir Perencanaan

**BAB IV**

**PEMBAHASAN**



Gambar 4.1 Layout potongan memanjang dan melintang

## 4.1 Lantai Kendaraan

### 4.1.1 Data yang diketahui :

- Tebal pelat lantai = 15 cm = 0,15 m
- Bentang jembatan = 28 m
- Lebar jembatan = 4 m
- Tebal Aspal ( $t_{aspal}$ ) = 2 cm = 0,02 m
- Jarak antar gelagar memanjang (L) = 2 m
- Tinggi pylon = 4.5 m
- Tinggi air hujan = 5 cm = 0,05 m
- $f'c$  = 30 Mpa
- $f_y$  = 400 Mpa

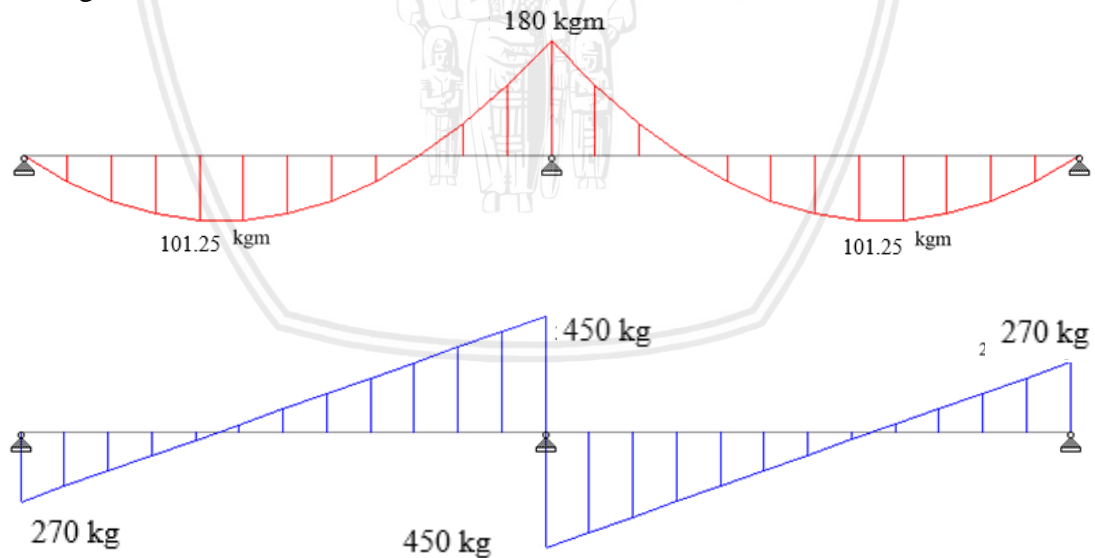
### 4.1.2 Pembebanan

Beban pias 1 m

a. Beban sendiri (Ms)

Berat sendiri Pelat :

$$\begin{aligned}
 Q_{MS} &= b \times h \times \gamma_{\text{beton}} \\
 &= (1 \text{ m}) \times (0,15 \text{ m}) \times (2400 \text{ kg/m}^3) \\
 &= 360 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.2 Pembebanan akibat beban sendiri.

$$M_{MS} = 180 \text{ kgm}$$

$$D_{MS} = 450 \text{ kg}$$

b. Beban mati tambahan ( $M_a$ )

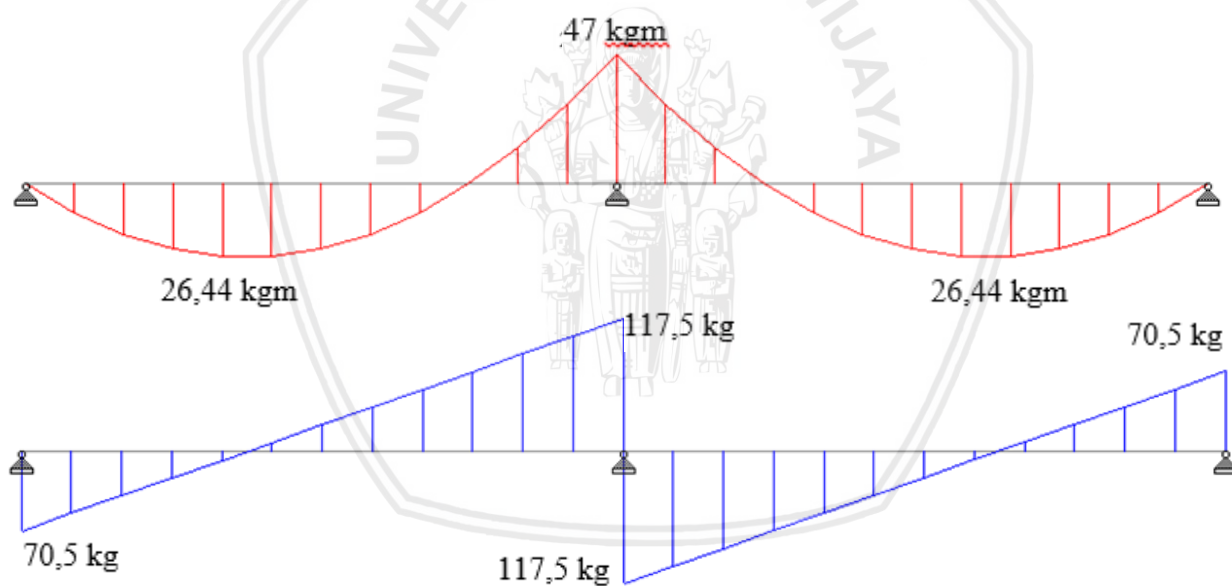
Berat perkerasan Aspal :

$$\begin{aligned} Q_{MA} &= b \times h \times \gamma_{\text{aspal}} \\ &= (1 \text{ m}) \times (0,02 \text{ m}) \times (2200 \text{ kg/m}^3) \\ &= 44 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Berat air hujan :

$$\begin{aligned} Q_{MA} &= b \times h \times \gamma_{\text{hujan}} \\ &= (1 \text{ m}) \times (0,05 \text{ m}) \times (1000 \text{ kg/m}^3) \\ &= 50 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{MA \text{ (total)}} &= Q_{MA \text{ (aspal)}} + Q_{MA \text{ (hujan)}} \\ &= 44 \text{ kg/m} + 50 \text{ kg/m} \\ &= 94 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



Gambar 4.3 Pembebanan akibat beban tambahan.

$$M_{MA} = 47 \text{ kgm}$$

$$D_{MA} = 117,5 \text{ kg}$$

### 4.1.3 Beban Hidup

#### 1. Beban Hidup “SM”

Beban hidup diperhitungkan terhadap kendaraan sepeda motor yaitu dengan motor Yamaha N-Max dengan menyebar arah  $45^\circ$  sampai pada tengah tengah tebal pelat lantai beton.

Data sepeda motor Yamaha N-Max:

- Berat motor = 127 kg
- Berat penumpang = 180 kg
- Full tank = 6,6 liter
- Oli mesin = 1 liter
- Masa jenis bensin =  $900 \text{ kg/m}^3$
- Masa jenis oli =  $800 \text{ kg/m}^3$
- Ukuran ban belakang = 130/70

$$1 \text{ liter} = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

$$\frac{x}{0,001} = 900$$

$$x = 0,9 \text{ kg}$$

Berat motor

Berat penumpang

$$\text{Full tank} = 6,6 \text{ liter} \cdot 0,9 \text{ kg} = 5,95 \text{ kg}$$

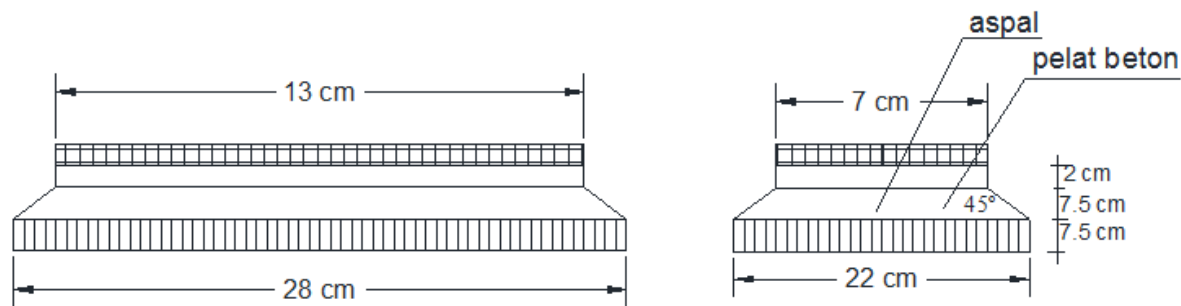
$$\text{Oli mesin} = 1 \text{ liter} \cdot 0,8 \text{ kg} = 0,8 \text{ kg} +$$

$$\text{Berat SM}_{\text{total}} = 313,74 \text{ kg}$$

Dalam menggunakan beban hidup “ SM “ untuk perencanaan lantai kendaraan dengan memiliki lebar penyebaran roda arah melintang jembatan sebesar 13 cm dan lebar penyebaran roda arah memanjang sebesar 7 cm.

Beban hidup “ SM “ ini harus dikombinasikan untuk menghasilkan momen maksimum pada lantai kendaraan. Untuk melihat susunan roda sepeda motor akibat beban hidup “ SM “ dapat dilihat pada gambar dibawah ini.





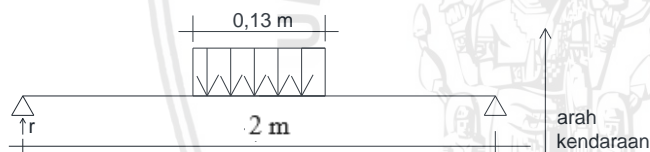
Gambar 4.4 Penyebaran gaya roda pada lantai jembatan

$$\begin{aligned}\text{Luas bidang kontak} &= 28 \text{ cm} \times 22 \text{ cm} \\ &= 616 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$SM = 313,74 \text{ kg}$$

$$Q_{SM} = \frac{SM}{A} = \frac{313,74 \text{ kg}}{616 \text{ cm}^2} = 0,5093182 \text{ kg/cm}^2 = 5093,182 \text{ kg/m}^2$$

Untuk menentukan momen maksimum akibat beban “ SM “ ditinjau dari kedudukan roda kendaraan, yaitu momen dan tumpuan jika masuk satu roda :



Gambar 4.5 Pembebanan akibat beban “ SM “ ditinjau dari kedudukan roda kendaraan.

$$\begin{aligned}R &= \frac{1}{2} \times Q_{SM} \times \text{Luas bidang kontak roda} \\ &= \frac{1}{2} \times (5093,182 \text{ kg/m}^2) \times (0,0616 \text{ m}^2) \\ &= 156,87 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{SM} &= R \times \frac{1}{2} \times L - \frac{1}{2} \times (Q_{LT} \times 0,22) \times 0,065^2 \\ &= (156,87 \text{ kg}) \times \frac{1}{2} \times 2 \text{ m} - \frac{1}{2} \times ((5093,182 \text{ kg/m}^2) \times (0,22 \text{ m})) \times (0,065 \text{ m})^2 \\ &= 154,503 \text{ kgm}\end{aligned}$$

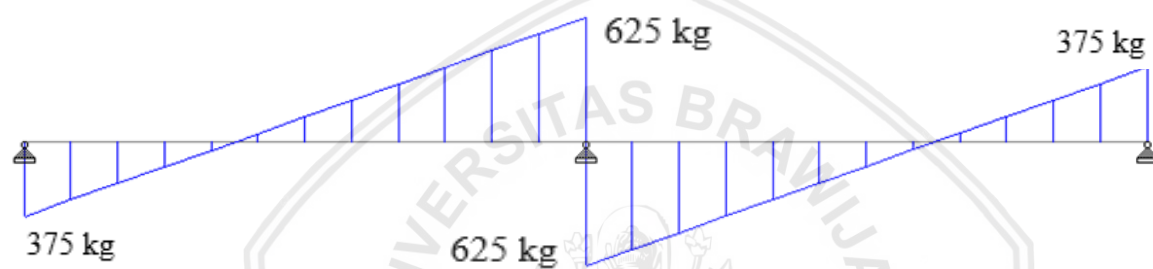
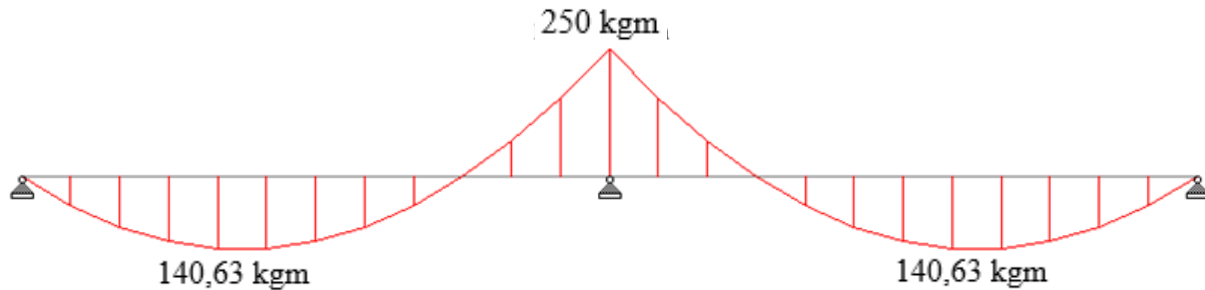
## 2. Beban hidup manusia

$$Q_L = (1 \text{ m}) \times (500 \text{ kg/m}^2)$$

$$= 500 \text{ kg/m}$$

$$w = 500 \text{ kg/m}$$

$$375 \text{ kg}$$



Gambar 4.6 Pembebanan akibat beban manusia

$$M_{TP} = 250 \text{ kgm}$$

$$D_{TP} = 625 \text{ kg}$$

### 4.1.4 Kombinasi pembebanan

$$M_u = 1,2.M_S + 2.M_{MA} + 1,8.M_{TP}$$

(SNI 1725:2016)

$$= (1,2 \times (180 \text{ kgm})) + (2 \times (47 \text{ kgm})) + (1,8 \times (250 \text{ kgm}))$$

$$= 760 \text{ kgm}$$

$$D_u = 1,2.D_S + 2.D_{MA} + 1,8.D_{TP}$$

$$= (1,2 \times (450 \text{ kg})) + (2 \times (117,5 \text{ kg})) + (1,8 \times (625 \text{ kg}))$$

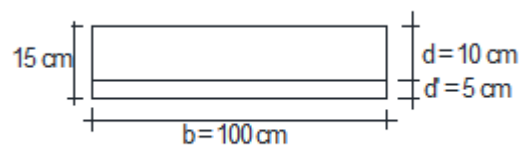
$$= 1900 \text{ kg}$$

Penulangan pelat lantai kendaraan

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{sy} = 240 \text{ MPa}$$

$$d' = 50 \text{ mm}$$



$$Mu = 760 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_{sy}} = \frac{1,4}{240} = 0,0058333$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,85 \times \frac{0,85 \times f'c}{f_y} \times \beta \times \frac{600}{600+f_y} \\ &= 0,85 \times \frac{0,85 \times 30}{240} \times 0,85 \times \frac{600}{600+240} \\ &= 0,064508929 \end{aligned}$$

$$Rn = \frac{Mu}{bxd^2} = \frac{11,06 \times 10^6}{\phi 1000 \times 100^2} = 1,3825$$

Faktor reduksi kekuatan untuk lentur,  $Kc^R = 0,8$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_y} \\ &= \frac{240}{0,85 \cdot 240} \\ &= 9,411764706 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{9,411764706} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,411764706 \cdot 5,307235}{240}} \right) \\ &= 0,002507150422 \end{aligned}$$

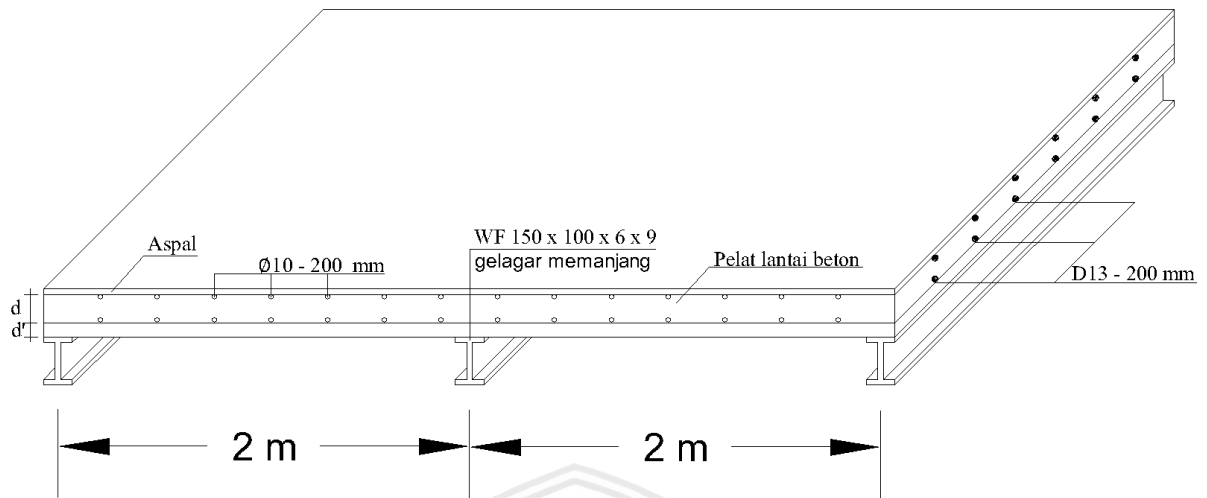
$\rho_{\min} = 0,005833 > \rho = 0,002507150422 < \rho_{\max} = 0,02992$ , menggunakan  $\rho = 0,005833$

$$\begin{aligned} Ast &= \rho \times b \times d \\ &= 0,005833 \times 1000 \times 100 \\ &= 583,333 \text{ mm}^2 = 5,8333 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan ulir D13-200 mm = 6,34 cm<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{Tulangan bagi} &= 50\% \times Ast \\ &= 291,667 \text{ mm}^2 = 2,91667 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

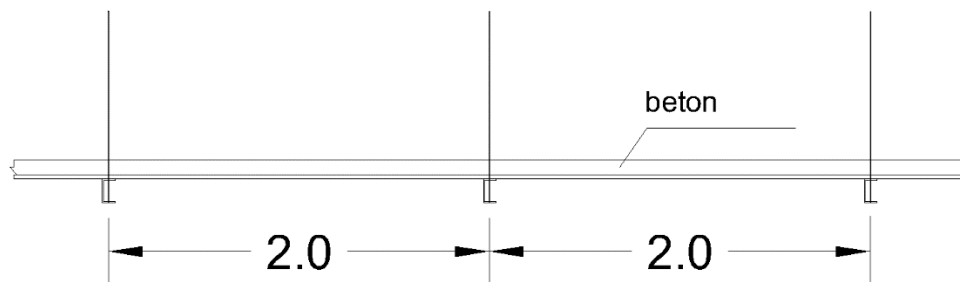
Dipakai tulangan polos Ø10-200 mm = 3,93 cm<sup>2</sup>



Gambar 4.7 Penulangan pelat lantai kendaraan

#### 4.2 Perencanaan Gelagar Memanjang

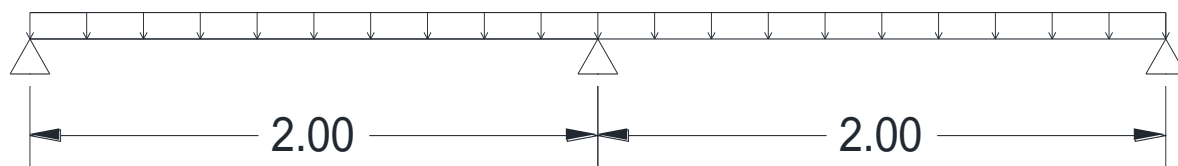
Jarak antar gelagar	= 2 m
Bentang antar gelagar melintang (L)	= 2 m
Tebal lapis perkerasan ( $t_{aspal}$ )	= 0.02 m
Tebal pelat beton	= 0.15 m
BJ-37	
$f_y$	= 240 Mpa = 2400 kg/cm <sup>2</sup>
$f_u$	= 370 Mpa = 3700 kg/cm <sup>2</sup>
Profil	= WF 150 x 75
W	= 14 kg/m



Gambar 4.8 Potongan gelagar memanjang

## 4.2.1 Statika

### a. Pembebanan



Gambar 4.9 Pembebanan gelagar memanjang

#### 1. Analisis beban dan statika

beban akibat beban sendiri pias = 2 m

#### a. Berat sendiri (Ms) :

Berat sendiri Pelat lantai :

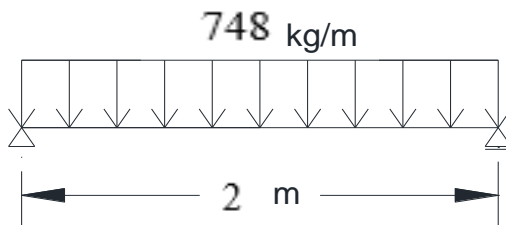
$$\begin{aligned} Q_{MS} &= b \times h \times \gamma_{\text{beton}} \\ &= (2 \text{ m}) \times (0,15 \text{ m}) \times (2400 \text{ kg/m}^3) \\ &= 720 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Berat sendiri Profil :

$$\begin{aligned} Q_{MS} &= b \times w \\ &= (2 \text{ m}) \times (14 \text{ kg/m}^2) \\ &= 28 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$Q_{M\text{Total}} = 720 \text{ kg/m} + 28 \text{ kg/m}$$

$$= 748 \text{ kg/m}$$



Gambar 4.10 Pembebanan akibat beban sendiri.

$$\begin{aligned} M_{MS} &= \frac{1}{8} \times (748 \text{ kg/m}) \times (2 \text{ m})^2 \\ &= 374 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{MS} &= \frac{1}{2} \times (748 \text{ kg/m}) \times (2 \text{ m}) \\ &= 748 \text{ kgm} \end{aligned}$$

**b. Beban mati tambahan (Ma)**

Berat perkerasan Aspal :

$$\begin{aligned} Q_{MA} &= b \times h \times \gamma_{\text{aspal}} \\ &= (2 \text{ m}) \times (0,02 \text{ m}) \times (2200 \text{ kg/m}^3) \\ &= 88 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Berat air hujan :

$$\begin{aligned} Q_{MA} &= b \times h \times \gamma_{\text{hujan}} \\ &= (2 \text{ m}) \times (0,05 \text{ m}) \times (1000 \text{ kg/m}^3) \\ &= 100 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{MA \text{ (total)}} &= Q_{MA \text{ (aspal)}} + Q_{MA \text{ (hujan)}} \\ &= 88 \text{ kg/m} + 100 \text{ kg/m} \\ &= 188 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{MA} &= \frac{1}{8} \times (188 \text{ kg/m}) \times (2 \text{ m})^2 \\ &= 94 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{MA} &= \frac{1}{2} \times (188 \text{ kg/m}) \times (2 \text{ m}) \\ &= 188 \text{ kg} \end{aligned}$$

**c. Beban Hidup**

Beban akibat pejalan kaki = 500 kg/m

$$M_D = \left( \frac{1}{8} \times 500 \times 2^2 \right)$$

$$= 250 \text{ kgm}$$

$$D_D = \left( \frac{1}{2} \times 500 \times 2 \right)$$

$$= 500 \text{ kg}$$

**4.2.2 Kombinasi pembebanan**

$$M_u = 1,1.M_{MS} + 2.M_{MA} + 1,8.M_D \quad (\text{SNI 1725:2016})$$

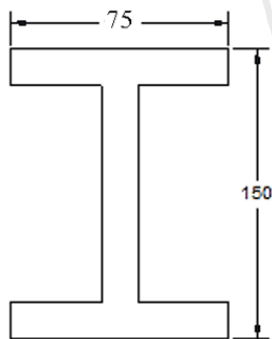
$$= (1,1 \times (374 \text{ kgm})) + (2 \times (94 \text{ kgm})) + (1,8 \times (250 \text{ kgm}))$$

$$= 1049,4 \text{ kgm}$$

$$V_u = 1,1.D_{MS} + 2.D_{MA} + 1,8.D_D$$

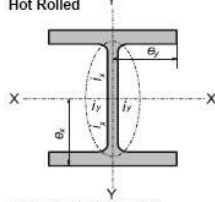
$$= (1,3 \times (748 \text{ kg})) + (2 \times (188 \text{ kg})) + (1,8 \times (500 \text{ kg}))$$

$$= 2098,8 \text{ kg}$$

**b. Kontrol Penampang**

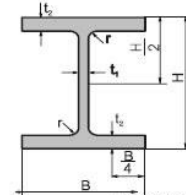
Gambar 4.11 Profil penampang gelagar memanjang

Tabel 4.1 Profil penampang Baja WF

**Wide Flange Shape**Product Specifications  
Hot Rolled

$$\begin{aligned} \text{Geometrical moment of inertia} & I = Ai^2 \\ \text{Radius of gyration of area} & I = \sqrt{I/A} \\ \text{Modulus of section} & z = I/e \end{aligned}$$

(A = sectional area)



According JIS G 3192

Metric Size

Standard Sectional Dimension					Section Area A cm <sup>2</sup>	Unit Weight kg/m	Informative Reference					
Nominal Dimensional mm	H x B mm	t1 mm	t2 mm	r mm			Geometrical Moment Of Inertia Ix cm <sup>4</sup> Iy cm <sup>4</sup>		Radius Of Gyration Of Area ix cm   iy cm		Modulus Of Section Zx cm <sup>3</sup> Zy cm <sup>3</sup>	
100 x 100	100 x 100	6	8	10	21.90	17.20	383	134	4.18	2.47	76.50	26.7
125 x 125	125 x 125	6.5	9	10	30.31	23.80	847	293	5.29	3.11	136.00	47.00
150 x 75	150 x 75	5	7	8	17.85	14.00	666	50	6.11	1.66	8.88	13.20
150 x 100	150 x 100	6	9	11	26.84	21.10	1,020	151	6.17	2.37	138.00	30.10
150 x 150	150 x 150	7	10	11	40.14	31.50	1,640	563	6.39	3.75	219.00	75.10
175 x 175	175 x 175	7.5	11	12	51.21	40.20	2,880	984	7.50	4.38	330.00	112.00
200 x 100	198 x 99	4.5	7	11	23.18	18.20	1,580	114	8.26	2.21	160.00	23.00
	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.30	1,840	134	8.24	2.22	184.00	26.80
200 x 150	194 x 150	6	9	12	38.80	30.60	2,675	507	8.30	3.60	275.80	67.60
200 x 200	200 x 200	8	12	13	63.53	49.90	4,720	1,600	8.62	5.02	472.00	160.00
250 x 125	248 x 124	5	8	12	32.68	25.70	3,540	255	10.40	2.79	285.00	41.10
	250 x 125	6	9	12	37.66	29.60	4,050	294	10.40	2.79	324.00	47.00
250 x 250	250 x 250	9	14	16	92.18	72.40	10,800	3,650	10.80	6.29	867.00	292.00
	298 x 149	5.5	8	13	40.80	32.00	6,320	442	12.40	3.29	424.00	59.30
300 x 150	300 x 150	6.5	9	13	46.78	36.70	7,210	508	12.40	3.29	481.00	67.70

(sumber: PT Gunung Garuda)

**c. Kontrol terhadap lendutan**

$$\delta_{\max} = \frac{(5 (q_{DD} + q_{DL}) \times L^4)}{(384.E.I_x) + (q_{DL}.L^3)} \div (48.E.I_x)$$

$$\delta_{\text{ijin}} = \frac{2}{100}$$

$$\delta_{\max} = 0,002014515 \text{ m} = 2,014514515 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{izin}} = 0,02 \text{ m} = 20 \text{ mm}$$

$$\delta_{\max} < \delta_{\text{izin}} \text{ OK}$$

**d. Kontrol terhadap lentur**

$$M_n = \left( \frac{f_y \cdot Z_x}{10000} \right)$$

$$\phi M_u = 0.9 \times M_n$$

$$M_n = 2131,2 \text{ kgm}$$



$$M_u = 1918,08 \text{ kgm} > 1049,4 \text{ OK}$$

**e. Kontrol terhadap geser**

$$\frac{hw}{tw} = \frac{120}{5} > \frac{240}{\sqrt{fy}}$$

$$V_n = \frac{0,6 \cdot fy \cdot hw \cdot tw}{10}$$

$$\phi V_u = 0,9 \times V_n$$

$$\frac{hw}{tw} = 24 < 71,00469468$$

$$V_n = 8640 \text{ kg}$$

$$V_u = 7776 \text{ kg} > 500 \text{ OK}$$

**4.3 Perencanaan Gelagar Melintang**

Jarak antar gelagar melintang = 2 m

Bentang antar gelagar melintang = 4.5 m

Tebal lapis perkerasan ( $t_{aspal}$ ) = 0.02 m

Tebal lantai = 0.15 m

Jarak antar gelagar memanjang = 2 m

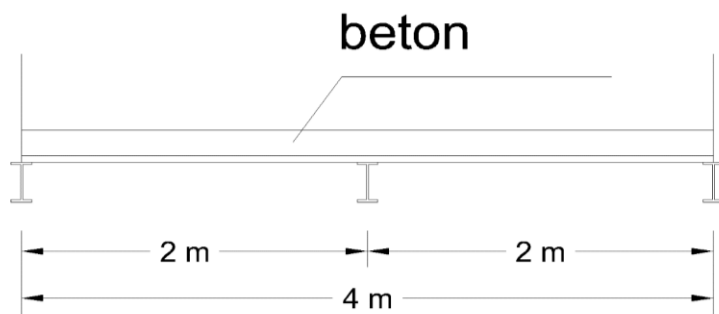
BJ-41

$F_y$  = 250 Mpa

$F_u$  = 410 Mpa

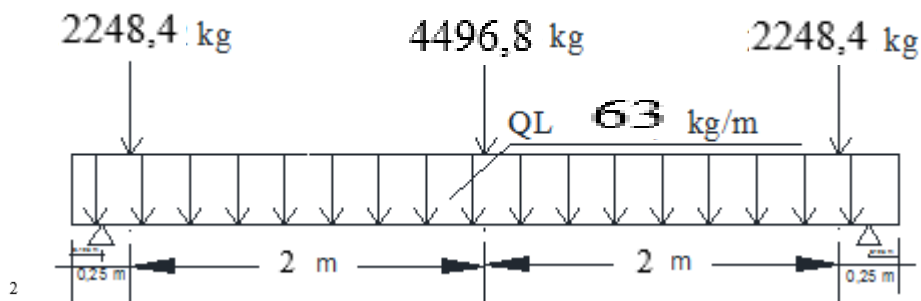
Profil gelagar melintang rencana = C 350 X 90

Berat profil C 300 x 90 (w) = 34,6 kg/m



Gambar 4.12 Potongan gelagar melintang

### Pembebanan



Gambar 4.13 Pembebanan gelagar melintang

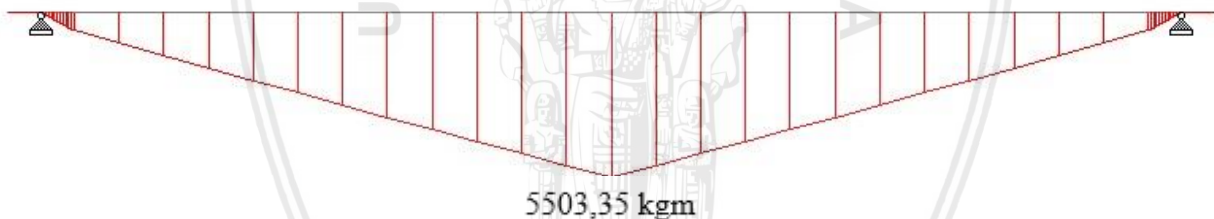
#### 4.3.1 Beban Mati

Berat sendiri gel. Memanjang dan lantai kendaraan =  $2098,8 \times 2 = 4197,6 \text{ kg}$

Berat sendiri gelagar melintang =  $14 \times 4,5 = 63 \text{ kg/m}$

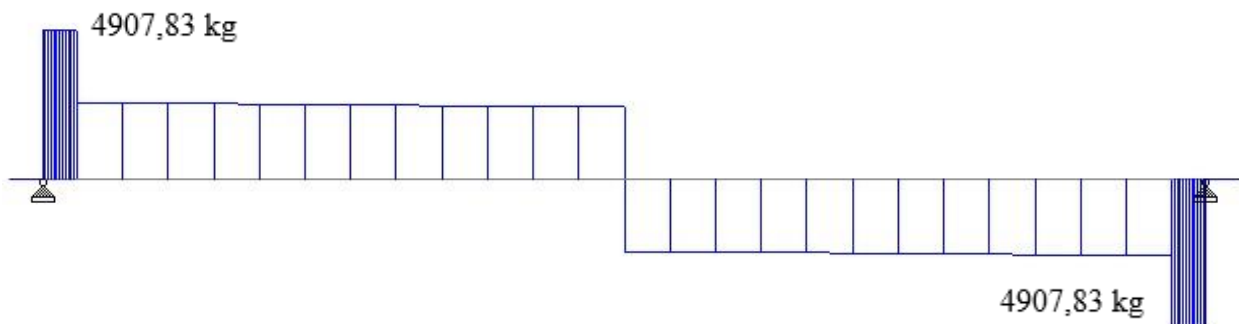
$q_D = 4260,6 \text{ kg/m}$

Reaksi perhitungan dengan menggunakan StadPro 2004 :



Gambar 4.14 Bidang momen dari pembebanan gelagar melintang

Momen maksimum =  $55,0335 \text{ kNm} = 5503,35 \text{ kgm}$



Gambar 4.15 Bidang lintang dari pembebanan gelagar melintang

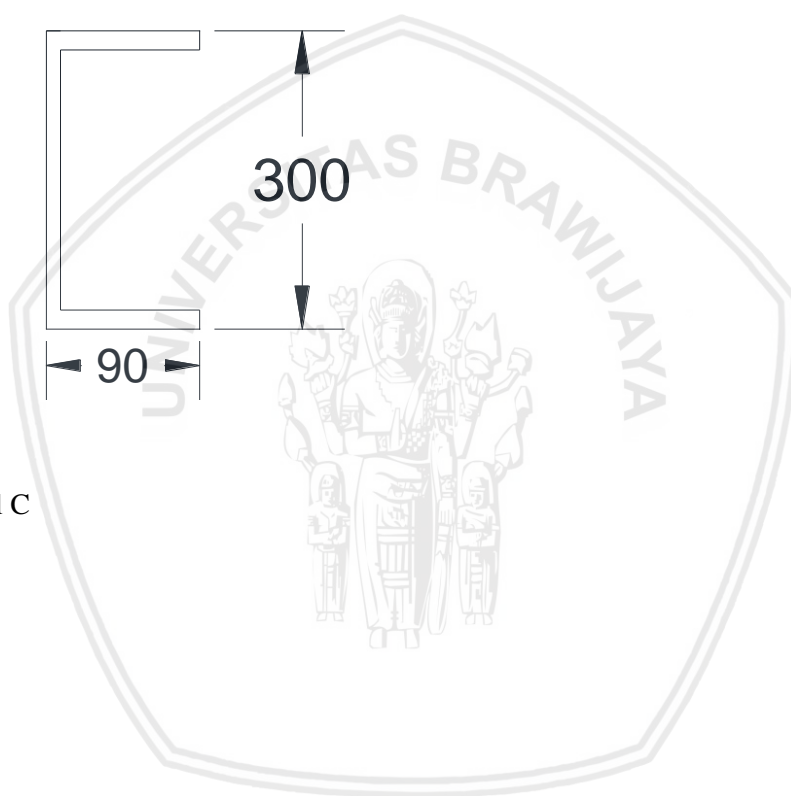
Gaya lintang = 4907,83 kg

$M_u = 1,1 \times 5503,35 = 6053,685 \text{ kgm}$  (SNI 1725:2016)

$V_u = 1,1 \times 4907,83 = 5398,613 \text{ kg}$

### c. Kontrol Penampang

Data Profil C 300 x 90 x 10

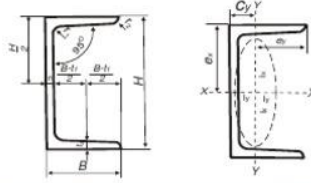


Gambar 4.16 Profil C

Tabel 4.2 Profil penampang baja C

**UNP**

**Product Specifications**  
Hot Rolled



Metric Size

Standard Sectional Dimensions			Section Area A cm <sup>2</sup>	Unit Weight W Kg/m	Center of Gravity C <sub>y</sub> cm	Informative Reference							
A x B mm x mm	t <sub>1</sub> mm	t <sub>2</sub> mm				Geometrical Moment of Inertia		Radius of Gyration		Modulus of Section			
						I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>x</sub> cm	I <sub>y</sub> cm	Z <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	Z <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>		
75	x	40	5	7	8.818	6.92	1.27	75.9	12.4	2.93	1.19	20.2	4.54
100	x	50	5	7.5	11.92	9.36	1.55	189	26.9	3.98	1.5	37.8	7.82
125	x	65	6	8	17.11	13.4	1.94	425	65.5	4.99	1.96	68	14.4
150	x	75	6.5	10	23.71	18.6	2.31	864	122	6.04	2.27	115	23.6
150	x	75	9	12.5	30.59	24	2.31	1050	147	5.86	2.19	140	28.3
180	x	75	7	10.5	27.2	21.4	2.15	1380	137	7.13	2.24	150	25.5
200	x	70	7	10	26.92	21.1	1.85	1620	113	7.77	2.04	162	21.8
200	x	80	7.5	11	31.33	24.6	2.24	1950	177	7.89	2.38	195	30.8
200	x	90	8	13.5	38.65	30.3	2.77	2490	286	8.03	2.72	249	45.9
250	x	90	9	13	44.07	34.6	2.43	4180	306	9.74	2.64	335	46.5
250	x	90	11	14.5	51.17	40.2	2.39	4690	342	9.57	2.58	375	51.7
300	x	90	10	15.5	55.74	43.8	2.33	7400	373	11.5	2.54	494	56
300	x	90	12	16	61.9	48.6	2.25	7870	391	11.3	2.51	525	57.9
380	x	100	10.5	16	69.39	54.5	2.41	14500	557	14.5	2.83	762	73.3
380	x	100	13	16.5	78.96	62	2.29	15600	584	14.1	2.72	822	75.8
380	x	100	13	20	85.71	67.3	2.5	17600	671	14.3	2.8	924	89.5

(sumber: PT Gunung Garuda)

**d. Kontrol terhadap lendutan**

$$\delta_{\max} = \frac{5 (q_{DD} + q_{DL}) x L^4}{(384.E.I_x) + (q_{DL}.L^3)}$$

$$(48.E.I_x)$$

$$\delta_{\text{ijin}} = \frac{2}{100}$$

$$\delta_{\max} = 0,000599747 \text{ m} = 0,599746622 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{izin}} = 0,02 \text{ m} = 20 \text{ mm}$$

$$\delta_{\max} < \delta_{\text{izin}} \quad \text{OK}$$

**e. Kontrol terhadap lentur**

$$M_n = \left( \frac{f_y \cdot Z_x}{10000} \right)$$

$$\phi M_u = 0.9 \times M_n$$

$$M_n = 11856 \text{ kgm}$$

$$M_u = 10670,4 \quad \text{kgm} > 6053,685 \quad \text{OK}$$

**f. Kontrol terhadap geser**

$$\frac{hw}{tw} = \frac{268,534}{10} > \frac{1100}{\sqrt{fy}}$$

$$V_n = \frac{0,6 \cdot fy \cdot hw \cdot tw}{10}$$

$$\phi V_u = 0,9 \times V_n$$

$$\frac{hw}{tw} = 26,8534 < 71,00469468$$

$$V_n = 38668,896 \text{ kg}$$

$$V_u = 34802,0064 \text{ kg} > 2161,8 \text{ OK}$$

**4.4 Perencanaan Ikatan Angin**

Data :

Mutu baja struktur = BJ-37

Fy = 270 Mpa

Fu = 370 Mpa

Bentang Jembatan = 28 m

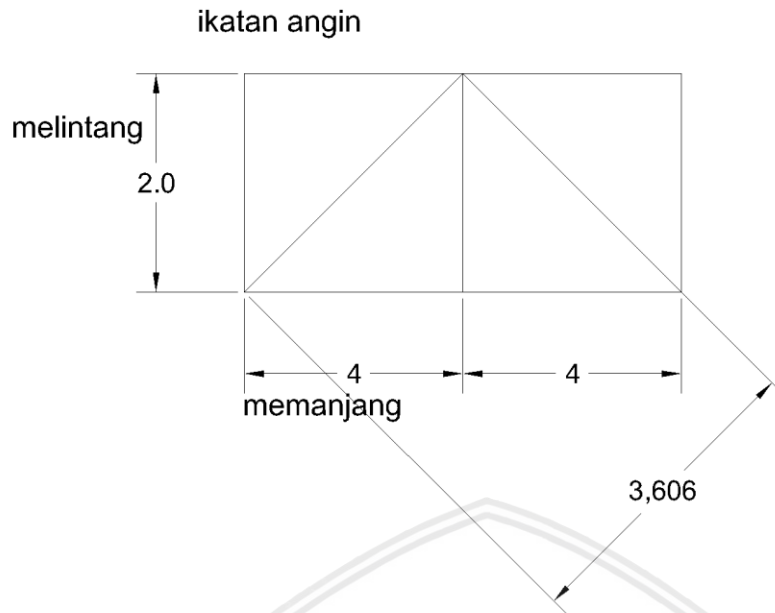
Jarak Antar gelagar melintang = 2 m

Lebar jembatan = 4 m

Tebal beton = 15 cm

Tinggi pylon = 4.5 m

Tinggi penampang gelagar melintang = 0.3 m



Gambar 4.17 Ikatan Angin

#### 4.4.1 Pembebanan

$$\text{Faktor beban angin ultimate (K}_{ew}\text{)} = 1,2$$

$$T_{ew} = 0,0006 \times C_w \times (V_w)^2 \times A_b$$

$$\text{Koefisien seret (C}_w\text{)} = 1,2$$

$$\text{Kec. Angin rencana (V}_w\text{)} = 25 \text{ m/det}$$

$$\text{Luas bidang samping (A}_b\text{)} = 126 \text{ m}^2$$

1. Beban angin pada sisi jembatan langsung terkena angin (tekan)  
 $T_{ew1} = 0,0006 \times 1,2 \times 25^2 \times (30\% \times 126) = 17,01 \text{ kN} = 1701 \text{ kg}$
2. Beban angin pada sisi kendaraan  
 $T_{ew2} = 0,0012 \times 1,2 \times 25^2 \times (30\% \times 126) = 34,02 \text{ kN} = 3402 \text{ kg}$
3. Beban angin pada sisi jembatan tidak langsung terkena angin (hisap)  
 $T_{ew3} = 0,0012 \times 1,2 \times 25^2 \times (15\% \times 126) = 8,505 \text{ kN} = 850,5 \text{ kg}$
4. Ikatan angin bawah, distribusi beban angin tekan

$$V_1 = \frac{T_{ew1} \times (\frac{3}{2}) + T_{ew2} \times (3 - (1 + 0,15 + (\frac{0,3}{2})))}{3}$$

$$= \frac{1701 \times (\frac{3}{2}) + 3402 \times (3 - (1 + 0,15 + (\frac{0,3}{2})))}{3} = 3269,7 \text{ kg}$$

$$P_1 = \frac{3269,7}{\frac{28}{2}} \quad \frac{1}{2} P_1 = 116,775 \text{ kg}$$

$$= 233,55 \text{ kg}$$

distribusi beban angin hisap

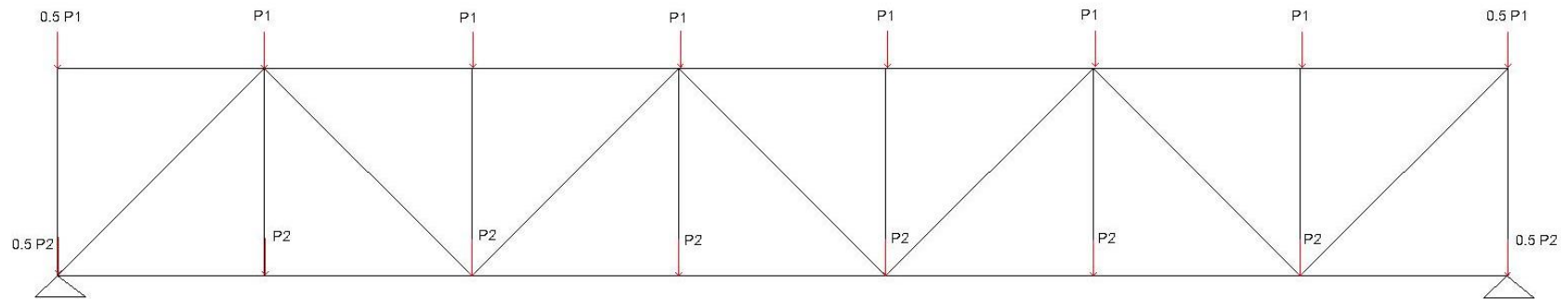
$$\begin{aligned}V_2 &= \frac{Tew3}{2} \\ &= \frac{850,5}{2} \\ &= 425,25 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_2 &= \frac{425,25}{\frac{28}{2}} & \frac{1}{2} P_2 &= 15,1875 \text{ kg} \\ &= 30,375 \text{ kg}\end{aligned}$$



$$0.5 P1 = 202.5 \text{ kg}$$

$$0.5 P2 = 27 \text{ kg}$$



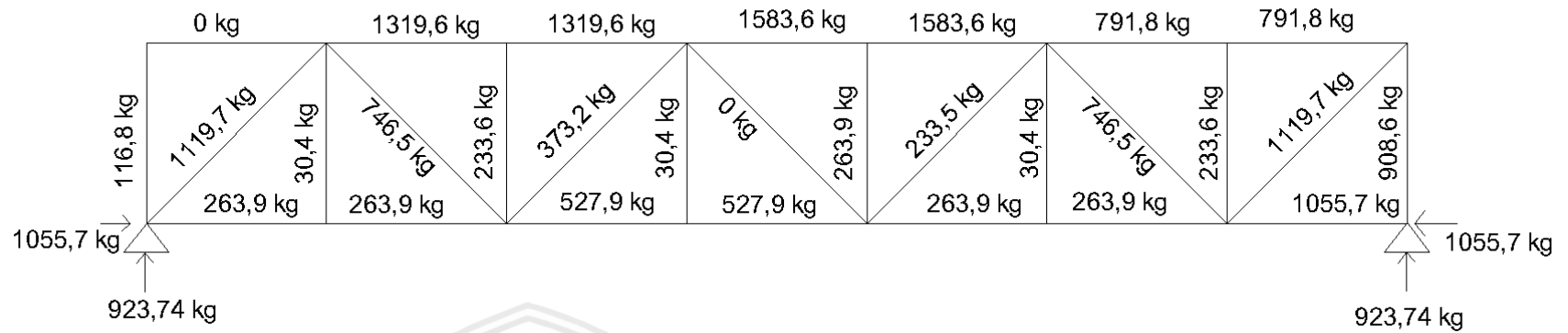
Gambar 4.18 Pembebanan ikatan angin





Reaksi pada ikatan angin

Dari perhitungan staadpro



Gambar 4.19 Gaya Batang

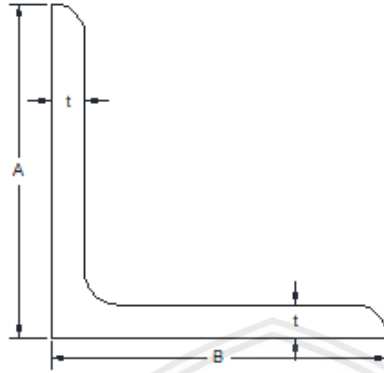
Batang Tarik maksimal = 1119,7 kg

Batang Tekan maksimal = 1583,6 kg



### 4.4.2 Kontrol Penampang

Data penampang ikatan angin



Gambar 4.20 Profil ikatan angin 90 x 90 x 10

Tabel 4.3 Profil ikatan angin 90 x 90 x 10

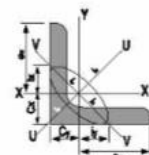
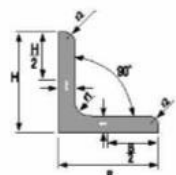
**EQUAL ANGLE**

Metric Size

STANDARD SECTIONAL DIMENSIONS					SECTION AREA	UNIT WEIGHT			INFORMATIVE REFERENCE							REMARKS		
H	x	B	t	r	n	A	kg/m	kg/6m	kg/12m	CENTER OF GRAVITY		GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA		RADIUS OF GYRATION OF AREA			MODULUS OF SECTION	
mm	x	mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>				C <sub>x</sub> = C <sub>y</sub>	I <sub>x</sub> = I <sub>y</sub>	Max I <sub>x</sub>	Min I <sub>x</sub>	I <sub>x</sub> = I <sub>y</sub>	Max I <sub>x</sub>		Min I <sub>x</sub>	Z <sub>x</sub> = Z <sub>y</sub>
40	x	40	4	4.5	2	3.080	2.42	14.52	29	1.090	3.530	6.60	1.480	1.230	1.65	0.79	1.210	
50	x	50	5	6.5	3	4.802	3.77	22.62	45	1.410	11.100	17.50	4.680	1.520	1.91	0.98	3.090	
50	x	50	6	6.5	4.5	5.644	4.43	26.58	53	1.440	12.600	20.00	5.230	1.500	1.88	0.96	3.550	
60	x	60	5	6.5	3	5.802	4.55	27.5	55	1.660	19.600	31.20	8.090	1.840	2.32	1.18	4.520	
60	x	60	6	6.5	3	6.910	5.42	32.5	65	1.700	22.790	36.16	9.420	1.820	2.29	1.17	5.280	
65	x	65	5	8.5	3	6.367	5.00	30	60	1.770	25.300	40.10	10.500	1.990	2.51	1.28	5.350	
65	x	65	6	8.5	4	7.527	5.91	35.5	71	1.810	29.400	46.80	12.200	1.980	2.49	1.27	6.260	
70	x	70	6	8.5	4	8.127	6.38	38.5	77	1.930	37.100	58.90	15.300	2.140	2.69	1.37	7.330	
75	x	75	6	8.5	4	8.727	6.85	41	82	2.060	48.100	73.20	19.000	2.300	2.90	1.48	8.470	
80	x	80	6	8.5	4	9.230	7.32	43.9	88	2.180	56.400	89.80	23.200	2.460	3.10	1.58	9.790	
90	x	90	7	10	5	12.220	9.59	57.8	115	2.460	93.000	148.00	38.300	2.780	3.48	1.77	14.200	
90	x	90	10	10	7	17.000	13.30	80	160	2.570	125.000	199.00	51.700	2.710	3.42	1.74	19.500	
100	x	100	7	10	5	13.620	10.70	64	128	2.710	129.000	205.00	53.200	3.080	3.88	1.98	17.700	
100	x	100	10	10	7	19.000	14.90	89.5	179	2.820	175.000	278.00	72.000	3.040	3.83	1.96	24.400	
120	x	120	8	12	5	18.760	14.70	88	176	3.240	258.000	410.00	108.000	3.710	4.87	2.38	29.500	
120	x	120	11	13	6.5	25.370	19.90	118.5	239	3.300	340.000	541.00	140.000	3.660	4.82	2.35	39.360	
120	x	120	12	13	6.5	27.540	21.60	130	269	3.400	367.000	583.00	151.000	3.650	4.80	2.35	42.690	
130	x	130	9	12	6	22.740	17.90	107.4	215	3.530	366.000	583.00	150.000	4.010	5.06	2.57	38.790	
130	x	130	12	12	8.5	29.760	23.40	140.5	281	3.640	487.000	743.00	192.000	3.960	5.00	2.54	49.900	
150	x	150	12	14	7	34.770	27.30	164	328	4.140	740.000	1,180.00	304.000	4.610	5.82	2.96	68.100	
150	x	150	15	14	10	42.740	33.80	202	403	4.240	888.000	1,410.00	365.000	4.560	5.75	2.92	82.600	
150	x	150	19	14	10	53.380	41.90	261.5	503	4.400	1,090.000	1,730.00	451.000	4.520	5.69	2.91	103.000	
175	x	175	12	15	11	40.520	31.80	191	382	4.730	1,170.000	1,860.00	480.000	5.380	6.78	3.44	91.800	
175	x	175	15	15	11	60.210	39.40	236.5	473	4.850	1,440.000	2,290.00	589.000	5.360	6.75	3.48	114.000	
200	x	200	15	17	12	57.750	45.30	272	544	5.480	2,180.000	3,470.00	891.000	6.140	7.75	3.93	150.000	
200	x	200	20	17	12	78.000	59.70	358	716	5.670	2,820.000	4,490.00	1,180.000	6.090	7.68	3.90	197.000	
200	x	200	25	17	12	93.750	73.60	442	883	5.860	3,420.000	5,420.00	1,410.000	6.040	7.61	3.88	242.000	
250	x	250	25	24	12	119.400	93.70	562	1124	7.100	6,950.000	11,000.00	2,860.000	7.630	9.62	4.69	388.000	
250	x	250	35	24	18	162.600	128.00	768	1536	7.450	9,110.000	14,400.00	3,790.000	7.490	9.42	4.63	519.000	

NOTE : Non standard sizes are available upon request and subject to minimum quantity

(sumber: PT Gunung Garuda)



## 1. Kontrol batang Tarik

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$E = 200000 \text{ Mpa}$$

$$L = 3606 \text{ mm}$$

$$\text{Gaya batang tarik maksimal} = 1119,7 \text{ kg}$$

Cek kelangsingan  $k = 1$

$$\lambda < 240$$

$$L.k/r_y < 240$$

$$3606/27,1 < 240$$

$$133,063 < 240 \quad \text{OK !}$$

## 2. Kondisi leleh

$$N_u < \phi.N_n$$

$$1119,7 < \phi.A_g.f_y$$

$$1119,7 < 0,9 \cdot 1700 \cdot 240$$

$$1119,7 < 36720 \text{ kg} \quad \text{OK !}$$

## 3. Kondisi fraktur

Asumsi jumlah baut pada batang tarik 2 buah

diameter baut 19 mm

$$A_n = A_g - (n \cdot (2 + d))$$

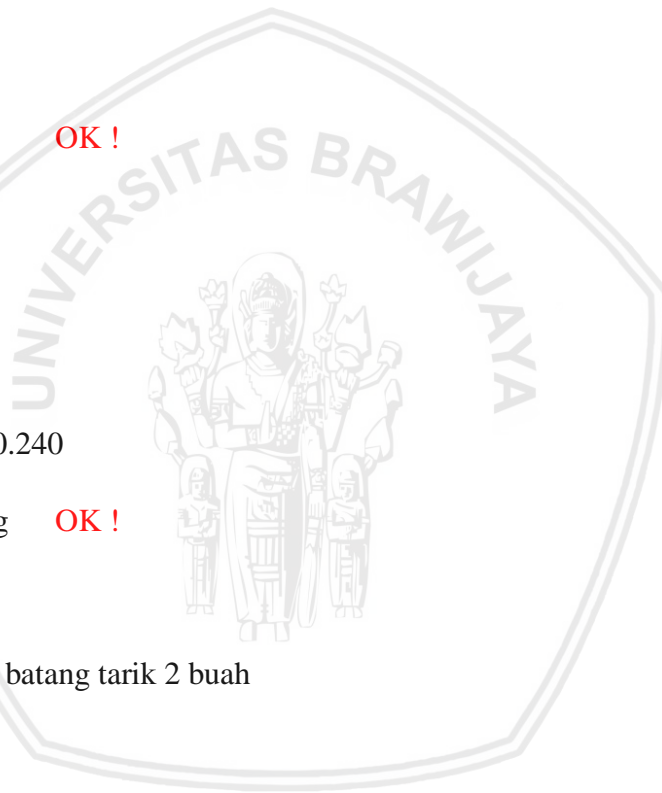
$$= 1700 - (2 \cdot (2 + 19))$$

$$= 1658 \text{ mm}^2$$

$$N_{tu} < \phi.N_{tn}$$

$$1119,7 < \phi.A_n.U.f_u$$

$$1119,7 < 0,75 \cdot 1658 \cdot 0,9 \cdot 370$$



$$1119,7 \text{ kg} < 41408,55 \text{ kg} \quad \text{OK!}$$

#### 4. Kontrol batang tekan

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 70 \text{ Mpa}$$

$$E = 200000 \text{ Mpa}$$

$$L = 3606 \text{ mm}$$

$$k = 1 \text{ (sendi-sendi)}$$

$$\text{gaya batang maks} = 2440 \text{ kg}$$

Tekuk lokal sayap

$$\lambda = \frac{B}{2 \cdot t_2}$$

$$= \frac{90}{2 \cdot 10}$$

$$= 4,5$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}}$$

$$= \frac{170}{\sqrt{240}}$$

$$= 10,973$$

$$\lambda_r = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}}$$

$$= \frac{370}{\sqrt{240 - 70}}$$

$$= 28,378$$

Kontrol

$$\lambda < \lambda_p < \lambda_r \quad \text{Penampang Kompak}$$



Tekuk lokal badan

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{A}{t^2} \\ &= \frac{90}{10} \\ &= 9\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\lambda_p &= \frac{1680}{\sqrt{fy}} \\ &= \frac{1680}{\sqrt{240}} \\ &= 108,444\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\lambda_r &= \frac{2550}{\sqrt{fy}} \\ &= \frac{2550}{\sqrt{240}} \\ &= 164,602\end{aligned}$$

Kontrol

$$\lambda < \lambda_p < \lambda_r \quad \text{Penampang Kompak}$$

Arah sumbu x dan y :

$$\begin{aligned}\lambda_c &= \frac{L.K}{r_x \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{fy}{E}} \\ &= \frac{3606,1}{27,1 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{240}{200000}} \\ &= 1,468 > 1,5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_n &= (0,66^{\lambda_c^2}) \cdot A_g \cdot fy \\ &= (0,66^{1,468^2}) \cdot 1700 \cdot 240 \\ &= 16664,35476 \text{ kg}\end{aligned}$$

Nu	<	$\phi \cdot N_n$	
1583,6 kg	<	0,9 · 16664,35476	
1583,6 kg	<	14997,91928 kg	<b>OK !</b>

Jadi dapat disimpulkan bahwa profil Siku 90x90x10 dapat menahan tekuk. Sehingga dapat digunakan untuk ikatan angin jembatan.

#### 4.5 Sambungan

Sambungan las sudut

Persyaratan ukuran las :

Maksimum = tebal pelat – 1,6 = 12 – 1,6 = 10,4 mm

Minimum = 5 mm (Buku LRFD, Tabel 7.1)

• Maka digunakan las ukuran 10 mm

$$t_e = 0,707 \cdot a = 0,707 \times 10 = 7,07 \text{ mm}$$

• Kuat rencana las sudut ukuran 10 mm per mm panjang

$$\begin{aligned} \phi \cdot R_{nw} &= \phi \cdot t_e \cdot (0,60 \cdot f_{uw}) \rightarrow \text{Mutu las } f_{uw} = 490 \text{ MPa} \\ &= 0,75 \times 7,07 \times 0,60 \times 490 \\ &= 1.558,935 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

• Tidak boleh melebihi kuat runtuh geser pelat

$$\begin{aligned} \phi \cdot R_{nw} &= \phi \cdot t \cdot (0,60 \cdot f_u) \\ &= 0,75 \times 12 \times 0,6 \times 550 \\ &= 2.970 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

• Beban tarik terfaktor, Tu

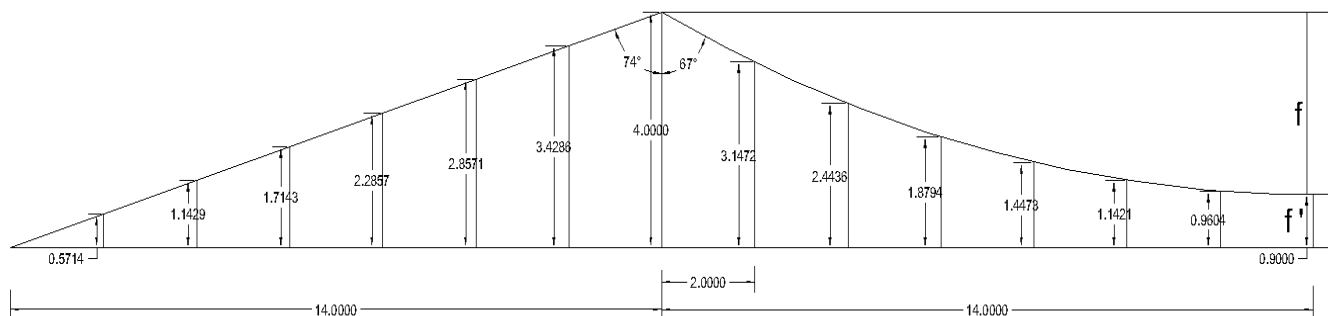
$$T_u = 106.544,99 \text{ kg}$$

(Frame 737) – (Kombinasi DL+UDLS+KELS+EQy)

Panjang total las yang dibutuhkan

$$L_w = \frac{T_u}{\phi \cdot R_{nw}} = \frac{107.145,07 \times 10}{2 \times 1.588,935} = 341,724 \text{ mm}$$

## 4.6 Perencanaan Kabel Utama dan Hanger



Gambar 4.21 Struktur kabel pada bentang utama

Lengkung kabel utama direncanakan

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{10} \text{ (Steinman)}$$

$$f = \frac{1}{10} \times L$$

$$= \frac{1}{10} \times 28$$

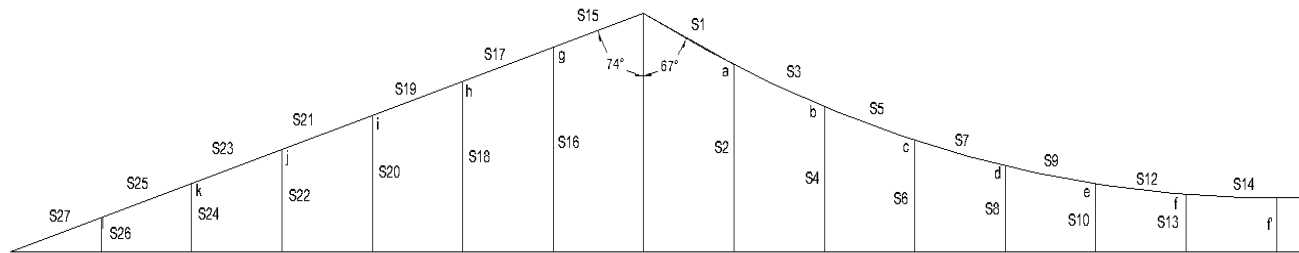
$$= 2,8 \text{ m direncanakan } 3,1 \text{ m untuk keamanan pejalan kaki}$$

$$f' = 0,9 \text{ m}$$

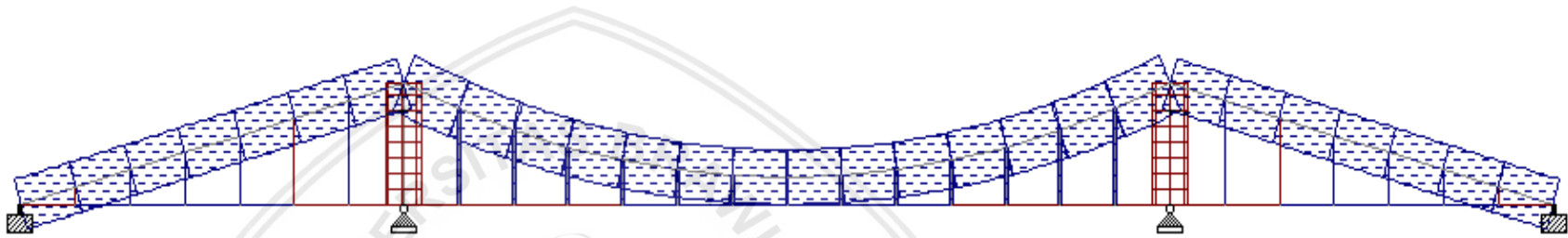
$$\text{Bentang jembatan} = 28 \text{ m}$$

$$\text{Cos } \alpha \text{ (16)} = 0,961261695$$

$$\text{Cos } \beta \text{ (23)} = 0,920504854$$



Gambar 4.22 Penomeran batang dan pembebanan untuk sistem kabel



Gambar 4.23 Analisis kabel dari perhitungan staadpro



#### 4.6.1 Diameter Hanger

$$R_{\max} (P) = 6070 \text{ kg dari perhitungan staadpro batang 4}$$

$$\text{Teg. Ijin } (\sigma_{\text{ijin}}) = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$A = \frac{R_{\max}}{\sigma_{\text{ijin}}} = 3,374133125 \text{ cm}^2$$

$$r^2 = \frac{A}{\pi} = 1,074564689 \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{1,074564689 \text{ cm}} = 1,036612121 \text{ cm} = 10,36612121 \text{ mm}$$

$$D = 1,036612121 \text{ cm} \times 2 = 2,073224242 \text{ cm} = 20,73224242 \text{ mm}$$

Maka digunakan diameter yang mendekati = 22 mm

$$A = 3,80 \text{ cm}^2$$

$$W = 2,98 \text{ kg/m}$$

Tabel 4.4 Ukuran Baja Polos

No.	Penamaan	Diameter nominal (d) (mm)	Luas penampang Nominal (L) (cm <sup>2</sup> )	Berat nominal per meter (kg/m)
1.	P.6	6	0,2827	0,222
2.	P.8	8	0,5027	0,395
3.	P.10	10	0,7854	0,617
4.	P.12	12	1,131	0,888
5.	P.14	14	1,539	1,12
6.	P.16	16	2,011	1,58
7.	P.19	19	2,835	2,23
8.	P.22	22	3,801	2,98
9.	P.25	25	4,909	3,85
10.	P.28	28	6,158	4,83
11.	P.32	32	8,042	6,31

Sumber : SNI 07-2052-2002

#### 4.6.2 Pembebanan Kabel

Gelagar memanjang	=	28	kg/m
Pelat beton	=	360	kg/m
Gelagar melintang	=	21,9	kg/m
hanger	=	2,98	kg/m
Kabel ( $\phi 25$ )	=	<u>3,023</u>	kg/m +
Total	=	415,903	kg/m

$$H = \frac{P \times l^2}{8f}$$

$$= \frac{415,903 \times 28^2}{8,0,9}$$

$$= 45287,21556 \text{ kg}$$

$$T = \frac{H}{\cos \alpha (16^\circ)}$$

$$= \frac{45287,21556}{0,961261695}$$

$$= 47112,26484 \text{ kg}$$

$$T \text{ satu kabel} = \frac{T}{2}$$

$$= \frac{47112,26484}{2}$$

$$= 23556,13242 \text{ kg}$$

$$\text{Kapasitas beban di 25 mm} = 37000 \text{ kg}$$

$$\text{Faktor aman (n)} = \frac{37000}{23556,13242} = 1,570716251 \text{ OK}$$

Backstay di 25 mm

$$T1 = \frac{H}{\cos \beta (23^\circ)}$$

$$= \frac{45287,21556}{0,920504854}$$

$$= 49198,23658 \text{ kg}$$

$$T1 \text{ satu kabel} = \frac{49198,23658}{2}$$

$$= 24599,11829 \text{ kg}$$

$$\text{Faktor aman (n)} = \frac{37000}{24599,11829} = 1,504118951 \text{ OK}$$



## 4.7 Perencanaan Menara

### 4.7.1 Pembebanan

$$\sin \alpha (16) = 0,275637356$$

$$\sin \beta (23) = 0,390731129$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tot}} &= (47112,26484 \sin \alpha) + (49198,23658 \sin \beta) \text{ (perhitungan kabel)} \\ &= 32209,18261 \\ &= 32,20918261 \text{ ton} \end{aligned}$$

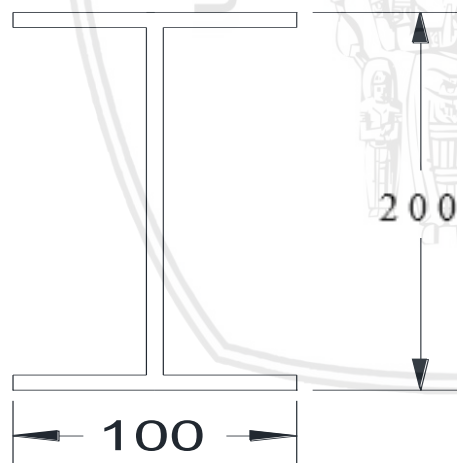
$$\text{Panjang batang} = 4 \text{ m} = 4000 \text{ mm}$$

$$\text{Tumpuan Jepit-Sendi (k)} = 0.8$$

$$\text{BJ-37 (fy)} = 240$$

$$E = 200000$$

### 4.7.2 Kontrol Penampang



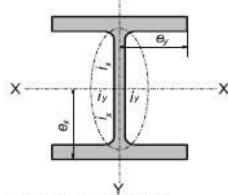
Gambar 4.24 Profil WF Pylon

Tabel 4.5 Profil WF

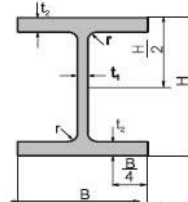
P.T. GUNUNG GARUDA  
Steel To Our Business

## Wide Flange Shape

Product Specifications  
Hot Rolled



Geometrical moment of inertia  $I = Ai^2$   
 Radius of gyration of area  $I = \sqrt{I/A}$   
 Modulus of section  $z = I/e$   
 ( $A$  = sectional area)



According to JIS G 3192

Metric Size

Standard Sectional Dimension					Section Area A cm <sup>2</sup>	Unit Weight kg/m	Informative Reference					
Nominal Dimensional mm	H x B mm	t1 mm	t2 mm	r mm			Geometrical Moment Of Inertia		Radius Of Gyration Of Area		Modulus Of Section	
					Ix cm <sup>4</sup>	Iy cm <sup>4</sup>	ix cm	iy cm	Zx cm <sup>3</sup>	Zy cm <sup>3</sup>		
100 x 100	100 x 100	6	8	10	21.90	17.20	383	134	4.18	2.47	76.50	26.7
125 x 125	125 x 125	6.5	9	10	30.31	23.80	847	293	5.29	3.11	136.00	47.00
150 x 75	150 x 75	5	7	8	17.85	14.00	666	50	6.11	1.66	8.88	13.20
150 x 100	150 x 100	6	9	11	26.84	21.10	1,020	151	6.17	2.37	138.00	30.10
150 x 150	150 x 150	7	10	11	40.14	31.50	1,640	563	6.39	3.75	219.00	75.10
175 x 175	175 x 175	7.5	11	12	51.21	40.20	2,880	984	7.50	4.38	330.00	112.00
200 x 100	198 x 99	4.5	7	11	23.18	18.20	1,580	114	8.26	2.21	160.00	23.00
	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.30	1,840	134	8.24	2.22	184.00	26.80
200 x 150	194 x 150	6	9	12	38.80	30.60	2,675	507	8.30	3.60	275.80	67.60
200 x 200	200 x 200	8	12	13	63.53	49.90	4,720	1,600	8.62	5.02	472.00	160.00
250 x 125	248 x 124	5	8	12	32.68	25.70	3,540	255	10.40	2.79	285.00	41.10
	250 x 125	6	9	12	37.66	29.60	4,050	294	10.40	2.79	324.00	47.00
250 x 250	250 x 250	9	14	16	92.18	72.40	10,800	3,650	10.80	6.29	867.00	292.00
	298 x 149	5.5	8	13	40.80	32.00	6,320	442	12.40	3.29	424.00	59.30
300 x 150	300 x 150	6.5	9	13	46.78	36.70	7,210	508	12.40	3.29	481.00	67.70

(sumber: PT Gunung Garuda)

## Cek Kelangsingan

## FLENS

$$\frac{bf}{2.tf} = 5.556$$

$$\frac{bf}{2.tf} < \frac{250}{\sqrt{240}}$$

$$\frac{250}{\sqrt{240}} = 16.1374$$

$$5.556 < 16.1374 \text{ OK}$$

## WEB

$$\frac{h}{tw} = 26$$

$$\frac{h}{tw} < \frac{665}{\sqrt{240}}$$

$$\frac{665}{\sqrt{240}} = 42.9256$$

$$26 < 42.9256 \text{ OK}$$

Kondisi Tumpuan Jepit Sendi

$$K = 0.8$$

Arah sumbu kuat ( sumbu x )

$$\lambda_x = \frac{k.L}{r_x} = 38,55421687$$

$$\lambda_{cx} = \frac{38,55421687}{3.14} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$= 0,425336704$$

$$0.25 < \lambda_{cx} < 1.2$$

$$0.25 < 0,425336704 < 1.2$$

$$\omega_x = \frac{1.43}{(1.6 - 0.67 \times \lambda_{cx})} = 1,087432287$$

$$\begin{aligned} Nu &= Ag \times \frac{F_y}{\omega_x} \\ &= 860963,9527 &= 86,09639527 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\frac{N_u}{\phi_i N_n} = 0,440124768 < 1 \quad \text{OK}$$

#### Arah Sumbu Lemah ( Sumbu y )

$$\lambda_y = \frac{kL}{r_y} = 88,64265928$$

$$\begin{aligned} \lambda_{cy} &= \frac{88,64265928}{3.14} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} \\ &= 0,977920953 \end{aligned}$$

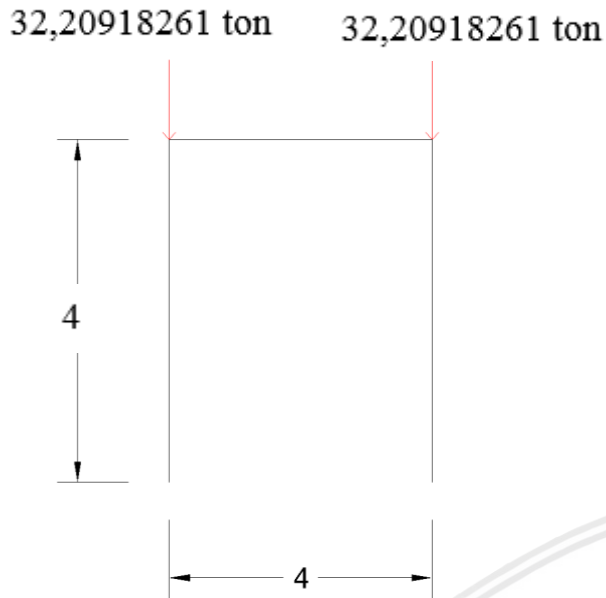
$$0.25 < \lambda_{cy} < 1.2$$

$$0.25 < 0,977920953 < 1.2$$

$$\omega_y = \frac{1.43}{(1.6 - 0.67 \times \lambda_{cy})} = 1,513559116$$

$$\begin{aligned} Nu &= Ag \times \frac{F_y}{\omega_x} \\ &= 618568,5052 \\ &= 61,85685052 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\frac{N_u}{\phi_i N_n} = 0,612594332 < 1 \quad \text{OK}$$

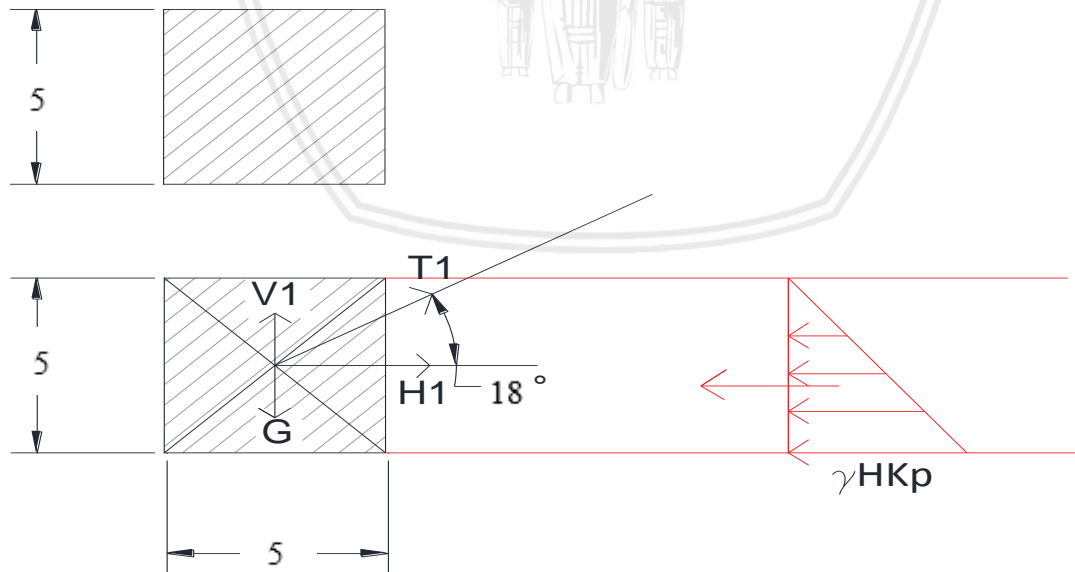


Gambar 4.26 Beban tekan pylon

jadi, profil WF 200 x 100 cukup untuk memikul beban tekan 32209,18261 ton

#### 4.8 Perencanaan Blok Angker

##### 4.8.1 Data yang diketahui



Gambar 4. 27 Perencanaan blok angker

$$\gamma_s \text{ (berat jenis tanah)} = 1,5 \text{ t/m}^3 = 1500 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma \text{ beton (berat jenis beton)} = 2,3 \text{ t/m}^3 = 2300 \text{ kg/m}^3$$

$$H = 2 \text{ m}$$

$$P = 49198,23658 \text{ kg}$$

$$\sin(18^\circ) = 0,309016994$$

$$\cos(18^\circ) = 0,951056516$$

$$\begin{aligned} V_1 &= 49198,23658 \sin(18^\circ) \\ &= 15203,09118 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_1 &= 49198,23658 \cdot \cos(18^\circ) \\ &= 46790,30348 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$FS = 3$$

$$\rho = 1850 \text{ kg/m}^3$$

$$c' = 0,1265 \text{ kg/cm}^2$$

$$D = 3,4 \text{ m}$$

$$\phi = 12,898 \text{ kg/cm}^2 = 12,65 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{\rho \times 9.81}{1000} \\ &= \frac{1850 \times 9.81}{1000} \\ &= 18,1485 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

Dari tabel :

$$N_c = 9,807 \quad ; \quad N_q = 3,264 \quad ; \quad N_\gamma = 1,969$$

$$B = 1,2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Q_u \text{ (daya dukung)} &= 1,3 \cdot c' \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,4 (\gamma) B(N_\gamma) \\ &= (1,3 \cdot 0,1265 \cdot 9,807) + (18,1485 \cdot 3,4 \cdot 3,264) + (0,4 \cdot 18,1485 \cdot 1,2 \cdot 1,969) \\ &= 379,833 \text{ kN/m}^2 \\ &= 37983,342 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{izin} &= \frac{1}{3} \cdot 37983,342 \\ &= 1,266111396 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Dimensi blok angker = P.L.T

$$= 5^3$$

$$= 125 \text{ m}^3$$

Berat blok angker =  $\gamma$  beton. (P.L.T)

$$= 2300 \cdot 8$$

$$= 287500 \text{ kg}$$

#### 4.8.2 Stabilitas terhadap guling dan daya dukung

a. Stabilitas terhadap guling

$$SF_{ijin} = 1,5$$

Koefisien gesek beton terhadap tanah = 0,30

$$\Sigma V = 287500 - 15203,09118 = 272296,9088 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} Kp &= \tan^2\left(45 + \frac{18}{2}\right) \\ &= 2,662939929 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pp &= \frac{1}{2} \cdot \gamma_{tanah} \cdot H^2 \cdot Kp \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1500 \cdot 5^2 \cdot 2,662939929 \\ &= 49930,12367 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} HR &= Pp + (\Sigma V \cdot 0,3) \\ &= 49930,12367 + (3196,908822 \cdot 0,3) \\ &= 131619,1963 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SF &= \frac{HR}{H1} \\ &= \frac{131619,1963}{272296,9088} \\ &= 2,812958809 > 1,5 \quad \text{OK!} \end{aligned}$$

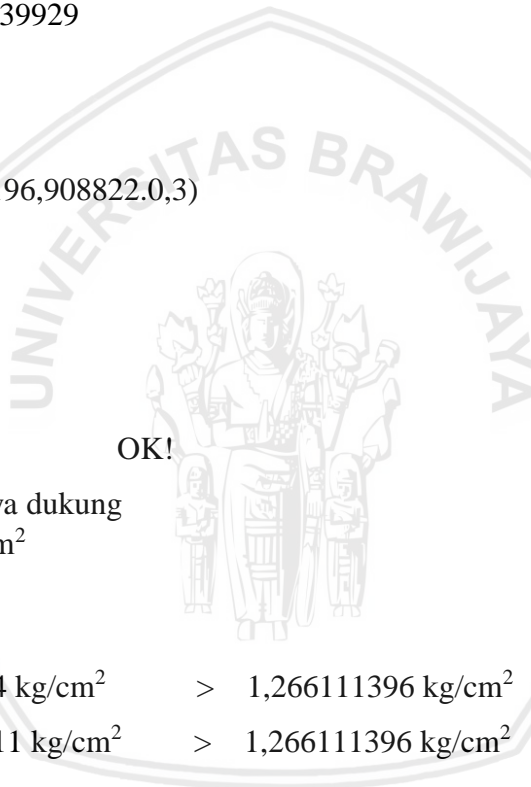
b. Stabilitas terhadap daya dukung

$$Q_{ijin} = 1,266111396 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{\Sigma V}{150} \pm \frac{1}{6} \frac{H \cdot 150}{150 \cdot 150^2}$$

$$\sigma_{maksimal} = 1827,79014 \text{ kg/cm}^2 > 1,266111396 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK!}$$

$$\sigma_{minimal} = 1802,835311 \text{ kg/cm}^2 > 1,266111396 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK!}$$





## BAB V

### PENUTUP

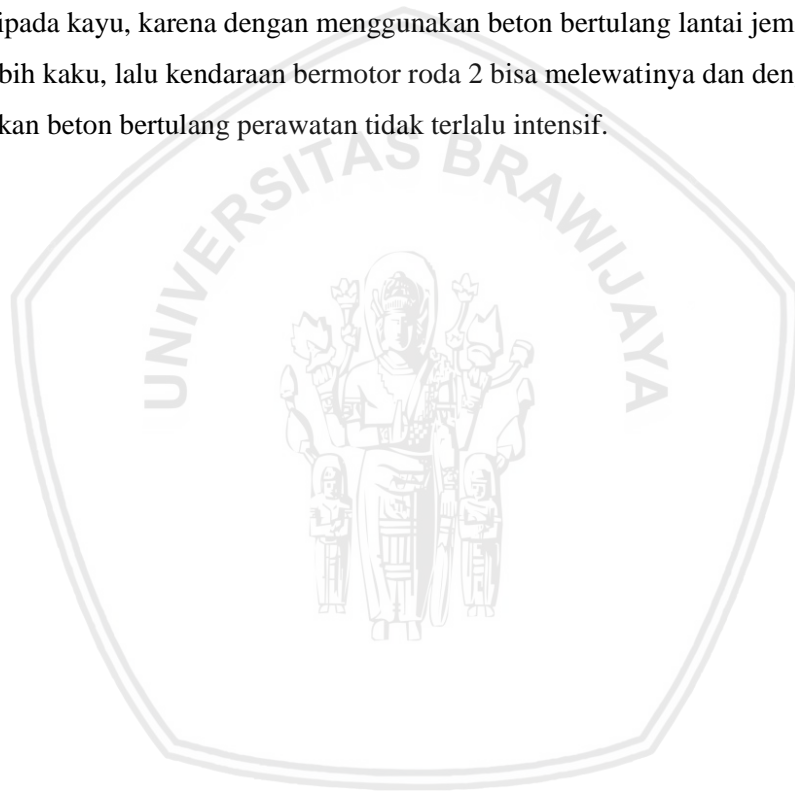
#### 5.1 Kesimpulan

Penelitian dilakukan di jembatan Oro – Oro dowo Gg.13 Kecamatan Klojen, Kota Malang, Jawa Timur. Dari uraian perhitungan struktur atas jembatan Oro-Oro Dowo dengan alternatif pelat lantai jembatan beton bertulang pada bab-bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Lantai kendaraan jembatan Oro – Oro Dowo sebelumnya menggunakan struktur kayu ukuran 2/20, setelah direncanakan ulang menjadi beton bertulang dengan mutu beton 30 MPa dengan tulangan utama D13 – 200 mm dan untuk tulangan bagi  $\emptyset$ 10-200 mm.
2. Dari analisis perencanaan sistem gelagar didapatkan hasil:
  - a. Profil baja yang menggunakan mutu baja BJ 37, untuk gelagar memanjang sebelumnya menggunakan profil IWF dengan dimensi 200×100×5.5×8 setelah direncanakan ulang menjadi WF 150 x 75 x 5 x 7.
  - b. Untuk gelagar melintang sebelumnya menggunakan profil dobel siku dengan dimensi 150×75×6.5 setelah direncanakan ulang menjadi profil tipe C 300 x 90 x 10 x 15,5.
  - c. Rangka ikatan angin sebelumnya menggunakan profil siku dengan dimensi 70×70×9 setelah perencanaan menggunakan profil siku 90 x 90 x 10. Tinggi rangka ikatan angin mengikuti lebar jembatan.
3. Dari analisis perencanaan sistem kabel didapatkan hasil:
  - a. Diameter kabel utama  $\phi$ 25 dengan kuat putus 37000 kg dengan gaya tarik yang terjadi adalah 66754,56171 kg.
4. Untuk hanger menggunakan P.22 dengan diameter 22 mm Baja yang digunakan untuk *pylon* dengan mutu BJ 37, dimensi menara dengan baja WF 200 x 100 x 6 x 9 dengan tinggi 3 meter.

## 5.2 Saran

1. Dimensi batang rangka ikatan angin sebenarnya dapat diperkecil menyesuaikan gaya yang terjadi, karena tidak semua batang mempunyai gaya yang sama, tetapi hal itu akan menyulitkan pada waktu pelaksanaan.
2. Di dalam perencanaan ini perlu diadakan coba-coba perhitungan terus menerus agar mendapatkan dimensi yang optimum mulai dari struktur gelagar, baik pada kabel-kabel maupun rangka batang ikatan angin. Sehingga nantinya akan diperoleh dimensi struktur yang paling tepat, dalam arti struktur kabel dapat dimanfaatkan secara efisien dan maksimal sebagai penopang utama jembatan.
3. Untuk plat lantai kendaraan dengan menggunakan beton bertulang menurut saya lebih efektif daripada kayu, karena dengan menggunakan beton bertulang lantai jembatan menjadi lebih kaku, lalu kendaraan bermotor roda 2 bisa melewatinya dan dengan menggunakan beton bertulang perawatan tidak terlalu intensif.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni I., 2008. *Studi Parameter Desain Dimensi Elemen Struktur Gantung Pejalan Kaki dengan Bentang 120 m*. Jurnal Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung.
- Anonim. *SNI 1725:2016 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan*. Badan Standarisasi Nasional BSN.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1997. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*. Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2008. *Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Jembatan Gantung Pejalan Kaki, "Pd X-XXXXXX-B"*. Departemen PU, Jakarta.
- Harazaki, I., O. Atsushi, dan S. Suzuki. 2000. *Bridge Engineering Handbook: Suspension Bridges*. CRC Press. Boca Raton.
- Irawan, R., L. Trisanto, dan T. Virlanda. 2008. *Perencanaan Teknis Jembatan Gantung*. Kementerian Pekerjaan Umum. Bandung.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2010. SE Men. PU No. 02/SE/M/2010 : *Pemberlakuan Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung untuk Pejalan Kaki*. Jakarta.
- Schodek, D.L., 1991. *Struktur*. Penerjemah : Bambang Suryoatmono, PT. Eresco, Bandung.
- Steinman, D.B., 1992. *A Practical treatise on Suspension Bridges: Their Design Construction and Erection*. John Wiley & Sons, New York.
- Supriyadi, B. dan A.S. Muntohar. 2007. *Jembatan*. Beta Offset. Yogyakarta. 231 hlm.
- Troitsky, M. S., 1994. *Planning and Design of Bridge*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Yuskar, L. & Andi, I., 2005. *Kajian Sambungan antara Pilar dan Kabel pada Jembatan Cable Stayed*. Jurnal Teknologi, Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Perhitungan Pembebanan Beban Sendiri dengan Aplikasi *Staad.Pro 2004*

#### Beam Maximum Moments

*Distances to maxima are given from beam end A.*

Beam	Node A	Length (m)	L/C		d (m)	Max My (kg·m)	d (m)	Max Mz (kg·m)
1	1	1.500	1:LOAD CASE	Max +ve	0.000	0.000	1.500	100.558
				Max -ve	0.000	0.000	0.625	-56.538
2	2	1.500	1:LOAD CASE	Max +ve	0.000	0.000	0.000	100.558
				Max -ve	0.000	0.000	0.875	-56.538

#### Beam Maximum Shear Forces

*Distances to maxima are given from beam end A.*

Beam	Node A	Length (m)	L/C		d (m)	Max Fz (kg)	d (m)	Max Fy (kg)
1	1	1.500	1:LOAD CASE	Max +ve	0.000	0.000	0.000	202.961
				Max -ve	0.000	0.000	1.500	-337.039
2	2	1.500	1:LOAD CASE	Max +ve	0.000	0.000	0.000	337.039
				Max -ve	0.000	0.000	1.500	-202.961

## Lampiran 2. Perhitungan Pembebanan Beban Mati dengan Aplikasi *Staad.Pro* 2004

### Beam Maximum Moments

*Distances to maxima are given from beam end A.*

Beam	Node A	Length (m)	L/C		d (m)	Max My (kg·m)	d (m)	Max Mz (kg·m)
1	1	1.500	1:LOAD CASE	Max +ve	0.000	0.000	1.500	26.257
				Max -ve	0.000	0.000	0.625	-14.763
2	2	1.500	1:LOAD CASE	Max +ve	0.000	0.000	0.000	26.257
				Max -ve	0.000	0.000	0.875	-14.763

### Beam Maximum Shear Forces

*Distances to maxima are given from beam end A.*

Beam	Node A	Length (m)	L/C		d (m)	Max Fz (kg)	d (m)	Max Fy (kg)
1	1	1.500	1:LOAD CASE	Max +ve	0.000	0.000	0.000	52.995
				Max -ve	0.000	0.000	1.500	-88.005
2	2	1.500	1:LOAD CASE	Max +ve	0.000	0.000	0.000	88.005
				Max -ve	0.000	0.000	1.500	-52.995



### Lampiran 3. Perhitungan Pembebanan Beban Hidup dengan Aplikasi *Staad.Pro* 2004

#### **Beam Maximum Moments**

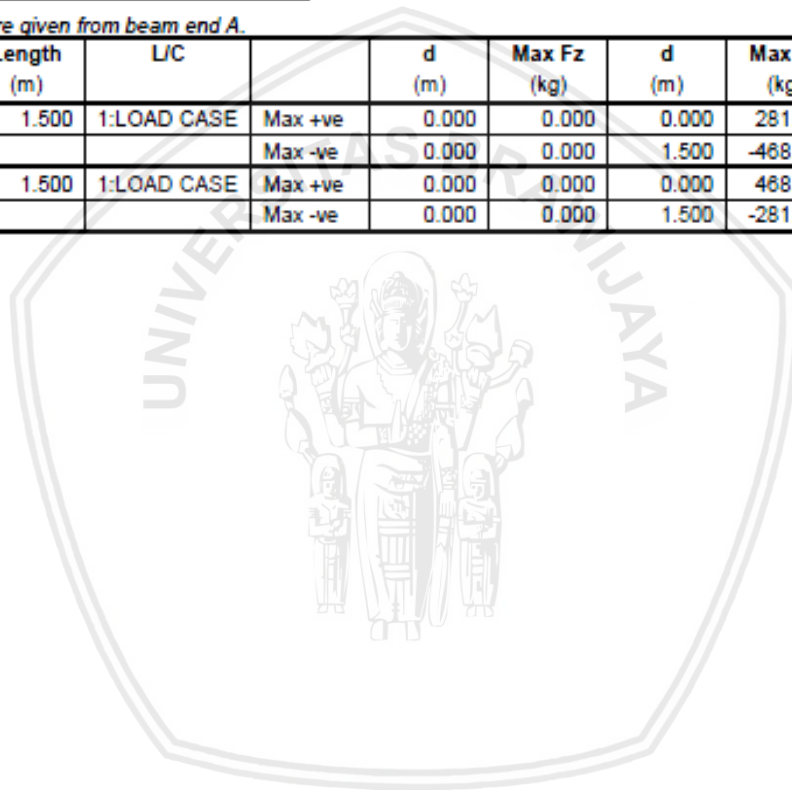
*Distances to maxima are given from beam end A.*

Beam	Node A	Length (m)	L/C		d (m)	Max My (kg·m)	d (m)	Max Mz (kg·m)
1	1	1.500	1:LOAD CASE	Max +ve	0.000	0.000	1.500	139.664
				Max -ve	0.000	0.000	0.625	-78.526
2	2	1.500	1:LOAD CASE	Max +ve	0.000	0.000	0.000	139.664
				Max -ve	0.000	0.000	0.875	-78.526

#### **Beam Maximum Shear Forces**

*Distances to maxima are given from beam end A.*

Beam	Node A	Length (m)	L/C		d (m)	Max Fz (kg)	d (m)	Max Fy (kg)
1	1	1.500	1:LOAD CASE	Max +ve	0.000	0.000	0.000	281.891
				Max -ve	0.000	0.000	1.500	-488.109
2	2	1.500	1:LOAD CASE	Max +ve	0.000	0.000	0.000	488.109
				Max -ve	0.000	0.000	1.500	-281.891



## Lampiran 4. Perhitungan Pembebanan Gelagar Melintang dengan Aplikasi *Staad.Pro 2004*

### **Beam Maximum Shear Forces**

*Distances to maxima are given from beam end A.*

Beam	Node A	Length (m)	LC		d (m)	Max Fz (kg)	d (m)	Max Fy (kg)
1	1	0.125	1:	Max -ve	0.000	0.000		
				Max +ve	0.000	0.000	0.125	-15.138
2	2	0.125	1:	Max -ve	0.000	0.000	0.000	4.12E 3
				Max +ve	0.000	0.000		
3	3	1.500	1:	Max -ve	0.000	0.000	0.000	2.14E 3
				Max +ve	0.000	0.000		
4	4	1.500	1:	Max -ve	0.000	0.000		
				Max +ve	0.000	0.000	1.500	-2.14E 3
5	5	0.125	1:	Max -ve	0.000	0.000		
				Max +ve	0.000	0.000	0.125	-4.12E 3
6	6	0.125	1:	Max -ve	0.000	0.000	0.000	15.138
				Max +ve	0.000	0.000	0.125	-0.000

### **Beam Maximum Moments**

*Distances to maxima are given from beam end A.*

Beam	Node A	Length (m)	LC		d (m)	Max My (kNm)	d (m)	Max Mz (kNm)
1	1	0.125	1:	Max -ve	0.000	0.000	0.125	0.009
				Max +ve	0.000	0.000		
2	2	0.125	1:	Max -ve	0.000	0.000	0.000	0.009
				Max +ve	0.000	0.000	0.125	-5.033
3	3	1.500	1:	Max -ve	0.000	0.000		
				Max +ve	0.000	0.000	1.500	-35.228
4	4	1.500	1:	Max -ve	0.000	0.000		
				Max +ve	0.000	0.000	0.000	-35.228
5	5	0.125	1:	Max -ve	0.000	0.000	0.125	0.009
				Max +ve	0.000	0.000	0.000	-5.033
6	6	0.125	1:	Max -ve	0.000	0.000	0.000	0.009
				Max +ve	0.000	0.000		



## Lampiran 5. Perhitungan Pembebanan Gelagar Melintang dengan Aplikasi *Staad.Pro* 2004

### **Beam Maximum Axial Forces**

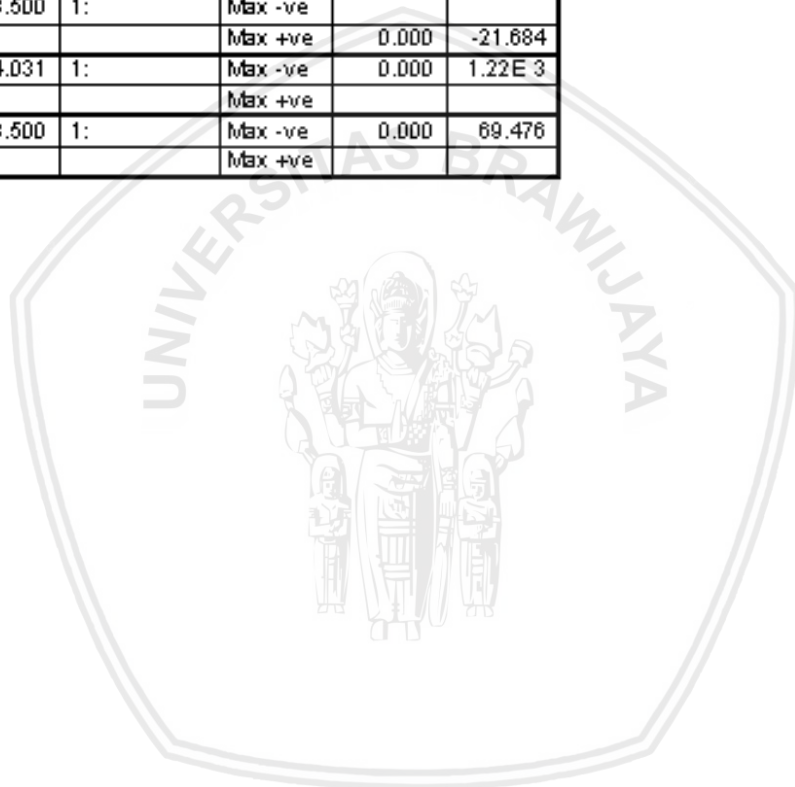
*Distances to maxima are given from beam end A.*

Beam	Node A	Length (m)	LC		d (m)	Max Fx (kg)
1	1	2.000	1:	Max -ve	0.000	1.62E 3
				Max +ve		
2	2	2.000	1:	Max -ve	0.000	494.882
				Max +ve		
3	3	2.000	1:	Max -ve	0.000	492.443
				Max +ve		
4	4	2.000	1:	Max -ve	0.000	-289.459
				Max +ve		
5	5	2.000	1:	Max -ve	0.000	-291.078
				Max +ve		
6	6	2.000	1:	Max -ve	0.000	-725.492
				Max +ve		
7	7	2.000	1:	Max -ve	0.000	-726.187
				Max +ve		
8	8	2.000	1:	Max -ve	0.000	-813.071
				Max +ve		
9	9	2.000	1:	Max -ve	0.000	-812.839
				Max +ve		
10	10	2.000	1:	Max -ve	0.000	-552.188
				Max +ve		
11	11	2.000	1:	Max -ve	0.000	-551.028
				Max +ve		
12	12	2.000	1:	Max -ve	0.000	57.167
				Max +ve		
13	13	2.000	1:	Max -ve	0.000	59.263
				Max +ve		
14	14	2.000	1:	Max -ve	0.000	1.02E 3
				Max +ve		
15	15	2.000	1:	Max -ve	0.000	1.02E 3
				Max +ve		
16	17	2.000	1:	Max -ve	0.000	605.661
				Max +ve		
17	18	2.000	1:	Max -ve	0.000	609.115
				Max +ve		
18	19	2.000	1:	Max -ve	0.000	1.57E 3
				Max +ve		
19	20	2.000	1:	Max -ve	0.000	1.57E 3
				Max +ve		
20	21	2.000	1:	Max -ve	0.000	2.18E 3
				Max +ve		
21	22	2.000	1:	Max -ve	0.000	2.18E 3
				Max +ve		
22	23	2.000	1:	Max -ve	0.000	2.44E 3
				Max +ve		
23	24	2.000	1:	Max -ve	0.000	2.44E 3
				Max +ve		
24	25	2.000	1:	Max -ve	0.000	2.35E 3
				Max +ve		
25	26	2.000	1:	Max -ve	0.000	2.35E 3
				Max +ve		
26	27	2.000	1:	Max -ve	0.000	1.92E 3
				Max +ve		



Beam	Node A	Length (m)	L/C		d (m)	Max Fx (kg)
27	28	2.000	1:	Max -ve	0.000	1.91E 3
				Max +ve		
28	29	2.000	1:	Max -ve	0.000	1.13E 3
				Max +ve		
29	30	2.000	1:	Max -ve	0.000	1.13E 3
				Max +ve		
30	31	2.000	1:	Max -ve	0.000	2.074
				Max +ve		
31	1	3.500	1:	Max -ve	0.000	1.12E 3
				Max +ve		
32	17	4.031	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-1.21E 3
33	2	3.500	1:	Max -ve	0.000	125.504
				Max +ve		
34	2	4.031	1:	Max -ve	0.000	1.05E 3
				Max +ve		
35	19	3.500	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-24.318
36	19	4.031	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-865.935
37	4	3.500	1:	Max -ve	0.000	125.193
				Max +ve		
38	4	4.031	1:	Max -ve	0.000	703.784
				Max +ve		
39	21	3.500	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-23.162
40	21	4.031	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-517.254
41	6	3.500	1:	Max -ve	0.000	125.242
				Max +ve		
42	6	4.031	1:	Max -ve	0.000	354.881
				Max +ve		
43	23	3.500	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-23.124
44	23	4.031	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-168.406
45	8	3.500	1:	Max -ve	0.000	125.244
				Max +ve		
46	8	4.031	1:	Max -ve	0.000	6.022
				Max +ve		
47	25	3.500	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-23.123
48	25	4.031	1:	Max -ve	0.000	180.451
				Max +ve		
49	10	3.500	1:	Max -ve	0.000	125.245
				Max +ve		
50	10	4.031	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-342.836
51	27	3.500	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-23.121

Beam	Node A	Length (m)	L/C		d (m)	Max Fx (kg)
52	27	4.031	1:	Max -ve	0.000	529.303
				Max +ve		
53	12	3.500	1:	Max -ve	0.000	125.260
				Max +ve		
54	12	4.031	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-691.718
55	29	3.500	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-23.066
56	29	4.031	1:	Max -ve	0.000	878.014
				Max +ve		
57	14	3.500	1:	Max -ve	0.000	125.762
				Max +ve		
58	14	4.031	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-1.04E 3
59	31	3.500	1:	Max -ve		
				Max +ve	0.000	-21.684
60	31	4.031	1:	Max -ve	0.000	1.22E 3
				Max +ve		
61	16	3.500	1:	Max -ve	0.000	69.476
				Max +ve		

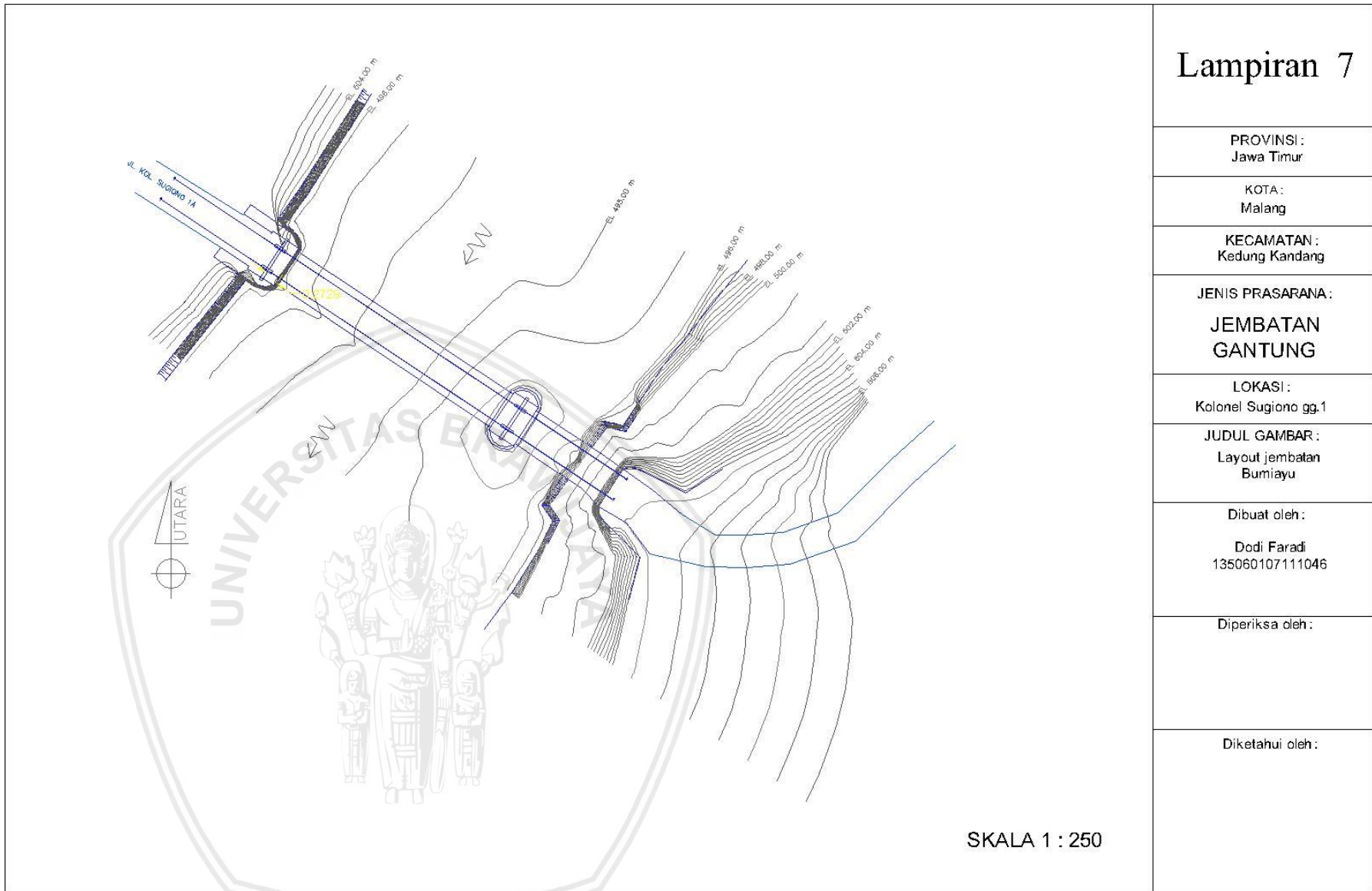


### Lampiran 6. Perhitungan Gaya Tiap Batang dengan Titik Buhul untuk Struktur Kabel

36	9	3.150	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-5.56E+3
37	10	2.440	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-6.07E+3
38	11	1.880	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-5.25E+3

Beam	Node A	Length (m)	LC		d (m)	Max Fx (kg)
39	12	1.450	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-4.87E+3
40	13	1.140	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-5.27E+3
41	14	0.960	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-4.87E+3
42	15	0.900	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-4.86E+3
43	16	0.960	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-4.87E+3
44	17	1.140	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-5.27E+3
45	18	1.450	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-4.87E+3
46	19	1.880	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-5.25E+3
47	20	2.440	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-6.07E+3
48	21	3.150	1:	Max +ve		
				Max -ve	0.000	-5.57E+3
49	22	4.000	1:	Max +ve	0.000	55.3E+3
				Max -ve		

Lampiran 7. Layout Jembatan Bumiayu



SKALA 1 : 250

Lampiran 7

PROVINSI :  
Jawa Timur

KOTA :  
Malang

KECAMATAN :  
Kedung Kandang

JENIS PRASARANA :  
**JEMBATAN  
GANTUNG**

LOKASI :  
Kolonel Sugiono gg.1

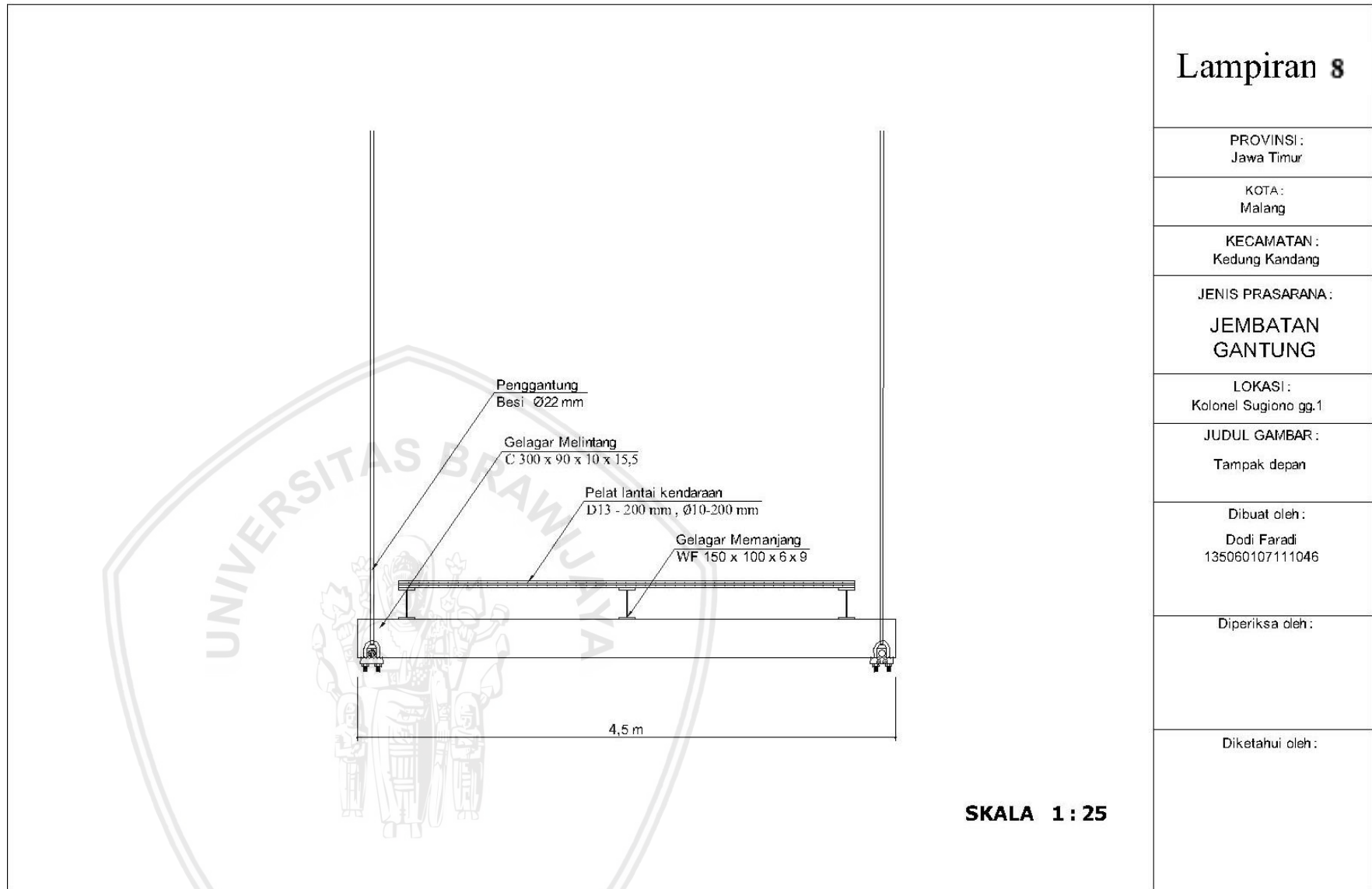
JUDUL GAMBAR :  
Layout jembatan  
Bumiayu

Dibuat oleh :  
  
Dodi Faradi  
135060107111046

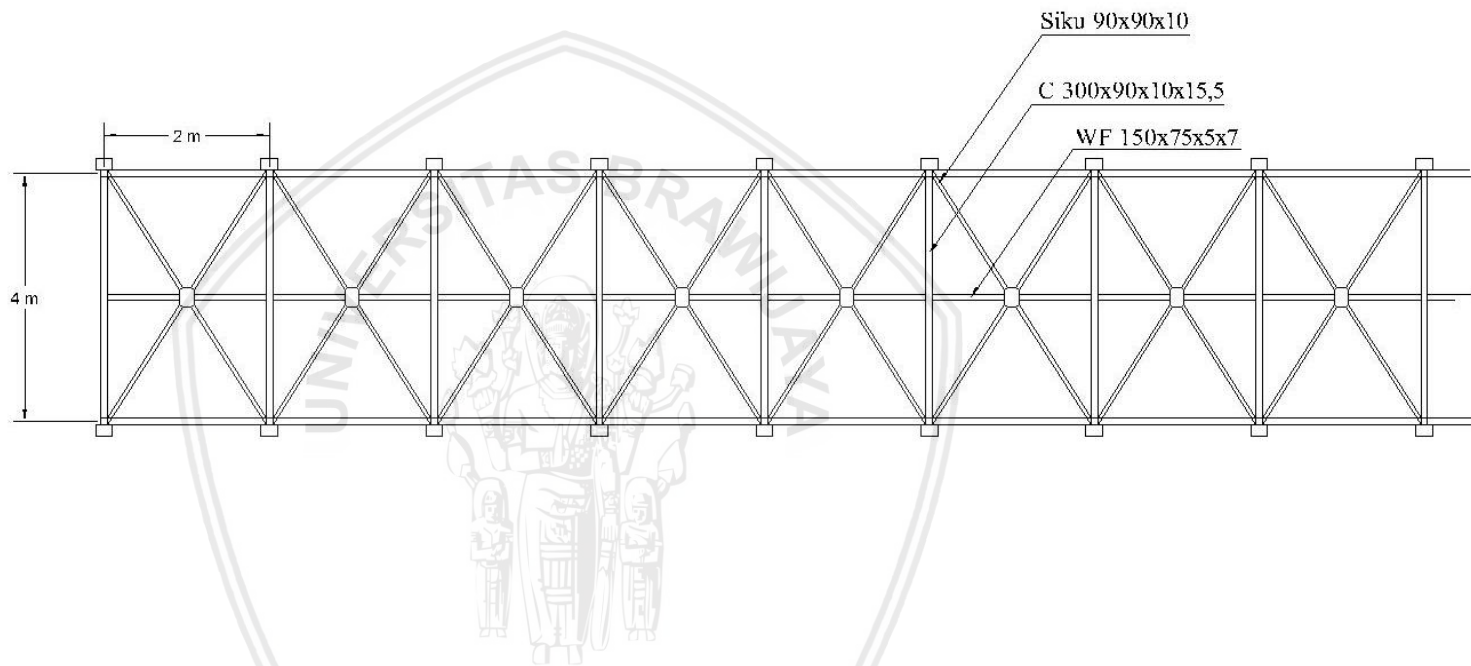
Diperiksa oleh :

Diketahui oleh :

### Lampiran 8. Tampak Depan Rekomendasi Jembatan Bumiayu



### Lampiran 9. Ikatan Angin Rekomendasi Jembatan Bumiayu



SKALA 1 : 100

## Lampiran 9

PROVINSI :  
Jawa Timur

KOTA :  
Malang

KECAMATAN :  
Kedung Kandang

JENIS PRASARANA :

**JEMBATAN  
GANTUNG**

LOKASI :  
Kolonel Sugiono gg.1

JUDUL GAMBAR :

Ikatan angin

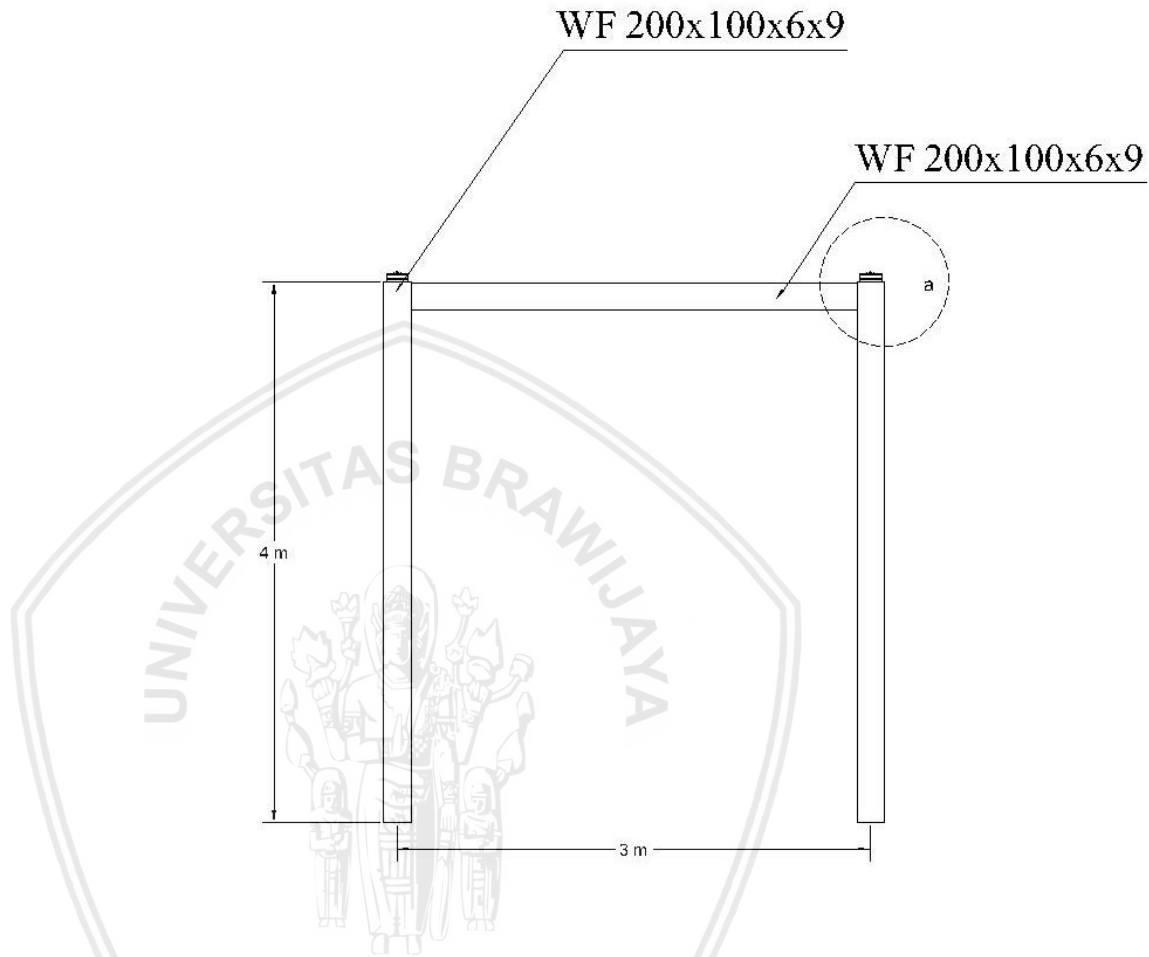
Dibuat oleh :

Dodi Faradi  
135060107111046

Diperiksa oleh :

Diketahui oleh :

**Lampiran 10. Pylon Rekomendasi Jembatan Bumiayu**



**SKALA 1 : 25**

**Lampiran 10**

PROVINSI :  
Jawa Timur

KOTA :  
Malang

KECAMATAN :  
Kedung Kandang

JENIS PRASARANA :

**JEMBATAN  
GANTUNG**

LOKASI :  
Kolonel Sugiono gg.1

JUDUL GAMBAR :  
*pylon*

Dibuat oleh :

Dodi Faradi  
135060107111046

Diperiksa oleh :

Diketahui oleh :