



PROYEK AKHIR TERAPAN - RC 144542

# **MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA DI KABUPATEN BLITAR**

M.NU'MAN AL FARITSY  
NRP.10111715000026

Dosen Pembimbing 1  
Ir. Chomaedi, CES. Geo  
NIP 19550319 198403 1 001

Dosen Pembimbing 2  
Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS  
NIP 19600105 198603 1 003

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**





PROYEK AKHIR TERAPAN- RC144542

# **MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA DI KABUPATEN BLITAR**

M.NU'MAN AL FARITSY  
NRP.10111715000026

Dosen Pembimbing 1  
Ir. Chomaedi, CES. Geo  
NIP 19550319 198403 1 001

Dosen Pembimbing 2  
Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS  
NIP 19600105 198603 1 003

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017







FINAL PROJECT APPLIED - RC144542

# **MODIFICATION STRUCTURE STEEL BRIDGE KALIBAMBANG SHAPED ARC IN THE DISTRICT BLITAR**

**M.NU'MAN AL FARITSY**  
NRP.10111715000026

Adviser 1  
Ir. Chomaedi, CES. Geo  
NIP 19550319 198403 1 001

Adviser 2  
Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS  
NIP 19600105 198603 1 003

**PROGRAM STUDY DIPLOMA IV CIVIL ENGINEERING  
DEPARTEMENT OF INFRASTRUKTUR CIVIL ENGINEERING  
FACULTY OF VOCATION  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**

**MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
DI KABUPATEN BLITAR**

Disajikan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelara Sarjana Terapan

Pada

Program Studi Diploma IV Teknik Sipil  
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya, 13 Juli 2018

Disusun Oleh :  
**MAHASISWA**



**M. NU'MAN AL FARITSY**  
NRP. 10111715000026

Disetujui Oleh :

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

27 JUL 2018



**CHOMAEDI, CES. Ceo**

**Ir. IBNU PUDJI RAHARDJO, MS.**

NIP. 19550319 198403 1 001

NIP. 19600105 198603 1 003



**BERITA ACARA**  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
 PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT LANJUT JENJANG  
 TEKNIK SIPIL  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda : 041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

Tanggal : 5/7/2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Modifikasi Jembatan Kali Bambang Menggunakan Rangka Busur Baja di Kabupaten Blitar		
Nama Mahasiswa	M. Nu'man Al Faritsy	NRP	10111715000026
Dosen Pembimbing 1	Ir. Chomaedhi, Ces Geo NIP 19550319 198403 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS NIP 19600105 198603 1 003	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
1. Menyapa pada portal akhir terapan tambahan struktur/penyeimbang? Berikan penjelasan dalam Laporan TA dan lain-lain -	 Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng Ph.D NIP 19620328 198803 1 001
1. Data tanah masukkan pada lembar gambar rencana pondasi - 2. Sub IX, Revisi tulis ulang 3. Gambar pot melintang 4. konsep aet pelaksanaan	 M. Khoiri, ST. MT. PhD NIP 19740626 200312 1 001
	NIP -
	NIP -

**PERSETUJUAN HASIL REVISI**

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng Ph.D NIP 19620328 198803 1 001	M. Khoiri, ST. MT. PhD NIP 19740626 200312 1 001	NIP -	NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	 Ir. Chomaedhi, Ces Geo NIP 19550319 198403 1 001	 Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS NIP 19600105 198603 1 003





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947537 Fax. 031-5938025  
<http://www.civiltasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. M. MUHAMMAD AL FARITSY. 2  
 NRP : 1. 1011715000026. 2  
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Chomaedhi, CES, T. 00  
 2. Ir. Ibnu Pudi Rahardjo, MS

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan			
				B	C	K	
1.	13 Februari	- jenis sambungan tahanan					
		- momen dan tak tahanan					
		- momen		B	C	K	
		- jenis-jenis baut		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.	5 Maret	- coba Hitung daya dukung					
		- pondasi					
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.	28 Maret	- cek Hitungan Baut karena					
		- momen					
		- cek muka pancang ASTM A 228			B	C	K
		- cek pu bearing		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.	16 April	- cek sambungan momen					
		- cek Hitungan remangang					
		- melintang			B	C	K
		- cek tampa SNI		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.					B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

ket  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal

*Chol*



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

Nama : 1 M. NU MANI AL FARISY 2  
 NRP : 10111715000026 2  
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Chomaedi, CES, Geo.  
 2. Ir. Ibnu pudji Rahardjo, MS

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	3 Mei 2018	- Tambahkan load kombinasi untuk layan. - Kasit Release di Barang tarik.		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	10 Mei 2018	cek Frame Baja pilih Frame yang paling cocok		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	25 Mei 2018	- cek ikatan angus		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	05 Juni 2018	- pondasi pakai kombinasi safety faktor : 7 - Provide 25 cm terkecil - tergeda 150		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal

# **MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA DI KABUPATEN BLITAR**

**Nama Mahasiswa** : M.NU'MAN AL FARITSY  
**NRP** : 1011171500026  
**Departemen** : Diploma IV Civil Engineering  
**Dosen Pembimbing** : 1. Ir. CHOMAEDI, CES. Geo  
2. Ir. IBNU PUDJI RAHARDJO, MS  
**NIP** : 1. 19550319 198403 1 001  
2. 19600105 198603 1 003

## **ABSTRAK**

Jembatan merupakan suatu struktur bangunan yang berfungsi untuk menghubungkan alur transportasi melintasi rintangan yang ada tanpa menutupinya. Rintangan bisa berupa sungai, jurang, ruas jalan tidak sebidang dan lain sebagainya, sehingga memungkinkan kendaraan, kereta api maupun pejalan kaki melintasi dengan lancar dan aman. Dalam tugas akhir ini akan direncanakan struktur jembatan menggunakan busur rangka batang baja yang melewati sungai Kalibambang, Kabupaten Blitar dengan bentang total 160 m. Dipilihnya jembatan baja dengan rangka batang busur karena lebih efisien untuk jembatan bentang panjang dengan pilar yang tidak mengganggu aliran sungai.

Peraturan pembebanan yang dipakai untuk merencanakan jembatan ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) T-02-2005, T-03-2005, T-12-2004, SNI 1725:2016, Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa 2833-2016 (Jembatan). yang merupakan pedoman peraturan untuk merencanakan sebuah jembatan. Tahap awal adalah perhitungan lantai kendaraan, gelagar memanjang dan melintang, dilanjutkan dengan analisastruktur utama dan sekunder menggunakan SAP 2000

Dari hasil perhitungan modifikasi desain struktur Jembatan Kalibambang didapat profil utama busur menggunakan profil box 800.600.15.15; 800.600.10.10; 800.600.20.20; 800.600.30.30; 600.600.19.19; 600.600.12.12 Profil WF 600.300.12.16; 600.200.6.9; 600.200.11.17; Dibahas juga mengenai metode pelaksanaan Jembatan Kalibambang dengan system struktur rangka batang metode *balanced cantilever*

***Kata Kunci : Jembatan busur rangka baja, abutment, pilar, pondasi tiang pancang***

# **MODIFICATION STRUCTURE STEEL BRIDGE KALIBAMBANG SHAPED ARC IN THE DISTRICT BLITAR**

**Student Name** : M.NU'MAN AL FARITSY  
**Student Number** : 10111715000026  
**Department** : Diploma IV Civil Engineering  
**Adviser** : 1. Ir. Chomaedi, CES. Geo  
2. Ir. Ibnu Pudji Raharrdjo, MS  
**NIP** : 1. 19550319 198403 1 001  
2. 19600105 198603 1 003

## **ABSTRACT**

*The bridge is a building structure that serves to connect the flow of transportation across the obstacles that exist without covering it. Obstacles can be rivers, ravines, non-sectional roads and so on, allowing vehicles, trains and pedestrians to pass smoothly and safely. In this final project will be planned bridge structure using steel rod bows that pass through river Kalibambang, Blitar regency with total span 160 m. The choice of a steel bridge with a bow rod framework as it is more efficient for long span bridges with pillars that do not disrupt the flow of the river.*

*The loading regulation used for planning this bridge refers to Indonesian Standard Naonal (SNI) T-02-2005, T-03-2005, T-12-2004, SNI 1725: 2016, Bridge Planning for Earthquake Load 2833-201X (Bridge) . which is the regulatory guideline for planning a bridge. The initial phase is the calculation of the floor of the vehicle, the longitudinal and transverse girder, followed by the main and secondary analysts using SAP 2000*

*From the calculation result of modification of Kalibambang Bridge structure design got main profile of arc using profile box 800.600.15.15; 800.600.10.10; 800.600.20.20; 800.600.30.30; 600.600.19.19; 600.600.12.12 Profile WF*



*600.300.12.16; 600.200.6.9; 600.200.11.17; Also discussed about the implementation method of Kalibambang Bridge with a skeletal system structure of a balanced cantilever method*

***Keywords: Steel frame arc bridge, abutments, pillars, pile foundation***

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucapkan segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis telah menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir Terapan ini dengan judul **“Modifikasi Jembatan Kalibambang Menggunakan Rangka Busur Baja Di Kabupaten Blitar”**

Tersusunnya Tugas Akhir Terapan ini tidak terlepas dari bantuan serta motivasi yang telah diberikan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan kelancaran dalam menyusun Tugas Akhir Terapan ini.
2. Kedua orang tua dan saudara-saudara kami tercinta, sebagai penyemangat dan banyak memberikan dukungan moral maupun material serta doanya.
3. Bapak Ir. Chomaedi, CES. Geo, dan bapak Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS. selaku dosen pembimbing yang telah mendidik dan memberikan motivasi serta doa dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini.
4. Teman-teman semua yang telah membantu dan memberikan saran dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan, untuk itu segala bentuk saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir Terapan ini. Dan harapan kedepan semoga Tugas Akhir Terapan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membaca. Aamiin.

**Penulis**

***“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”***

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan .....	3
1.5. Manfaat .....	4
1.6. Peta Lokasi.....	5
1.7. Eksisting dan Rencana .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1. Umum .....	11
2.2. Elemen Struktur Dalam Jembatan Busur .....	11
2.2.1. Bangunan Atas .....	11
2.2.2. Bangunan Bawah .....	14
2.3. Data Bahan.....	14
2.3.1. Beton .....	14
2.3.2. Baja .....	15
2.4. Analisa Pembebanan Struktur Jembatan .....	16
2.4.1. Beban Mati.....	16
2.4.2. Beban Hidup.....	17
2.4.3. Beban Lateral .....	20
2.5. Data Tanah .....	26
2.6. Perencanaan Bangunan Atas .....	27

2.6.1. Perencanaan Sandaran.....	27
2.6.2. Perencanaan Kerb.....	32
2.6.3. Perencanaan Pelat Lantai .....	33
2.6.4. Perencanaan Rangka Utama.....	36
2.6.5. Perencanaan Balok Memanjang dan Melintang.....	37
2.6.6. Perencanaan Sambungan.....	40
2.6.7. Perencanaan Perletakan.....	42
2.7. Perencanaan Bangunan Bawah .....	43
2.7.1. Perencanaan Kepala Jembatan .....	43
2.7.2. Perencanaan Pondasi.....	46
2.7.3. Pondasi Tiang Pancang Tunggal .....	46
2.7.4. Pondasi Tiang Pancang Kelompok .....	49
2.7.5. Tiang Miring .....	50
2.8. Metode Pelaksanaan Pekerjaan.....	52
2.9. Pemilihan Alat Berat.....	53
2.9.1. Alat Pancang .....	53
2.9.2. Crane .....	54
2.9.3. Dump Truk.....	54
2.9.4. Concrete Pump.....	54
2.9.5. Concrete Mixer .....	55
2.9.6. Tandem Roller.....	55
2.9.7. Asphalt Finisher .....	56
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>	<b>57</b>
3.1. Pengumpulan Data.....	57

3.2. Studi Literatur .....	57
3.3. Preliminary Desain.....	57
3.4. Permodelan Struktur .....	58
3.5. Analisa Pembebanan .....	58
3.6. Kombinasi Beban .....	59
3.7. Analisa Struktur .....	60
3.8. Kontrol Kestabilan Struktur .....	62
3.9. Perencanaan Bangunan Bawah .....	63
3.10. Penggambaran Hasil Rencana.....	63
3.11. Diagram Alir Metodologi.....	64
<b>BAB IV PERENCANAAN LANTAI KENDARAAN .....</b>	<b>67</b>
4.1. Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan .....	67
4.1.1. Pembebanan .....	67
4.1.2. Perhitungan Momen .....	70
4.1.3. Kombinasi Beban Pada Pelat Lantai .....	72
4.1.4. Penulangan Plat Lantai.....	73
4.1.5. Kekuatan Plat Lantai Terhadap Geser.....	77
4.2. Perencanaan Sandaran.....	78
4.2.1. Perencanaan Pipa Sandaran.....	78
4.2.2. Perencanaan Tiang Sandaran .....	82
4.3. Perencanaan Kerb .....	86
<b>BAB V PERENCANAAN GELAGAR JEMBATAN .....</b>	<b>89</b>
5.1. Perencanaan Gelagar Memanjang Bentang 6 m .....	89
5.1.1. Pembebanan .....	90
5.1.2. Perhitungan Momen .....	92
5.1.3. Kontrol Kekuatan Lentur .....	92
5.1.4. Kontrol Lendutan .....	94

5.1.5. Kontrol Geser .....	94
5.1.6. Kontrol Kekuatan Lentur (Sesudah Komposit).....	96
5.1.7. Perhitungan Shear Connector.....	100
5.2. Perencanaan Gelagar Melintang .....	101
5.3.1. Pembebanan .....	101
5.3.2. Perhitungan Momen .....	104
5.3.3. Kontrol Kekuatan Lentur .....	106
5.3.4. Kontrol Lendutan .....	107
5.3.5. Kontrol Geser .....	108
5.3.6. Kontrol Kekuatan Lentur (Sesudah Komposit).....	110
5.3.7. Perhitungan Shear Connector.....	114
<b>BAB VI KONSTRUKSI PEMIKUL UTAMA .....</b>	<b>117</b>
6.1. Umum .....	117
6.2. Pembebanan .....	117
6.3. Kombinasi Pembebanan.....	134
6.4. Pemodelan Struktur.....	135
6.5. Batang Penggantung .....	135
6.5.1. Kontrol Batang Penggantung .....	137
6.6. Konstruksi Busur .....	139
6.6.1. Rangka Pada Jembatan Busur Bentang 120 m.....	141
6.6.2. Rangka Pada Jembatan Bentang 20 m .....	148
<b>BAB VII PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER .....</b>	<b>155</b>
7.1. Ikatan Angin.....	155
7.2. Perhitungan Sambungan .....	172
7.4.1. Sambungan Balok Memanjang Dengan Melintang ..	172
7.4.2. Sambungan Balok Melintang Dengan Busur Box ....	174

7.4.3. Sambungan Las .....	176
7.4.4. Sambungan Batang Penggantung Dengan Box.....	177
7.4.5. Sambungan Pada Jembatan Busur Bentang 120 m ...	179
7.4.6. Sambungan Pada Jembatan Rangka Bentang 20 m...	190
<b>BAB VIII PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH .....</b>	<b>197</b>
8.1. Data Umum Jembatan .....	197
8.2. Perencanaan Abutmen.....	197
8.2.1. Pembebanan .....	197
8.2.2. Kombinasi Pembebanan.....	204
8.2.3. Pemodelan Struktur.....	205
8.2.4. Analisa Struktur .....	206
8.2.5. Perhitungan Struktur Pondasi.....	208
8.2.6. Kontrol Geser Pada Kolom Abutment .....	212
8.2.7. Panjang Penyaluran ke Struktur Atas dan Base Plate	212
8.2.8. Perencanaan Tulangan Abutmen.....	217
8.3. Perencanaan Pilar .....	221
8.3.1. Pembebanan .....	221
8.3.2. Kombinasi Pembebanan.....	224
8.3.3. Pemodelan Struktur.....	225
8.3.4. Analisa Struktur .....	227
8.3.5. Perhitungan Struktur Pondasi.....	228
8.3.6. Kontrol Geser Pada Kolom Pilar.....	231
8.3.7. Panjang Penyaluran ke Struktur Atas dan Base Plate	231
8.3.8. Perencanaan Tulangan Pilar .....	236



8.4. Perencanaan Wingwall.....	241
8.4.1. Pembebanan .....	241
8.4.2. Pemodelan Struktur .....	244
8.4.3. Perencanaan Tulangan Wingwall.....	244
8.5. Perencanaan Plat Injak .....	248
8.5.1. Analisa Plat Injak .....	248
8.5.2. Penulangan Plat Injak.....	249
<b>BAB IX METODE PELAKSANAAN .....</b>	<b>253</b>
9.1. Metode Pelaksanaan Jembatan Busur Baja.....	253
9.2. Perhitungan Metode Pelaksanaan .....	265
9.3. Pemeliharaan Jembatan.....	271
<b>BAB X PENUTUP .....</b>	<b>275</b>
10.1. Kesimpulan .....	275
10.2. Saran .....	278
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>279</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>281</b>

***“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”***



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Dalam Era Globalisasi ini, Transportasi merupakan salah satu kebutuhan yang penting dalam menggerakkan roda perekonomian masyarakat, selain untuk mempersingkat waktu tempuh dan memindahkan suatu objek, transportasi juga berfungsi untuk melancarkan hubungan antara satu lokasi dengan lokasi yang lain dan kebutuhan akan sarana dan prasarana transportasi di Indonesia dilihat dari tahun ke tahun mengalami fase perkembangan dan peningkatan. Untuk mendukung peningkatan kebutuhan sarana dan prasarana dalam akses transportasi tersebut, maka dinas Pekerjaan Umum (PU) Pemerintah Kabupaten Blitar melakukan realisasi dalam pembangunan jembatan yang berlokasi di Sungai Kali Bambang, Kabupaten Blitar.

Jembatan Bambang Blitar merupakan perencanaan jembatan yang melewati sungai Kali Bambang. Jalan ini merupakan jalan utama penghubung Kab.Malang dengan Kab.Blitar. Perencanaan Jembatan ini mempunyai panjang bentang 160 m yang terbagi atas 4 bentang dengan panjang 50 meter, 50 meter, 40 meter, 20 meter lebar lantai kendaraan 9 m. Struktur pada bangunan atas Jembatan Bambang menggunakan beton pratekan (*Prestressed Concrete*)

Pada Tugas Akhir ini Jembatan Bambang tersebut direncanakan ulang menggunakan Jembatan Baja Busur dengan panjang bentang 160 m. Dipilihnya Jembatan Busur Rangka Baja pada jembatan ini karena untuk bentang 60-500 meter akan lebih efektif menggunakan Jembatan Busur Baja. Adapun pemberian bentuk busur itu sendiri dimaksudkan untuk mengurangi momen

lentur pada jembatan sehingga penggunaan bahan menjadi lebih efisien dibandingkan gelagar paralel (D.Jhonson Victor, 1980). Selain itu dari segi arsitektural, Jembatan Busur memiliki nilai lebih dan dapat memberi kesan monumental karena masih belum banyak perencanaan jembatan di Indonesia yang menggunakan rangka busur.

Dengan adanya desain baru konstruksi Jembatan Kalibambang ini diharapkan mampu menjadi solusi dalam merancang sebuah jembatan yang kuat secara struktural, baik terhadap beban gempa dan beban dinamis jembatan. Adapun untuk sistem busur yang dipakai selain lebih efisien dari segi material, juga diharapkan mampu memberikan nilai lebih dalam segi estetika dan kesan monumental.

Data perencanaan Jembatan Grindulu akan diuraikan sebagai berikut:

- |                        |   |
|------------------------|---|
| 1. Nama Proyek         | : Perencanaan Teknik Jembatan Kalibambang, Kabupaten Blitar |
| 2. Pemilik Proyek      | : Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Blitar                     |
| 3. Lokasi Proyek       | : Sungai Kalibambang, Kabupaten Blitar                      |
| 4. Bangunan Atas       | : Busur Baja  |
| 5. Bangunan Bawah      | : Pondasi Tiang Pancang                                     |
| 6. Periode Ulang Gempa | : 1000 tahun  |

### **1.2. Rumusan Masalah**

Permasalahan utama yang akan diselesaikan dalam tugas akhir ini adalah bagaimana merencanakan modifikasi jembatan Bambang dengan menggunakan busur rangka baja, ? permasalahan tersebut kemudian dijabarkan sebagai berikut :

1. Bagaimana Menentukan *Preliminary design* penampang elemen struktur jembatan bambang.?
2. Bagaimana menganalisa pembebanan jembatan busur.?
3. Bagaimana memodelkan dan melakukan analisa struktur dengan program SAP 2000.?
4. Bagaimana merencanakan struktur bangunan atas pada jembatan bambang.?
5. Bagaimana metode pelaksanaan dalam perencanaan busur rangka baja.?
6. Bagaimana mengaplikasikan kedalam gambar teknik yang sesuai dengan perencanaan dan perhitungan jembatan.?

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penyusunan tugas akhir ini perlu difokuskan sehingga diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Tidak membahas analisa rencana anggaran biaya dan waktu
2. Tidak meninjau aspek arsitektural, *mechanical*, dan *electrical*
3. Tidak merencanakan perkerasan dan design jalan pendekat.
4. Perencanaan ini hanya membahas struktural atas dan bawah.
5. Metode pelaksanaan hanya untuk rangka utama jembatan.

### **1.4 Tujuan**

Dalam Tugas akhir ini, tujuan utama yang ingin dicapai adalah dapat merencanakan struktur jembatan bambang Kab.malang-Kab.Blitar menggunakan busur rangka baja. Sedangkan untuk tujuan utama dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Dapat Menentukan *Preliminary design* penampang elemen struktur jembatan bambang.
2. Dapat menganalisa pembebanan jembatan busur.
3. Dapat memodelkan dan melakukan analisa struktur dengan program SAP 2000.
4. Dapat merencanakan struktur bangunan atas pada jembatan bambang.
5. Dapat metode pelaksanaan dalam perencanaan busur rangka baja.
6. Dapat menuangkan kedalam gambar teknik yang sesuai dengan perencanaan dan perhitungan jembatan.

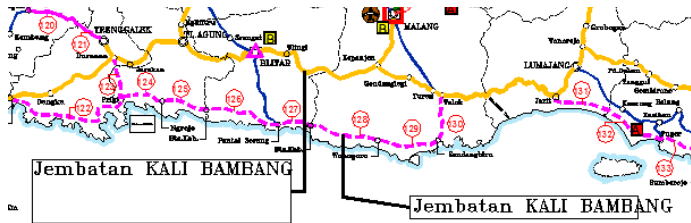
### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang bisa diperoleh dari Tugas Akhir ini adalah dengan meningkatnya volume arus lalu lintas yang terus meningkat, jembatan yang baru ini dapat menampung dan melayani volume lalu lintas yang ada dengan tingkat keamanan dan kenyamanan yang sesuai. Dengan desain Jembatan Busur jembatan bambang yang baru dan lebih ikonik, jembatan ini diharapkan dapat menjadi ikon baru bagi kab. Malang – kab. Blitar dan memberi kesan monumental.

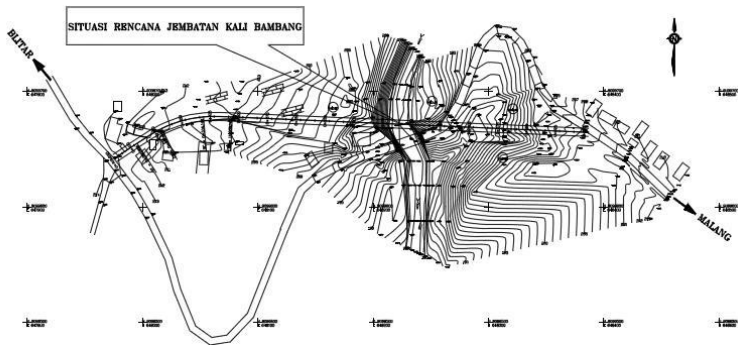
Untuk dunia keteknik sipil, dengan adanya desain baru Jembatan Kali Bambang ini diharapkan jembatan busur baja dapat menjadi inspirasi jembatan masa depan yang lebih modern.

Dan manfaat untuk penulis sendiri yaitu dapat meningkatkan pengetahuan dan *skill* dalam ilmu perencanaan jembatan, khususnya Jembatan Busur Rangka Baja.

### 1.6 Peta Lokasi



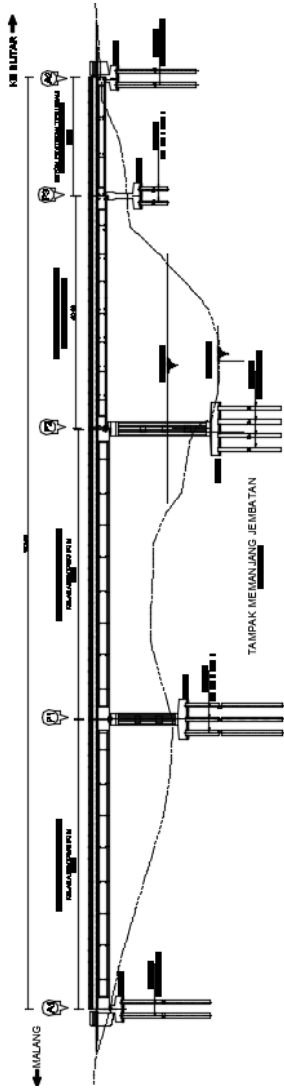
Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek



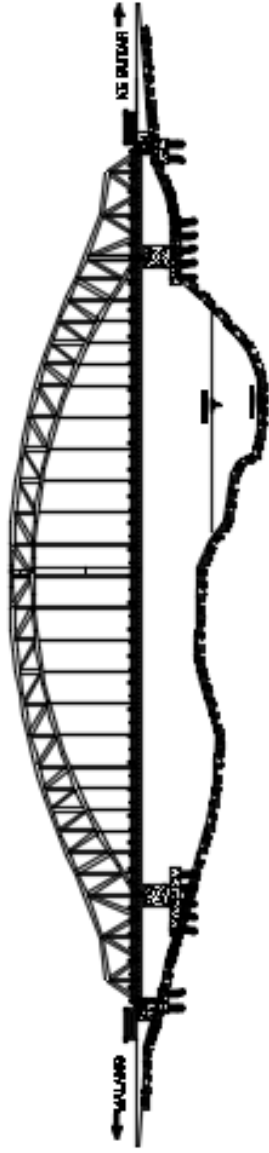
Gambar 1.2 Situs Rencana



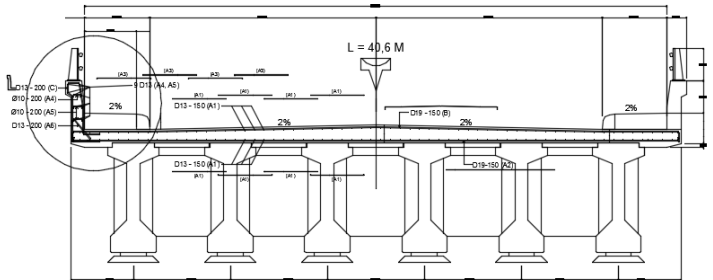
### 1.7 Eksisting dan Rencana



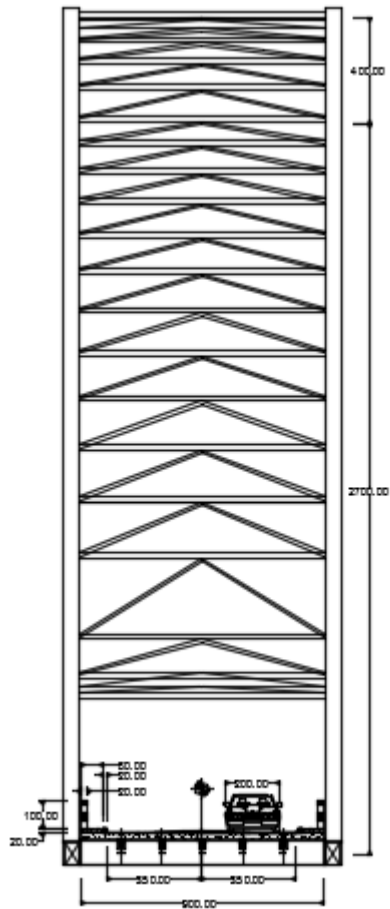
Gambar 1.3 Tampak Samping Jembatan Eksisting



Gambar 1.4 Tampak Samping Jembatan Eksisting



Gambar 1.5 Tampak Melintang Existing Jembatan Busur



Gambar 1.6 Tampak Melintang Rencana Jembatan Busur

***“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”***

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Umum**

Jembatan merupakan suatu struktur bangunan yang berguna untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan yang dimaksud adalah sungai, jurang, jalan lain. Sehingga memungkinkan kendaraan, seperti kereta api maupun pejalan kaki untuk melintas dengan lancar dan aman. Jembatan rangka busur adalah suatu struktur jembatan yang rangkanya menyerupai bentuk busur yang dapat memberikan reaksi horizontal akibat beban vertikal dari bangunan atas yang bekerja.

#### **2.2. Elemen Struktur Dalam Jembatan Busur**

##### **2.2.1. Bangunan Atas**

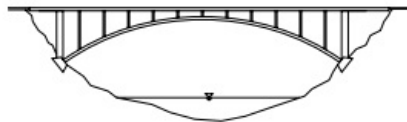
##### **2.2.1.1. Struktur Primer**

###### **1. Lantai Jembatan**

Berdasarkan lantai kendaraannya, ada beberapa bentuk jenis yang umum dipakai yaitu:

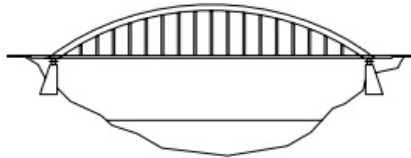
- *Deck Arch*

Salah satu jenis jembatan busur dimana letak lantainya menopang beban lalu-lintas secara langsung dan berada di bagian paling atas busur



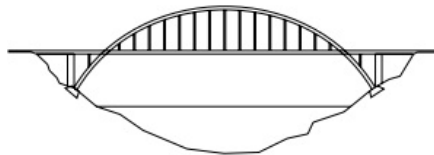
Gambar 2.1 Jembatan *Deck Arch*

- *Through Arch*  
Merupakan jenis lainnya, dimana letak daripada lantai jembatan terdapat tepat di springline busurnya



Gambar 2.2 Jembatan *Through Arch*

- *A Half – Through Arch*  
Dimana lantai jembatan terletak di antara springline dan bagian paling atas busur atau di tengah – tengah



Gambar 2.3 Jembatan *A Half – Through Arch*

2. Batang Lengkung  
Batang lengkung merupakan bagian utama dari struktur jembatan ini, karena seluruh beban yang berada di sepanjang jembatan dipikul oleh komponen tersebut. Bagian struktur ini merubah gaya vertikal menjadi gaya horizontal
3. Gelagar Memanjang  
Gelagar memanjang merupakan komponen pada struktur jembatan yang menahan beban langsung dari plat lantai kendaraan yang letaknya arah memanjang jembatan atau tegak lurus arah aliran sungai

4. Gelagar Melintang  
Gelagar melintang merupakan komponen pada struktur jembatan yang berfungsi sebagai pengikat balok atau gelagar memanjang, komponen ini terletak arah melintang arah gelagar memanjang
5. Batang Penggantung  
Komponen penghubung antara dek/lantai jembatan ke rangka utama yang berfungsi sebagai pemikul gelagar utama serta melimpahkan beban-beban dan gaya-gaya yang bekerja ke rangka utama/busur

#### **2.2.1.2. Struktur Sekunder**

1. Ikatan Angin  
Ikatan angin berfungsi untuk memikul gaya angin yang bekerja pada struktur bangunan atas jembatan
2. Ikatan Rem  
Ikatan rem berfungsi untuk memikul gaya rem yang bekerja pada lantai kendaraan pada jembatan
3. Sambungan  
Sambungan berfungsi menghubungkan beberapa bagian yang satu dengan yang lain pada suatu konstruksi jembatan rangka. Macam-macam jenis sambungan terdiri dari :
  - Sambungan Keling
  - Sambungan Baut
  - Sambungan Las
4. Perletakan  
Perletakan terletak menumpu pada abutmen dan pilar. Fungsi dari perletakan sendiri adalah sebagai media menyalurkan beban dari bangunan atas ke abutmen yang kemudian diteruskan ke bagian pondasi.



## 2.2.2. Bangunan Bawah

### 1. *Abutmen*

Kepala jembatan (*abutmen*) merupakan suatu bangunan /bagian dari konstruksi jembatan yang menerima beban dari bangunan atas dan tekanan tanah yang selanjutnya akan disalurkan ke pondasi.

### 2. Pondasi

Pondasi adalah struktur bangunan bawah pada jembatan. Pondasi berfungsi meneruskan seluruh beban jembatan ke tanah dasar.

## 2.3. Data Bahan

### 2.3.1. Beton

- Berdasarkan SNI T-12-2004 beton dengan kuat tekan (benda uji silinder) yang kurang dari 20 MPa tidak dibenarkan untuk digunakan dalam pekerjaan struktur beton untuk jembatan, kecuali untuk pembeconan yang tidak dituntut persyaratan kekuatan.
- Modulus elastisitas ( $E_c$ ) untuk beton normal dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'} \dots\dots\dots (2.3-1)$$

Dimana,

$f_c'$  = Kuat tekan silinder beton 28 hari

Tabel 2.1 Berat Sendiri Beton

Berat sendiri KuMS	
Beton dicor	1.3

**Sumber:** RSNI T-02-2005

Tabel 2.2 Berat Jenis Beton

$\gamma$ Beton	25 kN/m <sup>3</sup>
----------------	----------------------

### 3. Tebal selimut beton

Tebal selimut beton direncanakan menurut keadaan lingkungan jembatan dan mutu beton yang digunakan, berdasarkan RSNi T-12-2004

Tabel 2.3 Tebal Selimut Beton Nominal

Klasifikasi lingkungan	Tebal selimut beton nominal [mm] untuk beton dengan kuat tekan $f_c'$ yang tidak kurang dari				
	20 MPa	25 MPa	30 MPa	35 MPa	40 MPa
A	35	30	25	25	25
B1	(65)	45	40	35	25
B2	-	(75)	55	45	35
C	-	-	(90)	70	60

**Sumber:** RSNi T-12-2004 Tabel 4.6

### 2.3.2. Baja

#### a. Tegangan Leleh

Sifat mekanis baja struktural menurut SNI T-03-2005 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.4 Sifat Mekanis Baja

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, $f_u$ [MPa]	Tegangan leleh minimum, $f_y$ [MPa]	Peregangan minimum [%]
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

**Sumber:** RSNi T-03-2005 Tabel 1

Sifat-sifat mekanis baja structural lainnya untuk maksud perencanaan ditetapkan sebagai berikut :

Modulus elastisitas :  $E = 200.000 \text{ MPa}$

Modulus geser :  $G = 80.000 \text{ MPa}$

Angka poisson :  $\mu = 0,3$

Koefisien pemuaian :  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}$

b. Tegangan Ijin

- Tegangan ijin pada pembebanan tetap  
Tegangan ijin tarik pada tulangan non-prategang boleh diambil dari ketentuan di bawah ini:
  - Tulangan dengan  $f_y = 300$  MPa, tidak boleh diambil melebihi 140 MPa.
  - Tulangan dengan  $f_y = 400$  MPa, atau lebih, dan anyaman kawat las (polos atau ulir), tidak boleh diambil melebihi 170 MPa.
  - Untuk tulangan lentur pada pelat satu arah yang bentangnya tidak lebih dari 4 m, tidak boleh diambil melebihi 0,50  $f_y$  namun tidak lebih dari 200 MPa.
- Tegangan ijin pada pembebanan sementara  
Boleh ditingkatkan 30 % dari nilai tegangan ijin pada pembebanan tetap.

Tabel 2.5 Berat Sendiri Baja

Berat Sendiri KuMS	
Baja	1.1

Sumber: RSNI T-02-2005

## 2.4. Analisa Pembebanan Struktur Jembatan

Pada perencanaan jembatan yang perlu diperhatikan adalah beban – beban yang terjadi pada jembatan. Beban – beban tersebut akan mempengaruhi besarnya dimensi dari struktur jembatan serta banyaknya tulangan yang diperlukan. Pada peraturan teknik jembatan SNI T - 02 - 2005 Standar Pembebanan Jembatan

### 2.4.1. Beban Mati

Beban mati struktur jembatan adalah berat sendiri dari masing-masing bagian struktural jembatan dan berat mati tambahan yang berupa berat perkerasan. Masing-masing berat bagian tersebut harus dianggap sebagai aksi yang saling terkait.

### 2.4.2. Beban Hidup

Beban hidup pada jembatan meliputi :

#### 1. Beban Lalu Lintas

Beban lalu-lintas untuk perencanaan struktur jembatan terdiri dari beban lajur “ D “ dan beban truk “ T “

##### a.) Beban Lajur “ D ”

Beban lajur D bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada girder yang ekuivalen dengan iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Intensitas beban D terdiri dari beban tersebar merata dan beban garis

##### 1) Beban Terbagi Merata (BTR = $q$ )

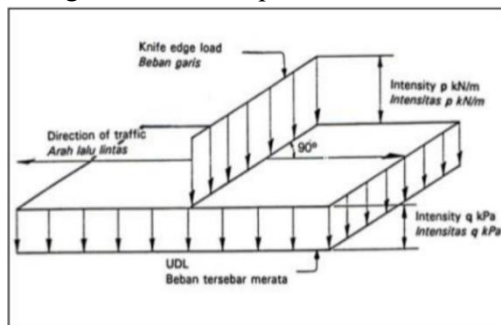
Dengan  $q$  tergantung pada panjang yang dibebani total ( $L$ ) sebagai berikut :

-  $q = 9,0 \text{ kN/m}^2$  ( untuk  $L < 30 \text{ m}$  )

-  $q = 8,0 ( 0,5 + 15/L ) \text{ kN/m}^2$  ( untuk  $L > 30 \text{ m}$  )

##### 2) Beban Garis Terpusat (BGT = $P$ )

Beban garis “ P “ ditetapkan sebesar  $49 \text{ kN/m}$ .

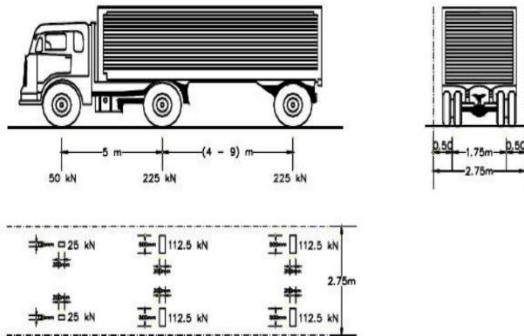


Gambar 2.4 Beban Garis Terpusat

**Sumber:** RSNI T-03-2005 Gambar 3

b.) Beban Truk “T”

Beban truk “T” adalah berat kendaraan tunggal dengan 3 as yang ditempatkan dengan beberapa posisi yang digunakan untuk menganalisis pelat pada lajur lalulintas rencana. Tiap gandar terdiri dari dua pembebanan bidang kontak yang dimaksud agar mewakili pengaruh roda terhadap berat kendaraan. Hanya satu truk “T” boleh ditempatkan per lajur lalu lintas rencana. Beban “T” merupakan muatan untuk rantai kendaraan.



Gambar 2.5 Beban Truk

**Sumber:** RSNI T-03-2005 Gambar 7

c.) Faktor Beban Dinamis

Faktor beban dinamis ( DLA ) berlaku pada “KEL” lajur “D” dan truk “T” sebagai simulasi kejut dari kendaraan bergerak pada struktur jembatan.

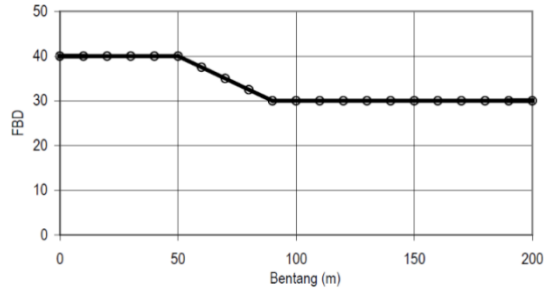
Untuk truk “T” nilai DLA / faktor kejutnya adalah 30% *SNI T-02 -2005 Standar Pembebanan Jembatan* digunakan untuk perhitungan beban roda pada hal. Sedangkan untuk “KEL” lajur “D” nilai dapat dilihat pada rumus

$$L_E = \sqrt{L_{av} \times L_{max}} \dots\dots\dots (2.4-1)$$

Dimana:

$L_{av}$  = Panjang bentang rata-rata dari kelompok bentang yang disambungkan secara menerus

$L_{max}$  = Panjang bentang maksimum dalam kelompok bentang yang disambungkan secara menerus



Gambar 2.6 Baban Lajur D

**Sumber:** RSNI T-03-2005 Gambar 8

## 2. Beban Pejalan Kaki

Semua elemen dari trotoar atau jembatan penyebrangan yang langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan. Perencanaan beban diambil dari *SNI T-02-2005 Standar pembebanan Jembatan* dimana besarnya beban yang bekerja adalah  $0,5 \text{ KN/m}^2$  (5 kPa).

Tabel 2.6 Faktor Beban Pejalan

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN	
	$K_{S;TP}$	$K_{U;TP}$
Transien	1,0	1,8

**Sumber:** RSNI T-03-2005 Tabel 16

## 3. Gaya Rem

Gaya rem pada jembatan dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan, dan total berat Gaya Rem mengacu pada SNI 1725:2016 sebagai berikut :

**SNI 1725:2016**

**8.7 Gaya rem (TB)**

Gaya rem harus diambil yang terbesar dari :

- 25% dari berat gandar truk desain atau,
- 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

**Sumber:** SNI 1725:2016

**2.4.3. Beban Lateral**

1. Beban Gempa

Berdasarkan peraturan SNI 2833:201X Perancangan Gempa Terhadap Beban Jembatan, perencanaan beban rencana akibat gempa minimum diperoleh dari serangkaian rumus berikut:

$$\overline{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left( \frac{t_i}{V_{si}} \right)} \dots\dots\dots (2.4-2)$$

$$\overline{N} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left( \frac{t_i}{N} \right)} \dots\dots\dots (2.4-3)$$

$$\overline{S}_u = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left( \frac{t_i}{S_{ui}} \right)} \dots\dots\dots (2.4-4)$$

Keterangan:

$\overline{V}_s$  = nilai rata-rata cepat rambat gelombang geser

$\overline{N}$  = hasil uji penetrasi standar

$\overline{S}_u$  = kuat geser tak terdrainase dengan tebal lapisan tanah sebagai besaran pembobotnya

- $t_i$  = tebal lapisan tanah ke-i  
 $V_{si}$  = kecepatan rambat gelombang geser melalui lapisan tanah ke-i  
 $N_i$  = nilai hasil uji penetrasi standar lapis tanah ke-i  
 $S_{ui}$  = kuat geser tak terdrainase lapis tanah ke-i  
 $m$  = jumlah lapis tanah yang ada di atas batuan dasar  
 Hasil yang didapat dari perhitungan di atas dapat diplot kedalam table situs untuk menentukan kelas situs

Tabel 2.7 Kelas Situs

Kelas Situs	$\bar{V}_s$ (m/s)	$\bar{N}$	$\bar{S}_{u}$ (kPa)
A. Batuan Keras	$\bar{V}_s \geq 1500$	N/A	N/A
B. Batuan	$750 < \bar{V}_s \leq 1500$	N/A	N/A
C. Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak	$350 < \bar{V}_s \leq 750$	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_{u} \geq 100$
D. Tanah Sedang	$175 < \bar{V}_s \leq 350$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$50 \leq \bar{S}_{u} \leq 100$
E. Tanah Lunak	$\bar{V}_s < 175$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_{u} < 50$
	Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ , 2. Kadar air ( $w$ ) $\geq 40\%$ , dan 3. Kuat geser tak terdrainase $\bar{S}_{u} < 25$ kPa		
F. Lokasi yang membutuhkan penyelidikan geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik seperti : - Rentan dan berpotensi gagal terhadap beban gempa seperti likuifaksi, tanah lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung organik tinggi dan/atau gambut (dengan ketebalan $> 3m$ ) - Plastisitas tinggi (ketebalan $H > 7.5m$ dengan $PI > 75$ ) - Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan $H > 35m$		

Catatan : N/A = tidak dapat digunakan

**Sumber:** RSNI 2833:201X Tabel 2

### Penentuan factor situs

Untuk penentuan respons spektra di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi pada periode nol detik, periode pendek ( $T=0,2$  detik) dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode nol detik (FPGA), faktor amplifikasi periode pendek (Fa) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (Fv).



Tabel 2.8 Faktor Amplifikasi Untuk Periode 0 detik dan 0,2 detik ( $F_{PGA} / F_a$ )

Kelas situs	$PGA \leq 0,1$ $S_s \leq 0,25$	$PGA = 0,2$ $S_s = 0,5$	$PGA = 0,3$ $S_s = 0,75$	$PGA = 0,4$ $S_s = 1,0$	$PGA > 0,5$ $S_s \geq 1,25$
Batuan Keras (SA)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan (SB)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tanah Keras (SC)	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
Tanah Sedang (SD)	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
Tanah Lunak (SE)	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

**Sumber:** RSNI 2833:201X Tabel 3

Tabel 2.9 Besarnya Nilai Faktor Amplifikasi Untuk Periode 1 detik ( $F_v$ )

Kelas situs	$S_T \leq 0,1$	$S_T = 0,2$	$S_T = 0,3$	$S_T = 0,4$	$S_T \geq 0,5$
Batuan Keras (SA)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan (SB)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tanah Keras (SC)	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
Tanah Sedang (SD)	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
Tanah Lunak (SE)	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

**Sumber:** RSNI 2833:201X Tabel 4

Keterangan:

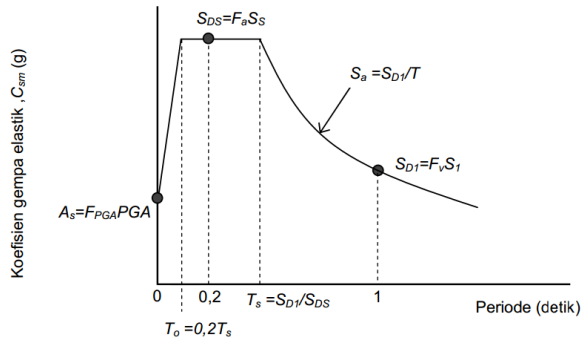
PGA = percepatan puncak batuan dasar mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010

$S_s$  = parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode pendek ( $T=0,2$  detik) mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010

SS = lokasi yang memerlukan investigasi geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik

$S_1$  = parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode 1 detik mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010

Respon spectrum rencana



Gambar 2.7 Respon Spektrum Rencana

**Sumber:** RSNI 2833:201X Gambar 7

Perumusan respon spectra adalah sebagai berikut:

$$A_s = F_{PGA} \times PGA \dots\dots\dots (2.4-5)$$

$$S_{ds} = F_a \times S_s \dots\dots\dots (2.4-6)$$

$$S_{D1} = F_v \times S_1 \dots\dots\dots (2.4-7)$$

**Koefisien respon gempa elastic**

1. Untuk periode lebih kecil dari T0, koefisien respons gempa elastik (Csm) didapatkan dari persamaan berikut :

$$C_{SM} = (S_{DS} - A_S) \frac{T}{T_0} + A_S \dots\dots\dots (2.4-8)$$

2. Untuk periode lebih besar atau sama dengan T0, dan lebih kecil atau sama dengan TS, respons spektra percepatan, Csm adalah sama dengan SDS
3. Untuk periode lebih besar dari TS, koefisien respons gempa elastik (Csm) didapatkan dari persamaan berikut :

$$C_{SM} = \frac{S_{D1}}{T} \dots\dots\dots (2.4-9)$$

Keterangan:

$S_{DS}$  = nilai spectra permukaan tanah pada periode pendek (  $T= 0,2$  detk )

$S_{D1}$  = nilai spectra permukaan tanah pada periode 1 detik

$T_0 = 0,2 T_s$

$T_s = S_{D1} / S_{DS}$

**Faktor modifikasi respon**

Gaya gempa rencana pada bangunan bawah dan hubungan antara elemen struktur ditentukan dengan cara membagi gaya gempa elastis dengan faktor modifikasi respons (R) sesuai dengan tabel berikut

Tabel 2.10 Faktor Modifikasi Respon (R) Untuk Bangunan Bawah

Bangunan bawah	Kategori kepentingan		
	Sangat penting	Penting	Lainnya
Pilar tipe dinding	1,5	1,5	2,0
Tiang/kolom beton bertulang			
Tiang vertikal	1,5	2,0	3,0
Tiang miring	1,5	1,5	2,0
Kolom tunggal	1,5	2,0	3,0
Tiang baja dan komposit			
Tiang vertikal	1,5	3,5	5,0
Tiang miring	1,5	2,0	3,0
Kolom majemuk	1,5	3,5	5,0

Catatan:

Pilar tipe dinding dapat direncanakan sebagai kolom tunggal dalam arah sumbu lemah pilar

**Sumber:** RSNi 2833:201X Tabel 6

Tabel 2.11 Faktor Modifikasi Respon (R) Untuk Bangunan Antar Elemen Struktur

Hubungan elemen struktur	Semua kategori kepentingan
Bangunan atas dengan kepala jembatan	0,8
Sambungan muai (dilatasi) pada bangunan atas	0,8
Kolom, pilar, atau tiang dengan bangunan atas	1,0
Kolom atau pilar dengan fondasi	1,0

**Sumber:** RSNi 2833:201X Tabel 7

**Gaya gempa yang diperkirakan**

Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respons elastik (Csm) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan factor modifikasi respons (R) dengan formulasi sebagai berikut:

$$Eq = \frac{Csm}{R} \times Wt \dots\dots\dots (2.4-10)$$

Keterangan:

- Eq = gaya gempa horizontal statis (kN)
- Csm = koefisien respon gempa elastik pada moda getar ke-m
- R = factor modifikasi respon
- Wt = berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup yang sesuai (kN)

**2. Beban Angin**

Gaya angin nominal ultimate pada jembatan tergantung pada kecepatan angin rencana sebagai berikut:

$$T_{EW} = 0,0006 Cw (Vw)^2 Ab \dots\dots\dots (2.4-11)$$

Dimana:

- Vw = kecepatan angin rencana (m/dt)
- Cw = koefisien seret
- Ab = Luas ekuivalen bagian samping jembatan

**Tabel 2.12 Koefisien Seret (Cw)**

Tipe Jembatan	C <sub>w</sub>
Bangunan atas masif: (1), (2)	
<i>b/d</i> = 1.0	2.1 (3)
<i>b/d</i> = 2.0	1.5 (3)
<i>b/d</i> ≥ 6.0	1.25 (3)
Bangunan atas rangka	1.2
CATATAN (1) <i>b</i> = lebar keseluruhan jembatan dihitung dari sisi luar sandaran <i>d</i> = tinggi bangunan atas, termasuk tinggi bagian sandaran yang masif CATATAN (2) Untuk harga antara dari <i>b / d</i> bisa diinterpolasi linier CATATAN (3) Apabila bangunan atas mempunyai superelevasi, C <sub>w</sub> harus dinaikkan sebesar 3 % untuk setiap derajat superelevasi, dengan kenaikan maksimum 2,5 %	

**Sumber:** RSNI T-02-2005 Tabel 27

Tabel 2.13 Kecepatan Angin Rencana ( $V_w$ )

Keadaan Batas	Lokasi	
	Sampai 5 km dari pantai	> 5 km dari pantai
Daya layan	30 m/s	25 m/s
Ultimit	35 m/s	30 m/s

**Sumber:** RSNI T-02-2005 Tabel 28

Dalam merencanakan jembatan harus direncanakan jumlah lajur yang disesuaikan dengan kebutuhan jembatan tersebut. Adapun jumlah lajur tersebut seperti pada RSNI T-02-2005 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.14 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana

Tipe Jembatan (1)	Lebar Jalur Kendaraan (m) (2)	Jumlah Lajur Lalu lintas Rencana (n)
Satu lajur	4,0 - 5,0	1
Dua arah, tanpa median	5,5 - 8,25 11,3 - 15,0	2 (3) 4
Banyak arah	8,25 - 11,25 11,3 - 15,0 15,1 - 18,75 18,8 - 22,5	3 4 5 6
CATATAN (1) Untuk jembatan tipe lain, jumlah lajur lalu lintas rencana harus ditentukan oleh Instansi yang berwenang.		
CATATAN (2) Lebar jalur kendaraan adalah jarak minimum antara kerb atau rintangan untuk satu arah atau jarak antara kerb/rintangan/median dengan median untuk banyak arah.		
CATATAN (3) Lebar minimum yang aman untuk dua-lajur kendaraan adalah 6,0 m. Lebar jembatan antara 5,0 m sampai 6,0 m harus dihindari oleh karena hal ini akan memberikan kesan kepada pengemudi seolah-olah memungkinkan untuk menyiap.		

**Sumber:** RSNI T-02-2005 Tabel 11

## 2.5. Data Tanah

Data Tanah untuk pondasi sumuran dapat di desain pada kedalaman tanah tertentu, pada saat nilai  $N > 50$  (tanah keras)

Tabel 2.15 Kelas Situs

Kelas Situs	$\bar{V}_s$ (m/s)	$\bar{N}$	$\bar{S}_u$ (kPa)
A. Batuan Keras	$\bar{V}_s \geq 1500$	N/A	N/A
B. Batuan	$750 < \bar{V}_s \leq 1500$	N/A	N/A
C. Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak	$350 < \bar{V}_s \leq 750$	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_u \geq 100$
D. Tanah Sedang	$175 < \bar{V}_s \leq 350$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$50 \leq \bar{S}_u \leq 100$
E. Tanah Lunak	$\bar{V}_s < 175$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u < 50$
	Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ , 2. Kadar air ( $w$ ) $\geq 40\%$ , dan 3. Kuat geser tak terdrainase $\bar{S}_u < 25$ kPa		
F. Lokasi yang membutuhkan penyelidikan geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik seperti : - Rentan dan berpotensi gagal terhadap beban gempa seperti likuifaksi, tanah lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung organik tinggi dan/atau gambut (dengan ketebalan $> 3$ m) - Plastisitas tinggi (ketebalan $H > 7.5$ m dengan $PI > 75$ ) - Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan $H > 35$ m		

Catatan : N/A = tidak dapat digunakan

**Sumber:** RSNI 2833:201X Tabel 2

## 2.6. Perencanaan Bangunan Atas

### 2.6.1. Perencanaan Sandaran

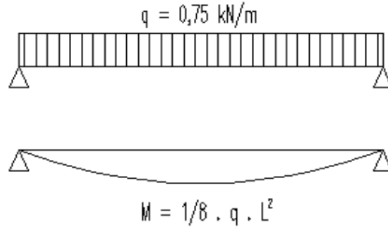
#### a. Perencanaan Pipa Sandaran

Pipa sandaran pada jembatan berguna sebagai pembatas atau pengaman bagi pejalan kaki yang melintas diatas jembatan agar tidak jatuh ke sisi luar dari jembatan. Perencanaan pipa sandaran sesuai dengan SNI T-02-2005, harus direncanakan untuk dua pembebanan yang bekerja secara bersamaan dalam arah vertical dan horizontal dengan masing-masing beban sebesar  $W^* = 0,75$  kN/m.

#### - Beban Yang Bekerja

1. Beban mati (qd) berasal dari berat sendiri pipa. Data umum pipa yang dipakai, didapat dari Tabel Profil Baja Ir. Rudy Gunawan.

2. Beban yang direncanakan berdasarkan SNI T-12-2004 “Sandaran untuk pejalan kaki harus direncanakan untuk dua pembebanan rencana daya layan sebesar  $w = 0,75 \text{ kN/m}$ . Beban ini bekerja secara vertical dan



horizontal pada masing-masing sandran”.

Gambar 2.8 Permodelan Mekanika Pembebanan Akibat Beban Vertikal Pada Pipa

Gambar di atas menjelaskan mekanisme pembebanan pada pipa sandaran akibat beban hidup vertikal. Serta asumsi struktur pada pipa sandaran akibat beban hidup vertikal sehingga didapatkan analisa seperti berikut :

$$M_{\max} = 1/8 \times q \times l^2 \dots\dots\dots (2.6-1)$$

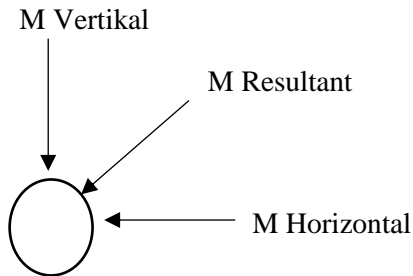
$$R_{va} = R_{vb} = 1/2 \times q \times l \dots\dots\dots (2.6-2)$$

Gambar di atas menjelaskan mekanisme pembebanan pada pipa sandaran akibat beban hidup horizontal. Serta asumsi struktur pada pipa sandaran akibat beban hidup horizontal sehingga didapatkan analisa seperti berikut :

$$M_{\max} = 1/8 \times q \times l^2 \dots\dots\dots (2.6-3)$$

$$R_{ha} = R_{hb} = 1/2 \times q \times l \dots\dots\dots (2.6-4)$$

Resultan momen pada pipa :



Gambar 2.9 Resultan Momen Pada Pipa Sandaran

$$M_n = 0,9 \times f_y \times Z_x \dots\dots\dots (2.6-5)$$

$$M_r = \sqrt{M_v^2 + M_h^2} \dots\dots\dots (2.6-6)$$

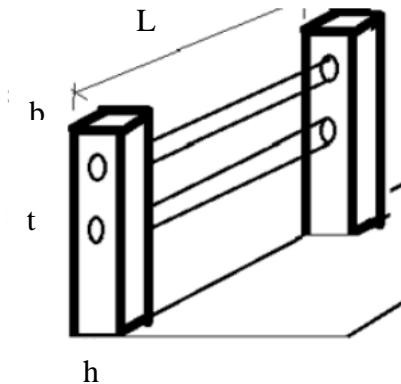
$$\sigma \text{ yang terjadi} = M_r / M_n \dots\dots\dots (2.6-7)$$

Kontrol :

$\sigma$  yang terjadi < 1..... OK

b. Perencanaan Pipa Sandaran

Faktor pembebanan berdasarkan SNI T-02-2005.

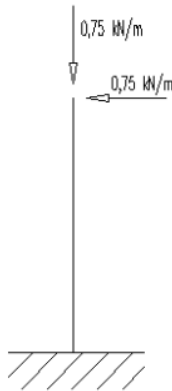


Gambar 2.10 Permodelan Pada Tiang Sandaran



Gambar diatas menunjukkan analisa beban yang terjadi pada tiang sandaran. Beban yang terjadi pada tiang sandaran yaitu beban mati dari berat sendiri tiang dan beban dari pipa.

- **Beban Mati**
  - Berat sendiri tiang = vol. tiang x BJ tiang x Kums..... (2.6-8)
  - Berat pipa =  $W_{\text{pipa}} \times n \times L \times K_{\text{utp}}$ .....(2.6-9)
- **Beban Hidup =  $W \times L$** ..... (2.6-10)



Gambar 2.11 Asumsi Struktur Pada Tiang Sandaran

- **Gaya Dalam**
  - $\Sigma P_v$  = Berat sendiri tiang + berat pipa + beban hidup  
..... (2.6-11)
  - $\Sigma P_h$  = Beban hidup ..... (2.6-12)
  - 1. Maka,  $M_u = \Sigma P_h \times t$ ..... (2.6-13)
  - $V_u = \Sigma P_v$ ..... (2.6-14)
  - $H_u = \Sigma P_h$ ..... (2.6-15)
- 2. Penulangan pada tiang sandaran  
Alur penulangan lentur:
  - Menentukan dimensi penampang

- Menentukan nilai momen ultimate ( $M_u$ )
- Menentukan nilai momen nominal ( $M_n$ )

$$M_n = \frac{M_u}{\text{faktor reduksi } (\phi)} \dots\dots\dots (2.6-16)$$

- Menentukan rasio tulangan berdasarkan SNI T-12-2004

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots (2.6-17)$$

$$\rho_b = \beta_1 \times \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots (2.6-18)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots (2.6-19)$$

$$d = h - d' - d. \text{ tul} \dots\dots\dots (2.6-20)$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} \dots\dots\dots (2.6-21)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \dots\dots\dots (2.6-22)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots\dots\dots (2.6-23)$$

Setelah itu gunakan rasio tulangan yang sesuai,

- Menghitung luas tulangan perlu ( $A_{st}$ ) dan memilih tulangan yang diperlukan.

$$A_{st_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{pakai}} \times b \times d \dots\dots\dots (2.6-24)$$

Dimana  $\rho_{\text{pakai}}$  diambil dari nilai yang berada di tengah-tengah antara  $\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\max}$ .

Luas tulangan yang dipakai :

$$A_{st_{\text{pakai}}} = \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times n \dots\dots\dots (2.6-25)$$

Dimana:  $n$  = jumlah tulangan

- Lakukan control kekuatan penampang dan bandingkan dengan momen ultimate yang akan dipikul oleh penampang

Alur penulangan geser

$$- V_u = \Sigma P_v \dots\dots\dots (2.6-26)$$

$$- V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \times b_w \times d \dots\dots\dots (2.6-27)$$

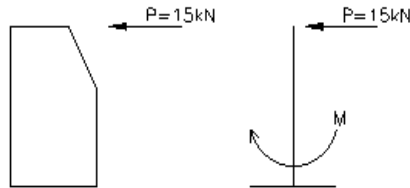
$$- \phi \times V_c = 0,75 \times V_c \dots\dots\dots (2.6-28)$$

- Kontrol,  $V_u < \phi \times V_c$

Maka, tidak diperlukan tulangan geser. Walaupun tidak memerlukan tulangan geser tetapi untuk menjaga kestabilan struktur maka dipasang tulangan geser minimum dengan jarak maksimal.

**2.6.2. Perencanaan Kerb**

Beban hidup pada kerb diperhitungkan sebesar 15 kN/m sesuai dengan SNI T-02-2005, yang bekerja pada bagian atas kerb sepanjang jembatan dengan arah horizontal



Gambar 2.12 Permodelan Pada Kerb

a. Penulangan pada kerb

1. Alur penulangan lentur:

- Menentukan dimensi penampang
- Menentukan nilai momen ultimate ( $M_u$ )
- Menentukan nilai momen nominal ( $M_n$ )

$$M_n = \frac{M_u}{\text{faktor reduksi } (\phi)} \dots\dots\dots (2.6-29)$$

- Menentukan rasio tulangan berdasarkan SNI T-12-2004

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots (2.6-30)$$

$$\rho_b = \beta_1 \times \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots (2.6-31)$$

menjelaskan mekanisme pembebanan pada pipa sandaran

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots (2.6-32)$$

$$d = h - d' - d. \text{ tul} \dots\dots\dots (2.6-33)$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} \dots\dots\dots (2.6-34)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \dots\dots\dots (2.6-35)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots\dots\dots (2.6-36)$$

Setelah itu gunakan rasio tulangan yang sesuai,

- Menghitung luas tulangan perlu ( $A_{st}$ ) dan memilih tulangan yang diperlukan.

$$A_{st_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{pakai}} \times b \times d \dots\dots\dots (2.6-37)$$

Dimana  $\rho_{\text{pakai}}$  diambil dari nilai yang berada di tengah-tengah antara  $\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\max}$ .

Luas tulangan yang dipakai :

$$A_{st_{\text{pakai}}} = \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times n \dots\dots\dots (2.6-38)$$

Dimana:  $n$  = jumlah tulangan

- Lakukan control kekuatan penampang dan bandingkan dengan momen ultimate yang akan dipikul oleh penampang

## 2. Tulangan pembagi

$$\text{Tul pembagi} = 20\% \times A_{st} \text{ tul.pasang} \dots\dots\dots (2.6-39)$$

### 2.6.3. Perencanaan Pelat Lantai

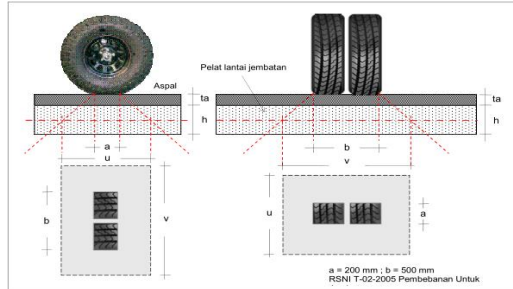
Pelat lantai yang berfungsi sebagai jalan kendaraan pada jembatan harus mempunyai tebal minimum  $t_s$  sesuai dengan SNI T-12-2004 :

$$\begin{aligned} t_s &\geq 200 \text{ mm} \\ t_s &\geq (100 + 40l) \text{ mm} \dots\dots\dots (2.6-40) \end{aligned}$$

Keterangan :

l = bentang pelat diukur dari pusat ke pusat tumpuan (dalam meter)

Kontrol tebal plat rencana terhadap geser pons :



Gambar 2.13 Distribusi Geser Pons

Dimana:

Faktor beban (Kutt) = 1,8

Faktor reduksi ( $\phi$ ) = 0,7

Tebal aspal (ta)

Tebal plat (ts)

Lebar roda (a)

Panjang roda (b)

Bidang geser pons

$$U = a + (0,5 \times (ta + ts)) + (0,5 \times (ta + ts))$$

$$= a + ta + ts \dots\dots\dots (2.6-41)$$

$$V = b + (0,5 \times (ta + ts)) + (0,5 \times (ta + ts))$$

$$= b + ta + ts \dots\dots\dots (2.6-42)$$

Sehingga,

$$b' = (2 \times U) + (2 \times V) \dots\dots\dots (2.6-43)$$

Kekuatan gaya geser plat lantai

Vu = tekanan roda

$$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6} \times bw \times d \dots\dots\dots (2.6-44)$$

$$\phi \times V_c = 0,75 \times V_c \dots \dots \dots (2.6-45)$$

Kontrol,  $V_u < \phi \times V_c$

Perencanaan tulangan plat lantai

1. Beban yang terjadi pada plat

a. Beban Mati

- Berat plat =  $t_s \times 2,5 \text{ t/m}^3 \times 1 \dots \dots \dots (2.6-46)$

- Berat aspal =  $t_a \times 2,2 \text{ t/m}^3 \times 1 \dots \dots \dots (2.6-47)$

- Air hujan =  $t_{\text{air hujan}} \times 1 \text{ t/m}^3 \times 1 \dots \dots \dots (2.6-48)$

b. Beban hidup

- Beban truk "T" = 112.5kN

- Dengan factor kejut (DLA = 0,3)

- Kutt = 1,8 , faktor untuk beban truk

Toltal muatan : P truk =  $(1+ DLA) \times T \times Kutt$

2. Penulangan lentur pada plat lantai kendaraan

- Menentukan nilai momen ultimate ( $M_u$ )

- Menentukan nilai momen nominal ( $M_n$ )

$$M_n = \frac{M_u}{\text{faktor reduksi } (\phi)} \dots \dots \dots (2.6-49)$$

- Menentukan rasio tulangan berdasarkan SNI T-12-2004

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} \dots \dots \dots (2.6-50)$$

$$\rho_b = \beta_1 \times \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots \dots \dots (2.6-51)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \cdot \rho_b \dots \dots \dots (2.6-52)$$

$$d = h - d' - d. \text{ tul} \dots \dots \dots (2.6-53)$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} \dots \dots \dots (2.6-54)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \dots \dots \dots (2.6-55)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots \dots \dots (2.6-56)$$

Setelah itu gunakan rasio tulangan yang sesuai,

- Menghitung luas tulangan perlu ( $A_{st}$ ) dan memilih tulangan yang diperlukan.

$$A_{st_{perlu}} = \rho \text{ pakai} \times b \times d \dots\dots\dots (2.6-57)$$

Dimana  $\rho$  pakai diambil dari nilai yang berada di tengah-tengah antara  $\rho_{min}$ ,  $\rho_{max}$ .

$$n \text{ (jml tul)} = A_{st \text{ perlu}} / \text{luas tul. letr} \dots\dots\dots (2.6-58)$$

Luas tulangan yang dipakai :

$$A_{st_{pakai}} = \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times n \dots\dots\dots (2.6-59)$$

- Jarak antar tulangan

$$s = \frac{b - (\phi \times nt) - (2 \times \text{decking})}{5} \dots\dots\dots (2.6-60)$$

Jadi, tulangan lentur yang dipasang sesuai dengan yang telah di hitung

3. Tulangan pembagi

Tulangan pembagi = 20% x  $A_{st}$  tulangan pasang

Tulangan bagi yang dipakai

$$\pi \times \frac{1}{4} \times \phi^2 \times \left( \frac{b}{s \text{ tulangan}} \right) \dots\dots\dots (2.6-61)$$

**2.6.4. Perencanaan Rangka Utama**

- Perencanaan Lengkung Busur

Untuk merencanakan jembatan dengan bentuk yang baik, dimana lantai kendaraan berada di bawah busur, menurut buku Ir. H. J. Struyk, Prof. Ir. K. H. C.W. Van Der Veen, dan Soemargono.1990. Jembatan, direncanakan :

$$f = 1/5 L \text{ sampai dengan } 1/8 L \dots\dots\dots (2.6-62)$$

$$h = 1/25 L \text{ sampai dengan } 1/45 L \dots\dots\dots (2.6-63)$$

Jika pada jembatan yang kecil tidak ada portal akhir dalam bidang vertical-vertikal akhir :

$$H = 1/12 L \dots\dots\dots (2.6-64)$$

$$f = 1/6 L \text{ sampai dengan } 1/8 L \dots\dots\dots (2.6-65)$$

$$h = 1/33 L \dots\dots\dots (2.6-66)$$

Jika ada portal akhir, maka :

$$f = 1/20 L > H \dots\dots\dots (2.6-67)$$

$$h = 1/33 L \dots\dots\dots (2.6-68)$$

Dimana:  $f$  = tinggi lengkung busur

$L$  = panjang bentang

Panjang penggantung dicari dengan menggunakan perhitungan pendekatan persamaan sumbu geometrik.

Persamaan Parabola

$$Y_n = \frac{4 \cdot f \cdot X \cdot (L - X)}{L^2} \dots\dots\dots (2.6-69)$$

$$Y_n' = f - Y_n \dots\dots\dots (2.6-70)$$

Panjang tiap segemen

$$\Delta S_n = \sqrt{(Y_n' - Y_{n-1}')^2 + \Delta X^2} \dots\dots\dots (2.6-71)$$

### 2.6.5. Perencanaan Balok Memanjang dan Melintang

Dalam merencanakan balok memanjang dan melintang mengacu pada SNI T-03-2005

- Kuat nominal lentur penampang dengan pengaruh tekuk local

- Penampang kompak  $\lambda \leq \lambda_p$

$$M_n = M_p \dots\dots\dots (2.6-72)$$

- Penampang tidak kompak  $\lambda_p \leq \lambda \leq \lambda_r$

$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \frac{(\lambda - \lambda_p)}{(\lambda_r - \lambda_p)} \dots\dots\dots (2.6-73)$$

- Penampang langsing  $\lambda \geq \lambda_r$

$$M_n = M_r (\lambda_r / \lambda)^2 \dots\dots\dots (2.6-74)$$



- Cek pengaruh tekuk lokal

- Cek kelangsingan sayap

$$\lambda = \frac{bf}{tf} \dots\dots\dots (2.6-75)$$

$$\lambda_p = \frac{500}{\sqrt{fy}} \dots\dots\dots (2.6-76)$$

$$\lambda_r = \frac{370}{\sqrt{fy - fr}} \dots\dots\dots (2.6-77)$$

- Cek kelangsingan badan

$$\lambda = \frac{h}{t_w} \dots\dots\dots (2.6-78)$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{fy}} \dots\dots\dots (2.6-79)$$

$$\lambda_r = \frac{2550}{\sqrt{fy}} \dots\dots\dots (2.6-80)$$

- Cek momen nominal pengaruh tekuk lateral

- Bentang Pendek  $L \leq L_p$

$$M_n = M_p \dots\dots\dots (2.6-81)$$

- Bentang Menengah  $L_p \leq L \leq L_r$

$$M_n = C_b [M_r + (M_p - M_r) \frac{(L_r - L)}{(L_r - L_p)}] \leq M_p \dots\dots\dots (2.6-82)$$

- Bentang Panjang  $L \geq L_r$

$$M_n = M_{cr} \leq M_p \dots\dots\dots (2.6-83)$$

Dimana:  $L_p = 1,76 \times r_y \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} \dots\dots\dots (2.6-84)$

$$f_l = f_y - fr \dots\dots\dots (2.6-85)$$

$$L_r = r_y \left[ \frac{X_1}{f_L} \right] \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 f_L^2}} \dots\dots\dots (2.6-86)$$

- Menentukan tahanan momen lentur

Momen nominal diambil yang terkecil menentukan

$$M_u \leq \phi \cdot M_n$$

- Menentukan tahanan geser

- Untuk nilai

$$\left(\frac{h}{t_w}\right) \leq 1,10 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} ; K_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} \dots\dots\dots (2.6-87)$$

Tahanan geser plastis

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \dots\dots\dots (2.6-88)$$

- Untuk nilai

$$1,10 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \leq \left(\frac{h}{t_w}\right) \leq 1,37 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \dots\dots\dots (2.6-89)$$

Tahanan geser elasto plastis

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \left[1,10 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}}\right] \frac{1}{\left(\frac{h}{t_w}\right)} \dots\dots\dots (2.6-90)$$

- Untuk nilai

$$1,37 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \leq \left(\frac{h}{t_w}\right) \dots\dots\dots (2.6-91)$$

Tahanan geser plastis

$$V_n = \frac{0,9 \cdot A_w \cdot K_n \cdot E}{\left(\frac{h}{t_w}\right)^2} \dots\dots\dots (2.6-92)$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$V_u \leq \cdot V_n$$

- Kontrol lendutan

$$(5L^2)[M_s - 0,1(M_a + M_b)] / (48EI) \dots\dots\dots (2.6-93)$$

Dimana:  $M_s$  = momen di tengah lapangan

$M_a$  = momen tumpuan

$M_b$  = momen tumpuan

Batas lendutan maksimum  $L/800$

### 2.6.6. Perencanaan Sambungan

Konstruksi terdiri dari beberapa bagian terpisah, yang kemudian akan dihubungkan menjadi satu bagian. Salah satu cara untuk menghubungkan bagian dari konstruksi tersebut adalah dengan cara memberikan sambungan. Sambungan terdiri dari komponen sambungan (pelat pengisi, pelat buhul, pelat pendukung, dan pelat penyambung) dan alat pengencang (baut dan las)

- Sambungan Baut

Sambungan baut berdasarkan pada SNI 03-1729-2002 (LRFD)

Kekuatan satu baut ditinjau dari :

- Kekuatan Geser

$$R_n = m \cdot r_1 \cdot f_u^b \cdot A_b \dots\dots\dots (2.6-94)$$

- Dengan :  $r_1 = 0,5$  untuk baut tanpa ulir pada bidang geser  
 $r_1 = 0,4$  untuk baut dengan ulir pada bidang geser  
 $f_u^b =$  kuat tarik baut (MPa)  
 $A_b =$  luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir  
 $m =$  jumlah bidang geser

- Kekuatan Tumpu

$$R_n = 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u \dots\dots\dots (2.6-95)$$

- Dengan :  $d_b =$  diameter baut pada daerah tak berulir  
 $t_p =$  tebal plat  
 $f_u =$  kuat tarik putus terendah dari baut atau plat

- Kekuatan Tarik

$$R_n = 0,75 \cdot f_u^b \cdot A_b \dots\dots\dots (2.6-96)$$

- Dengan :  $f_u^b =$  kuat tarik baut (MPa)  
 $A_b =$  luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

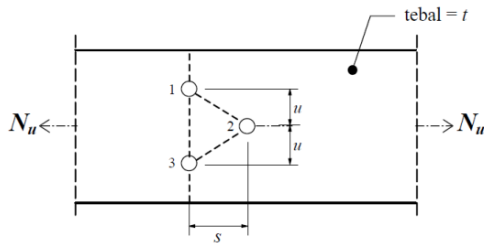
Suatu baut yang memikul gaya terfaktor,  $R_u$  harus memenuhi :

$$R_u \leq \phi \cdot R_n$$

Dengan :  $\phi$  = faktor reduksi kekuatan (0,75)

$R_n$  = kuat nominal baut (berdasarkan nilai kekuatan geser, tarik, tumpu diambil nilai terkecil)

- Tinjauan Pelat



Gambar 2.14 Robekan Baut Terhadap Plat Sambung

**Sumber:** RSNI T-03-2005 Gambar 1

Potongan 1-3:  $A_{nt} = A_g - ndt \dots\dots\dots (2.7-97)$

Potongan 1-2-3:  $A_{nt} = A_g - ndt + \sum \frac{s^2 t}{4u} \dots\dots\dots (2.7-98)$

Dengan :  $A_g$  = luas penampang bruto (  $\text{mm}^2$  )

$t$  = tebal penampang (mm)

$d$  = diameter lubang (mm)

$n$  = banyaknya lubang dalam garis potongan

$s$  = jarak antara sumbu lubang pada arah sejajar sumbu komponen struktur

$u$  = jarak antara sumbu lubang pada arah tegak lurus sumbu komponen struktur

- Sambungan Las

Tabel 2.16 Ukuran Minimu Las Sudut

Tebal bagian paling tebal, $t$ [mm]	Tebal minimum las sudut, $tw$ [mm]
$t \leq 7$	3
$7 < t \leq 10$	4
$10 < t \leq 15$	5
$15 < t$	6

Sumber: LRFD Tabel 7.1

Kuat rencana persatuan panjang las sudut, ditentukan sebagai berikut :

- Berdasarkan bahan las  
 $\phi f R_{nw} = 0,75t_t (0,6 f_{uw}) \dots \dots \dots (2.6-99)$
- Berdasarkan bahan dasar  
 $\phi f R_{nw} = 0,75t_t (0,6 f_u) \dots \dots \dots (2.6-100)$

Las sudut memikul gaya terfaktor per satuan panjang las,  $R_u$  harus memenuhi :

$$R_u \leq \phi R_{nw}$$

Dengan :  $\phi f = 0,75$  faktor reduksi kekuatan saat fraktur

$f_{uw}$  = tegangan tarik putus logam las (Mpa)

$f_u$  = tegangan tarik putus bahan dasar (Mpa)

$t_t$  = adalah tebal rencana las (mm)

### 2.6.7. Perencanaan Perletakan

Konstruksi perletakan harus dapat meneruskan gaya vertikal maupun horizontal yang bekerja pada jembatan kepada pondasi jembatan, untuk jenis perletakan yang sering dipakai pada jembatan antara lain :

- Perletakan Sendi

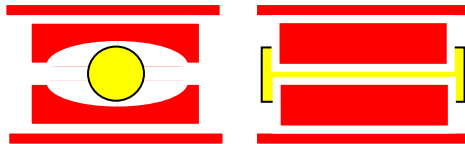
Untuk perletakan jenis sendi dipakai bila tumpuan jembatan menahan gaya vertikal dan horizontal dan tidak menahan momen sehingga rotasi pada tumpuan jenis ini dapat terjadi.



Gambar 2. 15 Perletakan Sendi Dapat Dibuat Dari Konstruksi Baja

- Perletakan Rol

Untuk perletakan jenis sendi dipakai bila tumpuan jembatan menahan gaya vertikal dan tidak menahan momen dan gaya horizontal sehingga rotasi dan perubahan posisi tumpuan bidang horizontal pada tumpuan jenis ini dapat terjadi.



Gambar 2. 16 Perletakan Rol Dapat Dibuat Dari Konstruksi Baja

## 2.7. Perencanaan Bangunan Bawah

Yang termasuk bangunan bawah pada tugas akhir ini adalah abutmen dan pondasi. Dimana setiap bagian tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

### 2.7.1. Perencanaan Kepala Jembatan

Kepala jembatan (abutmen) merupakan suatu bangunan /bagian dari konstruksi jembatan yang menerima beban dari bangunan atas dan tekanan tanah yang selanjutnya akan disalurkan ke pondasi. Tekanan tanah dapat berupa tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif. Tekanan tanah aktif adalah tekanan yang membebani dinding penahan tanah dengan arah horizontal di bagian belakang abutmen dan besar tekanan dapat meningkat perlahan-lahan sampai mencapai harga tetap. Sedangkan tekanan tanah pasif adalah tekanan tanah yang mempunyai tegangan horizontal yang arahnya berlawanan dengan tekanan tanah aktif. Beban yang bekerja pada abutmen yaitu :

- Beban Vertikal
  - Beban dari bangunan atas
  - Berat sendiri abutmen
  - Berat pelat injak
  - Berat tanah
- Beban Horizontal
  - Tekanan tanah aktif

$$\sigma_a = \sigma_v \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (2.7-1)$$

$$K_a = \frac{\sigma_a}{\sigma_v} = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (2.7-2)$$

$$q_a = \lambda \times h \times K_a \dots\dots\dots (2.7-3)$$

Dimana:

- Ka = koefisien tekanan tanah aktif
- σa = tegangan aktif
- σv = tegangan arah vertikal
- ∅ = sudut geser tanah
  - Tekanan tanah pasif

$$\sigma_p = \sigma_v \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (2.7-4)$$

$$\frac{\sigma_p}{\sigma_v} = K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (2.7-5)$$

$$q_p = \lambda \times h \times K_p \dots\dots\dots (2.7-6)$$

Dimana:

- Kp = koefisien tekanan tanah pasif
- σp = tegangan pasif
- σv = tegangan arah 44ertical
- ∅ = sudut geser tanah
  - Tekanan tanah akibat beban gempa (tekanan tanah dinamik)

$$\bar{\beta} = \tan^{-1} \left( \frac{k_h}{1 - k_v} \right) \dots\dots\dots (2.8-7)$$

$$K'_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \bar{\beta})}{\cos^2 \theta \cos \bar{\beta} \cos(\delta + \theta + \bar{\beta}) \left\{ 1 + \left[ \frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \alpha - \bar{\beta})}{\cos(\delta + \theta + \bar{\beta}) \cos(\theta - \alpha)} \right]^2 \right\}^{1/2}} \dots\dots\dots(2.7-8)$$

$$P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - k_v) K'_a \dots\dots\dots (2.7-9)$$

Dimana:

- K'a = koefisien tekanan tanah dinamik
- Pae = tekanan tanah dinamik

- **Beban rem**  
Analisa beban rem berdasarakan SNI 1725:2016. Pengaruh gaya rem diperhitungkan senilai dengan gaya rem sebesar 5% dari beban lajur D yang dianggap pada semua jalur lalulintas.

**SNI 1725:2016**

**8.7 Gaya rem (TB)**

Gaya rem harus diambil yang terbesar dari :

- 25% dari berat gandar truk desain atau,
- 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

**Sumber:** SNI 1725:2016

- **Gaya gempa bumi**  
Perencanaan beban gempa untuk jembatan berdasarakan SNI 2833-2013. 50% dari beban total bangunan atas direncanakan sebagai beban gempa yang masuk pada abutmen

- **Beban angin**  
 $T_{EW} = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b \dots\dots\dots(2.7-10)$

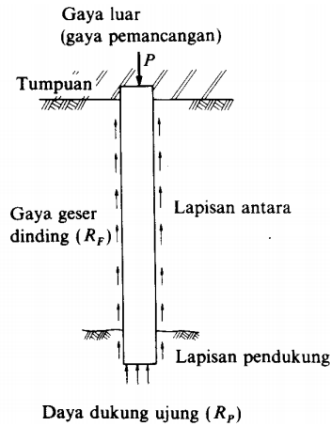
Dimana:

- V<sub>w</sub> = kecepatan angin rencana (m/dt)
- C<sub>w</sub> = koefisien seret
- A<sub>b</sub> = Luas ekuivalen bagian samping jembatan



### 2.7.2. Perencanaan Pondasi

Perencanaan pondasi yang akan digunakan harus memperhitungkan jenis tanah di lokasi tersebut. Untuk mengetahui jenis tanah maka harus memiliki data tanah yang berupa data SPT maupun data property tanah itu, untuk mengetahui letak tanah keras pada kedalaman berapa meter. Setelah mengetahui letak tanah keras maka bisa dipilih jenis pondasi yang akan digunakan, untuk letak tanah keras yang lebih dari 10 meter bisa menggunakan jenis pondasi dalam sehingga beban yang terjadi dapat disalurkan ke tanah keras.



Gambar 2.17 Daya Dukung Tiang Pancang

**Sumber:** Mekanika Tanah & Teknik Pondasi (Ir. Suyono)

### 2.7.3. Pondasi Tiang Pancang Tunggal

Sebelum merencanakan pondasi tiang pancang, kita harus menentukan daya dukung suatu tiang. Daya dukung suatu tiang harus berdasarkan hasil data SPT di lokasi tersebut. Rumus yang digunakan untuk menentukan daya dukung suatu tiang pancang adalah :

#### 2.7.3.1. Gaya Geser Dinding Tiang

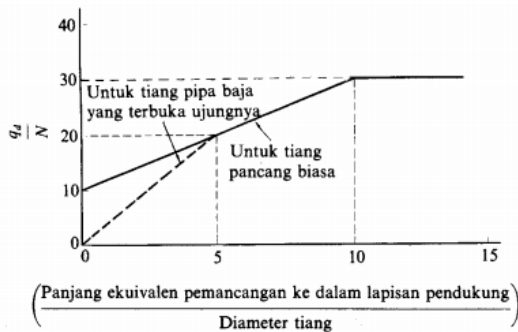
$$R_f = U \times \sum(l_i \times f_i)$$

..... (2.7-11)

- Dengan :  $R_f$  = gaya geser dinding tiang (ton)  
 $U$  = keliling tiang (m)  
 $l_i$  = Tebal lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang  
 $f_i$  = Besarnya gaya geser maksimum dari lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (ton/m<sup>2</sup>)

**2.7.3.2. Daya Dukung Ujung Tiang**

Untuk daya dukung terpusat tiang dapat dicari dengan table di bawah ini :



Gambar 2.18 Diagram Perhitungan Dukung Ultimate Tanah Pondasi Pada Ujung Tiang

**Sumber:** Mekanika Tanah & Teknik Pondasi (Ir. Suyono)

Setelah menentukan diameter tiang pancang dan panjang penetrasi tiang sampai ke lapisan pendukung sudah di dapat maka  $q_d$  dapat dicari.

$R_p = q_d \times A$       Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimate tanah pondasi pada ujung tiang

- Dengan :  $R_p$  = daya dukung ujung tiang (ton)  
 $q_d$  = daya dukung terpusat tiang (ton)  
 $A$  = luas ujung tiang (m<sup>2</sup>)

**2.7.3.3. Daya Dukung Ultimate Tiang**

$$R_u = R_f + R_p \dots\dots\dots (2.7-12)$$

Dengan :  $R_u$  = daya dukung ultimate tanah pondasi (ton)

$R_f$  = gaya geser dinding tiang (ton)

$R_p$  = daya dukung ujung tiang (ton)

**2.7.3.4. Daya Dukung Ijin Tiang**

$$R_a = \frac{1}{n} \times (R_u - W_s) + W_s - W \dots\dots\dots (2.7-13)$$

Dengan :  $R_a$  = daya dukung ujung tiang (ton)

$R_u$  = daya dukung ultimate tanah pondasi (ton)

$W_s$  = berat efektif tanah yang dipindahkan oleh tiang

$W$  = berat efektif tiang dan tanah di dalam tiang (ton)

$n$  = faktor keamanan

Tabel 2.17 Faktor Keamanan

	Jembatan jalan raya		Jembatan kereta api	Konstruksi pelabuhan	
	Tiang pendukung	Tiang geser	—	Tiang pendukung	Tiang geser
Beban tetap	3	4	3	Lebih besar dari 2,5	
Beban tetap + Beban sementara	—	—	2	—	
Waktu gempa	2	3	1,5 (1,2)	Lebih besar dari 1,5	Lebih besar dari 2,0

Angka dalam tanda kurung: Bila beban kereta api diperhitungkan

**Sumber:** Mekanika Tanah & Teknik Pondasi (Ir. Suyono)

**2.7.3.5. Daya Dukung Mendatar Yang Diijinkan**

$$k = k_0 \cdot y^{-1/2} \dots\dots\dots (2.7-14)$$

$$k_0 = 0,2 \cdot E_0 \cdot D^{-3/4} \dots\dots\dots (2.7-15)$$

$$\beta = \sqrt[4]{(k \cdot D)/4EI} \text{ (cm}^{-1}\text{)} \dots\dots\dots (2.7-16)$$

$$H_a = \frac{k \cdot D}{\beta} \cdot \delta_a$$

$$\dots\dots\dots (2.7-17)$$

- Dengan :  $k$  = Koefisien reaksi lapisan tanah di bawah permukaan dalam arah vertikal ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $y$  = besarnya pergeseran yang akan dicari (cm)  
 $E_0$  = modulus deformasi tanah pondasi, biasanya diperkirakan dari  $E_0 = 28 N$   
 $D$  = diameter tiang (cm)  
 $EI$  = Kekakuan lentur dari tiang ( $\text{kg/cm}^2$ )  
 $Ha$  = Daya dukung mendatar yang diijinkan (kg)  
 $\delta a$  = besar pergeseran normal (cm)

#### 2.7.4. Pondasi Tiang Pancang Kelompok

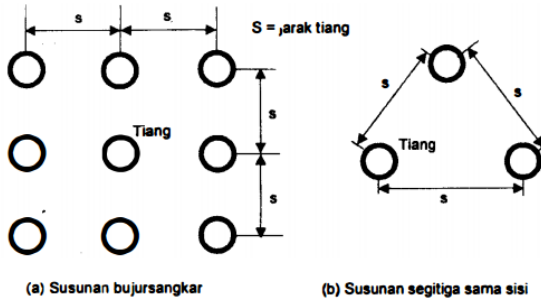
Perencanaan pondasi tiang pancang kelompok bertujuan untuk mendapatkan daya dukung yang lebih besar dari tiang tunggal.

$$Q_{\text{kel}} = Q_{\text{ijin 1 tiang}} \times \text{efisiensi} \dots\dots\dots (2.7-18)$$

Perhitungan efisiensi tiang menurut Converse-Labarre Formula:

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n'-1)m + (m-1)n'}{90 mn'} \dots\dots\dots (2.7-19)$$

- Dengan :  $E_g$  = efisiensi kelompok tiang  
 $m$  = jumlah baris tiang  
 $n$  = jumlah tiang dalam satu baris  
 $\theta$  = arc  $\text{tg } d/s$ , dalam derajat  
 $s$  = jarak pusat ke pusat tiang



Gambar 2.19 Definisi Jarak S Dalam hitungan Efisiensi Tiang

**Sumber:** Mekanika Tanah & Teknik Pondasi (Ir. Suyono)

Beban aksial pada tiang:

$$Q_i = \frac{V}{n} \pm \frac{M_y x_i}{\sum x^2} \pm \frac{M_x y_i}{\sum y^2} < Q \text{ ijin 1 tiang}$$

dalam kelompok ..... (2.7-20)

$$M_y = e_x V \text{ dan } M_x = e_y V \text{ ..... (2.7-21)}$$

- Dengan :
- Qi = beban aksial pada tiang ke-i
  - n = jumlah tiang
  - V = jumlah beban vertical yang bekerja pada pusat kelompok tiang
  - x, y = berturut-turut jarak tiang terhadap sumbu x dan y
  - Mx, My = momen terhadap sumbu x dan y
  - ex, ey = eksentrisitas resultan beban searah sumbu x dan y

**2.7.5. Tiang Miring**

Tiang miring umumnya dipakai bila tiang dipengaruhi oleh beban lateral yang lebih dari 5 kN per tiang (Teng, 1962). Kemiringan tiang yang sering dipakai : 1H : 12V sampai 5H : 12V (H = horisontal, V = vertikal). Hitungan besarnya gaya yang bekerja pada masing-masing tiang menurut cara Culmann:

1. Hitung resultan gaya-gaya yang bekerja pada tiang-tiang. Uraikan resultan gaya R menurut sumbu vertikal dan horizontal
2. Hitung gaya vertikal yang terjadi pada masing-masing tiang (tiang-tiang dianggap hanya menderita gaya vertikal). Beban vertikal pada masing-masing tiang dihitung dengan persamaan

$$Q_v = \frac{V}{n} \pm \frac{M_y x}{\sum x^2} \pm \frac{M_x y}{\sum y^2} \dots\dots\dots (2.7-22)$$

$$M_x = e_y V \text{ dan } M_y = e_x V \dots\dots\dots (2.7-23)$$

Dengan :  $Q_v$  = beban vertikal pada masing-masing tiang  
 $n$  = jumlah tiang  
 $V$  = jumlah beban vertikal yang bekerja pada pusat kelompok tiang  
 $x, y$  = berturut-turut jarak tiang terhadap sumbu  $x$  dan  $y$   
 $M_x, M_y$  = momen terhadap sumbu  $x$  dan  $y$   
 $e_x, e_y$  = eksentrisitas resultan beban searah sumbu  $x$  dan  $y$

3. Masing-masing tiang dianggap mendukung beban aksial  $Q_1, Q_2, Q_n$ . Besarnya beban aksial pada tiang:

$$Q_n = \frac{Q_v}{\cos \theta} \dots\dots\dots (2.7-24)$$

Dengan :  $\theta$  = sudut antara tiang dengan garis vertikal

## 2.8. Metode Pelaksanaan Pekerjaan

No	Nama Pekerjaan	Detail Pekerjaan
1.	Pekerjaan Persiapan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembuatan jalan kerja</li> <li>• Pembuatan lokasi unloading material</li> </ul>
2.	Pekerjaan Pembersihan Lahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengukuran menggunakan alat (theodolite, waterpass, dll.)</li> <li>• Pembuatan direksi keet</li> </ul>
3.	Mobilisasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilisasi material</li> <li>• Mobilisasi alat berat</li> <li>• Mobilisasi tenaga kerja</li> </ul>
4.	Pekerjaan Banguna Bawah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pekerjaan pondasi : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pekerjaan pembesian</li> <li>- Pekerjaan pengecoran</li> </ul> </li> <li>• Pekerjaan pile cap <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pekerjaan pembesian</li> <li>- Pemasangan bekisting</li> <li>- Pekerjaan pengecoran</li> </ul> </li> <li>• Pekerjaan pilar <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pekerjaan pembesian</li> <li>- Pemasangan bekisting</li> <li>- Pekerjaan kepala pilar</li> <li>- Pekerjaan pengecoran</li> </ul> </li> <li>• Pekerjaan abutmen</li> <li>• Pekerjaan wingwall</li> </ul>
5.	Pekerjaan Bangunan Atas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur primer <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pekerjaan pemasangan elemen pelengkung</li> <li>- Pekerjaan pemasangan bracing</li> <li>- Pekerjaan pemasangan gelagar memanjang dan</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>melintang</li> <li>- Pemasangan hanger</li> <li>- Pekerjaan plat lantai kendaraan</li> <li>• Struktur sekunder <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pekerjaan ikatan angin</li> <li>- Pekerjaan Sambungan</li> <li>- Pekerjaan sandaran</li> <li>- Pekerjaan kerb, trotoar, dll</li> </ul> </li> </ul>
6.	Pekerjaan Finishing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pekerjaan pengaspalan</li> <li>• Pemasangan marka jalan</li> <li>• Pemasangan hand rail</li> <li>• Pemasangan lampu, pipa, dll</li> </ul>

## 2.9. Pemilihan Alat Berat

### 2.9.1. Alat Pancang

Alat pancang digunakan untuk menancapkan tiang ke dalam dasar tanah hingga mencapai tanah keras



Gambar 2.20 Alat Pancang

**Sumber:** Google.com



### 2.9.2. Crane

Crane berfungsi untuk memindahkan gelagar memanjang dan melintang yang sudah dirakit sebelum di naikkan ke atas tumpuan



Gambar 2.21 Crane  
**Sumber:** Google.com

### 2.9.3. Dump Truk

Dump truk berfungsi mengangkut material-material untuk keperluan konstruksi



Gambar 2.22 Dump Truk  
**Sumber:** Google.com

### 2.9.4. Concrete Pump

Concrete pump digunakan untuk pengecoran plat lantai, abutmen, pilar, dll.



Gambar 2.23 Concrete Pump

**Sumber:** Google.com

### 2.9.5. Concrete Mixer

Concrete mixer berfungsi untuk mencampurkan material-material bahan pembuat beton menjadi satu



Gambar 2.24 Concrete Mixer

**Sumber:** Google.com

### 2.9.6. Tandem Roller

Tandem roller digunakan untuk memadatkan timbunan atau tanah yang akan diratakan sehingga tanah atau timbunan menjadi padat



Gambar 2.25 Tandem Roller

**Sumber:** Google.com

### 2.9.7. Asphalt Finisher

Asphalt finisher berfungsi untuk menghamparkan campuran aspal yang dihasilkan dari alat produksi aspal



Gambar 2.26 Asphalt Finisher

**Sumber:** Google.com

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1. Pengumpulan Data**

1. Data Primer  
Tidak dilakukan pengamatan langsung ke lokasi
2. Data Sekunder  
Data Perencanaan yang dibutuhkan antara lain:
  - Gambar jembatan eksisting, meliputi
    1. Potongan memanjang dan melintang jembatan
    2. Gambar penampang sungai
  - Data tanah lokasi perencanaan

#### **3.2. Studi Literatur**

Studi literatur merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui apa saja yang dibutuhkan untuk merencanakan suatu jembatan, dengan memperolehnya dari:

1. Buku-buku yang berkaitan
2. Peraturan-peraturan yang berkaitan

#### **3.3. Preliminary Desain**

1. Plat lantai kendaraan (SNI T-12-2004)
  - $t_s \geq 200 \text{ mm}$
  - $t_s \geq (100 + 40l) \text{ mm}$
2. Balok memanjang dan balok melintang
  - $M_u \leq \Phi M_n$
  - $\frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 \leq Z_x \cdot f_y$
3. Batang penggantung
  - $f = 1/5 L$  sampai dengan  $1/8 L$
  - $$Y_n = \frac{4 \cdot f \cdot X \cdot (L - X)}{L^2}$$
  - Dimana:  
L = Panjang jembatan

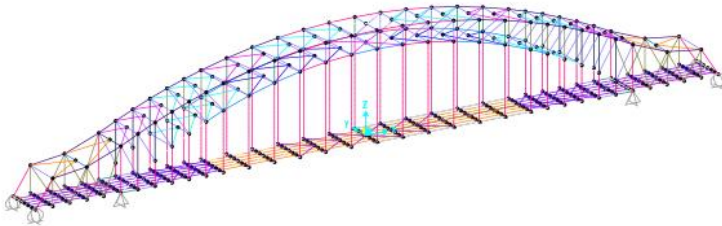
$X$  = Jarak gelagar melintang

$Y_n$  = Panjang penggantung

4. Batang lengkung

$$\Delta S_n = \sqrt{\Delta Y^2 + \Delta X^2}$$

### 3.4. Permodelan Struktur



Gambar 3.1 Permodelan Struktur Jembatan Busur

### 3.5. Analisa Pembebanan

Pembebanan pada perencanaan jembatan ini mengacu pada RSNI T-02-2005 Beban-beban meliputi:

1. Pada plat lantai kendaraan
  - Beban tetap meliputi :
    - Berat sendiri plat
    - Beban mati tambahan berupa aspal
    - Beban trotoar berupa kerb, tiang sandaran dan pipa railing
  - Beban lalu lintas adalah beban truk “T”
  - Beban hidup adalah beban pejalan kaki
2. Pada gelagar memanjang
  - Beban tetap meliputi :
    - Berat sendiri profil gelagar memanjang
    - Berat plat lantai kendaraan

- Beban mati tambahan berupa beban aspal
  - Beban lalu lintas meliputi :
    - Beban Terbagi Rata (BTR)
    - Beban Garis Terpusat (BGT)
  - Beban hidup adalah beban pejalan kaki
3. Pada gelagar melintang
- Beban tetap meliputi :
    - Berat sendiri profil gelagar melintang
    - Berat dari gelagar memanjang
    - Berat plat lantai kendaraan
    - Beban mati tambahan berupa beban aspal
    - Beban trotoar berupa kerb, tiang sandaran dan pipa railing
  - Beban lalu lintas meliputi :
    - Beban Terbagi Rata (BTR)
    - Beban Garis Terpusat (BGT)
    - Beban truk “T”
  - Beban hidup adalah beban pejalan kaki
4. Pada struktur rangka utama
- Beban tetap meliputi :
    - Berat sendiri profil rangka utama
    - Berat dari gelagar memanjang
    - Berat plat lantai kendaraan
    - Beban mati tambahan berupa beban aspal
  - Beban hidup meliputi :
    - Beban Terbagi Rata (BTR)
    - Beban Garis Terpusat (BGT)
    - Beban trotoar
  - Beban lateral meliputi :
    - Beban angin
    - Beban gempa

### **3.6. Kombinasi Beban**

Kombinasi pembebanan didasarkan pada ketentuan dalam SNI T-02 -2005 Standar Pembebanan Jembatan yaitu :

Tabel 3.1 Kombinasi beban umum untuk keadaan batas

Keadaan Batas	MS MA TA PR PL SH	TT TD TB TR TP	EU	EW <sub>e</sub>	EW <sub>i</sub>	BF	EU <sub>n</sub>	TG	ES	Gunakan salah satu		
										EQ	TC	TV
Kuat I	$\gamma_R$	1,8	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	$\gamma_{TR}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Kuat II	$\gamma_R$	1,4	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	$\gamma_{TR}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Kuat III	$\gamma_R$	-	1,00	1,40	-	1,00	0,50/1,20	$\gamma_{TR}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Kuat IV	$\gamma_R$	-	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	-	-	-	-	-
Kuat V	$\gamma_R$	-	1,00	0,40	1,00	1,00	0,50/1,20	$\gamma_{TR}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Ekstrem I	$\gamma_R$	$\gamma_{EQ}$	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,0	-	-
Ekstrem II	$\gamma_R$	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	1,0	1,0
Daya lewat I	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,00/1,20	$\gamma_{TR}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Daya lewat II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-	-	-
Daya lewat III	1,00	0,80	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	$\gamma_{TR}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Daya lewat IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,00	-	-	-
Paluk (TD dan TR)	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Catatan :  $\gamma_R$  dapat berupa  $\gamma_{GR}$ ,  $\gamma_{WR}$ ,  $\gamma_{SR}$ ,  $\gamma_{CR}$ ,  $\gamma_{DR}$  tergantung beban yang ditinjau  
 $\gamma_{EQ}$  adalah faktor beban hidup kondisi gempa

Sumber: SNI 1725:2016

Tabel 3.2 Kombinasi beban untuk perencanaan tegangan kerja

Aksi	Kombinasi No.						
	1	2	3	4	5	6	7
Aksi tetap	X	X	X	X	X	X	X
Beban lalu lintas	X	X	X	X	-	-	X
Pengaruh temperatur	-	X	-	X	-	-	-
Arus/hanyutan/hidro/daya apung	X	X	X	X	X	-	-
Beban angin	-	-	X	X	-	-	-
Pengaruh gempa	-	-	-	-	X	-	-
Beban tumbukan	-	-	-	-	-	-	X
Beban pelaksanaan	-	-	-	-	-	X	-
Tegangan berlebihan yang diperbolehkan $r_{os}$	nil	25%	25%	40%	50%	30%	50%

Sumber: RSNI T-02-2005 Tabel 41

### 3.7. Analisa Struktur

Setelah mengetahui beban-beban yang bekerja pada struktur, maka proses selanjutnya adalah proses analisa struktur. Dalam proses analisa struktur menggunakan perhitungan yang bersumber

dari peraturan yang masih berlaku. Langkah-langkah dalam analisa struktur antara lain:

1. - Mutu beton,  $f_c' = 25 \text{ MPa}$   
- Mutu baja = BJ-55
2. Mendefinisikan beban yang bekerja pada struktur
3. Perhitungan plat lantai kendaraan dan kombinasi kestabilan plat
4. Mendefinisikan dimensi balok memanjang dan melintang yang akan digunakan
5. Mendefinisikan kombinasi pembebanan  
Karena pembebanan telah dikalikan dengan factor maka dikombinasi tidak perlu lagi dikalikan dengan factor lagi.  
Kombinasi pembebanan terdiri dari :
  - Kombinasi beban tetap (beban mati dan beban hidup)
  - Kombinasi beban sementara akibat angin
  - Kombinasi beban sementara akibat gempa
6. Memodelkan struktur sesuai dengan gambar rencana yang telah dibuat
7. Menginput beban beban yang bekerja
8. Menjalankan proses analisa struktur
9. Menganalisa gaya-gaya yang bekerja, antara lain:
  - Momen
  - Geser
  - Aksial
10. Analisa joint reaction untuk perhitungan perletakan dan desain pondasi abutment
11. Desain pondasi abutment  
Perhitungan daya dukung tiang pancang baik dari arah vertikal dan horizontal dihitung dengan menggunakan metode spring constant. Perbandingan tekanan tanah aktif dan pasif biasanya kurang lebih adalah 1 : 2-3. Dengan metode spring constant ini akan dimodelkan perbandingan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif adalah 1 : 1, jadi kekuatan tekanan tanah pasif yang akan melawan tekanan tanah aktif dimodelkan setara dengan kekuatan tanah aktif yang terjadi.



Metode ini memodelkan keliling permukaan sepanjang tiang pancang adalah spring/pegas dan ujung tiang adalah rol.

Salah satu contoh rumus yang digunakan adalah spring constant nakazawa.

- Perhitungan daya dukung vertikal

$$K_v = 0,2 \cdot E_o \cdot D^{-0,75} \cdot A$$

Keterangan :

$K_v$  : daya dukung vertikal (T/m)

$E_o$  : 28 N (N = jumlah SPT tiap 1 m) (kg/cm<sup>2</sup>)

$D$  : diameter tiang pancang (cm)

$A$  : luas permukaan tiang pancang (cm<sup>2</sup>)

- Perhitungan daya dukung horizontal

$$K = 0,2 \cdot E_o \cdot D^{-0,75} \cdot y^{-0,75}$$

Keterangan :

$Y$  : tinjauan per 1 cm

$K_x=K_y = K \cdot D \cdot Dz$

Keterangan :

$Dz$  : kedalaman tinjauan (m)

### 3.8. Kontrol Kestabilan Struktur

Setelah mengetahui gaya-gaya dalam yang terjadi maka perlu diadakan pengecekan terhadap kestabilan struktur dalam menahan beban-beban yang terjadi, control tersebut meliputi:

1. Pada plat lantai kendaraan:
  - Kontrol tebal plat
  - Kontrol geser pons
  - Kontrol jarak antar tulangan
2. Pada balok memanjang dan melintang:
  - Kontrol lentur
  - Kontrol geser
  - Kontrol lendutan
3. Pada rangka utama
  - Kontrol kelangsingan

- Kontrol kekuatan batang

### **3.9. Perencanaan Bangunan Bawah**

Perencanaan bangunan bawah meliputi:

1. Perencanaan abutmen:

- Perencanaan dimensi abutmen
- Analisa gaya dalam yang terjadi akibat beban yang bekerja pada abutmen
- Perencanaan tulangan abutmen

2. Perencanaan pondasi tiang pancang:

- Perencanaan daya dukung tanah
- Perencanaan kebutuhan tiang pancang dan konfigurasi tiang pancang

3. Perencanaan poer:

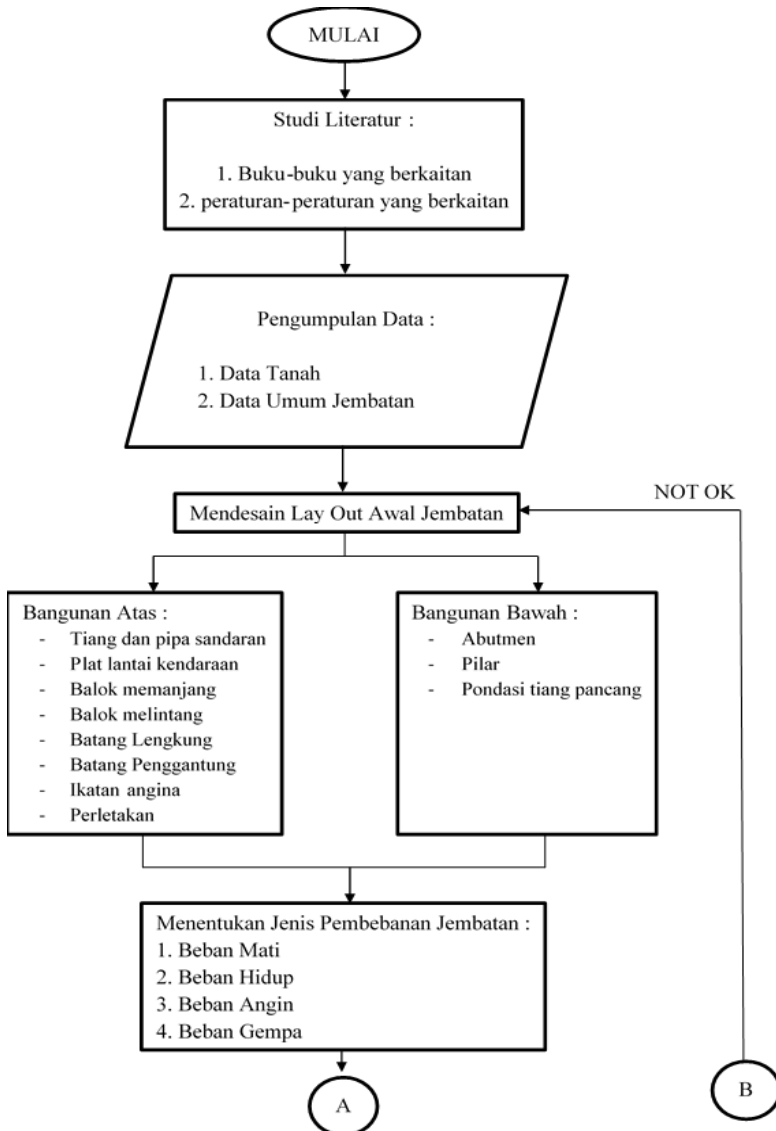
- Perencanaan dimensi poer
- Analisa gaya dalam yang terjadi akibat beban yang bekerja pada poer
- Perencanaan tulangan poer
- Kontrol geser pons

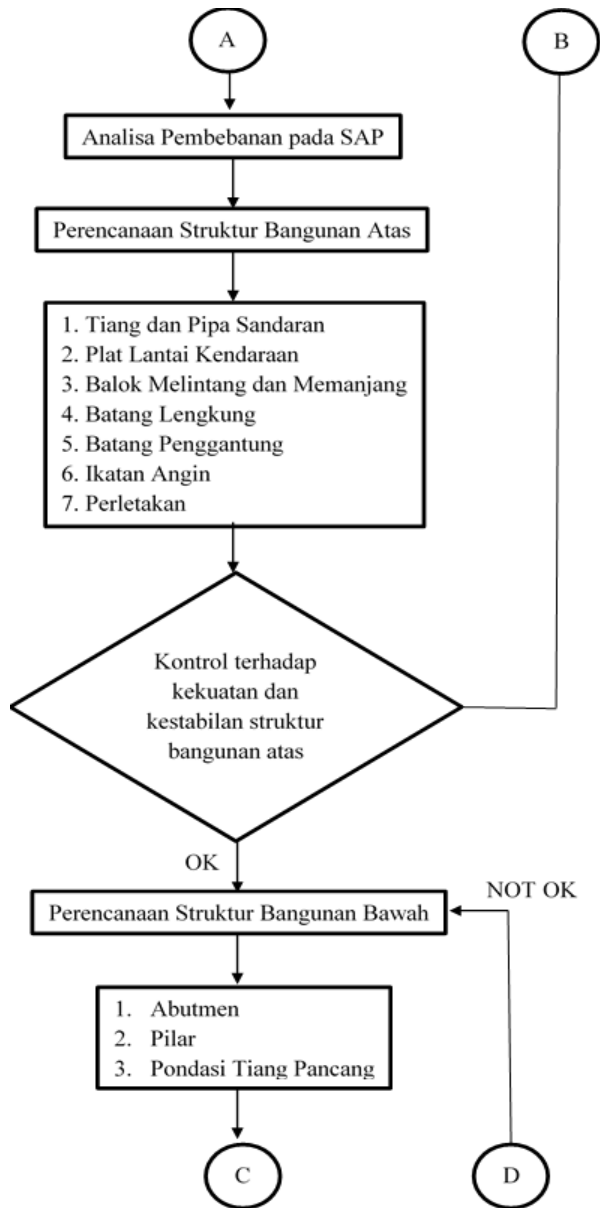
### **3.10. Penggambaran Hasil Rencana**

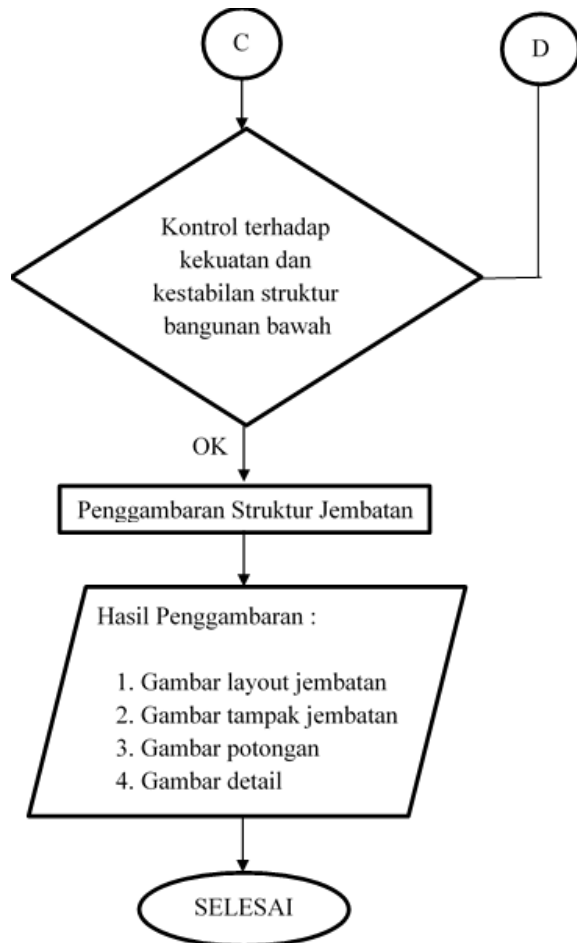
Agar desain yang dibuat lebih dimengerti, maka perlu dituangkan dalam bentuk gambar struktur. Gambar struktur meliputi:

1. Gambar denah jembatan
2. Gambar potongan memanjang dan melintang jembatan
3. Gambar denah gelagar
4. Gambar detail sambungan
5. Gambar detail dan penulangan abutmen
6. Gambar denah pondasi tiang pancang

### 3.11. Diagram Alir Metodologi



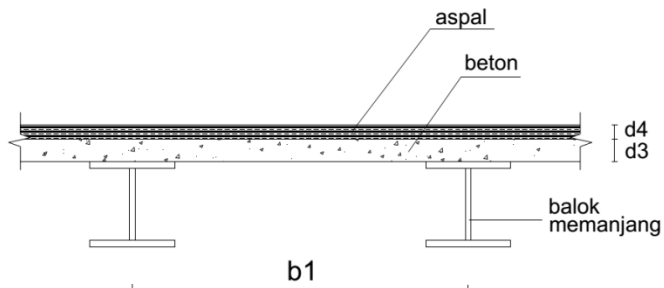




## BAB IV PERENCANAAN LANTAI KENDARAAN

### 4.1. Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan

Perencanaan plat lantai yang berfungsi sebagai jalan kendaraan pada jembatan harus mempunyai tebal minimum  $t_s$ , yang memenuhi ketentuan dalam *RSNI T-12-2004*



Gambar 4.1 Lantai kendaraan

$$\begin{aligned} \text{Dimensi pelat} &= t_s \geq 200 \text{ mm} \\ &= t_s \geq 100 + 40 b_1 \text{ mm} \\ &= t_s \geq 100 + 40 (1,5 \text{ m}) \text{ mm} \\ &= t_s \geq 160 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tebal pelat lantai = 200 mm

#### 4.1.1. Pembebanan

##### a. Beban Mati (MS)

$$\begin{aligned} \text{Lantai jembatan} &= t_s \times \gamma_{\text{beton}} \times b \\ &= 0,2 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 \times 1 \text{ m} \\ &= 5 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$Q_{MS} = 5 \text{ kN/m}$$

##### b. Beban Mati Tambahan (MA)

$$\begin{aligned} \text{Aspal + Overlay} &= t_{\text{aspal}} \times \gamma_{\text{Aspal}} \times b \\ &= 0,07 \text{ m} \times 22 \text{ kN/m}^3 \times 1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,54 \text{ kN/m} \\
 \text{Air hujan} &= t \text{ air hujan} \times \gamma_{\text{Air}} \times b \\
 &= 0,05 \text{ m} \times 9,8 \text{ kN/m}^3 \times 1 \text{ m} \\
 &= 0,49 \text{ kN/m} \\
 Q_{\text{MA}} &= Q_{\text{MA} 1} + Q_{\text{MA} 2} \\
 &= 1,54 \text{ kN/m} + 0,49 \text{ kN/m} \\
 &= 2,03 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

### c. Beban Hidup

- Beban Truk  
 Faktor beban dinamis, DLA = 30%  
 Beban truk, T = 112,5 kN  
 $P_{\text{TT}} = T \times \text{KD}$   
 $= T \times (1 + \text{DLA})$   
 $= 112,5 \text{ kN} \times (1 + 0,3)$   
 $= 146,25 \text{ kN}$

- Beban Angin  
 Koefisien seret, Cw = 1,2

Tabel 4.1 Kecepatan Angin

Keterangan	Notasi	Layan	Ultimit	Satuan
Faktor Beban	Kew	1	1,2	
Kec. Angin	Vw	30	35	m/det

**Sumber:** RSNI T-02-2005

Keterangan:

Kecepatan angin didapat dari tabel **RSNI T-02-2005 hal 34**, lokasi jembatan < 5 km dari pantai

Kondisi Layan

$$\begin{aligned}
 T_{\text{ew}} &= 0,001 \times C_w \times (V_w)^2 \\
 &= 0,001 \times 1,2 \times (30 \text{ m/det})^2 \\
 &= 1,296 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$P_{\text{ew}} = \frac{h/2}{1,75} \times T_{\text{ew}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2m/2}{1,75} \times 1,296 \text{ kN/m}^2 \\
 &= 0,741 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

#### Kondisi Ultimate

$$\begin{aligned}
 \text{Tew} &= 0,001 \times C_w \times (V_w)^2 \\
 &= 0,001 \times 1,2 \times (35 \text{ m/det})^2 \\
 &= 1,764 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pew} &= \frac{h/2}{1,75} \times \text{Tew} \\
 &= \frac{2m/2}{1,75} \times 1,764 \text{ kN/m}^2 \\
 &= 1,008 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

#### - Pengaruh Temperatur

Faktor beban layan	= 1
Faktor beban ultimit	= 1,2
Temperatur rata-rata minimum	= 15 °C
Temperatur rata-rata maksimum	= 40 °C
Selisih temperatur	= (40-15) °C
	= 25 °C
Kuat tekan beton	= 30 Mpa
Modulus elastisitas (E)	= 25743 MPa
Koefisien akibat temperatur ( $\alpha$ )	= 0,00001
Momen Inersia lantai beton	
I	= 1/12 x b x h <sup>3</sup>
	= 1/12 x 1000 mm x (200 mm) <sup>3</sup>
	= 66666666,7 mm <sup>4</sup>



#### 4.1.2. Perhitungan Momen

##### a. Akibat Beban Mati ( $Q_{MS}$ )

- Momen tumpuan max
 
$$= 1/12 \times Q_{MS} \times S^2$$

$$= 1/12 \times 5 \text{ kN/m} \times (1,5 \text{ m})^2$$

$$= 0,938 \text{ kNm}$$

- Momen lapangan max
 
$$= 1/24 \times Q_{MS} \times S^2$$

$$= 1/24 \times 5 \text{ kN/m} \times (1,5 \text{ m})^2$$

$$= 0,469 \text{ kNm}$$

##### b. Akibat Beban Mati Tambahan ( $Q_{MA}$ )

- Momen tumpuan max
 
$$= 5/48 \times Q_{MA} \times S^2$$

$$= 5/48 \times 2,03 \text{ kN/m} \times (1,5 \text{ m})^2$$

$$= 0,48 \text{ kNm}$$

- Momen lapangan max
 
$$= 5/96 \times Q_{MA} \times S^2$$

$$= 5/96 \times 2,03 \text{ kN/m} \times (1,5 \text{ m})^2$$

$$= 0,24 \text{ kNm}$$

##### c. Akibat Beban Hidup

- Akibat Beban Truk ( $P_{TT}$ )
 

Momen tumpuan max

$$= 5/32 \times P_{TT} \times S$$

$$= 5/32 \times 146,3 \text{ kN/m} \times 1,5 \text{ m}$$

$$= 34,28 \text{ kNm}$$

Momen lapangan max

$$= 9/64 \times P_{TT} \times S$$

$$= 9/64 \times 146,3 \text{ kN/m} \times 1,5 \text{ m}$$

$$= 30,85 \text{ kNm}$$

- Akibat Beban Angin (Pew)

Kondisi Layan

Momen Tumpuan max

$$= 5/32 \times \text{Pew} \times S$$

$$= 5/32 \times 0,741 \text{ kN} \times 1,5 \text{ m}$$

$$= 0,17 \text{ kNm}$$

Momen Lapangan max

$$= 9/64 \times \text{Pew} \times S$$

$$= 9/64 \times 0,741 \text{ kN} \times 1,5 \text{ m}$$

$$= 0,16 \text{ kNm}$$

Kondisi Ultimit

Momen Tumpuan max

$$= 5/32 \times \text{Pew} \times S$$

$$= 5/32 \times 1,008 \text{ kN} \times 1,5 \text{ m}$$

$$= 0,24 \text{ kNm}$$

Momen Lapangan max

$$= 9/64 \times \text{Pew} \times S$$

$$= 9/64 \times 1,008 \text{ kN} \times 1,5 \text{ m}$$

$$= 0,21 \text{ kNm}$$

- Akibat Pengaruh Temperatur (T)

Momen Tumpuan max

$$= 1/4 \times \Delta T \times \alpha \times EI/h$$

$$= 1/4 \times 25^\circ\text{C} \times 0,00001 \times (1,7 \times 10^{13}/200\text{mm})$$

$$= 5,4 \text{ kNm}$$

Momen Lapangan max

$$= 7/8 \times \Delta T \times \alpha \times EI/h$$

$$= 7/8 \times 25^\circ\text{C} \times 0,00001 \times (1,7 \times 10^{13}/200\text{mm})$$

$$= 18,77 \text{ kNm}$$

### 4.1.3. Kombinasi Beban Pada Pelat Lantai

Rekapitulasi momen lapangan dan tumpuan

Tabel 4.2 Rekapitulasi Momen Lapangan Dan Tumpuan Pada Plat

No	Jenis beban	Faktor Beban	Daya Layan	Keadaan Ultimate	M Lap(kNm)	M tump (kNm)
1	B. Mati	Kms	1	1.3	0.469	0.938
2	B. Mati Tambahan	Kma	1	2	0.24	0.48
3	Beban Truk	Ktt	1	1.8	30.85	34.28
4	Pengaruh temperatur	Ket	1	1.2	18.77	5.36
5a	Beban angin	Kew	1		0.16	0.17
5b	Beban angin	Kew		1.2	0.21	0.24

**Sumber:** Analisa Perhitungan

Kombinasi 1 Momen Lapangan

Tabel 4.3 Kombinasi 1 Momen Lapangan Pada Pelat

No	Jenis beban	Faktor Beban		M Lap(kNm)	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimate			Ms Lap		Mu Lap
1	B. Mati	1	1.3	0.469	x KBL	0.469	x KBU	0.609
2	B. Mati Tambahan	1	2	0.24	x KBL	0.238	x KBU	0.476
3	Beban Truk	1	1.8	30.85	x KBL	30.850	x KBU	55.529
4	Peng. temperatur	1	1.2	18.77	oKBL	18.771	o KBL	18.771
5a	Beban angin	1		0.16				
5b	Beban angin		1.2	0.21				
					Σ	50.327	Σ	75.385

**Sumber:** Analisa Perhitungan

Kombinasi 2 Momen Lapangan

Tabel 4.4 Kombinasi 2 Momen Lapangan Pada Pelat

No	Jenis beban	Faktor Beban		M Lap(kNm)	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimate			Ms Lap		Mu Lap
1	B. Mati	1	1.3	0.469	x KBL	0.469	x KBU	0.609
2	B. Mati Tambahan	1	2	0.24	x KBL	0.238	x KBU	0.476
3	Beban Truk	1	1.8	30.85	o KBL	30.850	o KBL	30.850
4	Peng. temperatur	1	1.2	18.77	0,7KBL	13.140		
5a	Beban angin	1		0.16				
5b	Beban angin		1.2	0.21				
					Σ	44.696	Σ	31.935

**Sumber:** Analisa Perhitungan

## Kombinasi 1 Momen Tumpuan

Tabel 4.5 Kombinasi 1 Momen Tumpuan Pada Pelat

No	Jenis beban	Faktor Beban		M Tump(kNm)	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimate			Ms Tum		Mu Tum
1	B. Mati	1	1.3	0.938	x KBL	0.938	x KBU	1.219
2	B. Mati Tambahan	1	2	0.48	x KBL	0.476	x KBU	0.952
3	Beban Truk	1	1.8	34.28	x KBL	34.277	x KBU	61.699
4	Pengaruh temperatu	1	1.2	5.36	oKBL	5.36	o KBL	5.36
5a	Beban angin	1		0.17				
5b	Beban angin		1.2	0.24				
<b>Σ</b>						41.054	<b>Σ</b>	69.233

**Σ** Analisa Perhitungan

## Kombinasi 2 Momen Tumpuan

Tabel 4.6 Kombinasi 2 Momen Tumpuan Pada Pelat

No	Jenis beban	Faktor Beban		M Tump(kNm)	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimate			Mu Tum		Mu Tum
1	B. Mati	1	1.3	0.938	x KBL	0.938	x KBU	1.219
2	B. Mati Tambahan	1	2	0.48	x KBL	0.476	x KBU	0.952
3	Beban Truk	1	1.8	34.28	o KBL	34.277	o KBL	34.277
4	Pengaruh temperatu	1	1.2	5.36	0.7KBL	3.754		
5a	Beban angin	1		0.17				
5b	Beban angin		1.2	0.24				
<b>Σ</b>						39.445	<b>Σ</b>	36.448

**Σ** Analisa Perhitungan

### 4.1.4. Penulangan Plat Lantai

- Tulangan Lapangan

- Data:

Momen rencana = 75,39 kNm

Mutu beton  $f_c' = 30$  MPa

Mutu baja  $f_y = 390$  MPa

Tebal plat lantai rencana ( $T_p$ ) = 200 mm

Decking beton ( $d'$ ) = 40 mm

Tebal efektif ( $d$ ) =  $h - d' = 160$  mm

Lebar lantai yang ditinjau,  $b = 1000$  mm

Diameter tul. rencana = 16 mm

- Penulangan lentur

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_{c'}} \\ = \frac{390}{0,85 \times 30} \\ = 15,29$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \\ = \frac{75385361,61}{0,8} \\ = 94231702,01 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2} \\ = \frac{94231702,01}{1000 \times 160^2} \\ = 3,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{balance}} = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ = \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right) \\ = 0,034$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} \\ = \frac{1,4}{390} \\ = 0,0036$$

$$\rho_{\text{max}} = 75\% \times \rho_{\text{balance}} \\ = 75\% \times 0,034 \\ = 0,025$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ = \frac{1}{15,29} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,29 \times 3,7}{390}} \right) \\ = 0,0102$$

Kontrol,  $\rho_{\text{min}} > \rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{max}}$

Karena dari kontrol yang didapat  $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}}$  maka digunakan  
 $\rho_{\text{perlu}} = 0,0102$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0102 \times 1000 \times 160 \\ &= 1638,42 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka untuk tulangan lentur digunakan **D16 - 120** ( $A_s = 1675,52 \text{ mm}^2$ )

- Penulangan bagi

$$\begin{aligned} A_s' &= 50\% \times A_s \text{ pasang} \\ &= 50\% \times 1675,52 \text{ mm}^2 \\ &= 837,76 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan untuk tulangan bagi **D13 - 150** ( $A_s' = 884,88 \text{ mm}^2$ )

• Tulangan Tumpuan

- Data:

Momen rencana = 69,748 kNm

Mutu beton  $f_c' = 30 \text{ MPa}$

Mutu baja  $f_y = 390 \text{ MPa}$

Tebal plat lantai rencana ( $T_p$ ) = 200 mm

Decking beton ( $d'$ ) = 40 mm

Tebal efektif ( $d$ ) =  $h - d' = 160 \text{ mm}$

Lebar lantai yang ditinjau,  $b = 1000 \text{ mm}$

Diameter tul. rencana = 16 mm

- Penulangan lentur

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\ &= \frac{390}{0,85 \times 30} \\ &= 15,29 \\ M_n &= \frac{M_u}{\phi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{69232647,96}{0,8} \\
 &= 86540809,95 \text{ Nmm} \\
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{86540809,95}{1000 \times 160^2} \\
 &= 3,38 \text{ N/mm}^2 \\
 \rho_{\text{balance}} &= \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right) \\
 &= 0,034 \\
 \rho_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= \frac{1,4}{390} \\
 &= 0,0036 \\
 \rho_{\text{max}} &= 75\% \times \rho_{\text{balance}} \\
 &= 75\% \times 0,034 \\
 &= 0,025 \\
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,29} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,29 \times 3,38}{390}} \right) \\
 &= 0,0093
 \end{aligned}$$

Kontrol,  $\rho_{\text{min}} > \rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{max}}$

Karena dari kontrol yang didapat  $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}}$  maka digunakan  $\rho_{\text{perlu}} = 0,0093$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0093 \times 1000 \times 160 \\
 &= 1493,48 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

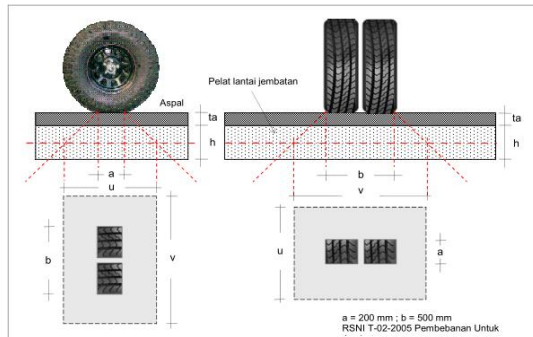
Maka untuk tulangan lentur digunakan **D16 - 120** ( $A_s = 1675,52 \text{ mm}^2$ )

- Penulangan bagi

$$\begin{aligned} A_s' &= 50\% \times A_s \text{ pasang} \\ &= 50\% \times 1675,52 \text{ mm}^2 \\ &= 837,76 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan untuk tulangan bagi **D13 - 150** ( $A_s' = 884,88 \text{ mm}^2$ )

#### 4.1.5. Kekuatan Plat Lantai Terhadap Geser



Gambar 4.2 Distribusi Geser Pons

Data:

Tebal aspal, $t_a$	= 70	mm
Tebal pelat, $t_s$	= 200	mm
Lebar roda, $a$	= 200	mm
Panjang roda, $b$	= 500	mm
Mutu beton, $f_c'$	= 30	MPa
Beban truk, $P_{TT}$	= 146,3	kN

Bidang geser pons

$$\begin{aligned} u &= a + 2 t_a + t_s \\ &= 200 + 140 + 200 \\ &= 540 \text{ mm} \\ v &= b + 2 t_a + t_s \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 &= 500 + 140 + 200 \\
 &= 840 \text{ mm} \\
 b' &= (2 \times u) + (2 \times v) \\
 &= (2 \times 540) + (2 \times 840) \\
 &= 2760 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Luas bidang geser pons ( $A_{\text{pons}}$ )

$$\begin{aligned}
 A_{\text{pons}} &= b' \times d \\
 &= 2760 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \\
 &= 552000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kekuatan nominal lantai terhadap geser tanpa tulangan geser,

$$\begin{aligned}
 V_c &= 1/6 \times \sqrt{f_c'} \times b' \times d \\
 &= 1/6 \times \sqrt{30} \times 2760 \times 200 \\
 &= 503,9 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

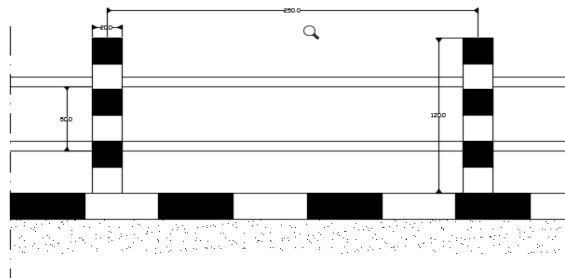
$$\begin{aligned}
 V_u &= \phi V_c \\
 &= 0,7 \times 503,9 \text{ kN} \\
 &= 352,73 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kontrol

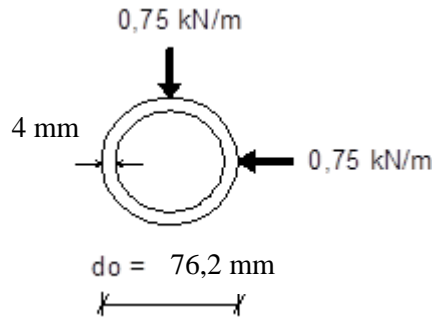
$$\begin{aligned}
 V_u &> P_{TT} \\
 352,73 \text{ kN} &> 146,3 \text{ kN} \quad (\text{OK})
 \end{aligned}$$

## 4.2. Perencanaan Sandaran

### 4.2.1. Perencanaan Pipa Sandaran



Gambar 4.3 Beban Yang Bekerja Pada Pipa Sandaran



Gambar 4. 4 Profil Pipa Sandaran

Dasar perhitungan pipa sandaran

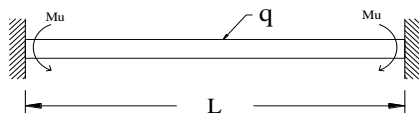
1. Beban mati (qDL) berasal dari berat sendiri pipa. Data umum pipa dapat dilihat pada *Tabel Baja Ir. Rudy Gunawan hal 46*.
2. Beban hidup (qLL) direncanakan berdasarkan *SNI T-02-2005*.

Analisa pembebanan

1. Beban Vertikal

Berat sandaran pejalan kaki	= 0,75 kN/m
Berat pipa sandaran Ø3"	= 0,071 kN/m
Berat total	= 0,821 kN/m

$$\begin{aligned}
 \text{Momen vertikal} &= 1/8 \times q \times \text{panjang pipa}^2 \\
 &= 1/8 \times 0,821 \times (2,5\text{m})^2 \\
 &= 0,641 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

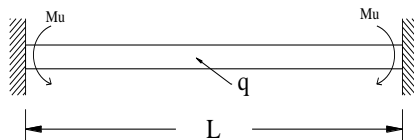


Gambar 4.5 Permodelan struktur akibat beban vertikal

## 2. Beban Horizontal

$$\begin{aligned}\text{Beban sandaran} &= \text{Berat sandaran pejalan kaki} \\ &= 0,75 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Momen horizontal} &= 1/8 \times q \times \text{panjang pipa}^2 \\ &= 1/8 \times 0,75 \times (2,5\text{m})^2 \\ &= 0,586 \text{ kNm}\end{aligned}$$

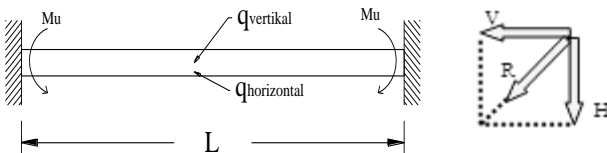


Gambar 4.6 Permodelan Struktur Akibat Beban Horizontal

Setelah didapat beban vertical dan horizontal maka dilakukan kontrol kekuatan pipa.

$$\begin{aligned}M_n &= 0,9 \times f_y \times \text{momen inersia pipa} \\ &= 0,9 \times 240 \text{ MPa} \times 15600 \text{ mm}^2 \\ &= 3369600 \text{ Nmm} \\ &= 3,37 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_r &= \sqrt{M_{\text{vertikal}}^2 + M_{\text{horizontal}}^2} \\ &= \sqrt{0,642^2 + 0,586^2} \\ &= 0,869 \text{ kNm}\end{aligned}$$



Gambar 4.7 Permodelan Struktur Akibat Beban Resultan

Kontrol kekuatan pipa

$$\begin{aligned}M_r/M_n &< 1 \\ 0,869/3,37 &< 1\end{aligned}$$

$$0,258 < 1 \text{ (OK)}$$

Lendutan yang terjadi pada pipa

$$\begin{aligned} \text{Lendutan ijin } (\delta_{\text{ijin}}) &= L/240 \\ &= 250/240 \\ &= 1,042 \text{ cm} \end{aligned}$$

Lendutan yang terjadi akibat gaya vertical

$$\begin{aligned} \delta_v &= \frac{5 \times q \text{ vertikal} \times L^4}{384 \times E \times I_x} \\ &= \frac{5 \times 0,821 \times 2,5^4}{384 \times 21000000000 \times 59,5 \times 10^8} \\ &= 0,00000334 \text{ m} \\ &= 0,0004 \text{ cm} \end{aligned}$$

Lendutan yang terjadi akibat gaya horizontal

$$\begin{aligned} \delta_v &= \frac{5 \times q \text{ horizontal} \times L^4}{384 \times E \times I_x} \\ &= \frac{5 \times 0,75 \times 2,5^4}{384 \times 21000000000 \times 59,5 \times 10^8} \\ &= 0,0000305 \text{ m} \\ &= 0,00032 \text{ cm} \end{aligned}$$

Lendutan resultan

$$\begin{aligned} \delta_r &= \sqrt{\delta_v^2 + \delta_h^2} \\ &= \sqrt{0,0033^2 + 0,0031^2} \\ &= 0,005 \text{ cm} \end{aligned}$$

Kontrol lendutan

$$\begin{aligned} \delta_r &< \delta_{\text{ijin}} \\ 0,0005 \text{ cm} &< 1,042 \text{ cm} \quad \text{(OK)} \end{aligned}$$

### 4.2.2. Perencanaan Tiang Sandaran



Gambar 4.8 Detail Tiang Sandaran

#### Analisa pembebanan

##### 1. Beban mati

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri tiang} &= b \times h \times L \times \gamma_{\text{beton}} \\ &= 0,2 \times 0,2 \times 1,2 \times 25 \\ &= 1,2 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat pipa sandaran} &= \text{berat pipa} \times n \times L_{\text{pipa}} \\ &= 0,0713 \times 2 \times 2,5 \\ &= 0,357 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total (PDL)} &= \text{berat sendiri tiang} + \text{berat pipa} \\ &= 1,2 \text{ kN} + 0,357 \text{ kN} \\ &= 1,557 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MDL} &= \text{PDL} \times b/2 \\ &= 1,557 \times (0,2 \text{ m} / 2) \\ &= 0,155 \text{ kNm} \end{aligned}$$

##### 2. Beban hidup

$$\text{Beban pejalan kaki (qL)} = 0,75 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat pejalan kaki (PLL)} &= qL \times L \\ &= 0,75 \text{ kN/m} \times 2,5 \text{ m} \\ &= 1,875 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MLL &= PLL \times h \\
 &= 1,875 \text{ kN} \times 1,2 \text{ m} \\
 &= 2,25 \text{ kNm} \\
 Pu &= (1,2 \times PDL) + (1,6 \times PLL) \\
 &= (1,2 \times 1,55) + (1,6 \times 1,875) \\
 &= 4,86 \text{ kN} \\
 Mu &= (1,2 \times MDL) + (1,6 \times MLL) \\
 &= (1,2 \times 0,155) + (1,6 \times 2,25) \\
 &= 3,78 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Penulangan tiang sandaran

### 1. Penulangan lentur

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{fy}{0,85 \times fc'} \\
 &= \frac{240}{0,85 \times 30} \\
 &= 9,41
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= \frac{Mu}{\phi} \\
 &= \frac{3786780}{0,75} \\
 &= 5049040 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Rn &= \frac{Mn}{b \times d^2} \\
 &= \frac{5049040}{200 \times 200^2} \\
 &= 0,631 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ balance} &= \frac{0,85 \times \beta_1 \times fc'}{fy} \times \left( \frac{600}{600+fy} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{240} \times \left( \frac{600}{600+240} \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,065 \\
 \rho \text{ min} &= \frac{1,4}{fy}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1,4}{240} \\
 &= 0,006 \\
 \rho \text{ max} &= 75\% \times \rho \text{ balance} \\
 &= 75\% \times 0,065 \\
 &= 0,048 \\
 \rho \text{ perlu} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{fy}} \right) \\
 &= \frac{1}{9,41} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,41 \times 0,631}{240}} \right) \\
 &= 0,0026
 \end{aligned}$$

Kontrol,  $\rho \text{ min} > \rho \text{ perlu} > \rho \text{ max}$

Karena dari kontrol yang didapat  $\rho \text{ perlu} < \rho \text{ min}$  maka digunakan  $\rho \text{ min} = 0,006$

$$\begin{aligned}
 d &= h - d' - \text{Ø tul. lentur} - (0,5 \times \text{Ø tul. bagi}) \\
 &= 200 - 20 - 12 - (0,5 \times 8) \\
 &= 164 \text{ mm} \\
 &= 0,164 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,006 \times 200 \times 164 \\
 &= 191,72 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka untuk tulangan lentur digunakan **4 Ø12 (As = 452,38 mm<sup>2</sup>)**

## 2. Penulangan geser

$$V_u = P_u = 4,86 \text{ kN} = 4867,8 \text{ N}$$

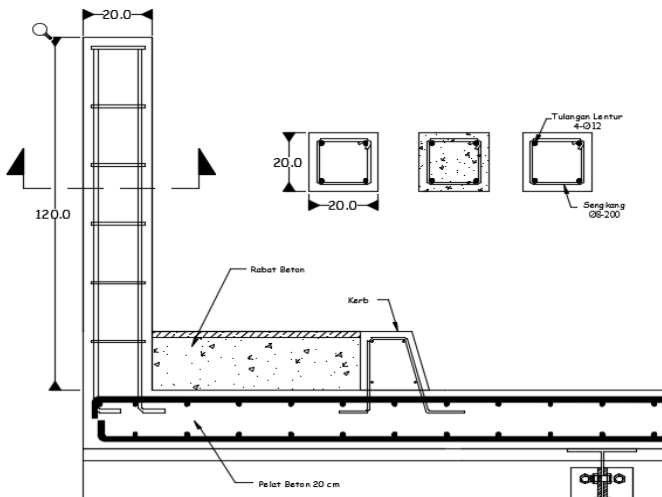
$$V_c = \left( \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) \times b_w \times d$$

$$\begin{aligned}
 &= \left( \frac{\sqrt{30}}{6} \right) \times 200 \times 164 \\
 &= 29942,2 \text{ N} \\
 \emptyset V_c &= 0,75 \times V_c \\
 &= 0,75 \times 29942,2 \text{ N} = 22456,62 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Kontrol,  $V_u \leq \emptyset V_c$ , dari kontrol yang didapat  $V_u = 4867,8 \text{ N} < \emptyset V_c = 22456,62 \text{ N}$ , maka tidak perlu tulangan geser. Walaupun tidak menggunakan tulangan geser tapi untuk menjaga kestabilan struktur maka dipasang tulangan geser minimum dengan jarak maksimal.

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{A_v \times f_y}{\frac{1}{3} \times b \times \sqrt{f_y}} \\
 &= \frac{100,53 \times 240}{\frac{1}{3} \times 200 \times \sqrt{30}} \\
 &= 66,076
 \end{aligned}$$

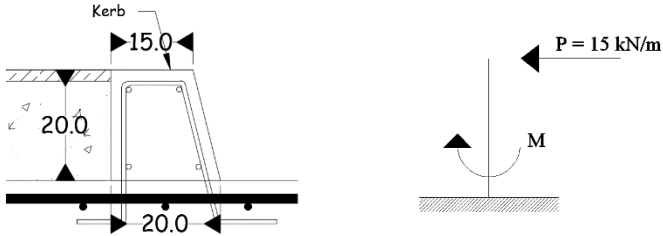
Maka untuk menjaga kestabilan struktur dipasang tulangan geser  $\emptyset 8 - 200$  ( $A_s = 100,53 \text{ mm}^2$ )



Gambar 4.9 Detail Penulangan Tiang Sandaran



### 4.3. Perencanaan Kerb



Gambar 4.10 Gaya Yang Bekerja Pada Kerb

Beban hidup pada kerb diperhitungkan menggunakan beban tumbukan kerb yaitu 15 kN/m yang bekerja secara horizontal terhadap kerb.

Perhitungan momen

$$\begin{aligned} Mu &= P \times b \times t \times Ku^{TP} \\ &= 15 \text{ kN/m} \times 0,5 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 1,8 \\ &= 2,7 \text{ kNm} \\ &= 2700000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Penulangan kerb

- Data

$M_u$	=	2700000	Nmm
$f_c'$	=	30	MPa
$f_y$	=	240	MPa
$\varnothing$ tul. lentur	=	12	mm
$\varnothing$ tul. bagi	=	8	mm
$h$	=	200	mm
$d'$	=	20	mm

- Penulangan lentur

$$\begin{aligned} d &= h - d' - \varnothing \text{ tul. lentur} - (0,5 \times \varnothing \text{ tul. bagi}) \\ &= 200 - 20 - 12 - (0,5 \times 8) \\ &= 164 \text{ mm} = 0,164 \text{ m} \end{aligned}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_{c'}} \\ = \frac{f_y}{0,85 \times 30} \\ = 9,41$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \\ = \frac{2700000}{0,8} \\ = 3375000 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2} \\ = \frac{3375000}{200 \times 164^2} \\ = 0,627 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{balance}} = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ = \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{240} \times \left( \frac{600}{600 + 240} \right)$$

$$= 0,064$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} \\ = \frac{1,4}{240} \\ = 0,006$$

$$\rho_{\text{max}} = 75\% \times \rho_{\text{balance}} \\ = 75\% \times 0,065 \\ = 0,048$$

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

$$= \frac{1}{9,41} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,41 \times 0,627}{240}} \right) = 0,002$$

Kontrol,  $\rho_{\min} > \rho_{\text{perlu}} > \rho_{\max}$

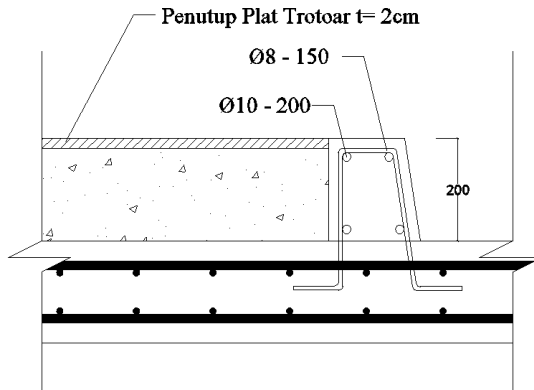
Karena dari kontrol yang didapat  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$  maka digunakan  $\rho_{\min} = 0,006$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,006 \times 180 \times 164 \\ &= 191,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka untuk tulangan lentur digunakan  $\text{Ø } 10\text{-}200$  ( $A_s = 196,35 \text{ mm}^2$ )

- Penulangan bagi
  - $A_s' = 50\% \times A_s \text{ pasang}$
  - $= 50\% \times 196,35 \text{ mm}^2$
  - $= 98,175 \text{ mm}^2$

Direncanakan untuk tulangan bagi  $\text{Ø}8 - 150$  ( $A_s' = 167,5 \text{ mm}^2$ )



Gambar 4.11 Detail Penulangan Kerb

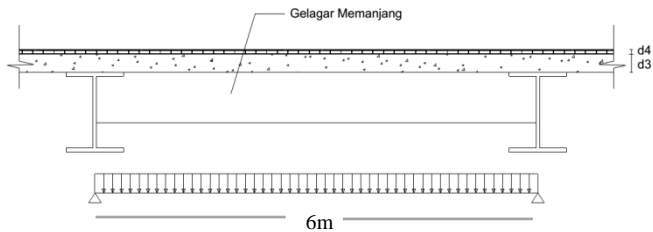
## BAB V

### PERENCANAAN GELAGAR JEMBATAN

Untuk perencanaan gelagar jembatan ini menggunakan profil baja dengan mutu BJ 55 dengan ketentuan sebagai berikut :

- Tegangan leleh  $f_y = 410$  MPa
- Tegangan ultimate  $f_u = 550$  MPa
- Modulus elastisitas  $E = 200000$  MPa

#### 5.1. Perencanaan Gelagar Memanjang Bentang 6 m



Gambar 5.1 Detail Perencanaan Gelagar

Untuk Perencanaan gelagar memanjang dipilih profil WF dengan dimensi : **500 x 250 x 6 x 14**

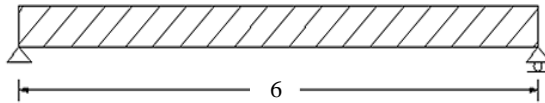
- Data-data profil :

A	= 98,82	cm <sup>2</sup>	;	I <sub>x</sub>	= 46603	cm <sup>4</sup>
b	= 250	mm	;	I <sub>y</sub>	= 3646	cm <sup>4</sup>
d	= 500	mm	;	i <sub>x</sub>	= 21,7	cm
t <sub>f</sub>	= 14	mm	;	i <sub>y</sub>	= 6,07	cm
t <sub>w</sub>	= 6	mm	;	S <sub>x</sub>	= 1864,13	cm <sup>3</sup>
g	= 77,6	kg/m	;	S <sub>y</sub>	= 291,9	cm <sup>3</sup>
Z <sub>x</sub>	= 2035	cm <sup>3</sup>	;	Z <sub>y</sub>	= 442	cm <sup>3</sup>
h	= 432	mm				

### 5.1.1. Pembebanan

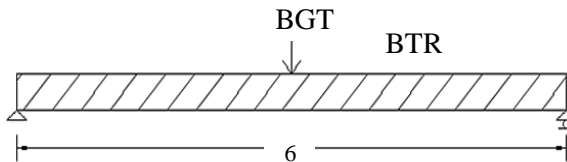
#### a. Beban mati

- Pelat (beton) =  $B_{\text{beton}} \times b_1 \times t_{\text{pelat}}$   
 =  $25 \text{ kN/m}^3 \times 1,5\text{m} \times 0,2 \text{ m}$   
 =  $7,5 \text{ kN/m}$
- Aspal =  $B_{\text{aspal}} \times b_1 \times t_{\text{aspal}}$   
 =  $22 \text{ kN/m}^3 \times 1,5\text{m} \times 0,07 \text{ m}$   
 =  $2,31 \text{ kN/m}$
- Bekisting =  $0,5 \text{ kN/m}^2 \times b_1$   
 =  $0,5 \text{ kN/m}^2 \times 1,5\text{m}$   
 =  $0,8 \text{ kN/m}$
- Berat profil =  $0,776 \text{ kN/m}$



Gambar 5.2 Pembebanan Pada Beban Mati

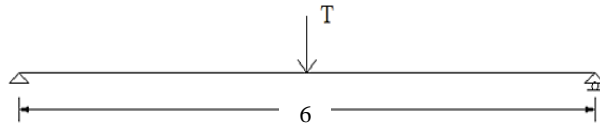
#### b. Beban hidup



Gambar 5.3 Pembebanan BTR dan BGT

- BTR  
 BTR = Untuk  $L > 30 \text{ m}$   
 $q = 9.0 (0.5 + 15/L) \text{ kPa}$   
 $q = 9.0 (0.5 + 15/120) \text{ kPa}$   
 $q = 5,62 \text{ kN/m}^2$   
 $q_{\text{BTR}} = q \times b_1$   
 $= 5,62 \text{ kN/m}^2 \times 1,5 \text{ m} = 8,43 \text{ kN/m}$

- BGT  
 $DLA = 30 \% \text{ untuk } L > 90 \text{ m}$   
 $P_{BGT} = 49 \text{ kN/m}$   
 $P = P_{BGT} (1 + DLA) \times b1$   
 $= 49 \text{ kN/m} (1 + 0,3) \times 1,5\text{m}$   
 $= 95,55 \text{ kN}$
- Truk (T)



Gambar 5.4 Pembebanan Truk

$$DLA = 0,3$$

$$T = 112,5 \text{ kN (R-SNI T-02-2005)}$$

Menurut R-SNI T-02-2005 Pasal 6.4.1 tentang besarnya beban truk "T" di tentukan:

$$\begin{aligned} T_u &= T \times (1 + DLA) \\ &= 112,5 \text{ kN} \times (1 + 0,3) \\ &= 146,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

Rekapitulasi pembebanan

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Pembebanan Gelagar Memanjang

Jenis Beban	Nilai	LF	Total
<b>Beban Mati (DL)</b>			
Beban Pelat beton	7,50 kN/m	1,3	9,75 kN/m
Beban Aspal	2,31 kN/m	1,3	3,00 kN/m
Beban Bekisting	0,75 kN/m	1,4	1,05 kN/m
Beban sendiri profil	0,77 kN/m	1,1	0,85 kN/m
<b>Beban Hidup (DL)</b>			
Beban BTR	8,43 kN/m	1,8	15,2 kN/m
Beban BGT	95,55 kN	1,8	171,99 kN
Beban Truk	146,25 kN	1,8	263,3 kN

**Sumber:** Analisa Perhitungan

### 5.1.2. Perhitungan Momen

#### a. Akibat beban mati

$$Q_{\text{Total}} = 9,75 \text{ kN/m} + 3 \text{ kN/m} + 1,05 \text{ kN/m} + 0,85 \text{ kN/m} \\ = 14,65 \text{ kN/m}$$

$$M_{\text{DL}} = \frac{1}{8} \times Q_{\text{tot}} \times \lambda^2 = 0,125 \times 14,65 \times 36 \\ = 65,95 \text{ kNm}$$

#### b. Akibat beban hidup

##### - Akibat BTR dan BGT

$$M_{\text{L}} = \frac{1}{8} \times BTR \times \lambda^2 + \frac{1}{4} \times BGT \times \lambda^2 \\ = \frac{1}{8} \times 15,19 \times 6^2 + \frac{1}{4} \times 171,99 \times 6^2 \\ = 326,32 \text{ kNm}$$

##### - Akibat Truk

$$M_{\text{T}} = \frac{1}{4} \times P \times \lambda = \frac{1}{4} \times 263,3 \times 6 \text{ m} = 394,88 \text{ kNm}$$

Karena  $M_{\text{L}} < M_{\text{T}}$ , maka dipakai momen akibat beban Truk yaitu sebesar  $M_{\text{T}} = 394,88 \text{ kNm}$

$$\text{Momen Total} = M_{\text{DL}} + M_{\text{T}} \\ = 66,27 \text{ kNm} + 394,88 \text{ kNm} \\ = 461,14 \text{ kNm}$$

### 5.1.3. Kontrol Kekuatan Lentur

- Tekuk lokal (RSNI T-03-2005 ps.7.2)

#### - Sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{250}{2 \times 14} = 8,92$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{410}} = 8,4$$

$$\lambda_r = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}} = \frac{370}{\sqrt{410 - 70}} = 20,07$$

$$\lambda > \lambda_p \rightarrow \text{Penampang tak kompak}$$

- Badan

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{432}{6} = 72$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{fy}} = \frac{1680}{\sqrt{410}} = 82,97$$

$$\lambda_r = \frac{2550}{\sqrt{fy}} = \frac{2550}{\sqrt{410}} = 125,94$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow \text{Penampang kompak}$$

Karena  $\lambda > \lambda_p$  (penampang tak kompak) maka kuat lentur nominal penampang adalah  $M_n = M_p = S_x (f_y - F_r)$

$$\begin{aligned} M_r &= S_x \times f_y = 1864,13 \times (410-70) \\ &= 633804200 \text{ Nmm} = 633,80 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{rcl} M_u & < & \phi M_n \\ 460,83 \text{ kNm} & < & 0,9 \times 633,80 \text{ kNm} \\ 460,83 \text{ kNm} & < & 633,8 \text{ kNm} \quad \text{OK} \end{array}$$

- Tekuk lateral (RSNI T-03-2005 ps.7.3)

Dipasang shear connector praktis sejarak 150 cm sebagai pengaku arah lateral

$$L = 1500 \text{ mm}$$

$$L_p = 1,76 \times i_y \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$= 1,76 \times 6,07 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{410}} = 2359,52 \text{ mm}$$

$$L \leq L_p \rightarrow \text{Bentang pendek}$$

$$\begin{aligned} M_p &= M_n = Z_x \times f_y = 2035 \times 410 \\ &= 834350000 \text{ Nmm} = 834,35 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Kapasitas momen :

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0,90 \times 834,35 \text{ kNm} \\ &= 750,915 \text{ kNm} > M_u = 460,83 \text{ kNm} \end{aligned}$$



### 5.1.4. Kontrol Lendutan

Menurut RSNI T-03-2005 ps.4.7.2 menyatakan lendutan maksimum gelagar diatas dua tumpuan adalah  $L/800$ .

$$\delta_{\text{ijin}} = 600/800 = 0,75 \text{ cm}$$

a. Lendutan akibat beban hidup (BTR + BGT)

$$\begin{aligned} \delta_{(\text{udl} + \text{kel})} &= \frac{5}{384} \times \frac{q_L \lambda^4}{E I_x} + \frac{1}{48} \times \frac{P_1 \lambda^3}{E I_x} \\ &= \frac{5}{384} \times \frac{8,44 \times (600)^4}{2 \times 10^6 \times 46603} + \frac{1}{48} \times \frac{9555 \times (600)^3}{2 \times 10^6 \times 46603} \\ &= 0,61 \text{ cm} \end{aligned}$$

b. Lendutan akibat beban truk

$$\begin{aligned} \delta_{(T)} &= \frac{1}{48} \times \frac{P_T \lambda^3}{E I_x} \\ &= \frac{1}{48} \times \frac{14625 \times (600)^3}{2 \times 10^6 \times 46603} = 0,71 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dipakai beban dari lendutan yang lebih besar yaitu akibat beban Truk = 0,73 cm

$$\delta_{(T)} \leq \delta_{\text{ijin}}$$

$$0,71 \leq 0,75 \dots \text{ OK}$$

### 5.1.5. Kontrol Geser

Gaya geser maksimum terjadi apabila beban hidup berada dekat dengan perletakan.

a. Untuk beban hidup (BTR + BGT) :

$$\begin{aligned} V_{a \text{ max}} &= (P \times 1) + \left( Q_L \times \frac{1}{2} \times \lambda \right) \\ &= (171,99 \times 1) + \left( 15,19 \times \frac{1}{2} \times 6 \right) \\ &= 217,55 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Untuk beban T :

$$\begin{aligned} V a_{\max} &= T \times (1 + DLA) \times 1 \times LF \\ &= 112,5 \times (1 + 0,3) \times 1 \times 1,8 \\ &= 263,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

c. Untuk beban Qd :

$$\begin{aligned} V a_{\max} &= \left( Qd \times \frac{1}{2} \times \lambda \right) \\ &= \left( 14,66 \times \frac{1}{2} \times 6 \right) \\ &= 43,96 \text{ kN} \end{aligned}$$

Jadi  $V a$  yang digunakan adalah  $V a$  akibat beban truk sebesar 263,25 kN. Maka kuat geser sebagai berikut (RSNI T-03-2005 ps.7.8) :

Luas penampang badan

$$\frac{h}{tw} = \frac{432}{6} = 72$$

$$Kn = 5 + \frac{5}{(a/h)^2} = 19,92$$

$$1,10 \sqrt{\frac{KnxE}{fy}} = 1,10 \sqrt{\frac{19,92 \times 2 \times 10^5}{410}} = 108,46$$

$$\frac{h}{tw} \leq 1,10 \sqrt{\frac{Kn \times E}{fy}}, \text{ maka kuat geser :}$$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= \phi \times 0,6 \times fy \times A_w \\ &= 0,9 \times 0,6 \times 4100 \times (50 \times 0,6) \\ &= 664,2 \text{ kN} \\ &= 664,2 \text{ kN} \geq 263,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

### 5.1.6. Kontrol Kekuatan Lentur (Sesudah Komposit)

Menurut SNI T-03-2005 ps. 8.2.1 lebar efektif pelat beton diambil nilai terkecil dari:

- 1/5 bentang gelagar
- Jarak antar gelagar

Dimana:

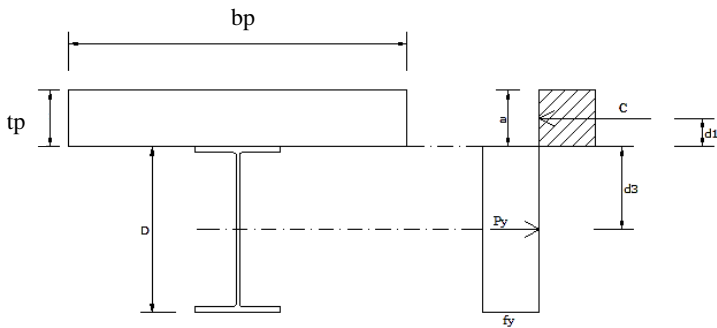
$L = 6000$  mm (panjang bentang)

$\lambda = 1,5$  m (jarak antar gelagar memanjang)

$$b_{eff} \leq \frac{L}{5} = \frac{6000}{5} = 1200 \text{ mm}$$

$$b_{eff} \leq \lambda = 1500 \text{ mm}$$

diambil yang terkecil,  $b_{eff} = 1200$  mm



Gambar 5.5 Distribusi Gaya Pada Penampang

**Sumber:** RSNI T-03-2005 Gambar 12

- Kontrol kriteria penampang :

$$\frac{h}{tw} = \frac{432}{6} = 47,56$$

$$\frac{1680}{\sqrt{fy}} = \frac{1680}{\sqrt{410}} = 82,97$$

$$\frac{h}{tw} < \frac{1680}{\sqrt{fy}} \rightarrow \text{penampang kompak}$$

- Menentukan garis netral :

$$Ac = beff \times tb = 1200 \times 200 = 240000 \text{ mm}^2$$

$$C1 = As \times fy = 9882 \times 410 = 4051620 \text{ N}$$

$$C2 = 0,85 f'c \times Ac = 0,85 \times 30 \times 240000 = 6120000 \text{ N}$$

Sehingga nilai c diambil yang terkecil yaitu  $C1=4051620 \text{ N}$

$$a = \frac{c}{0,85 \times f'c \times beff} = \frac{4051620 \text{ N}}{0,85 \times 30 \times 1200} = 132,4 \text{ mm}$$

karena  $a \leq t$  maka sumbu netral berada pada plat beton.

- Kapasitas momen :

$$d_1 = t - a/2 = 200 - 132,4/2 = 133,8 \text{ mm}$$

$$d_2 = 0 \text{ mm (Profil baja tidak mengalami tekan)}$$

$$d_3 = d/2 = 500/2 = 250 \text{ mm}$$

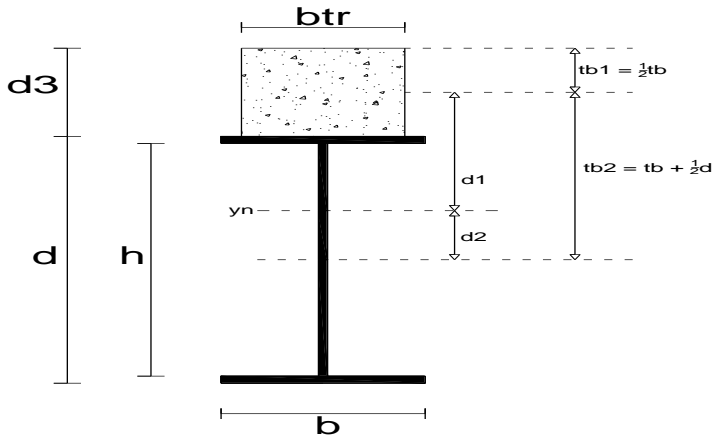
$$py = As \times fy = 9882 \times 410 = 4051620 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} Mn &= C ( d_1 + d_2 ) + py ( d_3 - d_2 ) \\ &= 4051620 \text{ N}(133,8 + 0) + 4051620 \text{ N} (250 - 0) \\ &= 1554999839,47 \text{ Nmm} \\ &= 1555 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi Mn &= 0,90 \times 1555 \text{ kNm} \\ &= 1493 \text{ kNm} \\ &= 1399 \text{ kNm} > Mu = 460,8 \text{ kNm} \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

Maka penampang telah memenuhi kekuatan lentur yang terjadi sesudah penampang komposit.

## Menghitung momen inersia penampang



Gambar 5.6 Gelagar Komposit

- Menentukan nilai  $n$   
 $E_s = 200000 \text{ MPa}$   
 $E_c = 25743 \text{ MPa}$   

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$= 7,7$$
- Luas konversi terhadap baja  

$$b_{tr} = \frac{b_{eff}}{n}$$

$$= \frac{120}{7,7}$$

$$= 15,4 \text{ cm}$$
- Luas total ( $A_{tr}$ )  

$$A_{tr} = b_{tr} \times d_3$$

$$= 15,4 \times 20 = 308,9 \text{ cm}^2$$
- $tb_1 = \frac{1}{2} \times d_3$   

$$= \frac{1}{2} \times 200 = 100 \text{ mm}$$
- $tb_2 = d_3 + (\frac{1}{2} \times d)$

$$= 200 + (1/2 \times 500) = 450 \text{ mm}$$

- Mencari garis netral

Tabel 5.2 Garis Netral Penampang Komposit

	An	Jarak serat atas ke titik berat benda (tb1, tb2)	An x yn
Beton	30891,5	100	3089160
Baja	9882	450	4446900
Jumlah	41773,6	-	7536060

**Sumber:** Analisa Perhitungan

- $$Y_n = \frac{\sum A_n \cdot Y_n}{\sum A_n} = \frac{7536060}{41773,6} = 184,8 \text{ mm}$$
- $$d_1 = Y_n - (1/2 \times d_3) = 184,8 + (1/2 \times 200) = 84,83 \text{ mm}$$
- $$d_2 = t_{b2} - Y_n = 450 - 184,8 = 265,2 \text{ mm}$$
- Momen inersia penampang

Tabel 5.3 Momen Inersia Penampang

	An	d	Io	Io + A d <sup>2</sup>
Beton	30891,55	84,83	102972000	325255934
Baja	9882	265,2	466030000	1160900105

**Sumber:** Analisa Perhitungan

$$I_{\text{total}} = 325255934 \text{ mm}^4 + 1160900105 \text{ mm}^4 = 1486156039 \text{ mm}^4$$

### 5.1.7. Perhitungan Shear Connector

Untuk jarak perhitungan shear connector (RSNI T-03-2005 (8.6)) tidak boleh melebihi nilai sebagai berikut:

- 600 mm
- 2 x tebal lantai
- 4 x tinggi shear connector

Untuk diameter shear connector tidak boleh melebihi :

- 1,5 x tebal plat flens bila plat memikul tegangan tarik
- 2 x tebal plat flens bila tidak terdapat tegangan tarik

Digunakan shear connector jenis paku / stud (ARCFIX *Stud Welding*) dengan data sebagai berikut:

- Diameter = 16 mm
- Tinggi = 75 mm
- Asc = 201,1 mm<sup>2</sup>
- fc' = 30 MPa
- Ec = 25743 MPa

Kapasitas nominal 1 stud

$$Q_n = 0,5 \times Asc (fc' \times Ec)^{0,5}$$

$$= 88346,6 \text{ N}$$

$$V_{ls} = 0,55 \times 2 \times 88346,6 \text{ N}$$

$$= 97181,30 \text{ N}$$

Gaya geser yang bekerja:

$$V = 263,3 \text{ kN}$$

Gaya geser persatuan panjang :

$$V_L = \frac{V \times A_t \times Y_c}{I_t}$$

$$= \frac{263250 \times 308,9 \times 8,5}{148615,6}$$

$$= 4641,7 \text{ N}$$

$$V_L < \phi V_{ls}$$

$$4641,7 < 0,75 \times 97181,3$$

$$4641,7 < 72885,98 \text{ OK}$$

Jumlah shear connector :

$$\begin{aligned}
 V_h &= A_s \times f_y \\
 &= 9882 \text{ mm}^2 \times 410 \text{ MPa} \\
 &= 4051620 \text{ N} \\
 N &= \frac{V_h}{Q_n} \\
 &= \frac{4051620}{88346,6} \\
 &= 46 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Jadi jumlah shear connector yang dibutuhkan sepanjang gelagar memanjang adalah  $2 \times n = 92$  buah

Jarak antar konektor yang digunakan

$$S = \frac{600}{46} = 13 \text{ cm}$$

## 5.2. Perencanaan Gelagar Melintang

Untuk Perencanaan gelagar memanjang dipilih profil WF dengan dimensi : **900 x 300 x 16 x 28**

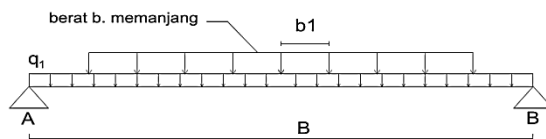
- Data-data profil :

A	= 309,8	cm <sup>2</sup>	;	I <sub>x</sub>	= 411000	cm <sup>4</sup>
b	= 300	mm	;	I <sub>y</sub>	= 12600	cm <sup>4</sup>
d	= 900	mm	;	i <sub>x</sub>	= 36,4	cm
t <sub>f</sub>	= 28	mm	;	i <sub>y</sub>	= 6,39	cm
t <sub>w</sub>	= 16	mm	;	S <sub>x</sub>	= 9140	cm <sup>3</sup>
g	= 243	kg/m	;	S <sub>y</sub>	= 843	cm <sup>3</sup>
Z <sub>x</sub>	= 10174	cm <sup>3</sup>	;	Z <sub>y</sub>	= 1314	cm <sup>3</sup>
h	= 788	mm				

### 5.3.1. Pembebanan

- a. Beban Mati

Sebelum komposit



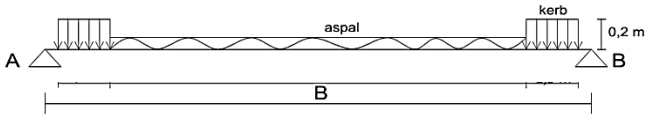


- Pelat (beton) =  $BJ_{\text{beton}} \times \lambda \times t_{\text{pelat}}$   
 =  $25 \text{ kN/m}^3 \times 6 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$   
 =  $30 \text{ kN/m}$
- Balok memanjang =  $W \times \lambda / b1$   
 =  $0.558 \text{ kN/m} \times 6 \text{ m} / 1.5 \text{ m}$

Gambar 5.7 Pembebanan Gelagar Melintang

- Berat bekisting =  $0,5 \text{ kN/m}^2 \times \lambda$   
 =  $0,5 \text{ kN/m}^2 \times 6 \text{ m}$   
 =  $3 \text{ kN/m}$
- Berat profil =  $2,43 \text{ kN/m}$

### Sesudah komposit



Gambar 5.8 Pembebanan Gelagar Melintang

- Berat aspal =  $BJ_{\text{aspal}} \times \lambda \times t_{\text{aspal}}$   
 =  $22 \text{ kN/m}^3 \times 6 \text{ m} \times 0,07 \text{ m}$   
 =  $9,24 \text{ kN/m}$
- Berat kerb =  $BJ_{\text{beton}} \times \lambda \times t_{\text{kerb}}$   
 =  $25 \text{ kN/m}^3 \times 6 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$   
 =  $30 \text{ kN/m}$

### b. Beban Hidup

- BTR  
 BTR = Untuk  $L > 30 \text{ m}$   
 $q = 9.0 (0.5 + 15/L) \text{ kPa}$   
 $q = 9.0 (0.5 + 15/120) \text{ kPa}$   
 $q = 5,62 \text{ kPa}$   
 $q = 5,62 \text{ kN/m}^2$   
 $q_{\text{BTR}} = q \times \lambda$

$$= 5,62 \text{ kN/m}^2 \times 6 \text{ m} = 33,75 \text{ kN/m}$$

- BGT

DLA = 30 % untuk  $L > 90 \text{ m}$

$P_{\text{BGT}} = 49 \text{ kN/m}$

$P = P_{\text{BGT}} (1 + \text{DLA})$   
 $= 49 \text{ kN/m} (1 + 0,3)$   
 $= 63,7 \text{ kN/m}$

- Truk

DLA = 0,3

$T = 112,5 \text{ kN}$  (R-SNI T-02-2005)

Menurut R-SNI T-02-2005 Pasal 6.4.1 tentang besarnya beban truk "T" di tentukan:

$T_u = T \times (1 + \text{DLA})$   
 $= 112,5 \text{ kN} \times (1 + 0,3)$   
 $= 146,25 \text{ kN}$

Rekapitulasi pembebanan

Tabel 5.4 Rekapitulasi Pembebanan Gelagar Melintang

Jenis Beban	Nilai	LF	Total
<b>Beban Mati (Sebelum komposit)</b>			
Balok memanjang	2,2 kN/m	1.1	2,46 kN/m
Beban profil	2,43 kN/m	1.1	2,67 kN/m
Beban plat	30 kN/m	1.3	39 kN/m
Beban bekisting	3 kN/m	1.4	4,2 kN/m
<b>Beban Mati (Setelah komposit)</b>			
Beban aspal	9.24 kN/m	1.3	12.01 kN/m
Beban kerb	30 kN/m	1.3	39 kN/m
<b>Beban Hidup</b>			
BTR	33,75 kN/m	1.8	60,75 kN/m
BGT	63.7 kN/m	1.8	114.66 kN/m
Truk	146.25 kN	1.8	263.25 kN

**Sumber:** Analisa Perhitungan

### 5.3.2. Perhitungan Momen

#### a. Beban Mati

##### Sebelum komposit

$$Q_{\text{Total}} = 2,46 \text{ kN/m} + 2,67 \text{ kN/m} + 39 \text{ kN/m} + 4,2 \text{ kN/m} \\ = 48,33 \text{ kN/m}$$

$$M_{Q1} = 1/8 \times Q_{D1} \times B^2 \\ = 1/8 \times 48,33 \text{ kN/m} \times (9 \text{ m})^2 \\ = 489,32 \text{ kNm}$$

$$V_{Q1} = 1/2 \times Q_{D1} \times B \\ = 1/2 \times 48,33 \text{ kN/m} \times 9 \text{ m} \\ = 217,47 \text{ kN}$$

##### Setelah komposit

$$\sum M_B = 0$$

$$V_a \cdot 9 \text{ m} = (39 \text{ kN/m} \cdot 1 \text{ m}) \cdot 8,5 \text{ m} + (12 \text{ kN/m} \cdot 7 \text{ m}) \cdot 4,5 \text{ m} + (39 \text{ kN/m} \cdot 1 \text{ m}) \cdot 0,5 \text{ m}$$

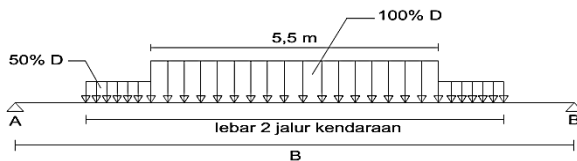
$$V_a \cdot 9 \text{ m} = 729,378 \text{ kNm}$$

$$V_a = 81,042 \text{ kN}$$

$$M_{Q2} = (81,042 \cdot 4,5 \text{ m}) - (39 \text{ kN/m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 4 \text{ m}) - (12 \text{ kN/m} \cdot 3,5 \text{ m} \cdot 1,75 \text{ m}) \\ = 135,11 \text{ kNm}$$

#### b. Beban Hidup

- BTR + BGT



Gambar 5.9 Pembebanan Akibat BTR dan BGT

Beban "D" = Beban BTR + Beban BGT

$$= 60,75 \text{ kN/m} + 114,66 \text{ kN/m}$$

$$= 175,41 \text{ kN/m}$$

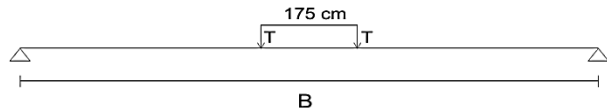
$$q_1 = 100\% \times D = 100\% \times 175,41 \text{ kN/m} = 175,41 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = 50\% \times D = 50\% \times 175,41 \text{ kN/m} = 87,705 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} V_a &= V_b \\ &= ((q_1 \times 5,5 \text{ m}) + (q_2 \times 1,5 \text{ m}))/2 \\ &= ((175,41 \times 5,5 \text{ m}) + (87,705 \times 1,5 \text{ m}))/2 \\ &= 548,15 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\max} &= (548,15 \text{ kN} \cdot 3,5 \text{ m}) - (87,705 \text{ kN/m} \cdot 0,75 \text{ m} \cdot 3,125 \text{ m}) - \\ &\quad (175,41 \text{ kN/m} \cdot 2,75 \text{ m} \cdot 1,375 \text{ m}) \\ &= 1049,71 \text{ kNm} \end{aligned}$$

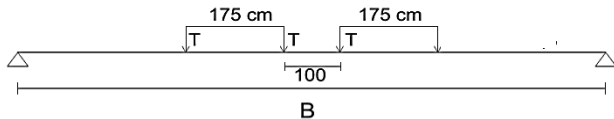
- Beban truk “T”  
Kondisi 1



Gambar 5.10 Pembebanan Akibat Truk (Kondisi 1)

$$\begin{aligned} \sum M_B &= 0 \\ V_a \cdot 9 \text{ m} &= Tu(3,6 \text{ m} + 5,35 \text{ m}) \\ V_a \cdot 9 \text{ m} &= 2369,25 \text{ Kn/m} \\ V_a &= 263,25 \text{ kN} \\ M_{\max} &= (V_a \cdot 6,78 \text{ m}) - (Tu \cdot 0,87 \text{ m}) \\ &= (263,25 \text{ kN} \cdot 4,5 \text{ m}) - (263,25 \text{ kN} \cdot 0,87 \text{ m}) \\ M_{\max} &= 954,28 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Kondisi 2



Gambar 5.11 Pembebanan Akibat Truk (Kondisi 2)

$$\sum M_B = 0$$

$$V_a \cdot 9 \text{ m} = Tu(2,25\text{m} + 4\text{m} + 5\text{m} + 6,75\text{m})$$

$$V_a \cdot 9 \text{ m} = 263,25 \text{ kN} \times 18 \text{ m}$$

$$V_a = 526,50 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = (V_a \cdot 4,5\text{m}) - Tu(2,25\text{m} + 0,5\text{m})$$

$$= (526,50\text{kN} \cdot 6,7 \text{ m}) - (263,3\text{kN} \cdot 2,75\text{m})$$

$$M_{\max} = 1645,31 \text{ kNm (menentukan)}$$

$$M_{\text{total}} = 1645,31 \text{ kNm} + 135,116 \text{ kNm} + 489,32 \text{ kNm}$$

$$= 2269,75 \text{ kNm}$$

### 5.3.3. Kontrol Kekuatan Lentur

- Tekuk lokal (RSNI T-03-2005 ps.7.2)

- Sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{300}{2 \times 28} = 5,35$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{fy}} = \frac{170}{\sqrt{410}} = 8,4$$

$$\lambda_r = \frac{370}{\sqrt{fy} - fr} = \frac{370}{\sqrt{410} - 70} = 20,07$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow \text{Penampang kompak}$$

- Badan

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{788}{16} = 49,25$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{fy}} = \frac{1680}{\sqrt{410}} = 82,97$$

$$\lambda_r = \frac{2550}{\sqrt{fy}} = \frac{2550}{\sqrt{410}} = 125,94$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow \text{Penampang kompak}$$

Karena  $\lambda < \lambda_p$  (penampang kompak) maka kuat lentur nominal penampang adalah  $M_n = M_p = Z_x f_y$

$$\begin{aligned} M_p = M_n &= Z_x \times f_y = 10174 \text{ mm} \times 410 \\ &= 4171340000 \text{ Nmm} = 4171,34 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- Tekuk lateral (RSNI T-03-2005 ps.7.3)

$$L = 1500 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} L_p &= 1,76 \times i_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} \\ &= 1,76 \times 6,39 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{410}} = 2483,91 \text{ mm} \end{aligned}$$

$L \leq L_p \rightarrow$  Bentang pendek

$$\begin{aligned} M_p = M_n &= Z_x \times f_y = 10174 \text{ mm} \times 410 \\ &= 4171340000 \text{ Nmm} = 4171,34 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Kapasitas momen :

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0,90 \times 4171 \text{ kNm} \\ &= 3754,2 \text{ kNm} > M_u = 2269,75 \text{ kNm} \end{aligned}$$

### 5.3.4. Kontrol Lendutan

Menurut RSNI T-03-2005 ps.4.7.2 menyatakan lendutan maksimum gelagar diatas dua tumpuan adalah  $L/800$ .

$$\delta_{\text{ijin}} = 900/800 = 1,125 \text{ cm}$$

- a. Lendutan akibat beban hidup (BTR + BGT)

$$\begin{aligned} \delta_{\text{(BTR + BGT)}} &= \frac{5}{384} \times \frac{q_L \lambda^4}{E I_x} \\ &= \frac{5}{384} \times \frac{63,7 \times (900)^4}{2 \times 10^6 \times 411000} \\ &= 0,66 \text{ cm} \end{aligned}$$

- b. Lendutan akibat beban tuk

$$\delta_{\text{(T)}} = \frac{1}{48} \times \frac{P_T \lambda^3}{E I_x}$$

$$= \frac{1}{48} \times \frac{14625 \times (900)^3}{2 \times 10^6 \times 411000} = 0,27 \text{ cm}$$

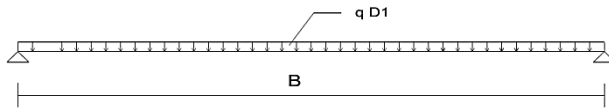
Dipakai beban dari lendutan yang lebih besar yaitu akibat beban BTR+BGT = 0,66 cm

$$\delta_{(T)} \leq \delta_{\text{ijin}}$$

$$0,66 \leq 1,125 \dots \text{ OK}$$

### 5.3.5. Kontrol Geser

a. Gaya geser sebelum komposit :



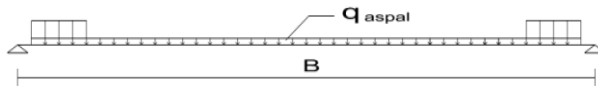
$$V_{aD1} = 0,5 \times Q_{D1} \times B$$

$$= 0,5 \times 48,33 \text{ kN/m} \times 9 \text{ m}$$

$$= 217,47 \text{ kN}$$

Gambar 5.12 Beban Merata Geser Sebelum Komposit

b. Gaya geser setelah komposit :



Gambar 5.13 Beban Merata Geser Setelah Komposit

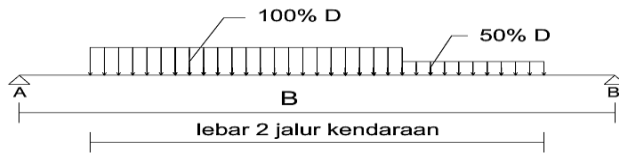
$$\sum M_B = 0$$

$$V_a \cdot 9 \text{ m} = (39 \text{ kN/m} \cdot 1 \text{ m}) \cdot 8,5 \text{ m} + (12 \text{ kN/m} \cdot 7 \text{ m}) \cdot 4,5 \text{ m} + (39 \text{ kN/m} \cdot 1 \text{ m}) \cdot 0,5 \text{ m}$$

$$V_a \cdot 9 \text{ m} = 729,378 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_a = 81,042 \text{ kN}$$

c. Gaya geser akibat BTR+BGT tidak simetris :



“D” BTR 100% = 60,75 kN/m

BTR 50% = 30,37 kN/m

BGT 100% = 114,66 kN/m

BGT 50% = 57,33 kN/m

- Untuk BTR

$$\sum M_R = 0$$

Gambar 5.14 Gaya Geser Akibat BTR+BGT Tak Simetris

$$V_A = (57,33 \text{ kN/m} \cdot 1,5 \text{ m}) \cdot 1,75 \text{ m}$$

$$V_A = 203,77 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$V_B \cdot 9 \text{ m} = (57,33 \text{ kN/m} \cdot 1,5 \text{ m}) \cdot 7,25 \text{ m} + (60,75 \text{ kN/m} \cdot 5,5 \text{ m}) \cdot 4,75 \text{ m}$$

$$V_B = 208,49 \text{ kN}$$

- Untuk BGT

$$\sum M_B = 0$$

$$V_A \cdot 9 \text{ m} = (114,66 \text{ kN/m} \cdot 5,5 \text{ m}) \cdot 5,25 \text{ m} + (57,33 \text{ kN/m} \cdot 1,5 \text{ m}) \cdot 1,75 \text{ m}$$

$$V_A = 384,59 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$V_B \cdot 9 \text{ m} = (57,33 \text{ kN/m} \cdot 1,5 \text{ m}) \cdot 7,25 \text{ m} + (114,7 \text{ kN/m} \cdot 5,5 \text{ m}) \cdot 3,75 \text{ m}$$

$$V_B = 332,04 \text{ kN}$$

Maka  $V_u = V_{aD1} + V_{a(BTR)} + V_{a(BGT)}$

$$= 217,48 \text{ kN} + 208,49 \text{ kN} + 384,59 \text{ kN}$$

$$V_u = 810,6 \text{ kN}$$



Jadi  $V_u$  yang digunakan sebesar 810,6 kN. Maka kuat geser sebagai berikut (RSNI T-03-2005 ps.7.8) :

Luas penampang badan

$$\frac{h}{tw} = \frac{788}{16} = 49,25$$

$$K_n = 5 + \frac{5}{(a/h)^2} = 39,49$$

$$1,10 \sqrt{\frac{K_n \times E}{f_y}} = 1,10 \sqrt{\frac{39,49 \times 2 \times 10^5}{410}} = 152,69$$

$$\frac{h}{tw} \leq 1,10 \sqrt{\frac{K_n \times E}{f_y}}, \text{ maka kuat geser :}$$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= \phi \times 0,6 \times f_y \times A_w \\ &= 0,9 \times 0,6 \times 4100 \times (90 \times 1,6) \\ &= 3188,16 \text{ kN} \\ &= 3188,16 \text{ kN} \geq 810,56 \text{ kN} \end{aligned}$$

### 5.3.6. Kontrol Kekuatan Lentur (Sesudah Komposit)

Menurut SNI T-03-2005 ps. 8.2.1 lebar efektif pelat beton diambil nilai terkecil dari:

- 1/5 bentang gelagar
- Jarak antar gelagar

Dimana:

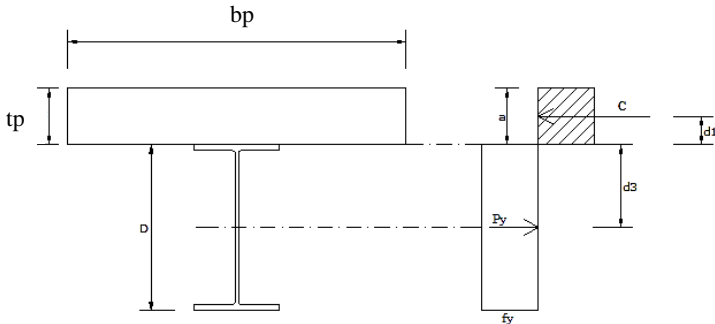
$$L = 9000 \text{ mm (panjang bentang)}$$

$$\lambda = 6 \text{ m (jarak antar gelagar melintang)}$$

$$b_{eff} \leq \frac{L}{5} = \frac{9000}{5} = 1800 \text{ mm}$$

$$b_{eff} \leq \lambda = 6000 \text{ mm}$$

diambil yang terkecil,  $b_{eff} = 1800 \text{ mm}$



Gambar 5.15 Distribusi Gaya Pada Penampang

- Kontrol kriteria penampang :

$$\frac{h}{tw} = \frac{788}{16} = 49,25$$

$$\frac{1680}{\sqrt{fy}} = \frac{1680}{\sqrt{410}} = 82,97$$

$$\frac{h}{tw} \leq \frac{1680}{\sqrt{fy}} \rightarrow \text{penampang kompak}$$

- Menentukan garis netral :

$$Ac = beff \times tb = 1800 \times 200 = 360000 \text{ mm}^2$$

$$C1 = As \times fy = 30980 \times 410 = 12701800 \text{ N}$$

$$C2 = 0,85 f'c \times Ac = 0,85 \times 30 \times 360000 = 9180000 \text{ N}$$

Sehingga nilai diambil yang terkecil yaitu  $C2=9180000 \text{ N}$

$$a = \frac{c}{0,85 \times f'c \times beff} = \frac{9180000 \text{ N}}{0,85 \times 30 \times 1800} = 200 \text{ mm}$$

karena  $a \leq t$  maka sumbu netral berada pada plat beton.

- Kapasitas momen :

$$d_1 = t - a/2 = 200 - 200/2 = 100 \text{ mm}$$

$$d_2 = 0 \text{ mm (Profil baja tidak mengalami tekan)}$$

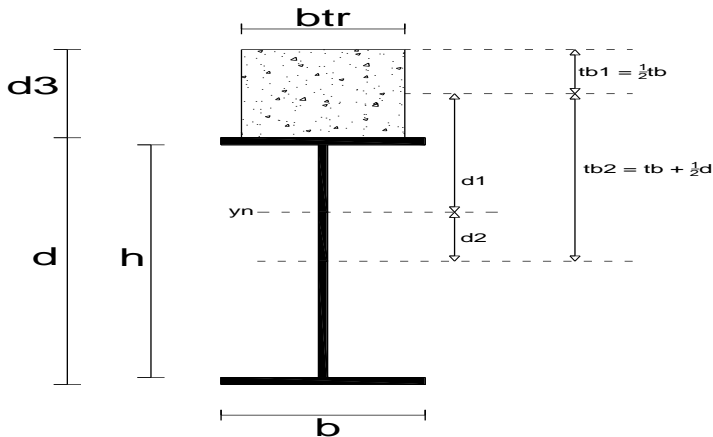
$$d_3 = d/2 = 900/2 = 450 \text{ cm}$$

$$py = As \times fy = 30980 \times 410 = 12701800 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= C (d_1 + d_2) + p_y (d_3 - d_2) \\
 &= 9180000N (100 + 0) + 12701800N (450 - 0) \\
 &= 6633810000 \text{ Nmm} \\
 &= 6633,810 \text{ kNm} \\
 \phi M_n &= 0,90 \times 6633,810 \text{ kNm} \\
 &= 5970 \text{ kNm} \\
 &= 5970 \text{ kNm} > M_u = 2269,8 \text{ kNm} \rightarrow \text{OK}
 \end{aligned}$$

Maka penampang telah memenuhi kekuatan lentur yang terjadi sesudah penampang komposit.

Menghitung momen inersia penampang



Gambar 5.16 Gelagar Komposit

- Menentukan nilai  $n$ 

$$\begin{aligned}
 E_s &= 200000 \text{ MPa} \\
 E_c &= 25743 \text{ MPa} \\
 n &= \frac{E_s}{E_c} \\
 &= 7,7
 \end{aligned}$$
- Luas konversi terhadap baja

- $$b_{tr} = \frac{b_{eff}}{n} = \frac{180}{7,7} = 23,2 \text{ cm}$$
- Luas total ( $A_{tr}$ )  
 $A_{tr} = b_{tr} \times d_3 = 23,3 \times 20 = 463,374 \text{ cm}^2$
  - $tb_1 = \frac{1}{2} \times d_3 = \frac{1}{2} \times 200 = 100 \text{ mm}$
  - $tb_2 = d_3 + (\frac{1}{2} \times d) = 200 + (\frac{1}{2} \times 900) = 650 \text{ mm}$
  - Mencari garis netral

Tabel 5.5 Garis Netral Penampang Komposit

	$A_n$	Jarak serat atas ke titik berat benda ( $tb_1, tb_2$ )	$A_n \times y_n$
Beton	46337,4	100	4633740
Baja	30980	650	20137000
Jumlah	77317,4	-	24770740

**Sumber:** Analisa Perhitungan

- $Y_n = \frac{\sum A_n \cdot Y_n}{\sum A_n} = \frac{24770740}{77318,4} = 320,4 \text{ mm}$
- $d_1 = Y_n - (\frac{1}{2} \times d_3) = 320,4 + (\frac{1}{2} \times 200) = 220,38 \text{ mm}$
- $d_2 = tb_2 - Y_n = 650 - 317 = 320,4 \text{ mm}$

- Momen inersia penampang

Tabel 5.6 Momen Inersia Penampang

	An	d	Io	Io + A d <sup>2</sup>
Beton	46337,4	220,38	154458000	2404887359
Baja	30980	329,6	4110000000	7476011794

**Sumber:** Analisa Perhitungan

$$\begin{aligned}
 I_{\text{total}} &= 2404887359 \text{ mm}^4 + 7476011794 \text{ mm}^4 \\
 &= 9880899153 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

### 5.3.7. Perhitungan Shear Connector

Untuk jarak perhitungan shear connector (RSNI T-03-2005 (8.6)) tidak boleh melebihi nilai sebagai berikut:

- 600 mm
- 2 x tebal lantai
- 4 x tinggi shear connector

Untuk diameter shear connector tidak boleh melebihi :

- 1,5 x tebal plat flens bila plat memikul tegangan tarik
- 2 x tebal plat flens bila tidak terdapat tegangan tarik

Digunakan shear connector jenis paku / stud (ARCFIX *Stud Welding*) dengan data sebagai berikut:

- Diameter = 22 mm
- Tinggi = 125 mm
- Asc = 380,1 mm<sup>2</sup>
- fc' = 30 MPa
- Ec = 25743 MPa

Kapasitas nominal 1 stud

$$\begin{aligned}
 Q_n &= 0,5 \times \text{Asc} (\text{fc}' \times \text{Ec})^{0,5} \\
 &= 0,5 \times \text{Asc} (\text{fc}' \times \text{Ec})^{0,5} \\
 &= 167030,2 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$V_{ls} = 0,55 \times 2 \times 167030,2 \text{ N} = 183733 \text{ N}$$

Gaya geser yang bekerja:

$$V = 810,6 \text{ kN}$$

Gaya geser persatuan panjang :

$$V_L = \frac{V \times A_t \times Y_c}{I_t}$$

$$= \frac{810558,2 \times 463,4 \times 22}{988089,9}$$

$$= 8377 \text{ N}$$

$$V_L < \phi V_{ls}$$

$$8377 < 0,75 \times 183733$$

$$8377 < 137800 \quad \text{OK}$$

Jumlah shear connector :

$$V_h = A_s \times f_y$$

$$= 30980 \text{ mm}^2 \times 410 \text{ MPa}$$

$$= 12701800 \text{ N}$$

$$N = \frac{V_h}{Q_n}$$

$$= \frac{12701800}{167030,4}$$

$$= 76 \text{ buah}$$

Jadi jumlah shear connector yang dibutuhkan sepanjang gelagar melintang adalah  $2 \times n = 152$  buah

Jarak antar konektor yang digunakan

$$S = \frac{900}{76} = 12 \text{ cm}$$



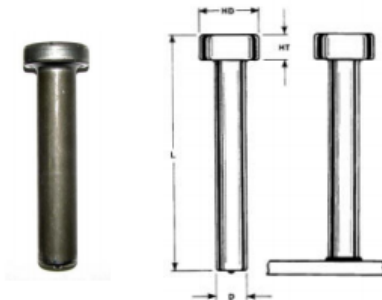
## Shear Connectors

Headed Shear Connectors are used as an essential component in composite beam design and construction.

Shank Diameter (d)	Length (L) tolerance	Head Diameter tolerance	Minimum head height HT
19.0 +0.00 -0.38	±1.6	31.7 ± 0.4	9.5
22.2 +0.00 -0.38	±1.6	34.9 ± 0.4	9.5

Material	LOW CARBON STEEL AS1445 S1010 to S1020 Or K1010 to K1020		
Mechanical Properties	Tensile Yield Elongation Reduction of area		410MPa (min) 345MPa (min) 12% 50% (min)

Shear Connectors		
Size	Part Number	Pack Size
13 X 50	ESC11-13-050	250
13 X 75	ESC11-13-075	150
13 X 100	ESC11-13-100	125
16 X 75	ESC11-16-075	125
16 X 100	ESC11-16-100	100
16 X 150	ESC11-16-150	75
19 X 75	ESC11-19-075	100
19 X 95	ESC11-19-095	75
19 X 100	ESC11-19-100	75
19 X 105	ESC11-19-105	75
19 X 115	ESC11-19-115	60
19 X 120	ESC11-19-120	60
19 X 127	ESC11-19-127	60
19 X 150	ESC11-19-150	50
19 X 178	ESC11-19-178	45
19 X 198	ESC11-19-198	40
22 X 100	ESC11-22-100	50
22 X 125	ESC11-22-125	50
22 X 150	ESC11-22-150	40
22 X 178	ESC11-22-178	40
22 X 198	ESC11-22-198	35



### FERRULE



Note Ferrules are a component part of studs and not sold separately

Gambar 5.17 Profil *Shear Connector*

## **BAB VI**

### **KONSTRUKSI PEMIKUL UTAMA**

#### **6.1. Umum**

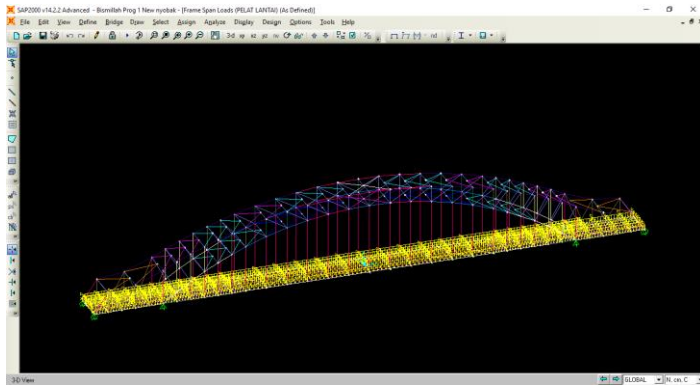
- Konstruksi pemikul utama merupakan bagian terakhir dari konstruksi bagian atas jembatan yang menerima seluruh beban yang ada pada lantai kendaraan kemudian diteruskan ke tumpuan.
- Struktur yang dikerjakan menggunakan penambahan struktur rangka batang baja sepanjang 20 meter bertujuan untuk : Mengurangi puntir yang terjadi rangka busur baja, menstabilkan/menyeimbangkan gaya-gaya yang terjadi di rangka busur, mengurangi gaya lateral yang terjadi di batang tarik.
- Pendekatan pertama bentuk geometrik busur sebagai persamaan parabola. Menurut buku Ir. H. J. Struyk, Prof. Ir. K. H. C.W. Van Der Veen, dan Soemargono.1990. Jembatan, direncanakan:
  1.  $f = 1/6 L$  sampai dengan  $1/8 L$   
 $f = 1/6 \cdot 120$  m sampai dengan  $1/8 \cdot 120$  m  
 $f = 20$  m sampai dengan  $15$  m  
direncanakan  $f = 20$  m
  2.  $h = 1/33 L$   
 $h = 1/33 \cdot 120$  m  
 $h = 4$  m  
direncanakan  $h = 4$  m

#### **6.2. Pembebanan**

Beban yang di masukkan ke SAP untuk merencanakan konstruksi pemikul utama

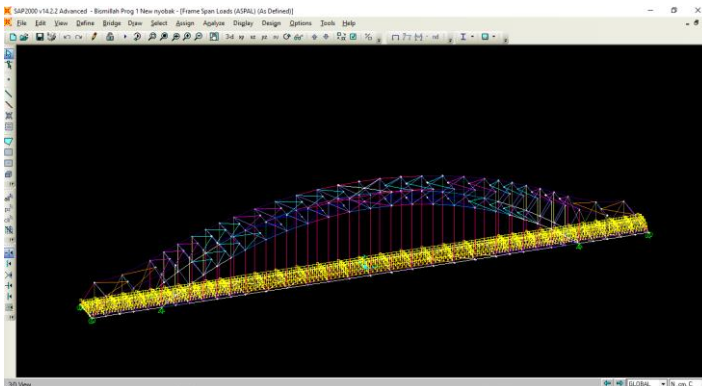
1. Beban Mati
  1. Berat profil-profil itu sendiri, (dimodelkan dalam SAP)
  2. Pelat (beton) =  $B_{\text{beton}} \times b_1 \times t_{\text{pelat}}$   
 $= 2500 \text{ Kg/m}^3 \times 1,5\text{m} \times 0,2 \text{ m} = 750 \text{ kg/m}$





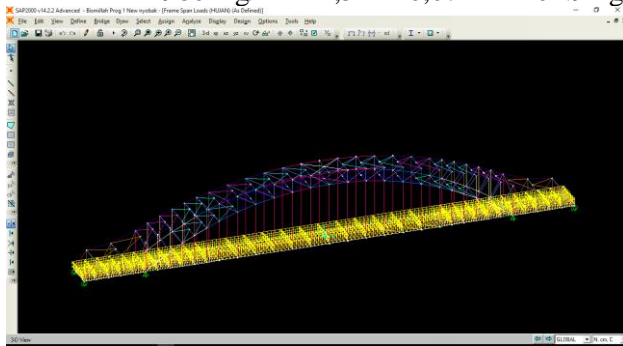
Gambar 6.1 Hasil Input Beban Pelat

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Aspal} &= B J_{\text{aspal}} \times b \times t_{\text{aspal}} \\
 &= 2200 \text{ Kg/m}^3 \times 1,5\text{m} \times 0,07 \text{ m} = 231\text{kg/m}
 \end{aligned}$$



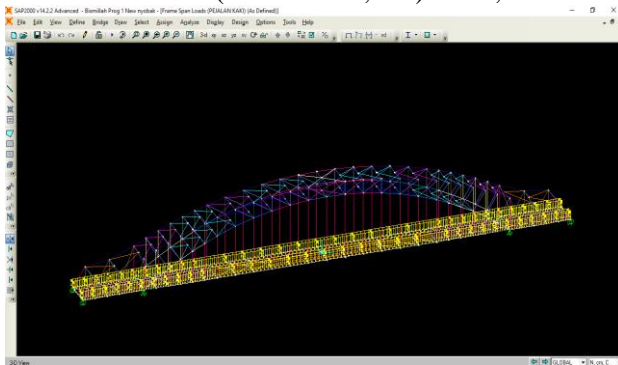
Gambar 6.2 Hasil Input Beban Aspal

$$\begin{aligned}
 4. \text{ Hujan} &= \gamma_{\text{air}} \times b_1 \times t_{\text{aspal}} \\
 &= 980 \text{ Kg/m}^3 \times 1,5\text{m} \times 0,07 \text{ m} = 102,9 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$



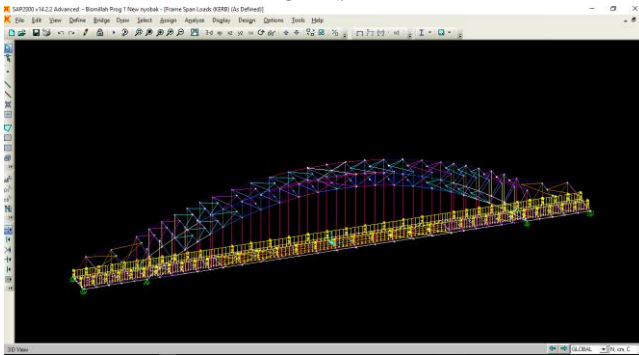
Gambar 6.3 Hasil Input Beban Hujan

$$\begin{aligned}
 5. \text{ Pejalan kaki} &= \text{RSNI T-02-2005 Pasal 6.9} \\
 &= (5\text{kN/m}^2 \times 1,5\text{m}) / 2 = 3,75 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$



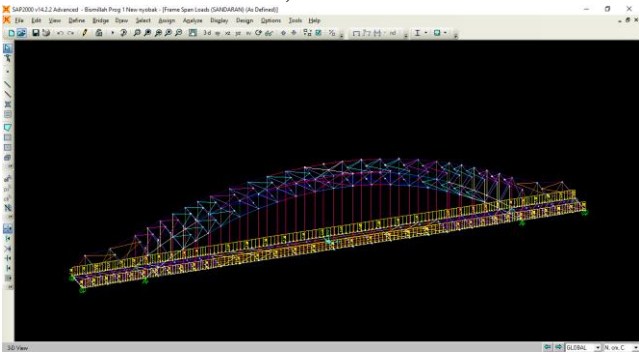
Gambar 6.4 Hasil Input Beban Pejalan Kaki

6. Beban kerb = RSNI T-02-2005 Pasal 12.1  
= 15 kN/m



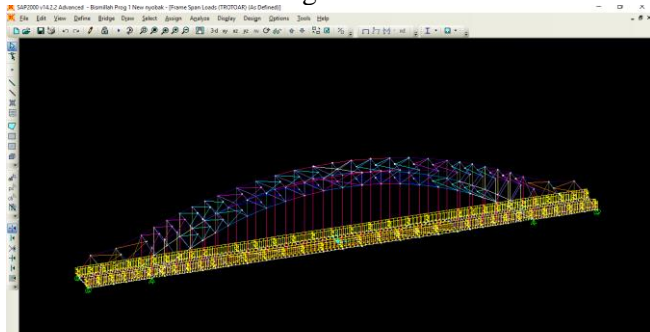
Gambar 6.5 Hasil Input Beban Kerb

7. Beban sandaran = RSNI T-02-2005 Pasal 12.5  
= 0,75 kN/m



Gambar 6.6 Hasil Input Beban Sandaran

$$\begin{aligned}
 8. \text{ Beban trotoar} &= (B_{\text{beton}} \times b \times t_{\text{trotoar}}) \\
 &= (2500 \text{ Kg/m}^3 \times 1 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}) \\
 &= 480 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$



Gambar 6.7 Hasil Input Beban Trotoar

## 2. Beban Hidup

### 1. Beban truk

Menurut SNI T-02-2005 ps. 6.4.1 tentang besarnya beban truk “T”, beban T ditentukan sebesar 112,5 kN.

Untuk roda tengah dan belakang 112,5 kN= 11250 kg

Untuk roda depan 25 kN= 2500 kg

### 2. Beban lajur “D”

BTR = Untuk  $L > 30 \text{ m}$

$$q = 9.0 (0.5 + 15/L) \text{ kPa}$$

$$q = 9.0 (0.5 + 15/120) \text{ kPa}$$

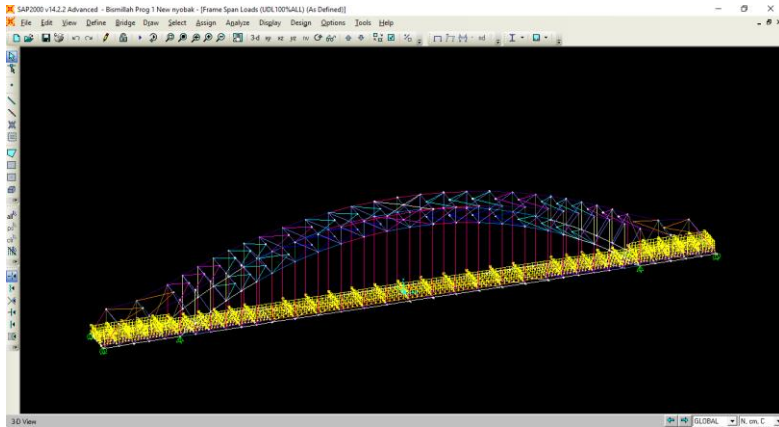
$$q = 5,63 \text{ kPa}$$

$$q = 5,63 \text{ kN/m}^2$$

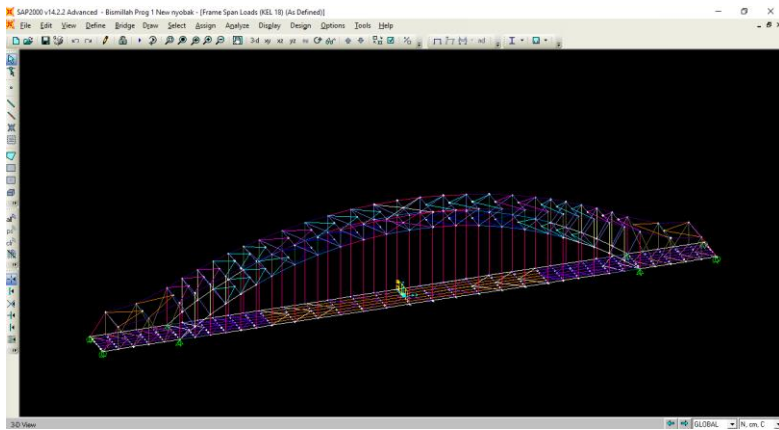
$$\text{BGT} = 49 \text{ kN/m} \times (1 + \text{DLA})$$

$$= 49 \text{ kN/m} \times (1 + 0,3)$$

$$= 63,7 \text{ kN/m}$$



Gambar 6.8 Hasil Input Beban BTR



Gambar 6.9 Hasil Input Beban BGT

### 3. Beban rem

$$L = 120 \text{ m} \rightarrow 25\% \times 112,5 \text{ kN} = 28,125 \text{ KN}$$

SNI 1725:2016

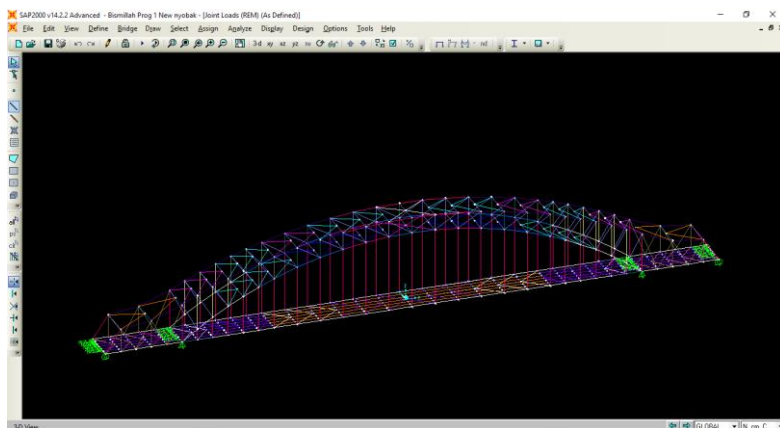
### SNI 1725:2016

#### 8.7 Gaya rem (TB)

Gaya rem harus diambil yang terbesar dari :

- 25% dari berat gandar truk desain atau,
- 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

**Sumber:** SNI 1725:2016 Gambar 9



Gambar 6.11 Hasil Input Beban Rem

#### 4. Beban Angin

Menurut SNI T 02-2005 Pasal 7.6 gaya nominal ultimate pada bangunan atas:

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

Dimana:

$C_w$  = Koefisien seret (SNI T 02-2005 tabel 27)

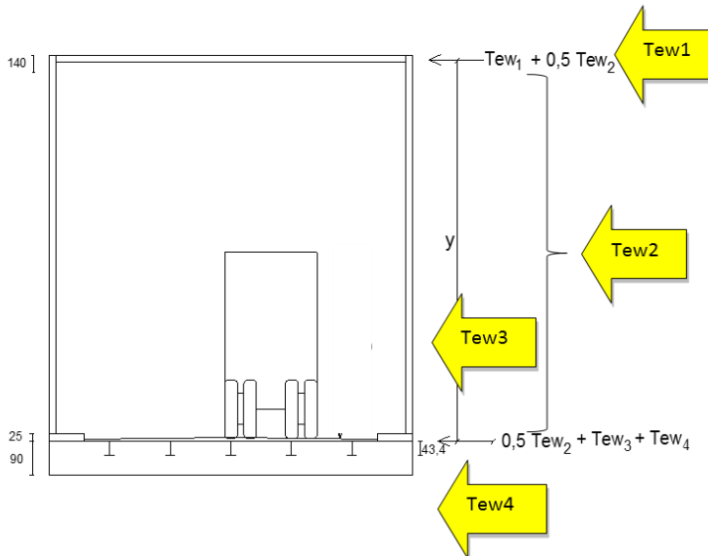
= 1,2 (bangunan atas rangka)

$V_w$  = Kecepatan angin rencana = 35 m/s. (<5 km dari pantai)

$A_b$  = Luas ekuivalen bagian samping jembatan ( $m^2$ )

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

$$T_{EW} = 0,0012 \times C_w \times (V_w)^2 \times A_b$$



Gambar 6.12 Beban Angin Pada konstruksi Busur

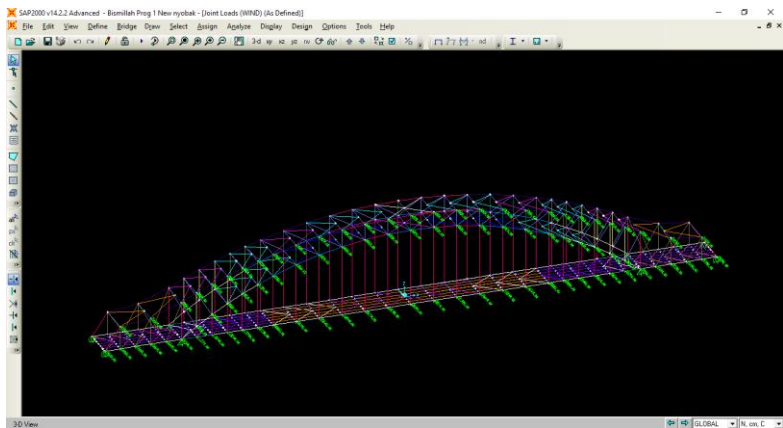
- **Beban angin pada konstruksi busur ( $T_{EW1}$ )**

$$\begin{aligned} T_{EW1} &= 0,0006 \times C_W \times V_W^2 \times \text{Ab busur} \\ &= 0,0006 \times 1,2 \times 35^2 \times (\Delta S_n \times \text{tinggi busur}) \\ &= 0,0006 \times 1,2 \times 1225 \times (\Delta S_n \times 0,9 \text{ m}) \\ &= 0,79 \cdot \Delta S_n \text{ kN} \end{aligned}$$
- **Beban angin pada penggantung ( $T_{EW2}$ )**

$$\begin{aligned} T_{EW2} &= 0,0006 \times C_W \times V_W^2 \times \text{Ab penggantung} \\ &= 0,0006 \times 1,2 \times 35^2 \times (Y_n \times D \text{ penggantung}) \\ &= 0,0006 \times 1,2 \times 1225 \times (Y_n \times 0,0635 \text{ m}) \\ &= 0,056 \cdot Y_n \text{ kN} \end{aligned}$$
- **Beban hidup kendaraan ( $T_{EW3}$ )**

$$\begin{aligned} T_{EW3} &= 0,0012 \times C_W \times V_W^2 \times \text{Ab kendaraan} \\ &= 0,0012 \times 1,2 \times 35^2 \times (2,5\text{m} \times 6\text{m}) \\ &= 0,0012 \times 1,2 \times 1225 \times (2,5\text{m} \times 6\text{m}) \\ &= 26,46 \text{ kN} \end{aligned}$$
- **Beban Pelat Lantai kendaraan ( $T_{EW4}$ )**

$$\begin{aligned} T_{EW4} &= 0,0006 \times C_W \times V_W^2 \times \text{Ab lantai kendaraan} \\ &= 0,0006 \times 1,2 \times 35^2 \times (0,8\text{m} \times 4\text{m}) \\ &= 0,0006 \times 1,2 \times 1225 \times (0,8\text{m} \times 4\text{m}) \\ &= 2,82 \text{ kN} \end{aligned}$$



Gambar 6.13 Hasil Input Beban Angin



AS	Yn	$\Delta S_n$	Tew 1 (kN)	Tew 2 (kN)	P (kN)
1	0,0	2,38	1,89	0,00	1,89
2	2,6	4,71	3,74	0,14	3,88
3	5,0	4,62	3,67	0,28	3,95
4	7,2	4,53	3,60	0,40	4,00
5	9,2	4,45	3,53	0,52	4,05
6	11,1	4,38	3,48	0,62	4,10
7	12,8	5,37	4,26	0,72	4,98
8	15,0	6,33	5,02	0,84	5,86
9	16,8	6,21	4,93	0,94	5,87
10	18,2	6,12	4,86	1,02	5,88
11	19,2	6,06	4,81	1,08	5,88
12	19,8	6,02	4,78	1,11	5,88
13	<b>20,0</b>	6,00	4,77	1,12	5,89
14	19,8	6,02	4,78	1,11	5,88
15	19,2	6,06	4,81	1,08	5,88
16	18,2	6,12	4,86	1,02	5,88
17	16,8	6,21	4,93	0,94	5,87
18	15,0	6,33	5,02	0,84	5,86
19	12,8	5,37	4,26	0,72	4,98
20	11,1	4,38	3,48	0,62	4,10
21	9,2	4,45	3,53	0,52	4,05
22	7,2	4,53	3,60	0,40	4,00
23	5,0	4,62	3,67	0,28	3,95
24	2,6	4,71	3,74	0,14	3,88
25	0,0	2,38	1,89	0,00	1,89

Tabel 6.1 Beban Angin Pada Busur dan Batang Penggantung

AS	Yn	$\Delta S_n$	Tew 3 (kN)	Tew 4 (kN)	P (kN)
1	0,00	2,38	2,82	26,46	29,28
2	2,58	4,71	2,82	26,46	29,43
3	4,98	4,62	2,82	26,46	29,56
4	7,20	4,53	2,82	26,46	29,69
5	9,24	4,45	2,82	26,46	29,80
6	11,11	4,38	2,82	26,46	29,90
7	12,80	5,37	2,82	26,46	30,00
8	15,00	6,33	2,82	26,46	30,12
9	16,80	6,21	2,82	26,46	30,22
10	18,20	6,12	2,82	26,46	30,30
11	19,20	6,06	2,82	26,46	30,36
12	19,80	6,02	2,82	26,46	30,39
13	20,00	6,00	2,82	26,46	30,40
14	19,80	6,02	2,82	26,46	30,39
15	19,20	6,06	2,82	26,46	30,36
16	18,20	6,12	2,82	26,46	30,30
17	16,80	6,21	2,82	26,46	30,22
18	15,00	6,33	2,82	26,46	30,12
19	12,80	5,37	2,82	26,46	30,00
20	11,11	4,38	2,82	26,46	29,90
21	9,24	4,45	2,82	26,46	29,80
22	7,20	4,53	2,82	26,46	29,69
23	4,98	4,62	2,82	26,46	29,56
24	2,58	4,71	2,82	26,46	29,43
25	0,00	2,38	2,82	26,46	29,28

Tabel 6.2 Beban Angin Pada Batang Tarik

## 5. Beban Gempa

Untuk struktur jembatan ini beban gempa direncanakan dengan RSNI 2833:201X, dengan metode respon spektrum

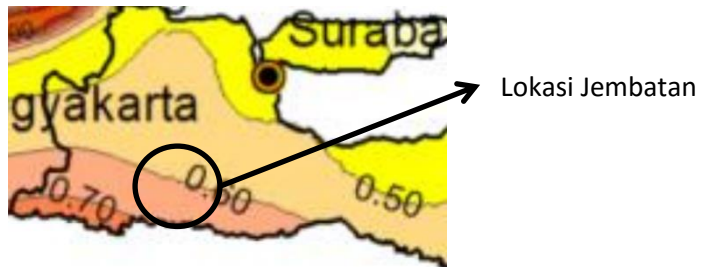
	Depth (m)	Diskripsi Tanah	N rata2
$\tau/N$			
0	0		0
0,33	-1	Lempung kelanauan berbatu coklat kuning	3
0,33	-2	Lempung kelanauan berbatu coklat kuning	3
0,25	-3	Lempung kelanauan berbatu coklat kuning	4
0,25	-4	Lempung kelanauan Padat Coklat Kuning	4
0,25	-5	Lempung kelanauan Padat Coklat Kuning	4
0,25	-6	Lempung kelanauan Padat Coklat Kuning	4
0,14	-7	Lempung kelanauan Padat Coklat Kuning	7
0,14	-8	Lempung kelanauan Padat Coklat Kuning	7
0,17	-9	Lempung kelanauan Padat Coklat Kuning	6
0,17	-10	Lempung Kepasiran Berbatu Coklat Hitam	6
0,09	-11	Lempung Kepasiran Berbatu Coklat Hitam	11
0,09	-12	Lempung Kepasiran Berbatu Coklat Hitam	11
0,06	-13	Lempung Kepasiran Berbatu Coklat Hitam	18
0,06	-14	Lempung Kepasiran Berbatu Coklat Hitam	18
0,09	-15	Pasir berlempung padat abu abu	11
0,09	-16	Pasir berlempung padat abu abu	11
0,08	-17	Pasir berlempung padat abu abu	12
0,08	-18	Pasir berlempung padat abu abu	12
0,10	-19	Pasir berlempung padat abu abu	10
0,10	-20	Pasir berlempung padat abu abu	10
0,13	-21	Pasir berlempung padat abu abu	8
0,13	-22	Pasir berlempung padat abu abu	8
0,13	-23	Pasir berlempung padat abu abu	8
0,13	-24	Pasir berlempung padat abu abu	8
0,11	-25	Pasir berlempung padat abu abu	9
0,11	-26	Lempung Kelanauan padat abu-abu	9
0,11	-27	Lempung Kelanauan padat abu-abu	9
0,11	-28	Lempung Kelanauan padat abu-abu	9
0,11	-29	Lempung Kelanauan padat abu-abu	9
0,11	-30	Lempung Kelanauan padat abu-abu	9
0,10	-31	Lempung padat abu-abu	10
0,10	-32	Lempung padat abu-abu	10
0,06	-33	Lempung padat abu-abu	18
0,06	-34	Lempung kepasiran berbatu Coklat abu-abu	18
0,03	-35	Batuan sangat padat/cadas abu-abu	40
	-36	Batuan sangat padat/cadas abu-abu	40
	-37		
4,63			

Gambar 6.9 Data Tanah Untuk Menentukan Jenis Tanah

Penentuan BGT situs

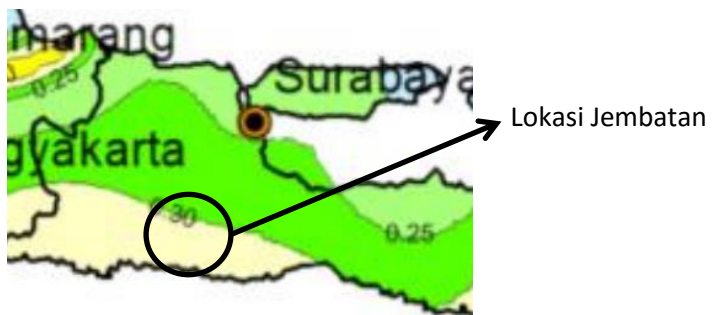
$$\begin{aligned}
 N &= \frac{\sum t_i}{\sum t/n} \\
 &= \frac{30}{4,29} \\
 &= 7
 \end{aligned}$$

Kondisi tanah : Tanah lunak



Gambar 6.10 Percepatan Batuan Dasar Pada Periode Pendek (Ss)

Percepatan batuan dasar pada periode pendek (Ss): 0,65 g



Gambar 6.11 Percepatan Batuan Dasar Pada Periode 1 detik (S1)

percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S<sub>1</sub>) : 0,35 g

Tabel 6.3 Koefisien Situs, Fa

**Tabel 3 - Faktor amplifikasi untuk PGA dan 0,2 detik ( $F_{PGA}/F_a$ )**

Kelas situs	PGA ≤ 0,1 $S_a ≤ 0.25$	PGA = 0,2 $S_a = 0.5$	PGA = 0,3 $S_a = 0.75$	PGA = 0,4 $S_a = 1.0$	PGA > 0,5 $S_a ≥ 1.25$
Batuan Keras (SA)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Batuan (SB)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tanah Keras (SC)	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
Tanah Sedang (SD)	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
Tanah Lunak (SE)	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada periode pendek ( $F_a$ ) : 1,4 (interpolasi)

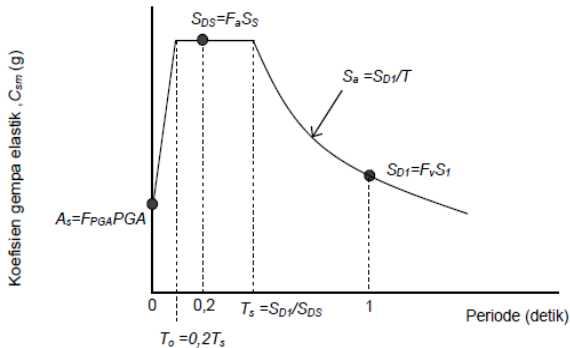
Tabel 6.4 Koefisien Situs, Fv

**Tabel 4 - Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik ( $F_v$ )**

Kelas situs	$S_1 ≤ 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 ≥ 0.5$
Batuan Keras (SA)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Batuan (SB)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tanah Keras (SC)	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
Tanah Sedang (SD)	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
Tanah Lunak (SE)	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

Faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik ( $F_v$ ) : 2,6 (interpolasi)

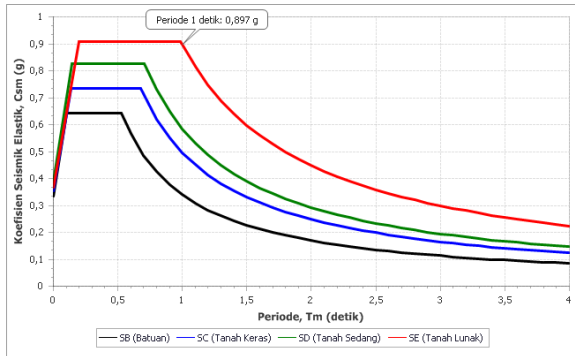


Gambar 6.12 Bentuk Tipikal Respon Spektrum

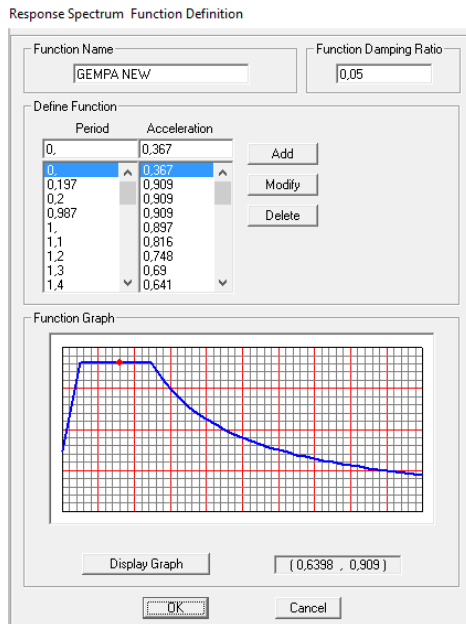
Tabel 6.5 Perhitungan Respon Spektrum

As	0	0,367
T0	0,197	0,909
SDS	0,2	0,909
Ts	0,987	0,909
SD1	1	0,897
Ts+0.1	1,1	0,816
Ts+0.2	1,2	0,748
Ts+0.3	1,3	0,69
Ts+0.4	1,4	0,641
Ts+0.5	1,5	0,598
Ts+0.6	1,6	0,561
Ts+0.7	1,7	0,528
Ts+0.8	1,8	0,498
Ts+0.9	1,9	0,472
Ts+1	2	0,449
Ts+1.1	2,1	0,427
Ts+1.2	2,2	0,408
Ts+1.3	2,3	0,39
Ts+1.4	2,4	0,374
Ts+1.5	2,5	0,359
Ts+1.6	2,6	0,345
Ts+1.7	2,7	0,332
Ts+1.8	2,8	0,32
Ts+1.9	2,9	0,309
Ts+2	3	0,299
Ts+2.1	3,1	0,289
Ts+2.2	3,2	0,28
Ts+2.3	3,3	0,272
Ts+2.4	3,4	0,264
Ts+2.5	3,5	0,256
Ts+2.6	3,6	0,249
Ts+2.7	3,7	0,243
Ts+2.8	3,8	0,236
Ts+2.9	3,9	0,23
Ts+3	4	0,224

Sumber: <http://petagempa.pusjatan.pu.go.id>



Gambar 6.13 Grafik Respon Spektrum



Gambar 6.14 Input Grafik Respon Spektrum Pada Sap

Koefisien R pada gempa jembatan  
RSNI Gempa Jembatan 2833:2016 pada tabel 6 , Faktor  
modifikasi respon ( $R$ ) = 1

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name:   Notes:

Load Case Type:

Modal Combination:

CQC  SRSS  Absolute  GMC  NRC 10 Percent  Double Sum

GMC f1:  GMC f2:  Periodic + Rigid Type:

Directional Combination:

SRSS  CQC3  Absolute

Scale Factor:

Modal Load Case:

Use Modes from this Modal Load Case:

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	GEMPA AST	980.
Accel	U1	GEMPA ASTHD	980.

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:

Modal Damping:

Gambar 6.15 Input Faktor Modifikasi Respon Pada Sap



### 6.3. Kombinasi Pembebanan

Tabel 6.6 Kombiasi Pembebanan

Keadaan Beban	MS MA TA PR PL SH	TT TD TB TR TP	EU	EW <sub>s</sub>	EW <sub>L</sub>	BF	EU <sub>n</sub>	TG	ES	Gunakan salah satu		
										EQ	TC	TV
Kuat I	$\gamma_p$	1,8	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Kuat II	$\gamma_p$	1,4	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Kuat III	$\gamma_p$	-	1,00	1,40	-	1,00	0,50/1,20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Kuat IV	$\gamma_p$	-	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	-	-	-	-	-
Kuat V	$\gamma_p$	-	1,00	0,40	1,00	1,00	0,50/1,20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Ekstrem I	$\gamma_p$	$\gamma_{EQ}$	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-
Ekstrem II	$\gamma_p$	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	1,00
Daya Iawak I	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,00/1,20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Daya Iawak II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-	-	-
Daya Iawak III	1,00	0,80	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Daya Iawak IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,00	-	-	-
Fabrik (TD dan TP)	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Catatan : - $\gamma_p$  dapat berupa  $\gamma_{GR}$ ,  $\gamma_{WR}$ ,  $\gamma_{SR}$ ,  $\gamma_{WR}$ ,  $\gamma_{SR}$ , tergantung beban yang ditinjau  
 - $\gamma_{EQ}$  adalah faktor beban hidup kondisi gempa

**Sumber:** SNI 1725:2016

Dimana :

*Beban Permanen*

MS = beban mati komponen struktural dan non struktural jembatan

MA = beban mati perkerasan dan utilitas

TA = gaya horizontal akibat tekanan tanah

PL = gaya-gaya yang terjadi pada struktur jembatan yang disebabkan oleh proses pelaksanaan, termasuk semua gaya yang terjadi akibat perubahan statika yang terjadi pada konstruksi segmental

PR = prategang

*Beban Transien*

SH = gaya akibat susut/rangkap

TB = gaya akibat rem

TR = gaya sentrifugal

TC = gaya akibat tumbukan kendaraan

TV = gaya akibat tumbukan kapal

EQ = gaya gempa

BF = gaya friksi

TD = beban lajur "D"

TT = beban truk "T"

TP = beban pejalan kaki

SE = beban akibat penurunan

ET = gaya akibat temperatur gradien

EU<sub>n</sub> = gaya akibat temperatur seragam

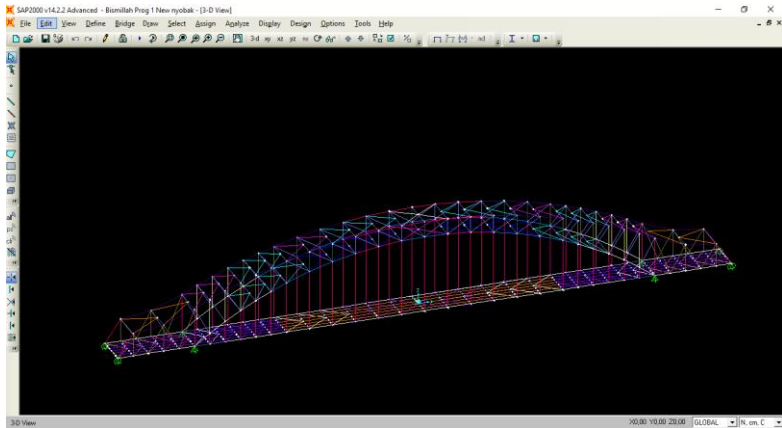
EF = gaya apung

EW<sub>s</sub> = beban angin pada struktur

EW<sub>L</sub> = beban angin pada kendaraan

EU = beban arus dan hanyutan

## 6.4. Pemodelan Struktur



Gambar 6.16 Pemodelan Struktur Jembatan Busur

## 6.5. Batang Penggantung

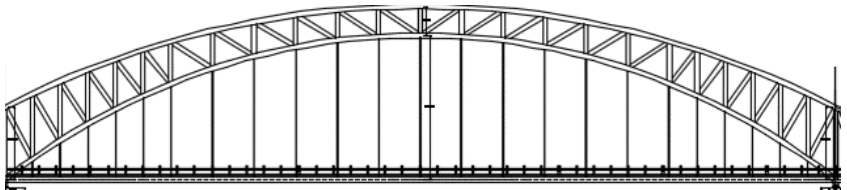
Panjang dari batang penggantung dicari dengan menggunakan pendekatan persamaan sumbu geometrik busur

Persamaan parabola:

$$Y_n = \frac{4 \cdot f \cdot X \cdot (L - X)}{L^2}$$

$$L = 120 \text{ m}$$

$$f = 20 \text{ m}$$



Gambar 6.17 Kabel Penggantung Yang Ditinjau

Tabel 6.7 Panjang Penggantung

AS	X	Yn
1	0	0,0
2	4	2,6
3	8	5,0
4	12	7,2
5	16	9,2
6	20	11,1
7	24	12,8
8	30	15,0
9	36	16,8
10	42	18,2
11	48	19,2
12	54	19,8
<b>13</b>	<b>60</b>	<b>20,0</b>
14	66	19,8
15	72	19,2
16	78	18,2
17	84	16,8
18	90	15,0
19	96	12,8
20	100	11,1
21	104	9,2
22	108	7,2
23	112	5,0
24	116	2,6
25	120	0,0

**Sumber:** Analisa Perhitungan

### 6.5.1. Kontrol Batang Penggantung

Hasil Output Sap

Tabel 6.8 Gaya Yang Terjadi Pada Batang Penggantung

As	Frame	P (kN)	Yn (m)	Kontrol $\sigma$ (kN/cm <sup>2</sup> )		Kontrol $\Delta$
				$\sigma$ terjadi	$\sigma$ ijin	
2	162	475,5	2,6	26,56	64,27	OK
3	163	474,27	5,0	26,50	64,27	OK
4	161	473,7	7,2	26,46	64,27	OK
5	160	473,8	9,2	26,47	64,27	OK
6	159	473,9	11,1	26,47	64,27	OK
7	158	592,9	12,8	33,12	64,27	OK
8	157	711,9	15,0	39,77	64,27	OK
9	156	1056	16,8	58,99	64,27	OK
10	155	709,5	18,2	39,64	64,27	OK
11	154	707	19,2	39,50	64,27	OK
12	513	707,1	19,8	39,50	64,27	OK
<b>13</b>	<b>512</b>	<b>707,1</b>	<b>20,0</b>	<b>39,50</b>	<b>64,27</b>	<b>OK</b>
14	28	707,1	19,8	39,50	64,27	OK
15	29	707	19,2	39,50	64,27	OK
16	112	709,5	18,2	39,64	64,27	OK
17	113	712	16,8	39,78	64,27	OK
18	145	593,43	15,0	33,15	64,27	OK
19	146	474,5	12,8	26,51	64,27	OK
20	147	474,13	11,1	26,49	64,27	OK
21	148	473,96	9,2	26,48	64,27	OK
22	149	474,4	7,2	26,50	64,27	OK
23	27	475,39	5,0	26,56	64,27	OK

Product Code / Strand Diameter	Minimum Breaking Load	Design Load $G_{0.2} = \text{MBL} / 1.5 / 1.1$	Nominal Metallic Cross Section	Nominal Axial Stiffness	Nominal Metallic Mass
d	MBL	$G_{0.2}$	A	EA	Mass
mm	kN	kN	mm <sup>2</sup>	MN	kg/m
SS 13	171	104	105	19	0.85
SS 16	254	154	156	27	1.26
SS 19	356	216	219	38	1.77
SS 22	455	276	279	49	2.26
SS 25	610	370	377	66	3.05
SS 30	864	524	541	95	4.29
SS 35	1190	719	731	124	5.91
SS 40	1540	931	973	160	7.63
SS 45	1960	1190	1200	204	9.73
SS 50	2400	1460	1470	242	11.9
SS 55	2920	1770	1790	295	14.6
SS 60	3460	2100	2120	350	17.2
SS 65	4070	2470	2500	413	20.4
SS 70	4700	2850	2890	462	23.6
SS 75	5420	3290	3330	533	27.3
SS 80	5910	3580	3670	569	30.8
SS 85	6680	4050	4150	643	34.8
SS 90	7320	4440	4650	721	39.0
SS 95	8160	4950	5190	804	43.5
SS 100	9040	5480	5740	890	48.2
SS 105	10200	6160	6340	983	53.1
SS 110	11200	6760	6950	1080	58.3
SS 115	12300	7440	7610	1180	63.7
SS 120	13300	8060	8280	1280	69.4
SS 125	14500	8760	8980	1390	75.3
SS 130	15600	9470	9710	1510	81.4
SS 135	16800	10200	10500	1630	87.8
SS 140	18200	11000	11300	1750	94.4
SS 145	19500	11800	12100	1880	102

Gambar 6.18 Tabel Profil Kabel

Profil kabel yang dipakai Bridon ASTM A-586

Dari hasil output sap didapatkan gaya maksimum yang terjadi pada kabel sebesar 707,1 kN

Profil Kabel : D = 55 mm  
 A = 17,9 cm<sup>2</sup>  
 Teg. Ijin = 1770 kN  
 E = 168000 Mpa  
 Hanging Cable Stress = 65%

### Kontrol Tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= P/A && \leq \text{Teg. Ijin}/A \\ &= \frac{707,1 \text{ kN}}{17,9 \text{ cm}^2} && \leq \frac{1770 \text{ kN} \times 65\%}{17,9 \text{ cm}^2} \\ &= 39,5 \text{ kN/cm}^2 \leq 64,27 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \text{OK}\end{aligned}$$

### 6.6. Konstruksi Busur

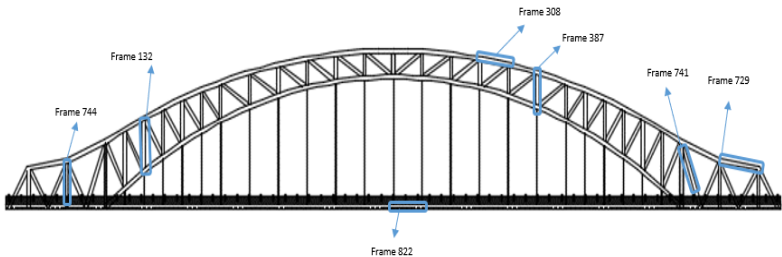
Persamaan Parabola

$$Y_n = \frac{4 \cdot f \cdot X \cdot (L-X)}{L^2}$$

$$L = 120 \text{ m}$$

$$f = 20 \text{ m}$$

$$\Delta S_n = \sqrt{\Delta Y^2 + \Delta X^2}$$



Gambar 6.19 Konstruksi Pemikul Utama

Tabel 6.9 Persamaan Parabola Busur

Titik	Segmen	X	Y	$\Delta Sn$
1		0,0	0,0	
	1-2			4,76
2		4,0	2,6	
	2-3			4,66
3		8,0	5,0	
	3-4			4,58
4		12,0	7,2	
	4-5			4,49
5		16,0	9,2	
	5-6			4,41
6		20,0	11,1	
	6-7			4,34
7		24,0	12,8	
	7-8			6,39
8		30,0	15,0	
	8-9			6,26
9		36,0	16,8	
	9-10			6,16
10		42,0	18,2	
	10-11			6,08
11		48,0	19,2	
	11-12			6,03
<b>12</b>		<b>54,0</b>	<b>19,8</b>	
	<b>12-13</b>			<b>6,00</b>
<b>13</b>		<b>60,0</b>	<b>20,0</b>	
	<b>13-14</b>			<b>6,00</b>
14		66,0	19,8	
	14-15			6,03
15		72,0	19,2	
	15-16			6,08
16		78,0	18,2	
	16-17			6,16
17		84,0	16,8	
	17-18			6,26
18		90,0	15,0	
	18-19			6,39
19		96,0	12,8	
	19-20			4,34
20		100,0	11,1	
	20-21			4,41
21		104,0	9,2	
	21-22			4,49
22		108,0	7,2	
	22-23			4,58
23		112,0	5,0	
	23-24			4,66
24		116,0	2,6	
	24-25			4,76
25		120,0	0,0	
	25-26			120,00
26		0,0	0,0	
	26-27			0,00
27		0,0	0,0	
	27-28			0,00
28		0,0	0,0	
	28-29			0,00
29		0,0	0,0	
	29-30			0,00
30		0,0	0,0	
	30-31			0,00
31		0,0	0,0	
	31-32			0,00
32		0,0	0,0	
	32-33			0,00
33		0,0	0,0	
	33-34			0,00
34		0,0	0,0	
	34-35			0,00
35		0,0	0,0	

**Sumber:** Analisa Perhitungan

### 6.6.1. Rangka Pada Jembatan Busur Bentang 120 m

#### 1. Rangka Tegak Busur (Frame 132)

Digunakan profil box 600 x 600 x 19 x 19

$$h = 600 \text{ mm} \quad I_x = 248688,06 \text{ cm}^4$$

$$b = 600 \text{ mm} \quad I_y = 248688,06 \text{ cm}^4$$

$$W = 346,6 \text{ kg/m} \quad i_x = 23,73 \text{ cm}$$

$$t_b = 19 \text{ mm} \quad i_y = 23,73 \text{ cm}$$

$$t_f = 19 \text{ mm} \quad S_x = 8289,6 \text{ cm}^3$$

$$A = 44156 \text{ mm}^2 \quad S_y = 8289,6 \text{ cm}^3$$

$$J = 379223 \text{ cm}^4 \quad Z_x = 9623,91 \text{ cm}^3$$

$$Z_y = 9623,91 \text{ cm}^3$$

$$\text{BJ EN 10025 : } f_u = 550 \text{ MPa}$$

$$f_y = 345 \text{ MPa}$$

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



$$P = 616,620 \text{ kN (Tekan)}$$

Panjang tekuk:

$$L = 8214 \text{ mm}$$

$k_c = 1$ , faktor tekuk untuk sendi-sendi

$$L_k = k_c \times L = 1 \times 8214 = 8214 \text{ mm}$$

- Kontrol kelangsingan struktur tekan (RSNI T-03-2005 ps. 6.1)

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} = \frac{8214}{237,3} = 34,61 < 140 \text{ OK}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{8214}{237,3} = 34,61 < 140 \text{ OK}$$

$$\lambda_y = \lambda_x$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{34,61}{\pi} \times \sqrt{\frac{345}{2 \times 10^5}} = 0,45$$



Untuk nilai  $\lambda c \leq 1,5$

$$N_n = (0,66^{\lambda c^2}) \cdot A_g \cdot f_y \text{ (RSNI T-03-2005 ps. 6.2)}$$

- Kuat nominal

$$N_n = (0,66^{0,3^2}) \cdot 44156 \cdot 345 = 13964294,7 \text{ N}$$

- Kontrol (RSNI T-03-2005 ps.6.1)

$$N_u \leq \phi \cdot N_n$$

$$61662 \text{ kg} \leq 0,85 \cdot 139642,9$$

$$61662 \text{ kg} \leq 118696,5 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

## 2. Rangka Busur Melintang (Frame 308)

Digunakan profil box 800 x 600 x 10 x 10

$$h = 800 \text{ mm} \quad I_x = 266332 \text{ cm}^4$$

$$b = 600 \text{ mm} \quad I_y = 171772 \text{ cm}^4$$

$$W = 216 \text{ kg/m} \quad i_x = 31,06 \text{ cm}$$

$$t_b = 10 \text{ mm} \quad i_y = 24,94 \text{ cm}$$

$$t_f = 10 \text{ mm} \quad S_x = 6658,3 \text{ cm}^3$$

$$A = 27600 \text{ mm}^2 \quad S_y = 5725,73 \text{ cm}^3$$

$$J = 317345 \text{ cm}^4 \quad Z_x = 7782 \text{ cm}^3$$

$$Z_y = 6402 \text{ cm}^3$$

$$\text{BJ EN 10025 : } f_u = 550 \text{ MPa}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

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



$$P = 5434,24 \text{ kN}$$

Panjang tekuk:

$$L = 6071 \text{ mm}$$

$k_c = 1$ , faktor tekuk untuk sendi-sendi

$$L_k = k_c \times L = 1 \times 6000 = 6071 \text{ mm}$$

- Kontrol kelangsingan struktur tekan  
(RSNI T-03-2005 ps. 6.1)

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} = \frac{6071}{310,6} = 19,54 < 140 \quad \text{OK}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{6071}{249,4} = 24,34 < 140 \quad \text{OK}$$

$$\lambda_y > \lambda_x$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{24,34}{\pi} \times \sqrt{\frac{355}{2 \times 10^5}} = 0,3$$

Untuk nilai  $\lambda_c \leq 1,5$

$$N_n = (0,66^{\lambda_c^2}) \cdot A_g \cdot f_y \quad (\text{RSNI T-03-2005 ps. 6.2})$$

- Kuat nominal

$$N_n = (0,66^{0,3^2}) \cdot 27600 \cdot 355 = 9373604,4 \text{ N}$$

- Kontrol (RSNI T-03-2005 ps.6.1)

$$N_u \leq \phi \cdot N_n$$

$$543424 \text{ kg} \leq 0,85 \cdot 9373604$$

$$543424 \text{ kg} \leq 796756,4 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

### 3. Rangka Busur Tegak (Frame 387)

Digunakan profil WF 600 x 300 x 11 x 17

$$h = 600 \quad \text{mm} \quad I_x = 77600 \text{ cm}^4$$

$$b = 300 \quad \text{mm} \quad I_y = 2280 \quad \text{cm}^4$$

$$W = 106 \quad \text{kg/m} \quad i_x = 24 \quad \text{cm}$$

$$t_b = 11 \quad \text{mm} \quad i_y = 4,12 \quad \text{cm}$$

$$t_f = 17 \quad \text{mm} \quad S_x = 2590 \quad \text{cm}^3$$

$$A = 134,4 \quad \text{cm}^2 \quad S_y = 228 \quad \text{cm}^3$$

$$Z_y = 357 \quad \text{cm}^3 \quad Z_x = 2863 \quad \text{cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{BJ 55} & : f_u = 550 \quad \text{MPa} \\ & \quad \quad \quad f_y = 410 \quad \text{MPa} \\ & \quad \quad \quad E = 200000 \quad \text{MPa} \end{aligned}$$



$$P = 714,92 \text{ kN}$$

Panjang tekuk:

$$L = 5245 \text{ mm}$$

$k_c = 1$ , faktor tekuk untuk sendi-sendi

$$L_k = k_c \times L = 1 \times 5245 = 5245 \text{ mm}$$

- Kontrol kelangsingan struktur tekan (RSNI T-03-2005 ps. 6.1)

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} = \frac{5245}{240} = 21,85 < 140 \quad \text{OK}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{5245}{41,2} = 127,3 < 140 \quad \text{OK}$$

$$\lambda_y > \lambda_x$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{127,3}{\pi} \times \sqrt{\frac{410}{2 \times 10^5}} = 1,8$$

Untuk nilai  $\lambda_c > 1,5$

$$N_n = \left(\frac{0,88}{\lambda_c^2}\right) \cdot A_g \cdot f_y \text{ (RSNI T-03-2005 ps. 6.2)}$$

- Kuat nominal

$$N_n = \left(\frac{0,88}{1,8^2}\right) \cdot 13440 \cdot 410 = 1440506,19 \text{ N}$$

- Kontrol (RSNI T-03-2005 ps.6.1)

$$N_u \leq \phi \cdot N_n$$

$$71492 \text{ kg} \leq 0,85 \cdot 144050,6$$

$$71492 \text{ kg} \leq 122443 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

## 4. Rangka Batang tarik (Frame 822)

Digunakan profil box 600 x 600 x 8 x 8

h = 600	mm	$I_x = 110673,3$	$\text{cm}^4$
b = 600	mm	$I_y = 110673,3$	$\text{cm}^4$
W = 148,7	kg/m	$i_x = 24,17$	cm
tb = 8	mm	$i_y = 24,17$	cm
tf = 8	mm	$S_x = 3689,1$	$\text{cm}^3$
A = 18944	$\text{mm}^2$	$S_y = 3689,1$	$\text{cm}^3$
J = 167206,3	$\text{cm}^4$	$Z_x = 4205,82$	$\text{cm}^3$
$Z_y = 4205,82$	$\text{cm}^3$		

BJ EN 10025 :  $f_u = 550$  MPa $f_y = 355$  MPa $E = 200000$  MPa

$$P = 2667,8 \text{ kN}$$

Panjang tekuk:

$$L = 6000 \text{ mm}$$

 $k_c = 1$ , faktor tekuk untuk sendi-sendi

$$L_k = k_c \times L = 1 \times 6000 = 6000 \text{ mm}$$

- Kontrol kelangsingan struktur tekan (RSNI T-03-2005 ps. 6.1)

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} = \frac{6000}{241,7} = 24,8 < 140 \quad \text{OK}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{6000}{241,7} = 24,8 < 140 \quad \text{OK}$$

$$\lambda_y = \lambda_x$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{24,8}{\pi} \times \sqrt{\frac{355}{2 \times 10^5}} = 0,3$$

Untuk nilai  $\lambda_c \leq 1,5$

$$N_n = (0,66^{\lambda_c^2}) \cdot A_g \cdot f_y \text{ (RSNI T-03-2005 ps. 6.2)}$$

- Kuat nominal

$$N_n = (0,66^{0,2^2}) \cdot 18944 \cdot 355 = 6422447 \text{ N}$$

- Kontrol (RSNI T-03-2005 ps.6.1)

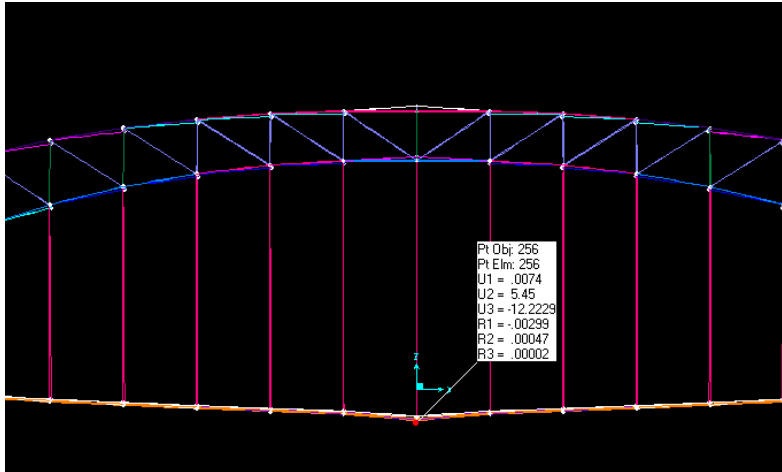
$$N_u \leq \phi \cdot N_n$$

$$266779 \text{ kg} \leq 0,85 \cdot 642244,7$$

$$266779 \text{ kg} \leq 545908 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

### 6.6.1.1. Kontrol Lendutan Pada Jembatan Busur

Berdasarkan analisa lendutan dengan menggunakan program bantu SAP 2000 maka didapatkan lendutan sebesar;



Gambar 6.20 Lendutan Pada Jembatan Busur

**Sumber:** Analisa Pemodelan

Lendutan yang terjadi = 12,2 cm

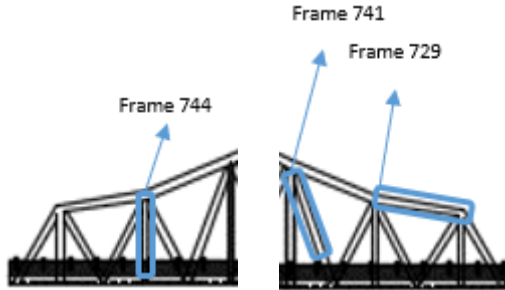
Syarat lendutan

$$12,2 \text{ cm} < \frac{L}{800}$$

$$12,2 \text{ cm} < \frac{12000 \text{ cm}}{800}$$

$$12,2 \text{ cm} < 15 \text{ cm}$$

(MEMENUHI)



Gambar 6.21 Rangka Pada Jembatan Bentang 20 m

### 6.6.2. Rangka Pada Jembatan Bentang 20 m

#### 1. Rangka atas (Frame 729)

Digunakan profil box 800 x 600 x 10 x 10

$h = 800$	mm	$I_x = 266332$	cm <sup>4</sup>
$b = 600$	mm	$I_y = 171772$	cm <sup>4</sup>
$W = 216$	kg/m	$i_x = 31,06$	cm
$t_b = 10$	mm	$i_y = 24,94$	cm
$t_f = 10$	mm	$S_x = 6658,3$	cm <sup>3</sup>
$A = 27600$	mm <sup>2</sup>	$S_y = 317344,9$	cm <sup>3</sup>
$J = 5725,73$	cm <sup>4</sup>	$Z_x = 7782$	cm <sup>3</sup>
$Z_y = 6402$	cm <sup>3</sup>		

BJ EN 10025 :	$f_u = 550$	MPa
	$F_y = 355$	MPa
	$E = 200000$	MPa



$P = 1738,22$  kN (Tekan)

Panjang tekuk:

$L = 8062$  mm

$k_c = 1$ , faktor tekuk untuk sendi-sendi

$L_k = k_c \times L = 1 \times 8062 = 8062$  mm

- Kontrol kelangsingan struktur tekan (RSNI T-03-2005 ps. 6.1)

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} = \frac{8062}{310,6} = 25,9 < 140 \quad \text{OK}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{8062}{249,4} = 32,3 < 140 \quad \text{OK}$$

$$\lambda_y > \lambda_x$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{32,3}{\pi} \times \sqrt{\frac{355}{2 \times 10^5}} = 0,4$$

Untuk nilai  $\lambda_c \leq 1,5$

$$N_n = (0,66^{\lambda_c^2}) \cdot A_g \cdot f_y \text{ (RSNI T-03-2005 ps. 6.2)}$$

- Kuat nominal

$$N_n = (0,66^{0,2^2}) \cdot 27600 \cdot 355 = 9062013,45 \text{ N}$$

- Kontrol (RSNI T-03-2005 ps.6.1)

$$N_u \leq \phi \cdot N_n$$

$$173822 \text{ kg} \leq 0,85 \cdot 906201,3$$

$$173822 \text{ kg} \leq 770271,1 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

## 2. Rangka Tegak (Frame 744)

Digunakan profil WF 600 x 200 x 12 x 16

$$h = 600 \text{ mm} \quad I_x = 100198,9 \text{ cm}^4$$

$$b = 200 \text{ mm} \quad I_y = 7208,18 \text{ cm}^4$$

$$W = 130 \text{ kg/m} \quad i_x = 24,6 \text{ cm}$$

$$t_b = 12 \text{ mm} \quad i_y = 6,6 \text{ cm}$$

$$t_f = 16 \text{ mm} \quad S_x = 3339,96 \text{ cm}^3$$

$$A = 165,57 \text{ cm}^2 \quad S_y = 480,5 \text{ cm}^3$$

$$Z_y = 740 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 3771 \text{ cm}^3$$

$$\text{BJ 55} \quad : \quad f_u = 550 \text{ MPa}$$

$$F_y = 410 \text{ MPa}$$

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



Axial  
976,433 KN  
at 0,000 cm



$$P = 976,433 \text{ kN (Tarik)}$$

Panjang tekuk:

$$L = 7000 \text{ mm}$$

$k_c = 1$ , faktor tekuk untuk sendi-sendi

$$L_k = k_c \times L = 1 \times 7000 = 7000 \text{ mm}$$

- Kontrol kelangsingan struktur tarik  
(RSNI T-03-2005 ps. 5.3.3)

$$- \lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} = \frac{7000}{246} = 28,45 < 300 \text{ OK}$$

$$- \lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{7000}{66} = 106,06 < 300 \text{ OK}$$

- Kontrol kekuatan leleh (RSNI T-03-2005 ps.5.1)

$$\begin{aligned} \phi N_n &= \phi \times f_y \times A_g \\ &= 0,9 \times 4100 \times 165,57 \\ &= 610953 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Kontrol kekuatan patah

$$\begin{aligned} \text{Asumsi } D \text{ baut} &= 24 \text{ mm} \\ D \text{ lubang} &= 26 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$U = 1$$

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - (n \times D \times t_f) \\ &= 16557 - (2 \times 26 \times 16) \\ &= 15725 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_e &= U \times A_n \\ &= 1 \times 15725 \text{ mm}^2 \\ &= 15725 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi N_n &= \phi \times f_u \times A_e \\ &= 0,75 \times 550 \times 15725 \text{ mm}^2 \\ &= 648656,3 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi N_n &= 648656,3 \text{ kg (diambil nilai yang terkecil)} \\ 97643,3 \text{ kg} &> 648656,3 \text{ kg OK} \end{aligned}$$

## 3. Rangka Miring (Frame 741)

Digunakan profil WF 600 x 200 x 6 x 9

$$h = 600 \text{ mm} \quad I_x = 41294,05 \text{ cm}^4$$

$$b = 200 \text{ mm} \quad I_y = 1201,05 \text{ cm}^4$$

$$W = 56,1 \text{ kg/m} \quad i_x = 24 \text{ cm}$$

$$t_b = 6 \text{ mm} \quad i_y = 4,1 \text{ cm}$$

$$t_f = 9 \text{ mm} \quad S_x = 1376 \text{ cm}^3$$

$$A = 71,42 \text{ cm}^2 \quad S_y = 120,1 \text{ cm}^3$$

$$Z_y = 185 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 1572 \text{ cm}^3$$

$$BJ 55 \quad : \quad f_u = 550 \text{ MPa}$$

$$F_y = 410 \text{ MPa}$$

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



$$P = 1773,2 \text{ kN (Tarik)}$$

Panjang tekuk:

$$L = 10770 \text{ mm}$$

 $k_c = 1$ , faktor tekuk untuk sendi-sendi

$$L_k = k_c \times L = 1 \times 10770 = 10770 \text{ mm}$$

- Kontrol kelangsingan struktur tarik (RSNI T-03-2005 ps. 5.3.3)

$$- \lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} = \frac{10770}{240} = 44,87 < 300 \text{ OK}$$

$$- \lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{10770}{41} = 262,68 < 300 \text{ OK}$$

- Kontrol kekuatan leleh (RSNI T-03-2005 ps.5.1)

$$\begin{aligned} \phi N_n &= \phi \times f_y \times A_g \\ &= 0,9 \times 4100 \times 7142 \\ &= 292822 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Kontrol kekuatan patah

$$\text{Asumsi } D \text{ baut} = 24 \text{ mm}$$

$$D \text{ lubang} = 26 \text{ mm}$$

$$U = 1$$

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - (n \times D \times t_f) \\ &= 7142 - (2 \times 26 \times 9) \\ &= 6674 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

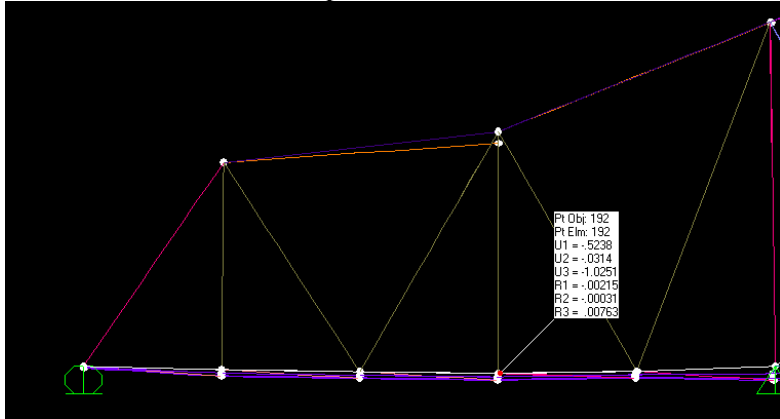
$$\begin{aligned} A_e &= U \times A_n \\ &= 1 \times 6674 \text{ mm}^2 \\ &= 6674 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi N_n &= \phi \times f_u \times A_e \\ &= 0,75 \times 550 \times 6674 \text{ mm}^2 \\ &= 275302,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi N_n &= 263539,8 \text{ kg (diambil nilai yang terkecil)} \\ 263539,8 \text{ kg} &> 177320 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

### 6.6.2.1. Kontrol Lendutan Pada Jembatan 20 m

Berdasarkan analisa lendutan dengan menggunakan program bantu SAP 2000 maka didapatkan lendutan sebesar;



Gambar 6. 22 Lendutan Pada Jembatan 20 m

**Sumber:** Analisa Pemodelan

Lendutan yang terjadi = 1,02 cm

Syarat lendutan

$$1,02 \text{ cm} < \frac{L}{800}$$

$$1,02 \text{ cm} < \frac{2000 \text{ cm}}{800}$$

$$1,02 \text{ cm} < 2,5 \text{ cm}$$

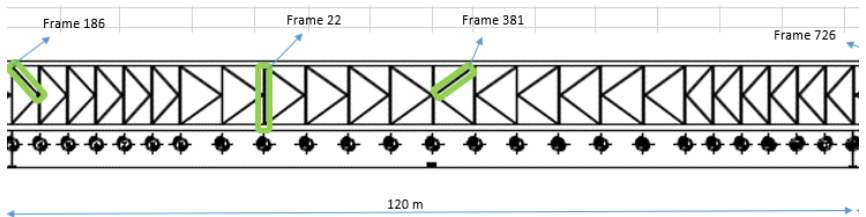
(MEMENUHI)

***“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”***

## BAB VII PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER

### 7.1. Ikatan Angin

Bentuk konstruksi ikatan angin atas diasumsikan sebagai konstruksi rangka batang bidang. Dan yang berfungsi sebagai batang horizontal adalah konstruksi busur.



Gambar 7.1 Ikatan Angin Atas Busur

Ikatan angina atas busur dimulai dari as 3 sampai as 28.

Dari Output SAP 2000, didapatkan :

- a. Batang horizontal Tekan (Frame 22)



$$P = 2567,67\text{kg (Tekan)}$$

Profil yang dipakai : WF 200 x 200 x 8 x 12

$$d = 200 \quad \text{mm} \quad I_x = 4720 \quad \text{cm}^4$$

$$b = 200 \quad \text{mm} \quad I_y = 1600 \quad \text{cm}^4$$

$$A = 63,53 \quad \text{cm}^2 \quad i_x = 8,62 \quad \text{cm}$$

$$t_w = 8 \quad \text{mm} \quad i_y = 5,02 \quad \text{cm}$$

$$t_f = 12 \quad \text{mm} \quad S_x = 472 \quad \text{cm}^3$$

$$W = 49,9 \quad \text{kg/m} \quad S_y = 160 \quad \text{cm}^3$$

$$Z_x = 513 \quad \text{cm}^3 \quad Z_y = 243 \quad \text{cm}^3$$

- Kontrol penampang  
Pelat sayap

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{200}{2 \times 12} = 8,33$$

$$\lambda_R = \frac{250}{\sqrt{fy}} = \frac{250}{\sqrt{410}} = 12,35$$

$$\frac{bf}{2tf} < \lambda_R \rightarrow \text{OK}$$

Panjang tekuk:

$$L = 9000 \text{ mm}$$

kc = 1, faktor tekuk untuk sendi-sendi

$$L_k = kc \times L = 1 \times 9000 = 9000 \text{ mm}$$

- Kontrol kelangsingan struktur tekan  
(RSNI T-03-2005 ps. 6.1)

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} = \frac{9000}{86,2} = 104,41$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{9000}{50,2} = 179,28(\text{menentukan})$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{179,28}{\pi} \times \sqrt{\frac{410}{2 \times 10^5}} = 2,5$$

Untuk nilai  $\lambda_c \geq 1,5$

$$N_n = \frac{(0,88)}{\lambda_c^2} \cdot A_g \cdot fy \quad (\text{RSNI T-03-2005 ps. 6.2})$$

- Kuat nominal

$$N_n = \frac{(0,88)}{2,5^2} \cdot 6353 \cdot 410 = 343331,53\text{N}$$

- Kontrol (RSNI T-03-2005 ps.6.1)

$$N_u \leq \phi \cdot N_n$$

$$2567,67 \text{ kg} \leq 0,85 \cdot 343331,1$$

$$2567,67 \text{ kg} \leq 29183,2 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

## b. Batang diagonal Tekan (Frame 186)



$$P = 5673,6 \text{ kg (Tekan)}$$

Profil yang dipakai : 2L 150 x 150 x 19

$$H = 150 \text{ mm} \quad I_x = 2180 \text{ cm}^4$$

$$W = 83,81 \text{ kg/m} \quad I_y = 4849 \text{ cm}^4$$

$$A = 106,76 \text{ cm}^2 \quad i_x = 4,52 \text{ cm}$$

$$t_b = 19 \text{ mm} \quad i_y = 6,74 \text{ cm}$$

$$t_f = 19 \text{ mm} \quad S_x = 205,66 \text{ cm}^3$$

$$S_y = 310,83 \text{ cm}^3$$

- Kontrol penampang

Pelat sayap

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{150}{2 \times 19} = 3,95$$

$$\lambda_R = \frac{250}{\sqrt{f_y}} = \frac{250}{\sqrt{410}} = 12,35$$

$$\frac{bf}{2tf} < \lambda_R \rightarrow \text{OK}$$

Panjang tekuk:

$$L = 6311 \text{ mm}$$

$k_c = 1$ , faktor tekuk untuk sendi-sendi

$$L_k = k_c \times L = 1 \times 6311 = 6311 \text{ mm}$$

- Kontrol kelangsingan struktur tekan

(RSNI T-03-2005 ps. 6.1)

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} = \frac{6311}{45,2} = 139,62 \text{ (menentukan)}$$



$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{6311}{67,4} = 93,6$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{139,62}{\pi} \times \sqrt{\frac{410}{2 \times 10^5}} = 2,01$$

Untuk nilai  $\lambda_c \geq 1,5$

$$N_n = \frac{(0,88)}{\lambda_c^2} \cdot A_g \cdot f_y \quad (\text{RSNI T-03-2005 ps. 6.2})$$

- Kuat nominal

$$N_n = \frac{(0,88)}{2,01^2} \cdot 10676 \cdot 410 = 951264,93 \text{ N}$$

- Kontrol (RSNI T-03-2005 ps.6.1)

$$N_u \leq \phi \cdot N_n$$

$$5673,6 \text{ kg} \leq 0,85 \cdot 95126,49$$

$$5673,6 \text{ kg} \leq 80857,5 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

c. Batang diagonal Tekan (Frame 381)



$P = 49559,78 \text{ kg}$  (Tekan)

Profil yang dipakai : 2L 175 x 175 x 12

$$H = 175 \text{ mm} \quad I_x = 2340 \text{ cm}^4$$

$$W = 63,62 \text{ kg/m} \quad I_y = 4642,26 \text{ cm}^4$$

$$A = 81,04 \text{ cm}^2 \quad i_x = 5,37 \text{ cm}$$

$$t_b = 12 \text{ mm} \quad i_y = 7,57 \text{ cm}$$

$$t_f = 12 \text{ mm} \quad S_x = 183,24 \text{ cm}^3$$

$$S_y = 256,48 \text{ cm}^3$$

- Kontrol penampang

Pelat sayap

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{175}{2 \times 12} = 7,29$$

$$\lambda_R = \frac{250}{\sqrt{fy}} = \frac{250}{\sqrt{410}} = 12,35$$

$$\frac{bf}{2tf} < \lambda_R \rightarrow \text{OK}$$

Panjang tekuk:

$$L = 7501 \text{ mm}$$

$k_c = 1$ , faktor tekuk untuk sendi-sendi

$$L_k = k_c \times L = 1 \times 7501 = 7501 \text{ mm}$$

- Kontrol kelangsingan struktur tekan (RSNI T-03-2005 ps. 6.1)

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} = \frac{7501}{53,7} = 139,6 (\text{menentukan})$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{7501}{75,7} = 99$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{139,6}{\pi} \times \sqrt{\frac{410}{2 \times 10^5}} = 2,01$$

Untuk nilai  $\lambda_c \geq 1,5$

$$N_n = \frac{(0,88)}{\lambda_c^2} \cdot A_g \cdot fy \quad (\text{RSNI T-03-2005 ps. 6.2})$$

- Kuat nominal

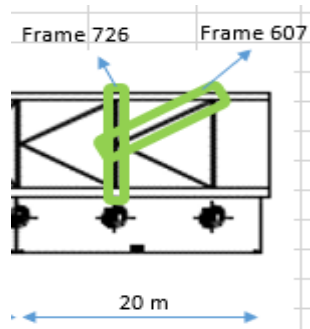
$$N_n = \frac{(0,88)}{2,01^2} \cdot 8104 \cdot 410 = 721476,3 \text{ N}$$

- Kontrol (RSNI T-03-2005 ps.6.1)

$$N_u \leq \phi \cdot N_n$$

$$49559,78 \text{ kg} \leq 0,85 \cdot 72147,63$$

$$49559,78 \text{ kg} \leq 61325,5 \text{ kg} \quad \text{OK}$$



Gambar 7.2 Ikatan Angin Atas Pada Bentang 20 m

Ikatan angin atas busur dimulai dari as 28 sampai as 30.  
 Dari Output SAP 2000, didapatkan :

- a. Batang diagonal Tekan (Frame 607)



$P = 4793,7 \text{ kg (Tekan)}$

Profil yang dipakai : 2L 180 x 180 x 16

$H = 180 \text{ mm}$        $I_x = 4089,18 \text{ cm}^4$

$W = 107,4 \text{ kg/m}$        $I_y = 7960,88 \text{ cm}^4$

$A = 133,6 \text{ cm}^2$        $i_x = 5,53 \text{ cm}$

$t_b = 16 \text{ mm}$        $i_y = 7,71 \text{ cm}$

$t_f = 16 \text{ mm}$        $S_x = 322,27 \text{ cm}^3$

$S_y = 442,27 \text{ cm}^3$

- Kontrol penampang

Pelat sayap

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{180}{2 \times 16} = 5,62$$

$$\lambda_R = \frac{250}{\sqrt{f_y}} = \frac{250}{\sqrt{410}} = 12,35$$

$$\frac{bf}{2tf} < \lambda_R \rightarrow \text{OK}$$

Panjang tekuk:

$$L = 9233 \text{ mm}$$

$k_c = 1$ , faktor tekuk untuk sendi-sendi

$$L_k = k_c \times L = 1 \times 9233 = 9233 \text{ mm}$$

- Kontrol kelangsingan struktur tekan (RSNI T-03-2005 ps. 6.1)

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} = \frac{9233}{55,3} = 166,9 \quad (\text{menentukan})$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{9233}{77,1} = 119,7$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{166,9}{\pi} \times \sqrt{\frac{410}{2 \times 10^5}} = 2,4$$

Untuk nilai  $\lambda_c \geq 1,5$

$$N_n = \frac{(0,88)}{\lambda_c^2} \cdot A_g \cdot f_y \quad (\text{RSNI T-03-2005 ps. 6.2})$$

- Kuat nominal

$$N_n = \frac{(0,88)}{2,4^2} \cdot 13360 \cdot 410 = 832498,51 \text{ N}$$

- Kontrol (RSNI T-03-2005 ps.6.1)

$$N_u \leq \phi \cdot N_n$$

$$4793,7 \text{ kg} \leq 0,85 \cdot 83249,8$$

$$4793,7 \text{ kg} \leq 70762,4 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

- b. Batang horizontal Tekan (Frame 726)



$$P = 808,31 \text{ kg (Tekan)}$$

Profil yang dipakai : WF 200 x 200 x 8 x 12

$$d = 200 \text{ mm} \quad I_x = 4720 \text{ cm}^4$$

$$b = 200 \text{ mm} \quad I_y = 1600 \text{ cm}^4$$

$A = 63,53$	$\text{cm}^2$	$i_x = 8,62$	$\text{cm}$
$tw = 8$	$\text{mm}$	$i_y = 5,02$	$\text{cm}$
$tf = 12$	$\text{mm}$	$S_x = 472$	$\text{cm}^3$
$W = 49,9$	$\text{kg/m}$	$S_y = 160$	$\text{cm}^3$
$Z_x = 513$	$\text{cm}^3$	$Z_y = 243$	$\text{cm}^3$

- Kontrol penampang

Pelat sayap

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{200}{2 \times 12} = 8,3$$

$$\lambda_R = \frac{250}{\sqrt{fy}} = \frac{250}{\sqrt{410}} = 12,35$$

$$\frac{bf}{2tf} < \lambda_R \rightarrow \text{OK}$$

Panjang tekuk:

$$L = 9000 \text{ mm}$$

$kc = 1$ , faktor tekuk untuk sendi-sendi

$$L_k = kc \times L = 1 \times 9000 = 9000 \text{ mm}$$

- Kontrol kelangsingan struktur tekan

(RSNI T-03-2005 ps. 6.1)

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} = \frac{9000}{86,2} = 104,4$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{9000}{50,2} = 179,2 (\text{menentukan})$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{179,2}{\pi} \times \sqrt{\frac{410}{2 \times 10^5}} = 2,58$$

Untuk nilai  $\lambda_c \geq 1,5$

$$N_n = \frac{(0,88)}{\lambda_c^2} \cdot A_g \cdot fy \quad (\text{RSNI T-03-2005 ps. 6.2})$$

- Kuat nominal

$$N_n = \frac{(0,88)}{2,58^2} \cdot 6353 \cdot 410 = 343331,53\text{N}$$

- Kontrol (RSNI T-03-2005 ps.6.1)

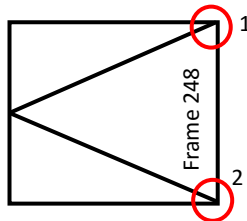
$$N_u \leq \phi \cdot N_n$$

$$808,31 \text{ kg} \leq 0,85 \cdot 343331,1$$

$$808,31 \text{ kg} \leq 29183,2 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

### 7.1.2. Sambungan

- Sambungan Ikatan Angin Atas Busur Pada Bentang 120



Gambar 7.3 Sambungan Ikatan Angin Atas Frame 726

Titik simpul 1 dan 2

Sambungan batang horizontal ke plat simpul

$$Sh = 4620 \text{ kg}$$

Perencanaan:

- Pelat BJ 41  $F_y = 250 \text{ Mpa}$   
 $F_u = 410 \text{ Mpa}$
- Baut A325  $F_u^b = 620 \text{ Mpa}$
- D baut rencana = 2,4 cm
- $T_b$  baut = 210 kN

Kekuatan ijin 1 baut

1. Kekuatan geser

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b \\ &= 0,75 \times 1,13 \times 0,35 \times 2 \times 21000 \\ &= 12458 \text{ kg} \end{aligned}$$

## 2. Jumlah baut

yang menentukan akibat tumpu

$$n = \frac{R_u}{\phi R_n} = \frac{4620 \text{ kg}}{12458 \text{ kg}} = 1 \rightarrow 4 \text{ baut}$$

- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)

Jarak ke tepi (S1) = 1,5 db s/d (4tp+100) atau 200mm

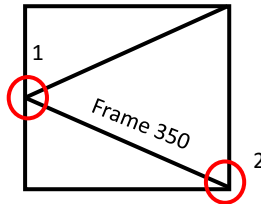
$$1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 24 \text{ mm} = 36 \text{ mm}$$

$$4tp+100 = (4 \cdot 10 \text{ mm} + 100) = 140 \text{ mm} \rightarrow 5 \text{ cm}$$

Jarak antar baut (S) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm

$$2,5 \text{ db} = 2,5 \cdot 24 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$$

$$15tp = 15 \cdot 10 \text{ mm} = 225 \text{ mm} \rightarrow 6,5 \text{ cm}$$



Gambar 7.4 Sambungan Ikatan Angin Atas Frame 350

Titik simpul 1 dan 2

Sambungan batang diagonal ke plat simpul

$$S_d = 6266 \text{ kg}$$

Perencanaan:

- Pelat BJ 41  $F_y = 250 \text{ Mpa}$   
 $F_u = 410 \text{ Mpa}$
- Baut A325  $F_u^b = 620 \text{ Mpa}$
- D baut rencana = 2 cm
- $T_b$  baut = 145 kN

### Kekuatan ijin 1 baut

#### 1. Kekuatan geser

$$\begin{aligned}\varnothing R_n &= \varphi \times m \times r1 \times f_u^b \times A_b \\ &= 0,75 \times 2 \times 0,5 \times 6200 \times (1/4 \times \pi \times 20^2) \\ &= 14608 \text{ kg}\end{aligned}$$

#### 2. Kekuatan tumpu

$$\begin{aligned}\varnothing R_n &= \varphi \times 2,4 \times d_b \times f_u \times t_p \\ &= 0,75 \times 2,4 \times 2 \times 4100 \times 1 \\ &= 14760 \text{ kg}\end{aligned}$$

#### 3. Jumlah baut

yang menentukan akibat geser

$$n = \frac{R_u}{\varnothing R_n} = \frac{6266 \text{ kg}}{14608 \text{ kg}} = 1 \rightarrow 4 \text{ baut}$$

#### - Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)

Jarak ke tepi(S1) = 1,5db s/d (4tp+100) atau 200mm

$$1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 20 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$$

$$4t_p + 100 = (4 \cdot 10 \text{ mm} + 100) = 140 \text{ mm} \rightarrow 5 \text{ cm}$$

Jarak antar baut(S) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm

$$2,5 \text{ db} = 2,5 \cdot 20 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$$

$$15t_p = 15 \cdot 10 \text{ mm} = 225 \text{ mm} \rightarrow 6,5 \text{ cm}$$



Tabel 7.1 Rekapitulasi Jumlah Baut Ikatan Angin Busur

No	D baut (mm)	Frame	Nu (kg)	Sambungan Baut					
				Kuat Geser		Kuat Tumpu		Jumlah Baut (n)	Baut Yang Digunakan
				Rn (kg)	ØRn (kg)	Rn (kg)	ØRn (kg)		
1	20	348	6377	19478	14608,4	19680	14760	4	4
2	20	349	-6609	19478	14608,4	19680	14760	4	4
3	20	350	6226	19478	14608,4	19680	14760	4	4
4	20	351	-6287	19478	14608,4	19680	14760	4	4
17	20	362	5927	19478	14608,4	19680	14760	4	4
18	20	363	-5991	19478	14608,4	19680	14760	4	4
19	20	364	1822	19478	14608,4	19680	14760	4	4
20	20	365	-2000	19478	14608,4	19680	14760	4	4
21	20	366	1525	19478	14608,4	19680	14760	4	4
22	20	367	-1607	19478	14608,4	19680	14760	4	4
23	20	368	1230	19478	14608,4	19680	14760	4	4
24	20	369	-1323	19478	14608,4	19680	14760	4	4
25	20	370	1119	19478	14608,4	19680	14760	4	4
26	20	371	-1199	19478	14608,4	19680	14760	4	4
27	20	372	589	19478	14608,4	19680	14760	4	4
28	20	373	-815	19478	14608,4	19680	14760	4	4
29	20	374	68	19478	14608,4	19680	14760	4	4
30	20	375	-281	19478	14608,4	19680	14760	4	4
31	20	376	-414	19478	14608,4	19680	14760	4	4
32	20	377	309	19478	14608,4	19680	14760	4	4
33	20	378	-917	19478	14608,4	19680	14760	4	4
34	20	379	804	19478	14608,4	19680	14760	4	4
35	20	380	-47647	19478	14608,4	19680	14760	4	4
36	20	381	-44937	19478	14608,4	19680	14760	4	4
37	20	221	-44437	19478	14608,4	19680	14760	4	4
38	20	220	-48157	19478	14608,4	19680	14760	4	4

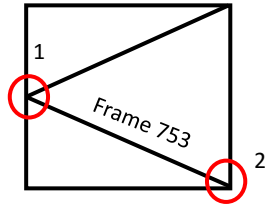
39	20	599	-5438	19478	14608,4	19680	14760	4	4
40	20	600	5238	19478	14608,4	19680	14760	4	4
41	20	597	-5106	19478	14608,4	19680	14760	4	4
42	20	598	4928	19478	14608,4	19680	14760	4	4
54	20	595	-4762	19478	14608,4	19680	14760	4	4
55	20	596	4570	19478	14608,4	19680	14760	4	4
56	20	347	-5523	19478	14608,4	19680	14760	4	4
57	20	346	5085	19478	14608,4	19680	14760	4	4
58	20	353	-4885	19478	14608,4	19680	14760	4	4
59	20	352	4662	19478	14608,4	19680	14760	4	4
60	20	355	-4296	19478	14608,4	19680	14760	4	4
61	20	354	4119	19478	14608,4	19680	14760	4	4
62	20	357	-3753	19478	14608,4	19680	14760	4	4
63	20	356	3525	19478	14608,4	19680	14760	4	4
64	20	359	-3207	19478	14608,4	19680	14760	4	4
65	20	358	3034	19478	14608,4	19680	14760	4	4
66	20	361	-36925	19478	14608,4	19680	14760	4	4
67	20	360	-31699	19478	14608,4	19680	14760	4	4
68	20	201	-36409	19478	14608,4	19680	14760	4	4
69	20	200	-32200	19478	14608,4	19680	14760	4	4

**Sumber:** Analisa Perhitungan

82	20	382	-153688	19478	14608,4	19680	14760	10,5205	12
83	20	507	4877	19478	14608,4	19680	14760	4	4
84	20	344	-78983	19478	14608,4	19680	14760	5,4067	6
85	20	345	67536	19478	14608,4	19680	14760	4,62312	6
88	20	342	-75076	19478	14608,4	19680	14760	5,13921	6
89	20	343	59345	19478	14608,4	19680	14760	4,06239	6
90	20	268	-66997	19478	14608,4	19680	14760	4,58617	6
91	20	312	55272	19478	14608,4	19680	14760	4	4
92	20	195	-59969	19478	14608,4	19680	14760	4,10507	6
93	20	259	50103	19478	14608,4	19680	14760	4	4
94	20	183	-55610	19478	14608,4	19680	14760	4	4
95	20	194	46303	19478	14608,4	19680	14760	4	4
96	20	589	-65417	19478	14608,4	19680	14760	4,47806	6
97	20	590	46238	19478	14608,4	19680	14760	4	4
98	20	591	-46256	19478	14608,4	19680	14760	4	4
99	20	592	39846	19478	14608,4	19680	14760	4	4
100	20	593	-25795	19478	14608,4	19680	14760	4	4
101	20	594	24464	19478	14608,4	19680	14760	4	4
102	20	557	-12382	19478	14608,4	19680	14760	4	4
103	20	558	17374	19478	14608,4	19680	14760	4	4
104	20	555	3850	19478	14608,4	19680	14760	4	4
105	20	556	13042	19478	14608,4	19680	14760	4	4
106	20	549	30547	19478	14608,4	19680	14760	4	4
107	20	550	24289	19478	14608,4	19680	14760	4	4
108	20	560	33142	19478	14608,4	19680	14760	4	4
109	20	559	21717	19478	14608,4	19680	14760	4	4

**Sumber:** Analisa Perhitungan

b. Sambungan Ikatan Angin Atas Pada Bentang 20 m



Gambar 7.5 Sambungan Ikatan Angin Atas Frame 753

Titik simpul 1 dan 2

Sambungan batang diagonal ke plat simpul

$$S_d = 2276 \text{ kg}$$

Perencanaan:

- Pelat BJ 41  $F_y = 250 \text{ Mpa}$   
 $F_u = 410 \text{ Mpa}$
- Baut A325  $F_u^b = 620 \text{ Mpa}$
- D baut rencana = 2 cm
- $T_b$  baut = 145 kN

Kekuatan ijin 1 baut

1. Kekuatan geser

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \times m \times r1 \times f_u^b \times A_b \\ &= 0,75 \times 2 \times 0,5 \times 6200 \times (1/4 \times \pi \times 20^2) \\ &= 14608 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. Kekuatan tumpu

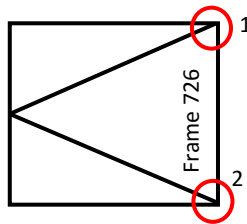
$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \times 2,4 \times d_b \times f_u \times t_p \\ &= 0,75 \times 2,4 \times 2 \times 4100 \times 1 \\ &= 14760 \text{ kg} \end{aligned}$$

3. Jumlah baut

yang menentukan akibat geser

$$n = \frac{R_u}{\phi R_n} = \frac{2276 \text{ kg}}{14608 \text{ kg}} = 1 \rightarrow 4 \text{ baut}$$

- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)  
 Jarak ke tepi( $S_1$ ) =  $1,5db$  s/d ( $4tp+100$ ) atau 200mm  
 $1,5 db = 1,5 \cdot 20 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$   
 $4tp+100 = (4 \cdot 10 \text{ mm} +100) = 140 \text{ mm} \rightarrow 5cm$   
 Jarak antar baut( $S$ ) =  $2,5 db$  s/d  $15tp$  atau 200mm  
 $2,5 db = 2,5 \cdot 20 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$   
 $15tp = 15 \cdot 10 \text{ mm} = 225 \text{ mm} \rightarrow 6,5 \text{ cm}$



Gambar 7.6 Sambungan Ikatan Angin Atas Frame 946

Titik simpul 1 dan 2

Sambungan batang horizontal ke plat simpul

$$Sh = 3769 \text{ kg}$$

Perencanaan:

- Pelat BJ 41  $F_y = 250 \text{ Mpa}$   
 $F_u = 410 \text{ Mpa}$
- Baut A325  $F_u^b = 620 \text{ Mpa}$
- D baut rencana = 2,4 cm
- $T_b$  baut = 210 kN

Kekuatan ijin 1 baut

1. Kekuatan geser

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b \\ &= 0,75 \times 1,13 \times 0,35 \times 2 \times 21000 \\ &= 12458 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. Jumlah baut

yang menentukan akibat tumpu

$$n = \frac{Ru}{\emptyset Rn} = \frac{3769 \text{ kg}}{12458 \text{ kg}} = 1 \rightarrow 4 \text{ baut}$$

- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)  
 Jarak ke tepi(S1) = 1,5db s/d (4tp+100) atau 200mm  
 $1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 24 \text{ mm} = 36 \text{ mm}$   
 $4tp+100 = (4 \cdot 10 \text{ mm} + 100) = 140 \text{ mm} \rightarrow 5\text{cm}$   
 Jarak antar baut(S) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm  
 $2,5 \text{ db} = 2,5 \cdot 24 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$   
 $15tp = 15 \cdot 10 \text{ mm} = 225 \text{ mm} \rightarrow 6,5 \text{ cm}$

Tabel 7.2 Rekapitulasi Jumlah Baut Ikatan Angin Atas (20 m)

No	Frame	Nu (kg)	Sambungan Baut						Baut (n)	Baut Yang Digunakan
			Kuat Geser		Kuat Tumpu					
			Rn (kg)	$\emptyset Rn$ (kg)	Rn (kg)	$\emptyset Rn$ (kg)				
1	607	-4536,1	19478	14608	19680	14760	4	4		
2	608	4608,9	19478	14608	19680	14760	4	4		
3	754	-2010,5	19478	14608	19680	14760	4	4		
4	753	2276,0	19478	14608	19680	14760	4	4		
5	506	15631,6	19478	14608	19680	14760	4	4		
6	505	2063,5	19478	14608	19680	14760	4	4		
7	503	-8083,0	19478	14608	19680	14760	4	4		
8	504	9479,9	19478	14608	19680	14760	4	4		
9	501	-15529,3	19478	14608	19680	14760	4	4		
10	502	6028,5	19478	14608	19680	14760	4	4		
11	499	-33350,4	19478	14608	19680	14760	4	4		
12	500	-7303,8	19478	14608	19680	14760	4	4		
13	497	-62904,8	19478	14608	19680	14760	4,30607	6		
14	498	-32863,5	19478	14608	19680	14760	4	4		

**Sumber:** Analisa Perhitungan

## 7.2. Perhitungan Sambungan

Sambungan menggunakan baut mutu tinggi tipe gesek yang perencanaannya berdasarkan AISC-LRFD

- Kekuatan geser baut (LRFD 13.2.2.1)

$$V_d = \phi \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b$$

Keterangan :

$\mu$  = koefisien gesek yang ditentukan (=0,35)

$\phi$  = lubang baut standar (=1)

$m$  = jumlah bidang geser

$T_b$  = tegangan tarik baut

### 7.4.1. Sambungan Balok Memanjang Dengan Melintang

- Data Perencanaan:
  1. Profil balok memanjang WF 500 x 250 x 6 x 14
  2. Profil balok melintang WF 900 x 300 x 16 x 28
  3. Pelat penyambung  $t = 10\text{mm}$  ; BJ 37
  4.  $D$  baut = 2 cm ;  $T_b = 145\text{ kN}$
  5.  $D$  lubang = 2 cm + 0,2 = 2,2 cm
- Sambungan pada balok memanjang
  1. Kekuatan geser baut
 
$$V_d = \phi \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b$$

$$= 0,75 \times 1,13 \times 0,35 \times 2 \times 145$$

$$= 86,02\text{ kN}$$
  2. Gaya geser yang bekerja adalah gaya geser maksimum antara gelagar memanjang dengan melintang.  $V_u = 263,3\text{ kN}$
  3. Jumlah baut
 
$$n = V_u / V_d$$

$$= 263,3 / 86,02$$

$$= 3,1 \rightarrow 4\text{ buah}$$
  4. Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)
 
$$\text{Jarak ke tepi}(S_1) = 1,5d_b \text{ s/d } (4t_p + 100) \text{ atau } 200\text{mm}$$

$$1,5\text{ db} = 1,5 \cdot 20\text{ mm} = 30\text{ mm}$$

$$4t_p + 100 = (4 \cdot 10\text{ mm} + 100) = 140\text{ mm}$$

$$S_1 \text{ digunakan} = 3\text{ cm}$$

Jarak antar baut(S) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm

2,5 db = 2,5 . 20 mm = 60 mm

15tp = 15 . 10 mm = 150 mm

S digunakan = 6cm

- Sambungan pada balok melintang

1. Kekuatan geser baut

$$V_d = \phi \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b$$

$$= 0,75 \times 1,13 \times 0,35 \times 2 \times 145$$

$$= 86,02 \text{ kN}$$

2. Gaya geser yang bekerja adalah gaya geser maksimum antara gelagar memanjang dengan melintang.

$$V_u = 263,3 \text{ kN}$$

3. Jumlah baut

$$n = V_u / V_d$$

$$= 263,3 / 86,03$$

$$= 3,1 \rightarrow 4 \text{ buah}$$

- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)

Jarak ke tepi(S1) = 1,5db s/d (4tp+100) atau 200mm

1,5 db = 1,5 . 20 mm = 30 mm

4tp+100 = (4 . 10 mm +100) = 140 mm

S1 digunakan = 5cm

Jarak antar baut(S) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm

2,5 db = 2,5 . 20 mm = 60 mm

15tp = 15 . 10 mm = 150 mm

S digunakan = 6,5cm

- Kontrol plat siku

- Dipakai profil L 100 x 100 x 10

- A = 19 cm<sup>2</sup>

- t = 1 cm

- Luas geser plat siku

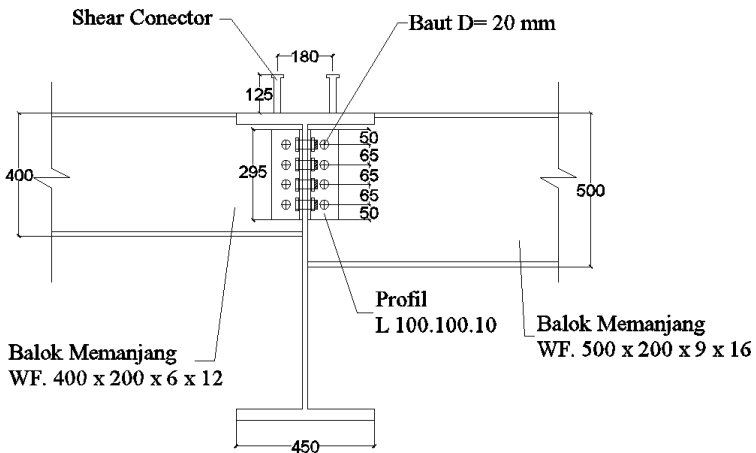
$$A_{nv} = A_g - (n \times D \times t_f)$$

$$= 19 - (4 \times 2,2 \times 1)$$

$$= 10,2 \text{ cm}^2$$



- Kuat rencana  
 $\varnothing N_n = \varnothing \times f_u \times A_{nv}$   
 $= 0,75 \times 3700 \times 10,2$   
 $= 283,05 \text{ kN}$
- Karena 2 siku maka:  
 $2 \cdot \varnothing \cdot N_n > V_u$   
 $2 \cdot 283,05 \text{ kN} > 263,3 \text{ kN}$   
 $566,1 \text{ kN} > 263,3 \text{ kN} \quad \text{OK}$

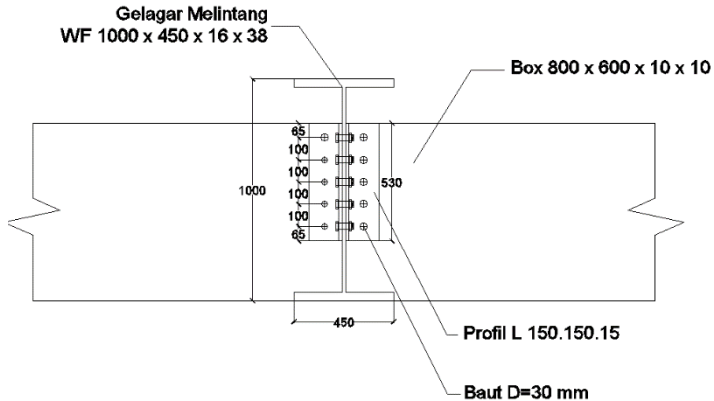


Gambar 7. 7 Sambungan Balok Memanjang Dengan Melintang  
**7.4.2. Sambungan Balok Melintang Dengan Busur Box**

- Data Perencanaan:
  1. Profil busur box 600 x 600 x 10 x 10
  2. Profil balok melintang WF 900 x 300 x 16 x 28
  3. Pelat penyambung  $t = 15 \text{ mm}$  ; BJ 37
  4.  $D \text{ baut} = 3,6 \text{ cm}$  ;  $T_b = 490 \text{ kN}$
  5.  $D \text{ lubang} = 3,6 \text{ cm} + 0,2 = 3,8 \text{ cm}$
- Sambungan pada balok melintang
  1. Kekuatan geser baut  
 $V_d = \varnothing \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b$   
 $= 0,75 \times 1,13 \times 0,35 \times 1 \times 490$   
 $= 145,35 \text{ kN}$

2. Gaya geser yang bekerja adalah gaya geser maksimum antara gelagar melintang dengan busur .  
 $V_u = 810,6 \text{ kN}$
3. Jumlah baut
  - $n = V_u / V_d$
  - $= 810,6 / 145,35$
  - $= 5,6 \rightarrow 6 \text{ buah}$
- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)
  - Jarak ke tepi ( $S_1$ ) =  $1,5 \text{ db s/d } (4tp+100)$  atau  $200 \text{ mm}$
  - $1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 36 \text{ mm} = 54 \text{ mm}$
  - $4tp+100 = (4 \cdot 15 \text{ mm} + 100) = 160 \text{ mm}$
  - $S_1 \text{ digunakan} = 5,5 \text{ cm}$
  - Jarak antar baut ( $S$ ) =  $2,5 \text{ db s/d } 15tp$  atau  $200 \text{ mm}$
  - $2,5 \text{ db} = 2,5 \cdot 36 \text{ mm} = 10,8 \text{ mm}$
  - $15tp = 15 \cdot 15 \text{ mm} = 230 \text{ mm}$
  - $S \text{ digunakan} = 11 \text{ cm}$
- Kontrol plat siku
  - Dipakai profil L  $150 \times 150 \times 15$
  - $A = 42,74 \text{ cm}^2$
  - $t = 1,5 \text{ cm}$
  - Luas geser plat siku
    - $An_v = A_g - (n \times D \times t_f)$
    - $= 42,74 - (3 \times 3,8 \times 1,5)$
    - $= 22,22 \text{ cm}^2$
  - Kuat rencana
    - $\phi N_n = \phi \times f_u \times An_v$
    - $= 0,75 \times 4100 \times 22,22 = 683,27 \text{ kN}$
  - Karena 2 siku maka:
    - $2 \cdot \phi \cdot N_n > V_u$
    - $2 \cdot 683,27 \text{ kN} > 810,6 \text{ kN}$

$$1366,53 \text{ kN} > 810,6 \text{ kN} \quad \text{OK}$$



Gambar 7. 8 Sambungan Balok Melintang Dengan Busur Box

### 7.4.3. Sambungan Las

Sambungan las akan dikontrol tahanan nominal nya terhadap gaya dalam yang terjadi. Berdasarkan AISC-LRFD hal 8-141.

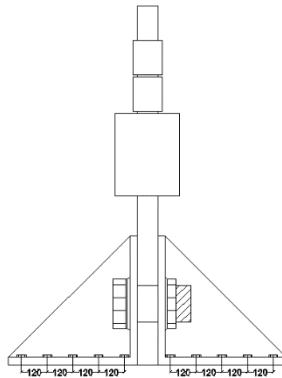
Detail Rumus Perhitungan:

1. Panjang efektif = Total panjang yang di las
2. Tebal las = AISC-LRFD hal 140-141
3. Luas efektif = panjang efektif x tebal las
4. Mutu las ( $F_{E60xx}$ ) =  $4921 \text{ kg/cm}^2$
5. Mutu baja WF  
 $F_y = 410 \text{ MPa}$   
 $F_u = 550 \text{ MPa}$
6. Dibebani gaya tarik dan tekan  
 $\emptyset.Rnw \text{ (bahan dasar)} = 0,9 \times \text{luas efektif} \times f_y$   
 $\emptyset.Rnw \text{ (las)} = 0,9 \times \text{luas efektif} \times f_{uw}$
7. Dibebani gaya geser  
 $\emptyset.Rnw \text{ (bahan dasar)} = 0,9 \times \text{luas efektif} \times 0,6 \times f_y$   
 $\emptyset.Rnw \text{ (las)} = 0,8 \times \text{luas efektif} \times 0,6 \times f_{uw}$

Kuat las tumpul penetrasi penuh ditetapkan sebagai berikut:

- Profil WF 200 x 200 x 8 x 12
  - L = 700 mm (Panjang pelat Sambung)
  - Ru = 795,8 kg (Diambil Terbesar Frame 382)
  - Tebal las = 10 mm
  - Luas efektif = 7000 mm<sup>2</sup>
  - Dibebani gaya tarik dan tekan
  - Ø.Rnw (bahan dasar) = 206640 kg ≥ Ru OK
  - Ø.Rnw (las) = 212587,2 kg ≥ Ru OK
  - Dibebani gaya geser
  - Ø.Rnw (bahan dasar) = 123984 kg ≥ Ru OK
  - Ø.Rnw (las) = 113379,84 kg ≥ Ru OK

#### 7.4.4. Sambungan Batang Penggantung Dengan Box



Gambar 7. 9 Sambungan Kabel

Profil kabel yang dipakai adalah Galvanized structural strand dengan D= 55 mm, system sambungannya menggunakan closed bridge sockets yang ditahan plat sambung. Gaya tarik aksial max yang diterima penggantung :

$$T = 707,1 \text{ kN}$$

- Perencanaan:
  - Pelat BJ 37 Fy = 240 Mpa
  - Fu = 370 Mpa

- Baut A325  $F_u^b = 620 \text{ Mpa}$
- D baut rencana = 2,4 cm
- $T_b$  baut = 210 kN
- Kekuatan ijin 1 baut
  1. Kekuatan geser
 
$$\begin{aligned}\phi R_n &= 1,13 \times \mu \times m \times T_b \\ &= 1,13 \times 0,35 \times 1 \times 210 \\ &= 83,05 \text{ kN}\end{aligned}$$
  2. Jumlah baut yang menentukan akibat tumpu
 
$$n = \frac{R_u}{\phi R_n} = \frac{707,1 \text{ kg}}{83,05 \text{ kg}} = 8,5 \rightarrow 12 \text{ baut}$$
- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)
 

Jarak ke tepi(S1) = 1,5db s/d (4tp+100) atau 200mm  
 $1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 24 \text{ mm} = 36 \text{ mm}$   
 $4tp+100 = (4 \cdot 20 \text{ mm} + 100) = 180 \text{ mm} \rightarrow 4\text{cm}$   
 Jarak antar baut(S) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm  
 $2,5 \text{ db} = 2,5 \cdot 24 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$   
 $15tp = 15 \cdot 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm} \rightarrow 8\text{cm}$
- Kontrol plat siku
  - Dipakai profil L 600 x 20
 
$$\begin{aligned}A_g &= 120 \text{ cm}^2 \\ T &= 2 \text{ cm} \\ f_u &= 410 \text{ MPa} \\ d_{\text{socket}} &= 12,03 \text{ cm} \\ A_{\text{socket}} &= 43,25 \text{ cm}^2\end{aligned}$$
  - Luas geser plat siku
 
$$\begin{aligned}A_{nv} &= A_g - (n \times D \times t_f) - A_{\text{socket}} \\ &= 120 - (2 \times 2,6 \times 2) - 37,7 \\ &= 71,9 \text{ cm}^2\end{aligned}$$
  - Kuat rencana
 
$$\begin{aligned}\phi N_n &= \phi \times f_u \times A_{nv} \\ &= 0,75 \times 3700 \times 90,75 \\ &= 2518 \text{ kN}\end{aligned}$$
  - Karena 2 siku maka:

$$\begin{array}{rcl}
 2 \cdot \emptyset \cdot N_n & > & V_u \\
 2 \cdot 2518 \text{ kN} & > & 707,1 \text{ kN} \\
 5036 \text{ kN} & > & 707,1 \text{ kN} \quad \text{OK}
 \end{array}$$

## 7.4.5. Sambungan Pada Jembatan Busur Bentang 120 m

### 7.4.5.1. Sambungan Busur Batang Atas (Frame 307)

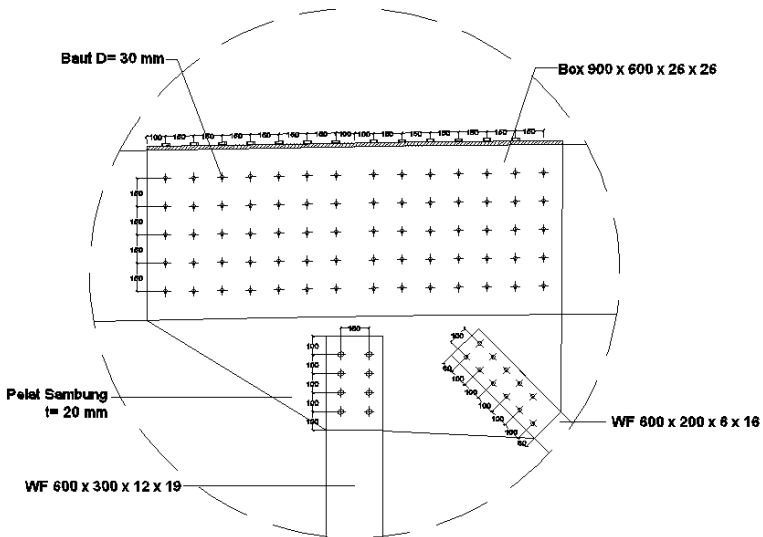
- Data Perencanaan:
  1. Profil tengah busur box 800 x 600 x 10 x 10
  2. Profil tepi busur box 800 x 600 x 10 x 10
  3. Pelat penyambung  $t = 20 \text{ mm}$  ; BJ 50
  4. D baut = 3cm ;  $T_b = 335 \text{ kN}$
  5. D lubang = 3 cm + 0,2 = 3,2 cm
- Kekuatan geser baut
 
$$\begin{aligned}
 V_d &= \emptyset \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b \\
 &= 0,75 \times 1,13 \times 0,35 \times 2 \times 335 \\
 &= 198,7 \text{ kN}
 \end{aligned}$$
- Desain sambungan berdasarkan gaya max yang diterima penampang busur dari out put Sap 2000.  
 $V_u = 4608 \text{ kN}$
- Jumlah baut
 
$$\begin{aligned}
 n &= V_u / V_d \\
 &= 4608 / 198,7 \\
 &= 23,1 \rightarrow 24 \text{ buah}
 \end{aligned}$$
- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)
 

Jarak ke tepi( $S_1$ ) = 1,5db s/d (4tp+100) atau 200mm

$$\begin{aligned}
 1,5 \text{ db} &= 1,5 \cdot 30 \text{ mm} = 45 \text{ mm} \\
 4tp+100 &= (4 \cdot 20 \text{ mm} + 100) = 160 \text{ mm} \\
 S_1 \text{ digunakan} &= 10 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Jarak antar baut( $S$ ) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm

$$\begin{aligned}
 2,5 \text{ db} &= 2,5 \cdot 30 \text{ mm} = 75 \text{ mm} \\
 15tp &= 15 \cdot 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm} \\
 S \text{ digunakan} &= 15 \text{ cm}
 \end{aligned}$$



Gambar 7.10 Sambungan Busur Batang Atas

#### 7.4.5.2. Sambungan Busur Batang Bawah (Frame 298)

- Data Perencanaan:
  1. Profil tengah busur box 800 x 600 x 20 x 20
  2. Profil tepi busur box 800 x 600 x 20 x 20
  3. Pelat penyambung  $t = 20$  mm ; BJ 50
  4. D baut = 3cm ;  $T_b = 335$  kN
  5. D lubang = 3 cm + 0,2 = 3,2 cm
- Kekuatan geser baut
 
$$V_d = \phi \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b$$

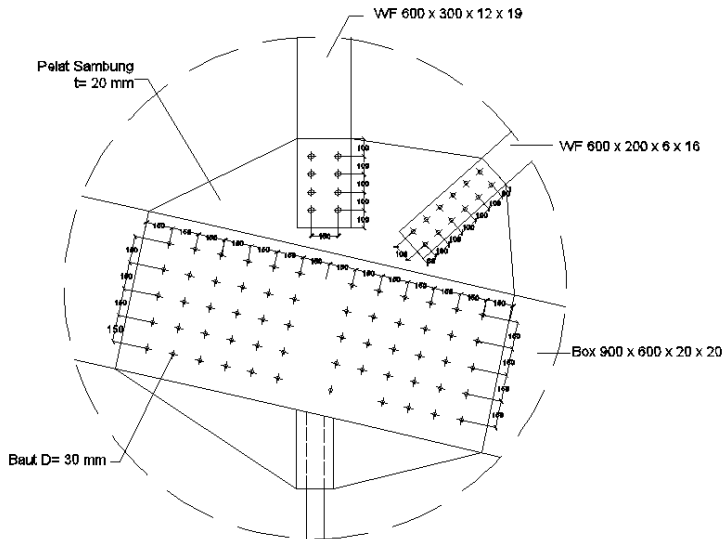
$$= 0,75 \times 1,13 \times 0,35 \times 2 \times 335$$

$$= 198,7 \text{ kN}$$
- Desain sambungan berdasarkan gaya max yang diterima penampang busur dari out put Sap 2000.
 
$$V_u = 8184,4 \text{ kN}$$
- Jumlah baut
 
$$n = V_u / V_d$$

$$= 8184,4 / 198,7$$

= 41,1 → 42 buah

- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)  
 Jarak ke tepi(S1) = 1,5db s/d (4tp+100) atau 200mm  
 $1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 30 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$   
 $4\text{tp}+100 = (4 \cdot 20 \text{ mm} + 100) = 160 \text{ mm}$   
 S1 digunakan = 6 cm  
 Jarak antar baut(S) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm  
 $2,5 \text{ db} = 2,5 \cdot 30 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$   
 $15\text{tp} = 15 \cdot 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$   
 S digunakan = 10cm



Gambar 7.11 Sambungan Busu Batang Bawah

### 7.4.5.3. Sambungan Busur Batang Tegak-Miring (Frame 386-397)

- Data Perencanaan:
  1. Profil tengah busur WF 600 x 200 x 11 x 17
  2. Profil tepi busur box 800 x 600 x 10 x 10
  3. Pelat penyambung t = 20 mm ; BJ 50



4.  $D \text{ baut} = 3 \text{ cm} ; T_b = 335 \text{ kN}$

5.  $D \text{ lubang} = 3 \text{ cm} + 0,2 = 3,2 \text{ cm}$

- Kekuatan geser baut

$$\begin{aligned} V_d &= \phi \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b \\ &= 0,75 \times 1,13 \times 0,35 \times 2 \times 335 \\ &= 198,7 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Desain sambungan berdasarkan gaya max yang diterima penampang busur dari out put Sap 2000.

$$V_u = 294,25 \text{ kN (Tegak)}$$

$$V_u = 764,26 \text{ kN (Miring)}$$

- Jumlah baut

$$\begin{array}{ll} n = V_u / V_d & n = V_u / V_d \\ = 294,25 / 198,7 & = 764,26 / 198,7 \\ = 1,4 \rightarrow 4 \text{ buah} & = 3,8 \rightarrow 4 \text{ buah} \end{array}$$

- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)

$$\text{Jarak ke tepi (S1)} = 1,5 \text{ db s/d } (4tp+100) \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 30 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$$

$$4tp+100 = (4 \cdot 20 \text{ mm} + 100) = 160 \text{ mm}$$

$$S1(\text{tengah}) \text{ digunakan} = 10 \text{ cm}$$

$$S1(\text{tepi}) \text{ digunakan} = 6 \text{ cm}$$

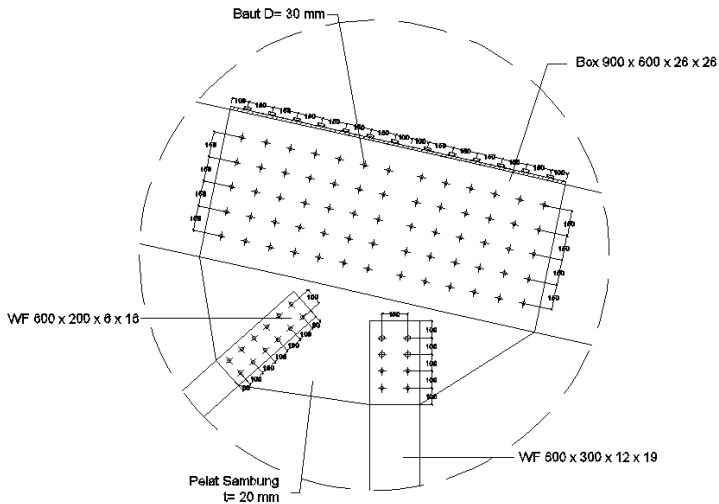
$$\text{Jarak antar baut (S)} = 2,5 \text{ db s/d } 15tp \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$2,5 \text{ db} = 2,5 \cdot 30 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$$

$$15tp = 15 \cdot 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$$

$$S(\text{tengah}) \text{ digunakan} = 10 \text{ cm}$$

$$S(\text{tepi}) \text{ digunakan} = 10 \text{ cm}$$



Gambar 7.12 Sambungan Busur Batang Tegak

#### 7.4.5.4. Sambungan Busur Batang Tarik

- Data Perencanaan:
  1. Profil tengah busur box 600 x 600 x 10 x 10
  2. Profil tepi busur box 600 x 600 x 10 x 10
  3. Pelat penyambung t = 20 mm ; BJ 50
  4. D baut = 3cm ;  $T_b = 335$  kN
  5. D lubang = 3 cm + 0,2 = 3,2 cm
  
- Kekuatan geser baut
 
$$V_d = \emptyset \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b$$

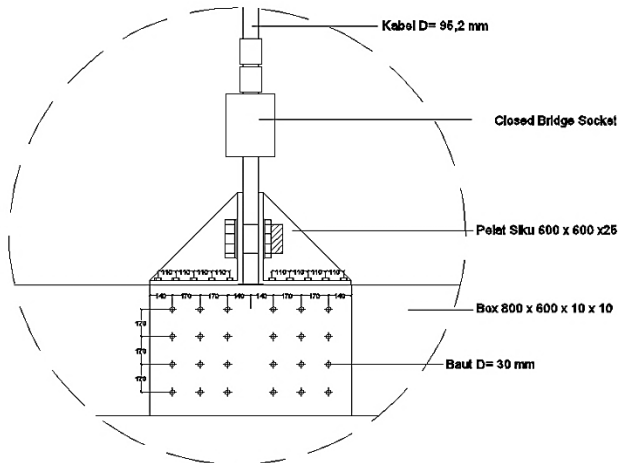
$$= 0,75 \times 1,13 \times 0,35 \times 2 \times 335$$

$$= 198,7 \text{ kN}$$
  
- Desain sambungan berdasarkan gaya max yang diterima penampang busur dari out put Sap 2000.
 
$$V_u = 2667 \text{ kN}$$
  
- Jumlah baut
 
$$n = V_u / V_d$$

$$= 2667 / 198,7$$

$$= 13,4 \rightarrow 14 \text{ buah}$$

- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)  
 Jarak ke tepi(S1) = 1,5db s/d (4tp+100) atau 200mm  
 $1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 30 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$   
 $4\text{tp}+100 = (4 \cdot 20 \text{ mm} + 100) = 160 \text{ mm}$   
 S1 digunakan = 14 cm  
 Jarak antar baut(S) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm  
 $2,5 \text{ db} = 2,5 \cdot 30 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$   
 $15\text{tp} = 15 \cdot 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$   
 S digunakan = 17cm



Gambar 7.13 Sambungan Busur Batang Tarik

Tabel 7.3 Rekapitulasi Jumlah Baut Jembatan Busur

Frame	Gaya Terjadi	Kekuatan 1 Baut	P/VD	Jumlah Baut
	(kN)	(kN)	(Buah)	(Buah)
303	-674,0	198,7	3,4	4
304	-895,3	198,7	4,5	6
335	-1178,5	198,7	5,9	6
336	-1655,2	198,7	8,3	10
337	-2062,7	198,7	10,4	12
305	-2584,9	198,7	13,0	14
306	-3547,5	198,7	17,9	18
307	-4607,7	198,7	23,2	24
308	-5236,9	198,7	26,4	28
309	-5690,6	198,7	28,6	30
310	-5970,8	198,7	30,0	32
311	-5636,5	198,7	28,4	30
62	-5636,5	198,7	28,4	30
61	-5762,9	198,7	29,0	30
60	-5287,3	198,7	26,6	28
59	-4661,6	198,7	23,5	24
58	-3889,8	198,7	19,6	20
57	-3125,8	198,7	15,7	16
56	-2418,8	198,7	12,2	14
55	-2042,9	198,7	10,3	12
54	-1761,3	198,7	8,9	10
53	-1392,7	198,7	7,0	8
52	-1224,6	198,7	6,2	8
51	-1104,2	198,7	5,6	6
729	-1381,5	198,7	7,0	8
728	-1067,9	198,7	5,4	6
339	-12853,7	198,7	64,7	66
292	-12385,5	198,7	62,3	64
293	-11875,5	198,7	59,8	60
294	-11249,9	198,7	56,6	58
295	-10664,5	198,7	53,7	54
296	-10034,3	198,7	50,5	52
297	-9322,4	198,7	46,9	48
298	-8185,6	198,7	41,2	42

299	-6996,7	198,7	35,2	36
300	-6283,9	198,7	31,6	32
301	-5776,9	198,7	29,1	30
302	-5196,6	198,7	26,1	28
73	-5378,9	198,7	27,1	28
72	-6165,5	198,7	31,0	32
71	-6857,5	198,7	34,5	36
70	-7726,5	198,7	38,9	40
69	-8633,3	198,7	43,4	44
68	-9526,9	198,7	47,9	48
67	-10113,2	198,7	50,9	52
66	-10622,5	198,7	53,4	54
65	-10604,1	198,7	53,4	54
64	-11642,8	198,7	58,6	60
63	-12051,6	198,7	60,6	62
176	-12424,5	198,7	62,5	64
405	0,0	198,7	0,0	4
406	121,8	198,7	0,6	4
393	0,0	198,7	0,0	4
404	331,0	198,7	1,7	4
392	0,0	198,7	0,0	4
403	424,0	198,7	2,1	4
391	0,0	198,7	0,0	4
402	764,9	198,7	3,8	4
390	-583,5	198,7	2,9	4
401	639,7	198,7	3,2	4
389	-709,7	198,7	3,6	4
400	776,9	198,7	3,9	4
388	-741,9	198,7	3,7	4
399	1125,0	198,7	5,7	6
387	-713,9	198,7	3,6	4
398	1245,3	198,7	6,3	8
386	-294,1	198,7	1,5	4
397	764,0	198,7	3,8	4
385	-146,7	198,7	0,7	4
396	559,5	198,7	2,8	4
384	23,1	198,7	0,1	4
395	364,2	198,7	1,8	4

383	199,9	198,7	1,0	4
394	61,9	198,7	0,3	4
122	237,2	198,7	1,2	4
134	278,7	198,7	1,4	4
123	69,2	198,7	0,3	4
135	560,9	198,7	2,8	4
124	-108,9	198,7	0,5	4
136	724,9	198,7	3,6	4
125	-270,1	198,7	1,4	4
137	891,0	198,7	4,5	6
126	-409,0	198,7	2,1	4
138	873,5	198,7	4,4	6
127	-478,6	198,7	2,4	4
139	800,9	198,7	4,0	6
128	-508,8	198,7	2,6	4
140	535,7	198,7	2,7	4
129	-480,6	198,7	2,4	4
141	422,0	198,7	2,1	4
130	-365,6	198,7	1,8	4
142	567,9	198,7	2,9	4
131	0,0	198,7	0,0	4
143	253,2	198,7	1,3	4
132	0,0	198,7	0,0	4
144	179,2	198,7	0,9	4
133	0,0	198,7	0,0	4
179	-13,6	198,7	0,1	4
178	0,0	198,7	0,0	4
248	-46,2	198,7	0,2	4
249	-45,5	198,7	0,2	4
250	67,9	198,7	0,3	4
251	-14,6	198,7	0,1	4
252	-12,6	198,7	0,1	4
253	-11,0	198,7	0,1	4
254	-9,0	198,7	0,0	4
255	-6,0	198,7	0,0	4
256	-3,3	198,7	0,0	4
257	-4,6	198,7	0,0	4
258	264,3	198,7	1,3	4
26	-5,9	198,7	0,0	4
25	283,3	198,7	1,4	4
24	-19,3	198,7	0,1	4
23	-22,3	198,7	0,1	4

22	-25,0	198,7	0,1	4
19	-28,0	198,7	0,1	4
18	-30,0	198,7	0,2	4
17	-31,5	198,7	0,2	4
16	-33,6	198,7	0,2	4
15	-35,5	198,7	0,2	4
14	-37,4	198,7	0,2	4
13	-39,2	198,7	0,2	4
260	-38,0	198,7	0,2	4
261	-35,9	198,7	0,2	4
262	-34,2	198,7	0,2	4
263	-32,3	198,7	0,2	4
264	-29,5	198,7	0,1	4
265	-26,6	198,7	0,1	4
266	-23,7	198,7	0,1	4
267	217,2	198,7	1,1	4
50	-5,9	198,7	0,0	4
49	208,3	198,7	1,0	4
42	-9,0	198,7	0,0	4
41	-6,0	198,7	0,0	4
40	-3,0	198,7	0,0	4
33	-4,5	198,7	0,0	4
32	-6,4	198,7	0,0	4
31	-8,1	198,7	0,0	4
30	-10,2	198,7	0,1	4
170	-32,6	198,7	0,2	4
169	-2,0	198,7	0,0	4
877	98,9	198,7	0,5	4
878	-304,9	198,7	1,5	4
879	-650,8	198,7	3,3	4
880	-969,5	198,7	4,9	6

881	-1254,7	198,7	6,3	8
882	-1515,5	198,7	7,6	8
916	-1837,1	198,7	9,2	10
830	-2115,2	198,7	10,6	12
828	-2279,7	198,7	11,5	12
826	-2395,6	198,7	12,1	14
824	-2484,1	198,7	12,5	14
822	-2667,1	198,7	13,4	14
3098	-2668,0	198,7	13,4	14
3169	-2417,5	198,7	12,2	14
3171	-2279,3	198,7	11,5	12
3173	-2157,0	198,7	10,9	12
3175	-1959,0	198,7	9,9	10
808	-1707,5	198,7	8,6	10
745	-1450,1	198,7	7,3	8
11	-1244,9	198,7	6,3	8
10	-999,9	198,7	5,0	6
9	-706,1	198,7	3,6	4
8	-369,0	198,7	1,9	4
48	47,4	198,7	0,2	4
393	-351,8	198,7	1,8	4
392	-432,9	198,7	2,2	4
391	-758,8	198,7	3,8	4
131	-550,5	198,7	2,8	4
132	-242,2	198,7	1,2	4
133	-172,8	198,7	0,9	4

**Sumber:** Analisa Perhitungan



## 7.4.6. Sambungan Pada Jembatan Rangka Bentang 20 m

### 7.4.6.1. Sambungan Rangka Batang Atas (Frame 729)

- Data Perencanaan:
  1. Profil box 800 x 600 x 10 x 10
  2. Pelat penyambung  $t = 20 \text{ mm}$  ; BJ 50
  3. D baut = 3cm ;  $T_b = 335 \text{ kN}$
  4. D lubang = 3 cm + 0,2 = 3,2 cm
- Kekuatan geser baut
 
$$V_d = \phi \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b$$

$$= 0,75 \times 1,13 \times 0,35 \times 2 \times 335$$

$$= 198,7 \text{ kN}$$
- Desain sambungan berdasarkan gaya max yang diterima penampang busur dari out put Sap 2000.  
 $V_u = 1382 \text{ kN}$
- Jumlah baut
 
$$n = V_u / V_d$$

$$= 1382 / 198,7$$

$$= 6,9 \rightarrow 12 \text{ buah}$$
- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)
 

Jarak ke tepi ( $S_1$ ) = 1,5db s/d (4tp+100) atau 200mm

$$1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 30 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$$

$$4tp+100 = (4 \cdot 20 \text{ mm} + 100) = 160 \text{ mm}$$

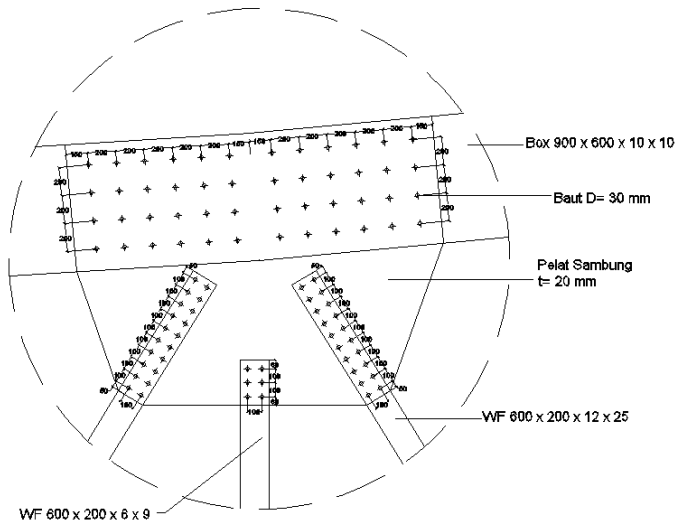
$S_1$  digunakan = 15 cm

Jarak antar baut ( $S$ ) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm

$$2,5 \text{ db} = 2,5 \cdot 30 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$$

$$15tp = 15 \cdot 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$$

S digunakan = 20cm



Gambar 7.14 Sambungan Rangka Batang Atas (20m)

#### 7.4.6.2. Sambungan Rangka Batang Bawah (Frame 491)

- Data Perencanaan:
  1. Profil box 600 x 600 x 10 x 10
  2. Pelat penyambung  $t = 20 \text{ mm}$  ; BJ 50
  3.  $D \text{ baut} = 3 \text{ cm}$  ;  $T_b = 335 \text{ kN}$
  4.  $D \text{ lubang} = 3 \text{ cm} + 0,2 = 3,2 \text{ cm}$
- Kekuatan geser baut
 
$$V_d = \phi \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b$$

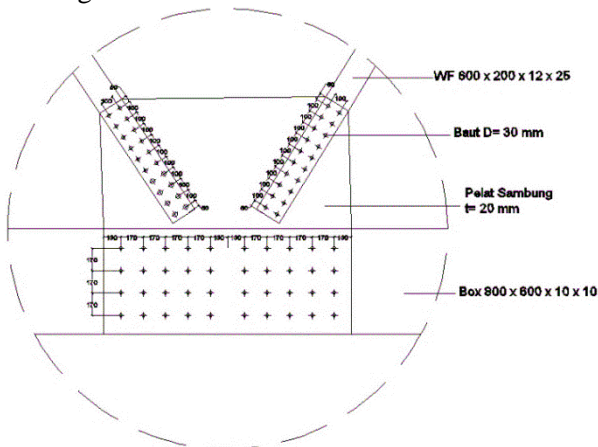
$$= 1 \times 1,13 \times 0,35 \times 2 \times 335$$

$$= 198,7 \text{ kN}$$
- Desain sambungan berdasarkan gaya max yang diterima penampang busur dari out put Sap 2000.
 
$$V_u = 1459 \text{ kN}$$
- Jumlah baut
 
$$n = V_u / V_d$$

$$= 1459 / 198,7$$

$$= 7,3 \rightarrow 12 \text{ buah}$$

- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)  
 Jarak ke tepi (S1) = 1,5 db s/d (4tp+100) atau 200mm  
 $1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 30 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$   
 $4tp+100 = (4 \cdot 20 \text{ mm} + 100) = 160 \text{ mm}$   
 S1 digunakan = 13 cm  
 Jarak antar baut (S) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm  
 $2,5 \text{ db} = 2,5 \cdot 30 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$   
 $15tp = 15 \cdot 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$   
 S digunakan = 17cm

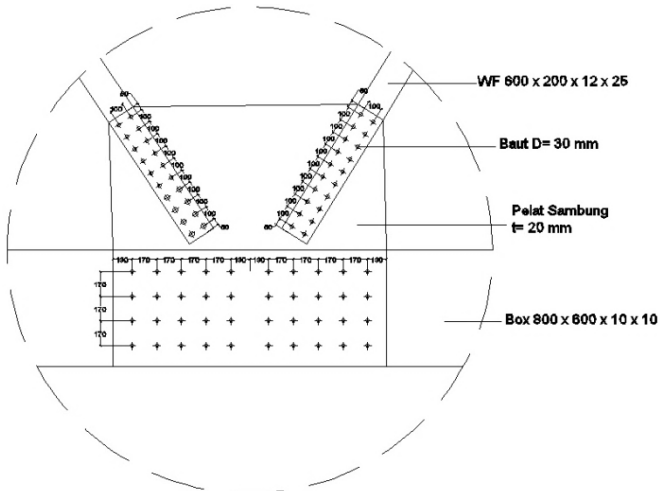


Gambar 7.15 Sambungan Rangka Batang Bawah (44m)

#### 7.4.6.3. Sambungan Rangka Batang Miring (Frame 732)

- Data Perencanaan:
  1. Profil WF 600 x 300 x 12 x 16
  2. Pelat penyambung  $t = 20 \text{ mm}$  ; BJ 50
  3.  $D \text{ baut} = 3 \text{ cm}$  ;  $T_b = 335 \text{ kN}$
  4.  $D \text{ lubang} = 3 \text{ cm} + 0,2 = 3,2 \text{ cm}$
- Kekuatan geser baut  
 $V_d = \emptyset \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b$   
 $= 0,75 \times 1,13 \times 0,35 \times 2 \times 335$   
 $= 198,7 \text{ kN}$

- Desain sambungan berdasarkan gaya max yang diterima penampang busur dari out put Sap 2000.  
 $V_u = 749 \text{ kN}$
- Jumlah baut  
 $n = V_u / V_d$   
 $= 749 / 198,7$   
 $= 3,7 \rightarrow 6 \text{ buah}$
- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)  
 Jarak ke tepi( $S_1$ ) = 1,5db s/d (4tp+100) atau 200mm  
 $1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 30 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$   
 $4\text{tp}+100 = (4 \cdot 20 \text{ mm} + 100) = 160 \text{ mm}$   
 $S_1 \text{ digunakan} = 5 \text{ cm}$   
 Jarak antar baut( $S$ ) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm  
 $2,5 \text{ db} = 2,5 \cdot 30 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$   
 $15\text{tp} = 15 \cdot 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$   
 $S \text{ digunakan} = 10\text{cm}$



Gambar 7.16 Sambungan Rangka Batang Miring (20m)

#### 7.4.6.4. Sambungan Rangka Batang Tegak (Frame 758)

- Data Perencanaan:
  1. Profil WF 600 x 300 x 12 x 16
  2. Pelat penyambung  $t = 20$  mm ; BJ 50
  3.  $D$  baut = 3cm ;  $T_b = 335$  kN
  4.  $D$  lubang = 3 cm + 0,2 = 3,2 cm
- Kekuatan geser baut
 
$$V_d = \phi \times 1,13 \times \mu \times m \times T_b$$

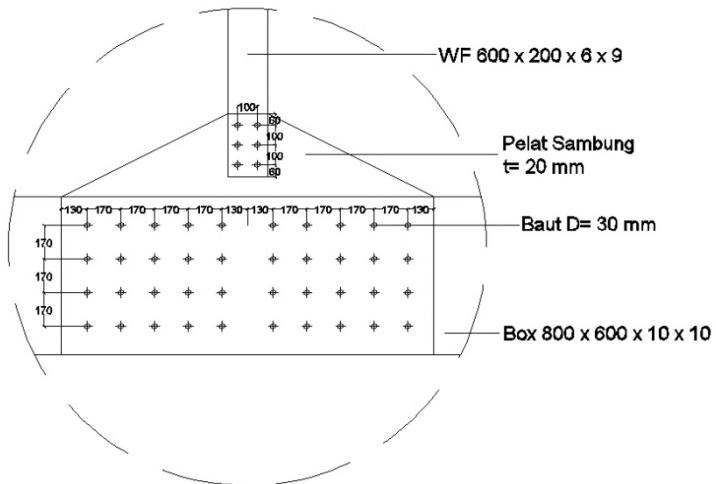
$$= 0,75 \times 1,13 \times 0,35 \times 2 \times 335$$

$$= 198,7 \text{ kN}$$
- Desain sambungan berdasarkan gaya max yang diterima penampang busur dari out put Sap 2000.
 
$$V_u = 560,3 \text{ kN}$$
- Jumlah baut
 
$$n = V_u / V_d$$

$$= 560 / 198,7$$

$$= 2,8 \rightarrow 4 \text{ buah}$$

- Syarat jarak baut (RSNI T-03-2005)  
 Jarak ke tepi(S1) = 1,5db s/d (4tp+100) atau 200mm  
 $1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 30 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$   
 $4\text{tp}+100 = (4 \cdot 20 \text{ mm} +100) = 160 \text{ mm}$   
 S1 digunakan = 5 cm  
 Jarak antar baut(S) = 2,5 db s/d 15tp atau 200mm  
 $2,5 \text{ db} = 2,5 \cdot 30 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$   
 $15\text{tp} = 15 \cdot 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$   
 S digunakan = 10cm



Gambar 7.17 Sambungan Rangka Batang Tegak (20m)

Tabel 7.4 Rekapitulasi Jumlah Baut Jembatan Rangka (20m)

Frame	Gaya Terjadi	Kekuatan 1 Baut	P/VD	Jumlah Baut
	(kN)	(kN)	(Buah)	(Buah)
727	-25,5	198,7	0,1	4
726	-37,7	198,7	0,2	4
495	844,2	198,7	4,2	6
493	901,7	198,7	4,5	6
491	1458,5	198,7	7,3	8
489	1691,6	198,7	8,5	10
487	1169,5	198,7	5,9	6
733	-1645,4	198,7	8,3	10
757	559,0	198,7	2,8	4
738	750,3	198,7	3,8	4
737	-63,8	198,7	0,3	4
758	560,3	198,7	2,8	4
739	-847,0	198,7	4,3	6
741	1449,5	198,7	7,3	8

**Sumber:** Analisa Perhitungan

## BAB VIII PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH

Dalam perencanaan struktur bangunan bawah jembatan busur direncanakan menggunakan abutmen dan pilar jembatan beserta perencanaan pondasinya.

### 8.1. Data Umum Jembatan

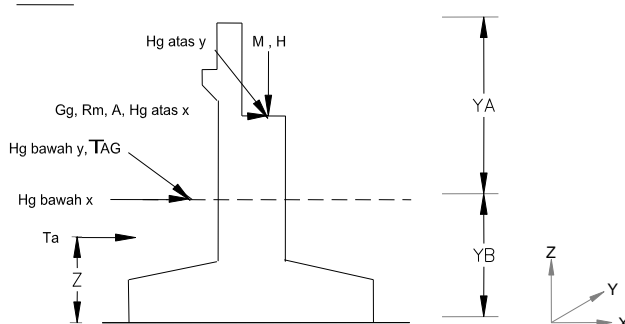
Berikut merupakan data umum jembatan busur rencana:

- Lokasi jembatan = Kabupaten Blitar
- Bentang jembatan modifikasi = 160 m
- Lebar jembatan modifikasi = 9 m
- Struktur atas = Struktur busur rangka
- Pondasi = Pondasi tiang pancang
- Zona gempa = 4

### 8.2. Perencanaan Abutmen

#### 8.2.1. Pembebanan

Beban pada abutmen terdiri dari beban yang terjadi dari bangunan atas yang telah dianalisa dengan program bantu SAP dapat diketahui hasil reaksi pada perletakan dalam kondisi beban layan dan beban akibat pembebanan bangunan bawah



Gambar 8.1 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Abutment

Dimana :  $M$  = Beban mati (dead load)



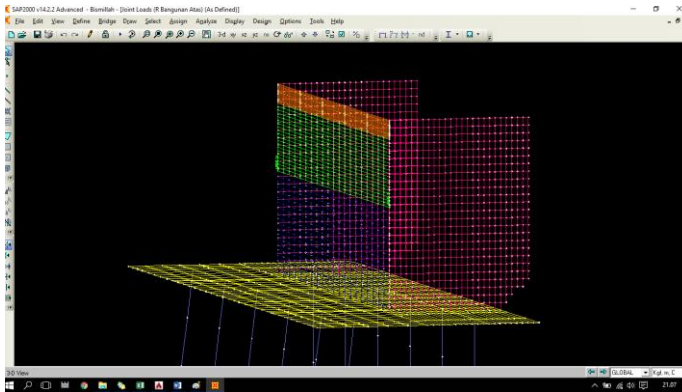
H = Beban hidup (live load)  
 Ta = Tekanan tanah  
 Tb = Gaya rem (*traffic load*)  
 Pd = Beban angin (*wind load*)  
 Eq = Gaya gempa (*earthquake*)

1. Beban Mati (Reaksi bangunan atas)

$$V = 149049,3 \text{ kg}$$

$$H_x = 0$$

$$H_y = 0 \text{ kg}$$



Gambar 8.2 Hasil Input Beban Mati

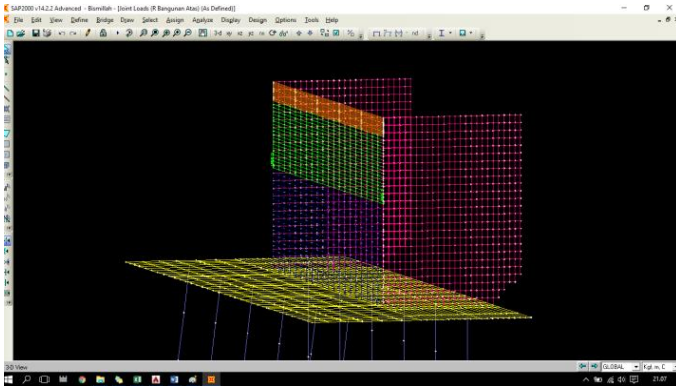
**Sumber:** Analisa Pemodelan

2. Beban Rem

$$V = 380,35 \text{ kg}$$

$$H_x = 0$$

$$H_y = 0 \text{ kg}$$



Gambar 8.3 Hasil Input Beban Rem

**Sumber:** Analisa Pemodelan

### 3. Tekanan Tanah

- Berat tanah timbunan

$$\gamma \text{ (tanah timbunan)} = 1,78 \text{ t/m}^3$$

$$H \text{ (tanah timbunan)} = 3,62 \text{ m}$$

$$W \text{ (tanah timbunan)} = \gamma \times H$$

$$= 1,78 \text{ t/m}^3 \times 3,62 \text{ m}$$

$$= 6,44 \text{ t/m}^2$$

- Tekanan tanah aktif

$$\gamma \text{ (tanah timbunan)} = 1,78 \text{ t/m}^3$$

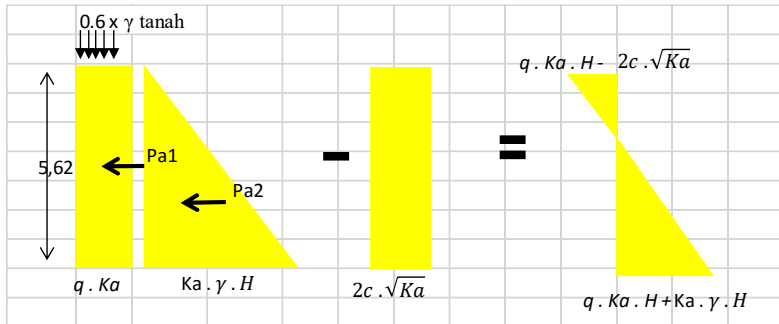
$$\phi = 30^\circ$$

$$C \text{ (tanah timbunan)} = 0$$

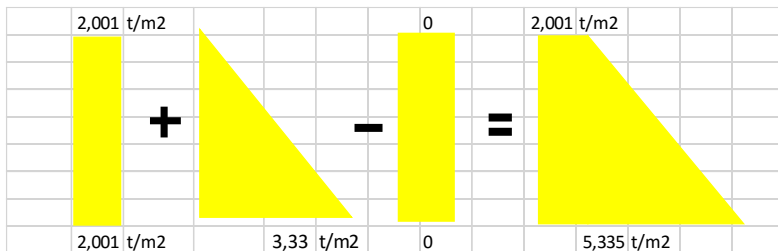
$$H \text{ abutmen} = 6,02 \text{ m}$$

$$K_a = \tan^2(45 - \phi/2)$$

$$= \tan^2(45 - 15) = 0.33$$



Gambar 8.4 Distribusi Tekanan Tanah Aktif (menurut Rankine)



Gambar 8.5 Hasil Perhitungan Distribusi Tekanan Tanah Aktif

Dari total hasil perhitungan distribusi tekanan tanah aktif , kemudian dihitung koefisien C dan D dengan rumus substitusi. Setelah itu koefisien C dan D di masukkan ke program bantu sap.

$$\begin{aligned}
 Ea1 &= Cz + D & 2.0 &= 0 C + D \\
 Ea2 &= Cz + D & \underline{5.3} &= \underline{-5,6 C + D} \\
 & & -0.6 &= C \\
 & & 2.0 &= D
 \end{aligned}$$

Pattern Data

Pattern Name: Tanah New

Pattern Assignment Type

- X, Y, Z Multipliers (Pattern Value = Ax + By + Cz + D)
- Z Coordinate at Zero Pressure and Weight Per Unit Volume

Pattern Value = Ax + By + Cz + D

Constant A: 0.

Constant B: 0.

Constant C: -0.6

Constant D: 2

Restrictions

- Use all values
- Zero Negative values
- Zero Positive values

Options

- Add to existing values
- Replace existing values
- Delete existing values

OK Cancel

Gambar 8.6 Input Nilai C dan D Pada SAP

## Area Surface Pressure Load

Load Pattern Name: + T. Tanah Aktif

Units: Kgf. m. C

Pressure

- By Element
- By Joint Pattern

Pressure: [ ]

Pattern: Tanah New

Multiplier: 1

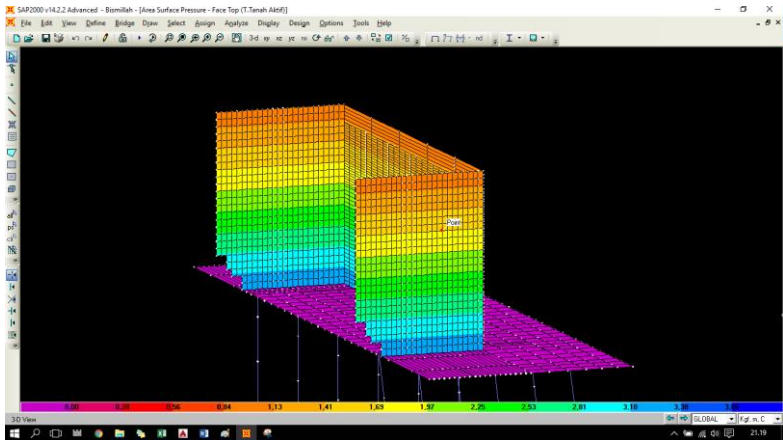
Face: Top

Options

- Add to Existing Loads
- Replace Existing Loads
- Delete Existing Loads

OK Cancel

Gambar 8.7 Input Beban Tekanan Tanah

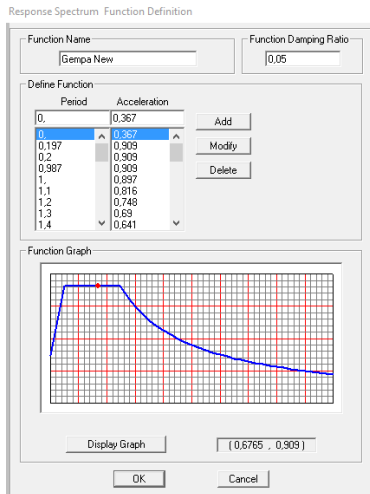


Gambar 8.8 Hasil Input Beban Tekanan Tanah

**Sumber:** Analisa Pemodelan

#### 4. Beban Gempa

Seperti pembebanan pada bab Struktur Utama beban gempa menggunakan respon spektrum menurut RSNI 2833:2016 (Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa) yang di input ke program bantu Sap 2000.



Gambar 8.10 Input Grafik respon spektrum pada sap

Koefisien R pada gempa jembatan  
RSNI Gempa Jembatan 2833:2016 pada tabel 7 , Faktor  
modifikasi respon ( $R$ ) = 1

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: QX      Notes:      Load Case Type: Response Spectrum      Design...

Modal Combination:  CQC      GMC r1: 1      Directional Combination:  SRSS  
 SRSS      GMC r2: 0       CQC3  
 Absolute      Periodic + Rigid Type: SRSS       Absolute  
 GMC      Scale Factor:     

Modal Load Case: Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	Gempa	1.000
Accel	U1	Gempa	9,8/R

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters: Modal Damping: Constant at 0.05      Modify/Show...      OK      Cancel

Gambar 8.11 Input Koefisien Modifikasi Respon Pada Sap

### 8.2.2. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan pada abutmen berdasarkan RSNI T-02-2005

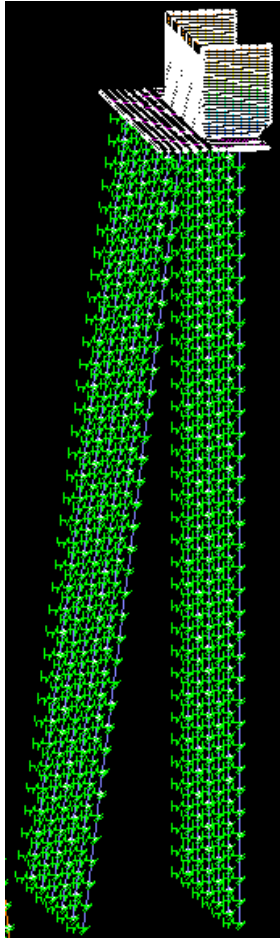
Tabel 8.1 Kombinasi Beban Perencanaan Untuk Tegangan Kerja

Aksi	Kombinasi No.						
	1	2	3	4	5	6	7
Aksi tetap	X	X	X	X	X	X	X
Beban lalu lintas	X	X	X	X	-	-	X
Pengaruh temperatur	-	X	-	X	-	-	-
Arus/hanyutan/hidro/daya apung	X	X	X	X	X	-	-
Beban angin	-	-	X	X	-	-	-
Pengaruh gempa	-	-	-	-	X	-	-
Beban tumbukan	-	-	-	-	-	-	X
Beban pelaksanaan	-	-	-	-	-	X	-
Tegangan berlebihan yang diperbolehkan $r_{os}$	nil	25%	25%	40%	50%	30%	50%

Dimana : Berat sendiri (MS)  
 Beban mati tambahan (MA)  
 Beban lajur "D" (TD)  
 Gaya rem (TB)  
 Temperatur (ET)  
 Baban angin (EW)  
 Tekanan tanah (TA)  
 Beban Gempa (EQ)

Kombinasi: 1).  $1MS+1MA+1TA+1TD+1TB$   
 2).  $1MS+1MA+1TA+1TD+1TB+1ET$   
 3).  $1MS+1MA+1TA+1TD+1TB+1EW$   
 4).  $1MS+1MA+1TA+1TD+1TB+1ET+1EW$   
 5).  $1MS+1MA+1TA+1QX+0,3QY$   
 6).  $1MS+1MA+1TA+0,3QX+1QY$

### 8.2.3. Pemodelan Struktur



Gambar 8.12 Pemodelan Struktur Abutment



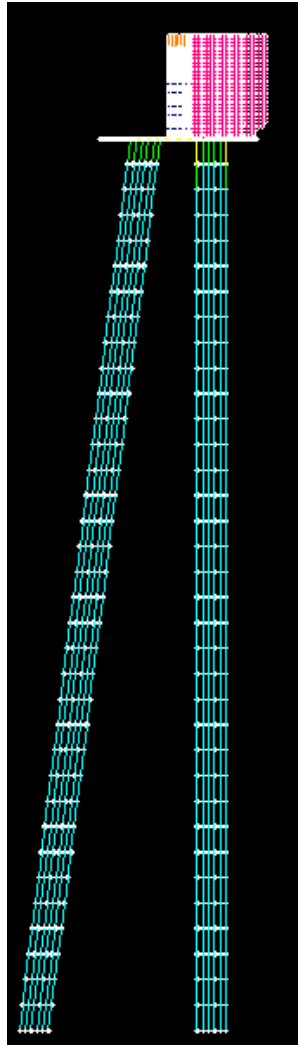
Tabel 8.2 Tabel Perhitungan Gaya Spring Pada Tiang Pancang

Depth (m)	N-SPT	Eo = 28 N	ko	k	kx	kx = ky	kx=ky T/m
		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm	kg/m	
0	0	0	0	0	0	0	0
-1	6	168,000	1,0625	1,0625	10625,25294	1062525,294	1063
-2	6	168,000	1,0625	1,0625	10625,25294	1062525,294	1063
-3	9	252,000	1,5938	1,5938	15937,87941	1593787,941	1594
-4	9	252,000	1,5938	1,5938	15937,87941	1593787,941	1594
-5	8	224,000	1,4167	1,4167	14167,00392	1416700,392	1417
-6	8	224,000	1,4167	1,4167	14167,00392	1416700,392	1417
-7	14	392,000	2,4792	2,4792	24792,25686	2479225,686	2479
-8	14	392,000	2,4792	2,4792	24792,25686	2479225,686	2479
-9	11	308,000	1,9480	1,9480	19479,63039	1947963,039	1948
-10	11	308,000	1,9480	1,9480	19479,63039	1947963,039	1948
-11	22	616,000	3,8959	3,8959	38959,26077	3895926,077	3896
-12	22	616,000	3,8959	3,8959	38959,26077	3895926,077	3896
-13	37	1036,000	6,5522	6,5522	65522,39312	6552239,312	6552
-14	37	1036,000	6,5522	6,5522	65522,39312	6552239,312	6552
-15	22	616,000	3,8959	3,8959	38959,26077	3895926,077	3896
-16	22	616,000	3,8959	3,8959	38959,26077	3895926,077	3896
-17	25	700,000	4,4272	4,4272	44271,88724	4427188,724	4427
-18	25	700,000	4,4272	4,4272	44271,88724	4427188,724	4427
-19	20	560,000	3,5418	3,5418	35417,50979	3541750,979	3542
-20	20	560,000	3,5418	3,5418	35417,50979	3541750,979	3542
-21	17	476,000	3,0105	3,0105	30104,88332	3010488,332	3010
-22	17	476,000	3,0105	3,0105	30104,88332	3010488,332	3010
-23	16	448,000	2,8334	2,8334	28334,00784	2833400,784	2833
-24	16	448,000	2,8334	2,8334	28334,00784	2833400,784	2833
-25	19	532,000	3,3647	3,3647	33646,6343	3364663,430	3365
-26	19	532,000	3,3647	3,3647	33646,6343	3364663,430	3365
-27	17	476,000	3,0105	3,0105	30104,88332	3010488,332	3010
-28	17	476,000	3,0105	3,0105	30104,88332	3010488,332	3010
-29	19	532,000	3,3647	3,3647	33646,6343	3364663,430	3365
-30	19	532,000	3,3647	3,3647	33646,6343	3364663,430	3365
-31	19	532,000	3,3647	3,3647	33646,6343	3364663,430	3365
-32	19	532,000	3,3647	3,3647	33646,6343	3364663,430	3365
-33	37	1036,000	6,5522	6,5522	65522,39312	6552239,312	6552
-34	37	1036,000	6,5522	6,5522	65522,39312	6552239,312	6552
-35	50	1400,000	8,8544	8,8544	88543,77448	8854377,448	8854
-36	50	1400,000	8,8544	8,8544	88543,77448	8854377,448	8854

**Sumber:** Analisa Perhitungan

### 8.2.4. Analisa Struktur

Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan program/software SAP 2000 versi 14.0 sehingga menghasilkan gaya-gaya dalam dan momen yang terjadi termasuk penulangan yang diperlukan pada masing-masing elemen.



Gambar 8.13 Analisa Stress Ratio Pada Tiang Pancang Abutment

**Sumber:** Analisa Pemodelan

### 8.2.5. Perhitungan Struktur Pondasi

Berdasarkan Data tanah yang ada, bahwa tanah dasar yang ada di lapangan merupakan tanah yang lunak, maka tiang pancang harus dimasukkan cukup dalam untuk mendapatkan daya dukung yang cukup menahan *abutment*. Dengan demikian pemodelan tersebut diharapkan dapat mendekati kondisi yang sebenarnya.

#### 1. Data Tanah

Depth (m)	Diskripsi Tanah	N rata2	Grafik SPT
0		0	
-1	Lempung kelanauan berbatu coklat kuning	3	
-2	Lempung kelanauan berbatu coklat kuning	3	
-3	Lempung kelanauan berbatu coklat kuning	4	
-4	Lempung kelanauan Padat Coklat Kuning	4	
-5	Lempung kelanauan Padat Coklat Kuning	4	
-6	Lempung kelanauan Padat Coklat Kuning	4	
-7	Lempung kelanauan Padat Coklat Kuning	7	
-8	Lempung kelanauan Padat Coklat Kuning	7	
-9	Lempung kelanauan Padat Coklat Kuning	6	
-10	Lempung Kepasiran Berbatu Coklat Hitam	6	
-11	Lempung Kepasiran Berbatu Coklat Hitam	11	
-12	Lempung Kepasiran Berbatu Coklat Hitam	11	
-13	Lempung Kepasiran Berbatu Coklat Hitam	18	
-14	Lempung Kepasiran Berbatu Coklat Hitam	18	
-15	Pasir berlempung padat abu abu	11	
-16	Pasir berlempung padat abu abu	11	
-17	Pasir berlempung padat abu abu	12	
-18	Pasir berlempung padat abu abu	12	
-19	Pasir berlempung padat abu abu	10	
-20	Pasir berlempung padat abu abu	10	
-21	Pasir berlempung padat abu abu	8	
-22	Pasir berlempung padat abu abu	8	
-23	Pasir berlempung padat abu abu	8	
-24	Pasir berlempung padat abu abu	8	
-25	Pasir berlempung padat abu abu	9	
-26	Lempung Kelanauan padat abu-abu	9	
-27	Lempung Kelanauan padat abu-abu	9	
-28	Lempung Kelanauan padat abu-abu	9	
-29	Lempung Kelanauan padat abu-abu	9	
-30	Lempung Kelanauan padat abu-abu	9	
-31	Lempung padat abu-abu	10	
-32	Lempung padat abu-abu	10	
-33	Lempung padat abu-abu	18	
-34	Lempung kepasiran berbatu Coklat abu-abu	18	
-35	Batuan sangat padat/cadas abu-abu	40	
-36	Batuan sangat padat/cadas abu-abu	40	

## 2. Material Pondasi

Tiang pondasi pada struktur abutmen direncanakan dengan menggunakan pondasi tiang pancang dari baja. Pondasi tiang pancang yang dipakai adalah Steel Pipe Pile (ASTM A 252 / Grade 3)

## 3. Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

*Reference :*

Kazuto Nakayasu – Suyono Sosrodarsono (Mekanika Teknik & Teknik Pondasi – 1990)

- Data Tiang Pancang

Diameter tiang pancang	$D_p = 1 \text{ m}$
Tebal tiang pancang	$= 0,019 \text{ m}$
Keliling tiang, $U_p = \pi \times D$	$= 3,14 \text{ m}$
Berat tiang	$= 459,6 \text{ kg/m}$
Luas tiang pancang, $A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$	$= 0,753 \text{ m}^2$

- Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang

- a. Gaya geser maksimum dinding tiang ( $R_f$ )

$$R_f = U_p \times \Sigma (l_i \times f_i)$$

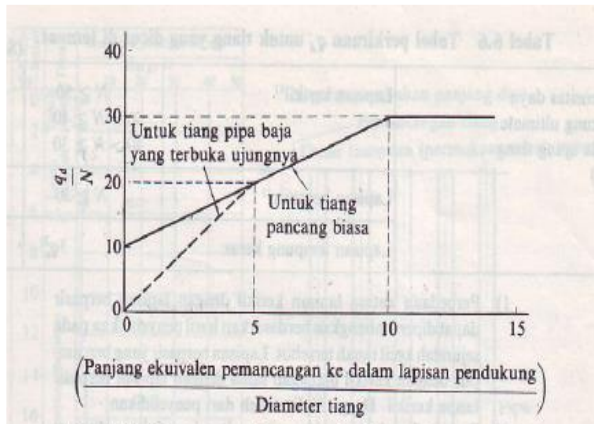
- b. Daya dukung pada ujung tiang ( $R_t$ )

$$R_t = q_d \times A$$

$$l/D = 4$$

$$l = 4 \text{ m (Panjang penetrasi tiang)}$$

$$D = 1 \text{ m (Diameter ujung tiang)}$$



Gambar 8.15 Diagram Perhitungan Dari Intensitas Daya Dukung Ultimate Tanah Pondasi Pada Ujung Tiang

- c. Daya dukung ultimate tiang ( $R_u$ )

$$R_t = R_f + R_{t2}$$

- d. Daya dukung ijin tiang ( $R_a$ )

$$R_a = (R_u/S_f) - W_p$$

Tabel 8. 3 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

Depth (m)	Diskripsi Tanah	N rata2	Grafik SPT	fi (t/m <sup>2</sup> )	fi x li (t/m)	Σ(fi*li)	Pu fr (ton)	Pu bearing (ton)	Pu tiang (ton)	#Untuk Diameter		1 m	
										Sf = 3 Pa (ton)	Sf = 2 Pa (ton)	Sf = 3 P cabut	Sf = 2 P cabut
0		0		0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-1	Lempung kelanauan t	3		3,00	3,00	3,00	9,4	37,7	47,1	15,7	23,6	3,1	4,7
-2	Lempung kelanauan t	3		3,00	3,00	6,00	18,8	37,7	56,5	18,8	28,3	6,3	9,4
-3	Lempung kelanauan t	4		4,00	4,00	10,00	31,4	50,3	81,7	27,2	40,8	10,5	15,7
-4	Lempung kelanauan t	4		4,00	4,00	14,00	44,0	50,3	94,2	31,4	47,1	14,7	22,0
-5	Lempung kelanauan t	4		0,80	0,80	14,80	46,5	50,3	96,8	32,3	48,4	15,5	23,2
-6	Lempung kelanauan t	4		0,80	0,80	15,60	49,0	50,3	99,3	33,1	49,6	16,3	24,5
-7	Lempung kelanauan t	7		1,40	1,40	17,00	53,4	88,0	141,4	47,1	70,7	17,8	26,7
-8	Lempung kelanauan t	7		1,40	1,40	18,40	57,8	88,0	145,8	48,6	72,9	19,3	28,9
-9	Lempung kelanauan t	6		1,20	1,20	19,60	61,6	75,4	137,0	45,7	68,5	20,5	30,8
-10	Lempung Kepasiran t	6		1,20	1,20	20,80	65,3	75,4	140,7	46,9	70,4	21,8	32,7
-11	Lempung Kepasiran t	11		2,20	2,20	23,00	72,3	138,2	210,5	70,2	105,2	24,1	36,1
-12	Lempung Kepasiran t	11		2,20	2,20	25,20	79,2	138,2	217,4	72,5	108,7	26,4	39,6
-13	Lempung Kepasiran t	18		3,60	3,60	28,80	90,5	226,2	316,7	105,6	158,3	30,2	45,2
-14	Lempung Kepasiran t	18		3,60	3,60	32,40	101,8	226,2	328,0	109,3	163,0	33,9	50,9
-15	Pasir berlempung pac	11		2,20	2,20	34,60	108,7	138,2	246,9	82,3	123,5	36,2	54,3
-16	Pasir berlempung pac	11		2,20	2,20	36,80	115,6	138,2	253,8	84,6	126,9	38,5	57,8
-17	Pasir berlempung pac	12		2,40	2,40	39,20	123,2	150,8	273,9	91,3	137,0	41,1	61,6
-18	Pasir berlempung pac	12		2,40	2,40	41,60	130,7	150,8	281,5	93,8	140,7	43,6	65,3
-19	Pasir berlempung pac	10		2,00	2,00	43,60	137,0	125,7	262,6	87,5	131,3	45,7	68,5
-20	Pasir berlempung pac	10		10,00	10,00	53,60	168,4	125,7	294,1	98,0	147,0	56,1	84,2
-21	Pasir berlempung pac	8		8,00	8,00	61,60	193,5	100,5	294,1	98,0	147,0	64,5	96,8
-22	Pasir berlempung pac	8		8,00	8,00	69,60	218,7	100,5	319,2	106,4	159,6	72,9	109,3
-23	Pasir berlempung pac	8		8,00	8,00	77,60	243,8	100,5	344,3	114,8	172,2	81,3	121,9
-24	Pasir berlempung pac	8		8,00	8,00	85,60	268,9	100,5	369,5	123,2	184,7	89,6	134,5
-25	Pasir berlempung pac	9		9,00	9,00	94,60	297,2	113,1	410,3	136,8	205,1	99,1	148,6
-26	Lempung Kelanauan t	9		9,00	9,00	103,60	325,5	113,1	438,6	146,2	219,3	108,5	162,7
-27	Lempung Kelanauan t	9		9,00	9,00	112,60	353,7	113,1	466,8	155,6	233,4	117,9	176,9
-28	Lempung Kelanauan t	9		9,00	9,00	121,60	382,0	113,1	495,1	165,0	247,6	127,3	191,0
-29	Lempung Kelanauan t	9		9,00	9,00	130,60	410,3	113,1	523,4	174,5	261,7	136,8	205,1
-30	Lempung Kelanauan t	9		9,00	9,00	139,60	438,6	113,1	551,7	183,9	275,8	146,2	219,3
-31	Lempung padat abu-e	10		10,00	10,00	149,60	470,0	125,7	595,6	198,5	297,8	156,7	235,0
-32	Lempung padat abu-e	10		10,00	10,00	159,60	501,4	125,7	627,1	209,0	313,5	167,1	250,7
-33	Lempung padat abu-e	18		12,00	12,00	171,60	539,1	226,2	765,3	255,1	382,6	179,7	269,5
-34	Lempung kepasiran b	18		12,00	12,00	183,60	576,8	226,2	803,0	267,7	401,5	192,3	288,4
-35	Batuan sangat padat f	40		12,00	12,00	195,60	614,5	502,7	1117,2	372,4	558,6	204,8	307,2
-36	Batuan sangat padat f	40		12,00	12,00	207,60	652,2	502,7	1154,8	384,9	577,4	217,4	326,1

### 8.2.6. Kontrol Geser Pada Kolom Abutment

Perhitungan control geser pons 1 arah pada kolom abutment adalah sebagai berikut:

$V = 0$  Ton (Out Put SAP 2000)

Direncanakan :

$b$  kolom = 2500 mm

$d$  kolom = 9000 mm

$f_c'$  beton = 35 MPa

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot B \cdot d' \\ &= 0,17 \cdot \sqrt{35 \text{ Mpa}} \cdot 2500\text{mm} \cdot 9000\text{mm} \\ &= 22629005 \text{ N} \end{aligned}$$

Kontroling :

$$\begin{aligned} V_U &\leq \phi \cdot V_c \\ 0 \text{ N} &\leq 0,77 \cdot 22629005 \text{ N} \\ 0 \text{ N} &< 174243333 \text{ N} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

### 8.2.7. Panjang Penyaluran ke Struktur Atas dan Base Plate

Diketahui data rencana sebagai berikut:

$D$  tiang = 900 mm

$D$  dalam tiang = 880 mm

$D$ . tul. penyaluran = 25 mm

Tebal tiang = 19 mm

Tinggi pile cap ( $h$ ) = 2000 mm

Cover ( $d$ ) = 50 mm

$d$  efektif = 1937,5 mm

$f_c'$  = 35 MPa

$f_y$  = 390 MPa

$\phi$  = 0,7

$P$  (tekan) = 3706904,25 N (Out put SAP 2000)

$P$  (tarik) = 1338768,4 N (Out put SAP 2000)

**a. Kontrol Kekuatan Beton Dalam Tiang**

$$\begin{aligned}
 P \text{ (beton dalam tiang)} &= A \text{ beton} \cdot 0,85 \cdot \varphi \cdot f_c' \\
 &= 1/4 \cdot \pi \cdot 880^2 \cdot 0,85 \cdot 0,7 \cdot 35 \\
 &= 12666021,9 \text{ N} \\
 P \text{ (beton dalam tiang)} &> P \text{ (tekan)} \\
 12666021,9 \text{ N} &> 3706904,25 \text{ N (OK)}
 \end{aligned}$$

**b. Kontrol Geser Pons Pile Cap**

Keliling bidang geser

$$\begin{aligned}
 b_o &= \pi \cdot (d \text{ tiang} + d \text{ efektif}) \\
 &= \pi \cdot (900 + 1937,5) = 8914 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Rasio sisi panjang terhadap sisi pendek bidang geser

$$\beta = 3,2$$

$$\begin{aligned}
 \varphi \cdot V_c &= 0,17 \cdot (1+2/\beta) \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \cdot 0,6 \\
 &= 0,17 \cdot (1+2/5,1) \cdot \sqrt{35} \cdot 8914 \cdot 1937,5 \cdot 0,6 \\
 &= 28341216,7 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varphi \cdot V_c &= 0,083 \cdot (a \cdot d / b + 2) \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \cdot 0,6 \\
 &= 0,083 \cdot (40 \cdot 1937,5 / 8914 + 2) \cdot \sqrt{35} \cdot 8914 \cdot 1937,5 \cdot 0,6 \\
 &= 90693624,75 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varphi \cdot V_c &= 0,33 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d \cdot 0,6 \\
 &= 0,33 \cdot \sqrt{35} \cdot 8914 \cdot 1937,5 \cdot 0,6 = 34059653,2 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Diambil  $\varphi \cdot V_c$  terkecil

$$\begin{aligned}
 \varphi \cdot V_c &> P \text{ (tekan)} \\
 17004730 \text{ N} &> 3706904,25 \text{ N (OK)}
 \end{aligned}$$

**c. Tulangan Dari Tiang ke Struktur Atas**

$$A_s \text{ (perlu)} \cdot f_y \text{ (tulangan)} = \frac{P}{\varphi}$$

$$A_s \text{ (perlu)} = \frac{P \text{ (tarik)}}{\varphi \cdot f_y \text{ (tulangan)}}$$

$$A_s \text{ (perlu)} = \frac{1338768,4}{0,7 \cdot 390} = 4904 \text{ mm}^2$$



Menurut SNI 2847 – 2013 (Pasal 10.13.7.3)

“Batang tulangan longitudinal yang berada dalam spiral tidak boleh kurang dari 0,01 ataupun lebih dari 0,08 kali luas neto penampang beton”

$$\begin{aligned} \text{As (perlu)} &= 0,01 \times \text{luas neto penampang beton} \\ &= 6082 \text{ mm}^2 \text{ (Menentukan)} \end{aligned}$$

Jadi dipasang 13 D 25 (As = 6381 mm<sup>2</sup>)

#### d. Panjang Penyaluran

Menurut SNI 2847 – 2013 (Pasal 12.3), Panjang penyaluran dalam kondisi tekan dihitung sesuai persamaan berikut:

$$\begin{aligned} L_{dh} &= db \frac{0,24 \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \\ &= 25 \frac{0,24 \cdot 390}{1 \cdot \sqrt{35}} = 395 \text{ mm} \end{aligned}$$

dan tidak boleh kurang dari:

$$\begin{aligned} 0,004 \cdot db \cdot f_y &= 0,004 \cdot 25 \cdot 390 \\ &= 390 \text{ mm} \end{aligned}$$

Panjang penyaluran kondisi tekan = 395 mm

Menurut SNI 2847 – 2013 (Pasal 12.2), Panjang penyaluran dalam kondisi tarik dihitung sesuai persamaan berikut:

$$\begin{aligned} L_{dh} &= db \frac{f_y \cdot \alpha \cdot \beta}{1,7 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot \lambda} \\ &= 25 \frac{390 \cdot 1 \cdot 1}{1,7 \cdot \sqrt{35} \cdot 1} = 989 \text{ mm} \end{aligned}$$

Panjang penyaluran kondisi tekan = 989 mm

Sehingga dipakai panjang = 1000 mm

#### e. Kebutuhan Base Plate

Pada tiang pancang 1000 mm diketahui data perencanaan sebagai berikut:

D tiang	= 900 mm	BJ beton	= 2500 kg/m <sup>3</sup>
T plat	= 10 mm	BJ baja	= 7850 kg/m <sup>3</sup>
L	= 1500 mm		

$$F_e = 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tegangan ijin pengait A307 dengan mutu normal)}$$

Maka;

Berat yang dipikul oleh base plate adalah

$$\begin{aligned} P &= A \cdot (T \text{ plat} \cdot B_J \text{ baja} + B_J \text{ beton} \cdot L) \\ &= 0,25 \cdot \pi \cdot (0,88)^2 \cdot (0,01 \cdot 7850 + 2500 \cdot 1,5) \\ &= 2328,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Perhitungan pengait base plate:

$$\begin{aligned} A &= P / F_e \\ &= 2328,5 / 1600 \\ &= 1,45 \text{ cm}^2 = 145,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan 4 pengait, Maka  $A_s$  tiap pengait adalah:

$$A_s = 145,5 \text{ mm}^2 / 4 = 36,4 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai pengait 4Ø8 ( $A_s$  tiap pengait = 50,3 mm<sup>2</sup>)

#### f. Jarak Shear Ring

Direncanakan menggunakan shear ring dengan D13

$$S \cdot \sqrt{f_c'} \cdot 1/6 \cdot \pi \cdot D_d < 0,85 \cdot f_c' \cdot D_{sr} \cdot \pi \cdot D_d$$

$$S < (0,85 \cdot 35 \cdot 25) / \sqrt{35} \cdot 6$$

$$S < 754 \text{ mm}$$

Dipasang tulangan sengkang D13-200

**g. Kontrol Kekuatan Las**

Direncanakan menggunakan las  $E_{60xxx}$  dengan  $\sigma = 422 \text{ MPa}$

Ketebalan las direncanakan 5mm

Maka kekuatan las dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan las} &= \text{keliling las} \times \text{tebal las} \times \sigma \\ &= (\pi \cdot 1937,5 \text{ mm}) \cdot 5 \text{ mm} \cdot 422 \text{ MPa} \\ &= 12843223 \text{ N} \end{aligned}$$

Syarat,

Kekuatan las  $> P(\text{tekan})$

$$12843223 \text{ N} > 3706904,25 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

Tabel 8. 4 Panjang Penyaluran Dan Base Plate

Letak	Diameter Tiang (mm)	Tebal Tiang	Diameter Tulangan	Diameter Spiral (mm)	Panjang Penyalur	Base Plate
Abutmen	900	19	13 D 25	$\emptyset 13 - 200$	1000	4 $\emptyset 8$

### 8.2.8. Perencanaan Tulangan Abutmen

#### Tulangan Pile Cap

Untuk momen pada Pile Cap didapat dari analisa Sap2000

- Tulangan Arah Vertikal

$$Mu = 872752 \text{ Nmm}$$

$$fc' = 35 \text{ MPa}$$

$$fy = 390 \text{ MPa}$$

$$D \text{ tulangan} = 30 \text{ mm}$$

$$h = 2000 \text{ mm}$$

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

$$d = h - d' - D \text{ tulangan}$$

$$= 2000 - 50 - 30$$

$$= 1920 \text{ mm}$$

$$= 1,9 \text{ m}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \times fc'}$$

$$= \frac{390}{0,85 \times 35} = 13,1$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi}$$

$$= \frac{872752}{0,8}$$

$$= 1090940 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \times d^2}$$

$$= \frac{1090940}{1000 \times 1920^2}$$

$$= 0,0003 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho \text{ balance} = \frac{0,85 \times \beta_1 \times fc'}{fy} \times \left( \frac{600}{600 + fy} \right)$$

$$= \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$= 0,037$$

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ min} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= \frac{1,4}{390} \\
 &= 0,004 \\
 \rho \text{ max} &= 75\% \times \rho_{\text{balance}} \\
 &= 75\% \times 0,037 \\
 &= 0,028 \\
 \rho \text{ perlu} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{13,1} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,109 \times 0,0003}{390}} \right) \\
 &= 0,000001
 \end{aligned}$$

Kontrol,  $\rho \text{ min} > \rho \text{ perlu} > \rho \text{ max}$

Karena dari kontrol yang didapat  $\rho \text{ perlu} < \rho \text{ min}$  maka digunakan  $\rho \text{ min} = 0,004$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,004 \times 1000 \times 1920 \\
 &= 6892,3 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka untuk tulangan arah vertikal digunakan **D30- 100** ( $A_s = 7069 \text{ mm}^2$ )

- Tulangan Arah Horizontal

$$\begin{aligned}
 M_u &= 2631637 \text{ Nmm} \\
 f_c' &= 35 \text{ MPa} \\
 f_y &= 390 \text{ MPa} \\
 D \text{ tulangan} &= 30 \text{ mm} \\
 h &= 2000 \text{ mm} \\
 d' &= 50 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= h - d' - D \text{ tulangan} \\
 &= 2000 - 50 - 30 \\
 &= 1920 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\
 &= \frac{390}{0,85 \times 35} = 13,1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= \frac{Mu}{\phi} \\
 &= \frac{2631637}{0,8} \\
 &= 3289546 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Rn &= \frac{Mn}{b \times d^2} \\
 &= \frac{3289546}{1000 \times 1920^2} \\
 &= 0,001 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ balance} &= \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right) \\
 &= 0,037
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ min} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= \frac{1,4}{390} \\
 &= 0,004
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ max} &= 75\% \times \rho \text{ balance} \\
 &= 75\% \times 0,037 \\
 &= 0,028
 \end{aligned}$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{13,1} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,109 \times 0,001}{390}} \right)$$

$$= 0,000002$$

Kontrol,  $\rho \text{ min} > \rho \text{ perlu} > \rho \text{ max}$

Karena dari kontrol yang didapa  $\rho \text{ perlu} < \rho \text{ min}$  maka digunakan  $\rho \text{ min} = 0,004$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,004 \times 1000 \times 1920 \\ &= 6892,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka untuk tulangan arah vertikal digunakan **D30- 100** ( $A_s = 7069 \text{ mm}^2$ )

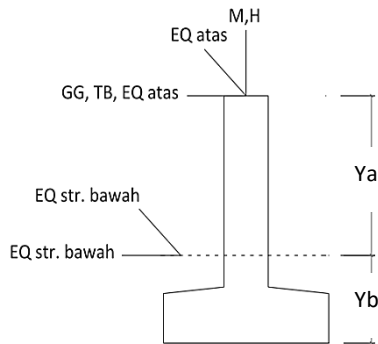
Tabel 8.5 Resume Kebutuhan Tulangan Abutment

Letak	Tulangan	As (perlu)	As (terpasang)	Tulangan (terpasang)
		(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	
Stopper	Tulangan Vertikal	1188,2	1418	D 19 - 200
	Tulangan Horizontal	1188,2	1418	D 19 - 200
Pear Head	Tulangan Vertikal	4383,1	4403	D 29 - 150
	Tulangan Horizontal	4383,1	4403	D 29 - 150
Pilar	Tulangan Vertikal	8672,8	9079	D 34 - 100
	Tulangan Horizontal	8672,8	9079	D 34 - 100
Pile Cap	Tulangan Vertikal	6892,3	7069	D 30 - 100
	Tulangan Horizontal	6892,3	7069	D 30 - 100

### 8.3. Perencanaan Pilar

#### 8.3.1. Pembebanan

Beban pada pilar terdiri dari beban yang terjadi dari bangunan atas yang telah dianalisa dengan program bantu SAP dapat diketahui hasil reaksi pada perletakan dalam kondisi beban layan dan beban akibat pembebanan bangunan bawah

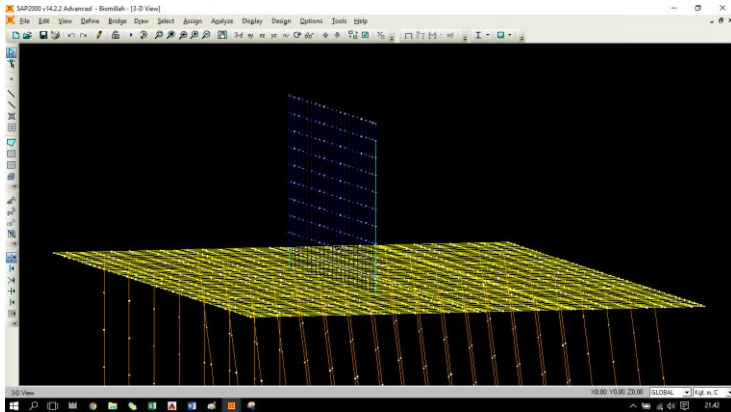


Gambar 8. 16 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Pilar

Dimana :  $M$  = Beban mati (*dead load*)  
 $H$  = Beban hidup (*live load*)  
 $Tb$  = Gaya rem (*traffic load*)  
 $Pd$  = Beban angin (*wind load*)  
 $Ef$  = Aliran/benda hanyutan  
 $Eq$  = Gaya gempa (*earthquake*)

1. Beban Mati (Reaksi bangunan atas)  
 $V = 671789 \text{ kg}$   
 $Hx = 1420770,6 \text{ kg}$   
 $Hy = 0 \text{ kg}$

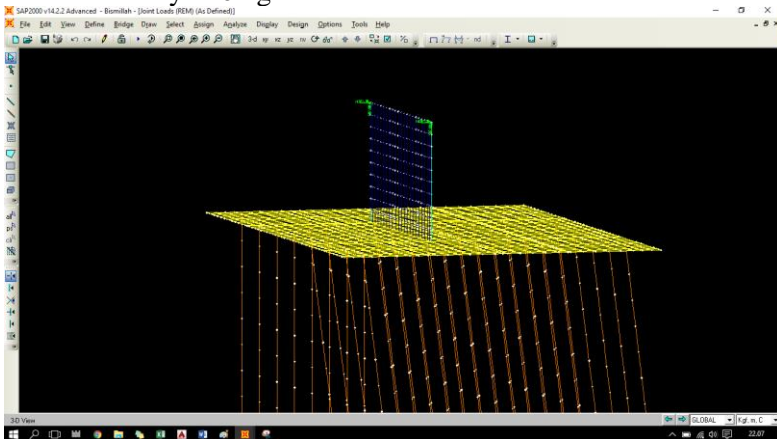




Gambar 8.17 Hasil Input Beban Mati

**Sumber:** Analisa Pemodelan

2. Beban Rem
  - $V = 507,79 \text{ kg}$
  - $H_x = 14341,29 \text{ kg}$
  - $H_y = 0 \text{ kg}$

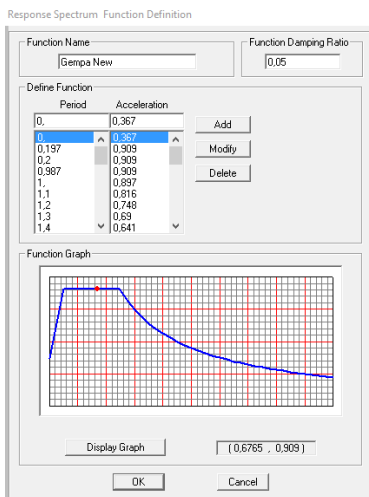


Gambar 8.18 Hasil Input Beban Rem

**Sumber:** Analisa Pemodelan

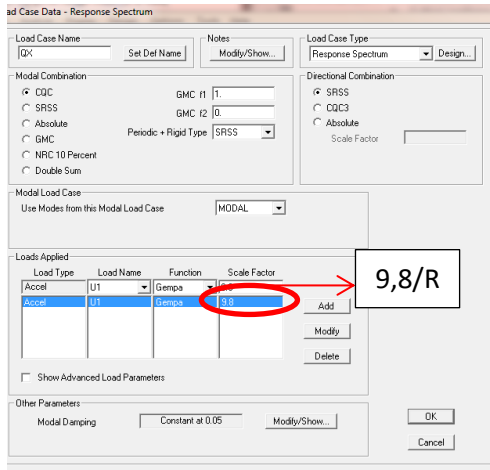
### 3. Beban Gempa

Seperti pembebanan pada bab Struktur Utama beban gempa menggunakan respon spektrum menurut RSNI 2833:2013 (Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa) yang di input ke program bantu Sap 2000.



Gambar 8. 19 Input Grafik Respon Spektrum Pada Sap

Koefisien R pada gempa jembatan RSNI Gempa Jembatan 2833:2013 pada tabel 7 , Faktor modifikasi respon ( $R$ ) = 1



Gambar 8. 20 Input Koefisien Modifikasi Respon Pada Sap

**8.3.2. Kombinasi Pembebanan**

Kombinasi pembebanan pada pilar berdasarkan RSNI T-02-2005.

Tabel 8. 6 Kombinasi Beban Perencanaan Untuk Tegangan Kerja

Aksi	Kombinasi No.						
	1	2	3	4	5	6	7
Aksi tetap	X	X	X	X	X	X	X
Beban lalu lintas	X	X	X	X	-	-	X
Pengaruh temperatur	-	X	-	X	-	-	-
Arus/hanyutan/hidro/daya apung	X	X	X	X	X	-	-
Beban angin	-	-	X	X	-	-	-
Pengaruh gempa	-	-	-	-	X	-	-
Beban tumbukan	-	-	-	-	-	-	X
Beban pelaksanaan	-	-	-	-	-	X	-
Tegangan berlebihan yang diperbolehkan $r_{as}$	nil	25%	25%	40%	50%	30%	50%

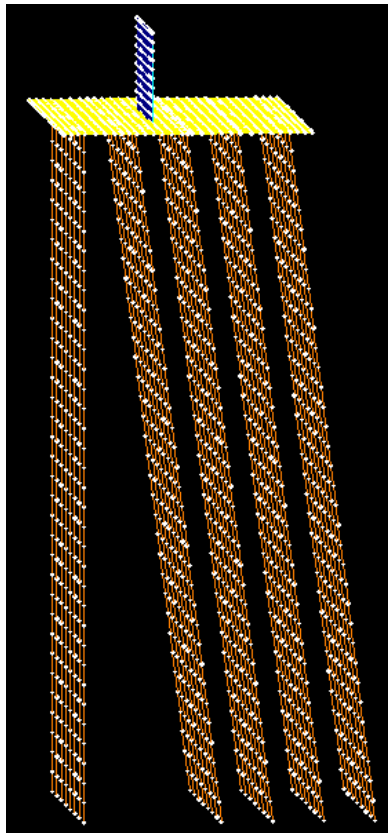
- Dimana : Berat sendiri (MS)
- Beban mati tambahan (MA)
- Beban lajur “D” (TD)
- Gaya rem (TB)
- Temperatur (ET)
- Baban angin (EW)

Aliran/Benda hanyutan (EF)

Beban Gempa (EQ)

- Kombinasi:
- 1). 1MS+1MA+1TD+1TB+1EF
  - 2). 1MS+1MA+1TD+1TB+1ET+1EF
  - 3). 1MS+1MA+1TD+1TB+1EF+1EW
  - 4). 1MS+1MA+1TD+1TB+1ET+1EF+1EW
  - 5). 1MS+1MA+1EF+1QX+0,3QY
  - 6). 1MS+1MA+1EF+0,3QX+1QY

### 8.3.3. Pemodelan Struktur



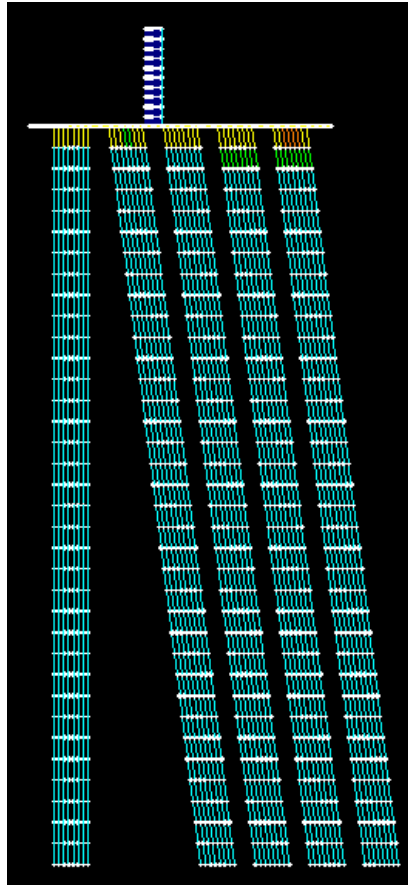
Gambar 8. 21 Pemodelan Struktur Pilar

Tabel 8.7 Tabel Perhitungan Gaya Spring Pada Tiang Pancang

Depth (m)	N-SPT	Eo = 28 N					
		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	kg/cm	kg/m	kgx=ky
		ko	k	kx	kx = ky		
							T/m
0	0	0	0	0	0	0	0
-1	6	168,000	1,0625	1,0625	10625,25294	1062525,294	1063
-2	6	168,000	1,0625	1,0625	10625,25294	1062525,294	1063
-3	9	252,000	1,5938	1,5938	15937,87941	1593787,941	1594
-4	9	252,000	1,5938	1,5938	15937,87941	1593787,941	1594
-5	8	224,000	1,4167	1,4167	14167,00392	1416700,392	1417
-6	8	224,000	1,4167	1,4167	14167,00392	1416700,392	1417
-7	14	392,000	2,4792	2,4792	24792,25686	2479225,686	2479
-8	14	392,000	2,4792	2,4792	24792,25686	2479225,686	2479
-9	11	308,000	1,9480	1,9480	19479,63039	1947963,039	1948
-10	11	308,000	1,9480	1,9480	19479,63039	1947963,039	1948
-11	22	616,000	3,8959	3,8959	38959,26077	3895926,077	3896
-12	22	616,000	3,8959	3,8959	38959,26077	3895926,077	3896
-13	37	1036,000	6,5522	6,5522	65522,39312	6552239,312	6552
-14	37	1036,000	6,5522	6,5522	65522,39312	6552239,312	6552
-15	22	616,000	3,8959	3,8959	38959,26077	3895926,077	3896
-16	22	616,000	3,8959	3,8959	38959,26077	3895926,077	3896
-17	25	700,000	4,4272	4,4272	44271,88724	4427188,724	4427
-18	25	700,000	4,4272	4,4272	44271,88724	4427188,724	4427
-19	20	560,000	3,5418	3,5418	35417,50979	3541750,979	3542
-20	20	560,000	3,5418	3,5418	35417,50979	3541750,979	3542
-21	17	476,000	3,0105	3,0105	30104,88332	3010488,332	3010
-22	17	476,000	3,0105	3,0105	30104,88332	3010488,332	3010
-23	16	448,000	2,8334	2,8334	28334,00784	2833400,784	2833
-24	16	448,000	2,8334	2,8334	28334,00784	2833400,784	2833
-25	19	532,000	3,3647	3,3647	33646,6343	3364663,430	3365
-26	19	532,000	3,3647	3,3647	33646,6343	3364663,430	3365
-27	17	476,000	3,0105	3,0105	30104,88332	3010488,332	3010
-28	17	476,000	3,0105	3,0105	30104,88332	3010488,332	3010
-29	19	532,000	3,3647	3,3647	33646,6343	3364663,430	3365
-30	19	532,000	3,3647	3,3647	33646,6343	3364663,430	3365
-31	19	532,000	3,3647	3,3647	33646,6343	3364663,430	3365
-32	19	532,000	3,3647	3,3647	33646,6343	3364663,430	3365
-33	37	1036,000	6,5522	6,5522	65522,39312	6552239,312	6552
-34	37	1036,000	6,5522	6,5522	65522,39312	6552239,312	6552
-35	50	1400,000	8,8544	8,8544	88543,77448	8854377,448	8854
-36	50	1400,000	8,8544	8,8544	88543,77448	8854377,448	8854

### 8.3.4. Analisa Struktur

Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan program/software SAP 2000 versi 14.0 sehingga menghasilkan gaya-gaya dalam dan momen yang terjadi termasuk penulangan yang diperlukan pada masing-masing elemen.



Gambar 8. 22 Analisa Stress Ratio Pada Tiang Pancang Pilar

**Sumber:** Analisa Pemodelan

### 8.3.5. Perhitungan Struktur Pondasi

Berdasarkan Data tanah yang ada, bahwa tanah dasar yang ada di lapangan merupakan tanah yang lunak, maka tiang pancang harus dimasukkan cukup dalam untuk mendapatkan daya dukung yang cukup menahan *abutment*. Dengan demikian pemodelan tersebut diharapkan dapat mendekati kondisi yang sebenarnya.

1. Data Tanah
2. Material Pondasi

Tiang pondasi pada struktur abutmen direncanakan dengan menggunakan pondasi tiang pancang dari baja. Pondasi tiang pancang yang dipakai adalah Steel Pipe Pile (ASTM A 252 /Grade 3)

3. Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

*Reference :*

Kazuto Nakayasu – Suyono Sosrodarsono (Mekanika Teknik & Teknik Pondasi – 1990)

- Data Tiang Pancang

Diameter tiang pancang  $D_p = 1 \text{ m}$

Tebal tiang pancang  $= 0,019 \text{ m}$

Keliling tiang,  $U_p = \pi \times D = 3,142 \text{ m}$

Berat tiang  $= 459 \text{ kg/m}$

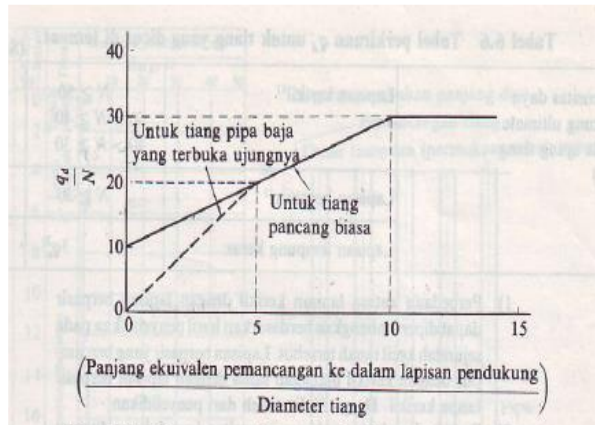
Luas tiang pancang,  $A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = 0,753 \text{ m}^2$

- Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang
  - a. Gaya geser maksimum dinding tiang (Rf)
 
$$R_f = U_p \times \Sigma (l_i \times f_i)$$
  - b. Daya dukung pada ujung tiang (Rt)
 
$$R_t = q_d \times A$$

$$l/D = 4$$

$$l = 4 \text{ m (Panjang penetrasi tiang)}$$

$$D = 1 \text{ m (Diameter ujung tiang)}$$



Gambar 8.23 Diagram Perhitungan Dari Intensitas Daya Dukung Ultimate Tanah Pondasi Pada Ujung Tiang

- c. Daya dukung ultimate tiang ( $R_u$ )

$$R_t = R_f + R_t$$

- d. Daya dukung ijin tiang ( $R_a$ )

$$R_a = (R_u/S_f) - W_p$$



Tabel 8.8 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

Depth (m)	Diskripsi Tanah	N rata2	Grafik SPT	fi (t/m <sup>2</sup> )	fi x li (t/m)	Σ(fi*li)	Pu fr (ton)	Pu bearing (ton)	Pu tiang (ton)	#Untuk Diamete 1 m			
										Sf = 3	Sf = 2	Sf = 3	Sf = 2
										Pa (ton)	Pa (ton)	P cabut	P cabut
0		0		0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-1	Lempung kelanauan t	3		3,00	3,00	3,00	9,4	37,7	47,1	15,7	23,6	3,1	4,7
-2	Lempung kelanauan t	3		3,00	3,00	6,00	18,8	37,7	56,5	18,8	28,3	6,3	9,4
-3	Lempung kelanauan t	4		4,00	4,00	10,00	31,4	50,3	81,7	27,2	40,8	10,5	15,7
-4	Lempung kelanauan t	4		4,00	4,00	14,00	44,0	50,3	94,2	31,4	47,1	14,7	22,0
-5	Lempung kelanauan t	4		0,80	0,80	14,80	46,5	50,3	96,8	32,3	48,4	15,5	23,2
-6	Lempung kelanauan t	4		0,80	0,80	15,60	49,0	50,3	99,3	33,1	49,6	16,3	24,5
-7	Lempung kelanauan t	7		1,40	1,40	17,00	53,4	88,0	141,4	47,1	70,7	17,8	26,7
-8	Lempung kelanauan t	7		1,40	1,40	18,40	57,8	88,0	145,8	48,6	72,9	19,3	28,9
-9	Lempung kelanauan t	6		1,20	1,20	19,60	61,6	75,4	137,0	45,7	68,5	20,5	30,8
-10	Lempung Kepasiran B	6		1,20	1,20	20,80	65,3	75,4	140,7	46,9	70,4	21,8	32,7
-11	Lempung Kepasiran B	11		2,20	2,20	23,00	72,3	138,2	210,5	70,2	105,2	24,1	36,1
-12	Lempung Kepasiran B	11		2,20	2,20	25,20	79,2	138,2	217,4	72,5	108,7	26,4	39,6
-13	Lempung Kepasiran B	18		3,60	3,60	28,80	90,5	226,2	316,7	105,6	158,3	30,2	45,2
-14	Lempung Kepasiran B	18		3,60	3,60	32,40	101,8	226,2	328,0	109,3	164,0	33,9	50,9
-15	Pasir berlempung pad	11		2,20	2,20	34,60	108,7	138,2	246,9	82,3	123,5	36,2	54,3
-16	Pasir berlempung pad	11		2,20	2,20	36,80	115,6	138,2	253,8	84,6	126,9	38,5	57,8
-17	Pasir berlempung pad	12		2,40	2,40	39,20	123,2	150,8	273,9	91,3	137,0	41,1	61,6
-18	Pasir berlempung pad	12		2,40	2,40	41,60	130,7	150,8	281,5	93,8	140,7	43,6	65,3
-19	Pasir berlempung pad	10		2,00	2,00	43,60	137,0	125,7	262,6	87,5	131,3	45,7	68,5
-20	Pasir berlempung pad	10		10,00	10,00	53,60	168,4	125,7	294,1	98,0	147,0	56,1	84,2
-21	Pasir berlempung pad	8		8,00	8,00	61,60	193,5	100,5	294,1	98,0	147,0	64,5	96,8
-22	Pasir berlempung pad	8		8,00	8,00	69,60	218,7	100,5	319,2	106,4	159,6	72,9	109,3
-23	Pasir berlempung pad	8		8,00	8,00	77,60	243,8	100,5	344,3	114,8	172,2	81,3	121,9
-24	Pasir berlempung pad	8		8,00	8,00	85,60	268,9	100,5	369,5	123,2	184,7	89,6	134,5
-25	Pasir berlempung pad	9		9,00	9,00	94,60	297,2	113,1	410,3	136,8	205,1	99,1	148,6
-26	Lempung Kelanauan	9		9,00	9,00	103,60	325,5	113,1	438,6	146,2	219,3	108,5	162,7
-27	Lempung Kelanauan	9		9,00	9,00	112,60	353,7	113,1	466,8	155,6	233,4	117,9	176,9
-28	Lempung Kelanauan	9		9,00	9,00	121,60	382,0	113,1	495,1	165,0	247,6	127,3	191,0
-29	Lempung Kelanauan	9		9,00	9,00	130,60	410,3	113,1	523,4	174,5	261,7	136,8	205,1
-30	Lempung Kelanauan	9		9,00	9,00	139,60	438,6	113,1	551,7	183,9	275,8	146,2	219,3
-31	Lempung padat abu-e	10		10,00	10,00	149,60	470,0	125,7	595,6	198,5	297,8	156,7	235,0
-32	Lempung padat abu-e	10		10,00	10,00	159,60	501,4	125,7	627,1	209,0	313,5	167,1	250,7
-33	Lempung padat abu-e	18		12,00	12,00	171,60	539,1	226,2	765,3	255,1	382,6	179,7	269,5
-34	Lempung Kepasiran B	18		12,00	12,00	183,60	576,8	226,2	803,0	267,7	401,5	192,3	288,4
-35	Batuan sangat padat	40		12,00	12,00	195,60	614,5	502,7	1117,2	372,4	558,6	204,8	307,2
-36	Batuan sangat padat	40		12,00	12,00	207,60	652,2	502,7	1154,8	384,9	577,4	217,4	326,1

### 8.3.6. Kontrol Geser Pada Kolom Pilar

Perhitungan control geser pons 1 arah pada kolom pilar adalah sebagai berikut:

$V = 2326,47$  Ton (Out Put SAP 2000)

Direncanakan :

$b$  kolom = 4000mm

$d$  kolom = 4000 mm

$f_c'$  beton = 35 MPa

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot B \cdot d' \\ &= 0,17 \cdot \sqrt{35 \text{ Mpa}} \cdot 4000\text{mm} \cdot 4000\text{mm} \\ &= 16091737 \text{ N} \end{aligned}$$

Kontroling :

$$\begin{aligned} V_U &\leq \phi \cdot V_c \\ 12869647,5\text{N} &\leq 0,8 \cdot 16091737 \text{ N} \\ 12869647,5\text{N} &< 12873389,6 \text{ N} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

### 8.3.7. Panjang Penyaluran ke Struktur Atas dan Base Plate

Diketahui data rencana sebagai berikut:

D tiang	= 1000 mm
D dalam tiang	= 980 mm
D. tul. penyaluran	= 25 mm
Tebal tiang	= 19 mm
Tinggi pile cap (h)	= 2000 mm
Cover (d)	= 50 mm
$d$ efektif	= 1937.5 mm
$f_c'$	= 35 MPa
$f_y$	= 390 MPa
$\phi$	= 0,7
P (tekan)	= 4130141 N (Out put SAP 2000)
P (tarik)	= 2758668,96 N (Out put SAP 2000)

**a. Kontrol Kekuatan Beton Dalam Tiang**

$$\begin{aligned}
 P \text{ (beton dalam tiang)} &= A_{\text{beton}} \cdot 0,85 \cdot \phi \cdot f_c' \\
 &= 1/4 \cdot \pi \cdot 980^2 \cdot 0,85 \cdot 0,7 \cdot 35 \\
 &= 15708222,45 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P \text{ (beton dalam tiang)} &> P \text{ (tekan)} \\
 15708222,45 \text{ N} &> 4130141,36 \text{ N} \quad (\text{OK})
 \end{aligned}$$

**b. Kontrol Geser Pons**

Keliling bidang geser

$$\begin{aligned}
 b_o &= \pi \cdot (d_{\text{tiang}} + d_{\text{efektif}}) \\
 &= \pi \cdot (1000 + 1937,5) = 9228 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Rasio sisi panjang terhadap sisi pendek bidang geser

$$\beta = 1,6$$

$$\begin{aligned}
 \phi \cdot V_c &= 0,17 \cdot (1+2/\beta) \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \cdot 0,6 \\
 &= 0,17 \cdot (1+2/1,6) \cdot \sqrt{35} \cdot 9228 \cdot 1937,5 \cdot 0,6 \\
 &= 40196396,47 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi \cdot V_c &= 0,083 \cdot (a \cdot d/b + 2) \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \cdot 0,6 \\
 &= 0,083 \cdot (40 \cdot 1937,5/9228 + 2) \cdot \sqrt{35} \cdot 9228 \cdot 1937,5 \cdot 0,6 \\
 &= 91291394,2 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi \cdot V_c &= 0,33 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d \cdot 0,6 \\
 &= 0,33 \cdot \sqrt{35} \cdot 9228 \cdot 1937,5 \cdot 0,6 = 17982596,6 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Diambil  $\phi \cdot V_c$  terkecil

$$\begin{aligned}
 \phi \cdot V_c &> P \text{ (tekan)} \\
 10789558 \text{ N} &> 4130141 \text{ N} \quad (\text{OK})
 \end{aligned}$$

**c. Tulangan Dari Tiang ke Struktur Atas**

$$A_s \text{ (perlu)} \cdot f_y \text{ (tulangan)} = \frac{P}{\phi}$$

$$A_s \text{ (perlu)} = \frac{P \text{ (tarik)}}{\phi \cdot f_y \text{ (tulangan)}}$$

$$A_s \text{ (perlu)} = \frac{2758668,9}{0,7 \cdot 390} = 7543 \text{ mm}^2$$

Menurut SNI 2847 – 2013 (Pasal 10.13.7.3)

“Batang tulangan longitudinal yang berada dalam spiral tidak boleh kurang dari 0,01 ataupun lebih dari 0,08 kali luas neto penampang beton”

$$\begin{aligned} \text{As (perlu)} &= 0,01 \times \text{luas neto penampang beton} \\ &= 0,01 \times 882 = 7539 \text{ mm}^2 \text{ (Menentukan)} \\ &\text{Jadi dipasang 15 D 25 (As} = 7559,5 \text{ mm}^2) \end{aligned}$$

#### d. Panjang Penyaluran

Menurut SNI 2847 – 2013 (Pasal 12.3), Panjang penyaluran dalam kondisi tekan dihitung sesuai persamaan berikut:

$$\begin{aligned} L_{dh} &= db \frac{0,24 \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \\ &= 25 \frac{0,24 \cdot 390}{1 \cdot \sqrt{35}} = 395 \text{ mm} \end{aligned}$$

dan tidak boleh kurang dari:

$$\begin{aligned} 0,004 \cdot db \cdot f_y &= 0,004 \cdot 25 \cdot 390 \\ &= 390 \text{ mm} \end{aligned}$$

Panjang penyaluran kondisi tekan = 395 mm

Menurut SNI 2847 – 2013 (Pasal 12.2), Panjang penyaluran dalam kondisi tarik dihitung sesuai persamaan berikut:

$$\begin{aligned} L_{dh} &= db \frac{f_y \cdot \alpha \cdot \beta}{1,7 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot \lambda} \\ &= 25 \frac{390 \cdot 1 \cdot 1}{1,7 \cdot \sqrt{35} \cdot 1} = 989 \text{ mm} \end{aligned}$$

Panjang penyaluran kondisi tekan = 989 mm

Sehingga dipakai panjang = 1000 mm

#### e. Kebutuhan Base Plate

Pada tiang pancang 900 mm diketahui data perencanaan sebagai berikut:

D tiang	= 1000 mm	BJ beton	= 2500 kg/m <sup>3</sup>
T plat	= 10 mm	BJ baja	= 7850 kg/m <sup>3</sup>
L	= 1500 mm		

$$F_e = 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tegangan ijin pengait A307 dengan mutu normal)}$$

Maka;

Berat yang dipikul oleh base plate adalah

$$\begin{aligned} P &= A \cdot (T \text{ plat} \cdot B_J \text{ baja} + B_J \text{ beton} \cdot L) \\ &= 0,25 \cdot \pi \cdot (0,882)^2 \cdot (0,01 \cdot 7850 + 2500 \cdot 1,5) \\ &= 2887,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

Perhitungan pengait base plate:

$$\begin{aligned} A &= P / F_e \\ &= 2887,8 / 1600 \\ &= 1,805 \text{ cm}^2 = 180,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan 4 pengait, Maka  $A_s$  tiap pengait adalah:

$$A_s = 180,4 \text{ mm}^2 / 4 = 45,1 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai pengait 4Ø8 ( $A_s$  tiap pengait = 50,3 mm<sup>2</sup>)

#### f. Jarak Shear Ring

Direncanakan menggunakan shear ring dengan D13

$$S \cdot \sqrt{f_c'} \cdot 1/6 \cdot \pi \cdot D_d < 0,85 \cdot f_c' \cdot D_{sr} \cdot \pi \cdot D_d$$

$$S < (0,85 \cdot 35 \cdot 25) / \sqrt{35} \cdot 6$$

$$S < 754 \text{ mm}$$

Dipasang tulangan sengkang D13-200

#### g. Kontrol Kekuatan Las

Direncanakan menggunakan las  $E_{60xxx}$  dengan  $\sigma = 422 \text{ MPa}$

Ketebalan las direncanakan 5mm

Maka kekuatan las dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan las} &= \text{keliling las} \times \text{tebal las} \times \sigma \\ &= (\pi \cdot 1937,5 \text{ mm}) \cdot 5 \text{ mm} \cdot 422 \text{ MPa} \\ &= 12843223 \text{ N} \end{aligned}$$

Syarat,

Kekuatan las > P(tekan)

12843223 N > 4130141,3 N (OK)

Tabel 8.9 Resume Panjang Penyaluran Dan Base Plate

Letak	Diameter Tiang (mm)	Tebal Tiang	Diameter Tulangan	Diameter Spiral	Panjang Penyalur	Base Plate
Pilar	1000	16	15 D 25	Ø 13 - 200	1000	4 Ø 8

### 8.3.8. Perencanaan Tulangan Pilar

#### Tulangan Kolom

Untuk momen pada kolom didapat dari analisa Sap2000

- Tulangan longitudinal  
Ast longitudinal = 160000 mm<sup>2</sup>

Direncanaan:

Cover = 50 mm

b (lebar kolom) = 4000 mm

d (tinggi kolom) = 4000 mm

d' (tinggi efektif) = 3840 mm

D (longitudinal) = 40 mm

D (transversal) = 35 mm

Maka, Ast terpasang = 150 D 40 mm (Ast = 188496 mm<sup>2</sup>)

Kontrol, Ast terpasang > Ast perlu

$$188496 \text{ mm}^2 > 160000 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

Tulangan 1 sisi = 38 buah

Kontrol jarak tulangan

$$= b - \text{cover} - (2x D.\text{transversal}) - D_{\text{longitudinal}}$$

$$= 3895 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak tulangan kotor} = 3895 / 37,5 = 104 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak bersih tulangan} = 104 - 40 = 64 \text{ mm}$$

- Tulangan transversal  
Ast longitudinal = 11,66 mm<sup>2</sup>/mm  
= 11660 mm<sup>2</sup>/mm

Direncanaan:

Cover = 50 mm

b (lebar kolom) = 4000 mm

d (tinggi kolom) = 4000 mm

d' (tinggi efektif) = 3840 mm

D (longitudinal) = 40 mm

D (transversal) = 35 mm

Maka, Ast terpasang = D 35 - 750 mm (Ast = 12828 mm<sup>2</sup>)

Kontrol, Ast terpasang > Ast perlu

$$12828 \text{ mm}^2 > 11660 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

### Tulangan Pile Cap

Untuk momen pada Pile Cap didapat dari analisa Sap2000

- Tulangan Arah Vertikal

$$M_u = 1181193 \text{ Nmm}$$

$$f_c' = 35 \text{ MPa}$$

$$f_y = 390 \text{ MPa}$$

$$D \text{ tulangan} = 22 \text{ mm}$$

$$h = 2000 \text{ mm}$$

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

$$d = h - d' - D \text{ tulangan}$$

$$= 2000 - 50 - 32$$

$$= 1918 \text{ mm}$$

$$= 1,9 \text{ m}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'}$$

$$= \frac{390}{0,85 \times 35} = 13,1$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$= \frac{1181193}{0,8}$$

$$= 1476491 \text{ Nmm}$$

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

$$= \frac{1476491}{1000 \times 928^2}$$

$$= 0,002 \text{ N/mm}^2$$



$$\begin{aligned}\rho_{\text{balance}} &= \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right) \\ &= 0,037\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{390} \\ &= 0,004\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{max}} &= 75\% \times \rho_{\text{balance}} \\ &= 75\% \times 0,037 \\ &= 0,028\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,1} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,109 \times 0,002}{390}} \right) \\ &= 0,000004\end{aligned}$$

Kontrol,  $\rho_{\text{min}} > \rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{max}}$

Karena dari kontrol yang didapat  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$  maka digunakan

$$\rho_{\text{min}} = 0,004$$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,004 \times 1000 \times 928 \\ &= 3331,3 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Maka untuk tulangan arah vertikal digunakan **D22- 100** ( $A_s = 3801 \text{ mm}^2$ )

- Tulangan Arah Horizontal

$$\begin{aligned}M_u &= 1615828 \text{ Nmm} \\ f_c' &= 35 \text{ MPa} \\ f_y &= 390 \text{ MPa} \\ D_{\text{tulangan}} &= 22 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= 2000\text{mm} \\ d' &= 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= h - d' - D \text{ tulangan} \\ &= 1000 - 50 - 22 \\ &= 928 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\ &= \frac{390}{0,85 \times 35} = 13,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{1615828}{0,8} \\ &= 2019785 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\ &= \frac{2019785}{1000 \times 928^2} \\ &= 0,002 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{balance}} &= \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600+f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600+390} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,037$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{390} \\ &= 0,004 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{max}} &= 75\% \times \rho_{\text{balance}} \\ &= 75\% \times 0,037 \\ &= 0,028 \end{aligned}$$

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

$$= \frac{1}{13,1} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,109 \times 0,002}{390}} \right)$$

$$= 0,00006$$

Kontrol,  $\rho \text{ min} > \rho \text{ perlu} > \rho \text{ max}$

Karena dari kontrol yang didapa  $\rho \text{ perlu} < \rho \text{ min}$  maka digunakan  $\rho \text{ min} = 0,004$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,004 \times 1000 \times 928 \\ &= 3331,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka untuk tulangan arah vertikal digunakan **D22- 100** ( $A_s = 3801 \text{ mm}^2$ )

Tabel 8.10 Resume Kebutuhan Tulangan Pilar

Letak	Tulangan	As (perlu)	As (terpasang)	Tulangan (terpasang)	
		(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )		
Kolom	Tulangan Longitudinal	160000	188496	150	D 40
	Tulangan Tranversal	11660	12828	D 35	- 75
Pile Cap	Tulangan Vertikal	6885,1	8042	D 32	- 100
	Tulangan Horizontal	6885,1	8042	D 32	- 100
Pelat Penghubung	Tulangan Vertikal	3331,3	3801	D 22	- 100
	Tulangan Horizontal	3331,3	3801	D 22	- 100

## 8.4. Perencanaan Wingwall

### 8.4.1. Pembebanan

Tekanan Tanah

- Berat tanah timbunan

$$\gamma \text{ (tanah timbunan)} = 1,78 \text{ t/m}^3$$

$$H \text{ (tanah timbunan)} = 3,62 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} W \text{ (tanah timbunan)} &= \gamma \times H \\ &= 1,78 \text{ t/m}^3 \times 3,62 \text{ m} \\ &= 6,44 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

- Tekanan tanah aktif

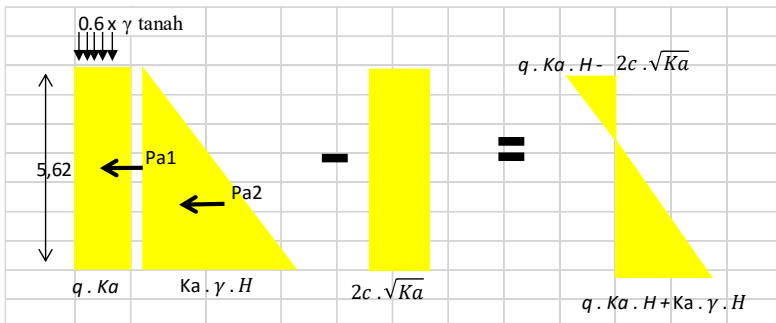
$$\gamma \text{ (tanah timbunan)} = 1,78 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

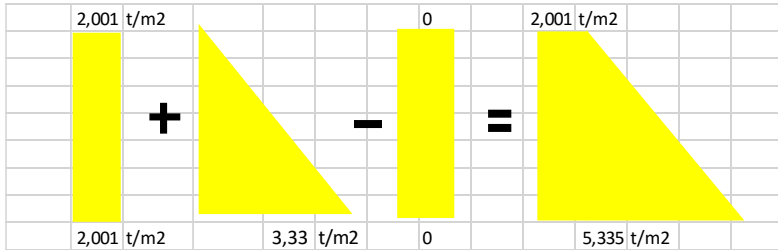
$$C \text{ (tanah timbunan)} = 0$$

$$H \text{ abutmen} = 6,02 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} K_a &= \tan^2(45 - \phi/2) \\ &= \tan^2(45 - 15) = 0.33 \end{aligned}$$



Gambar 8.24 Distribusi Tekanan Tanah Aktif (menurut Rankine)



Gambar 8.25 Hasil Perhitungan Distribusi Tekanan Tanah Aktif

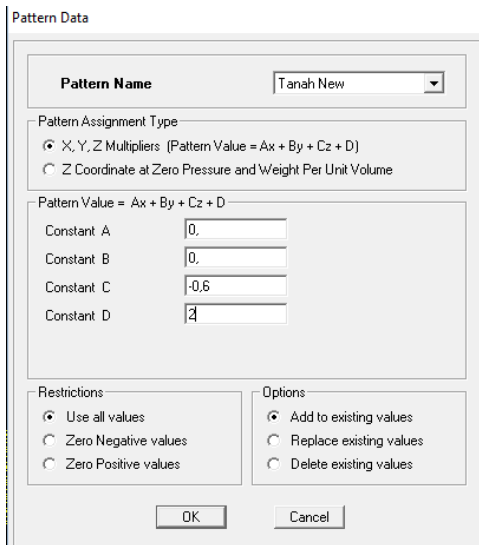
Dari total hasil perhitungan distribusi tekanan tanah aktif , kemudian dihitung koefisien C dan D dengan rumus substitusi. Setelah itu koefisien C dan D di masukkan ke program bantu sap.

$$Ea1 = Cz + D \quad 2.2 = 0 C + D$$

$$Ea2 = Cz + D \quad \underline{5.9 = -6.24 C + D}$$

$$-0.6 = C$$

$$2. 2 = D$$



Gambar 8.26 Input Nilai C dan D Pada SAP

Area Surface Pressure Load

Load Pattern Name:  Units:

Pressure:

By Element  
Pressure:

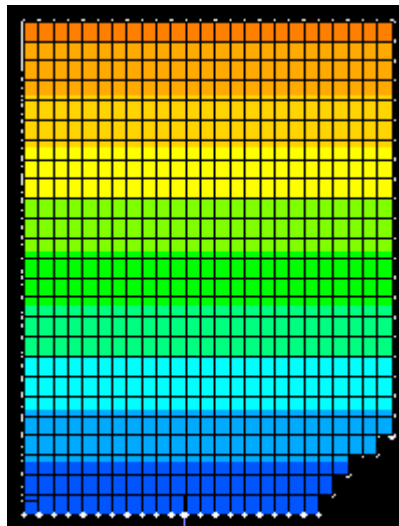
By Joint Pattern  
Pattern:   
Multiplier:

Face:

Options:

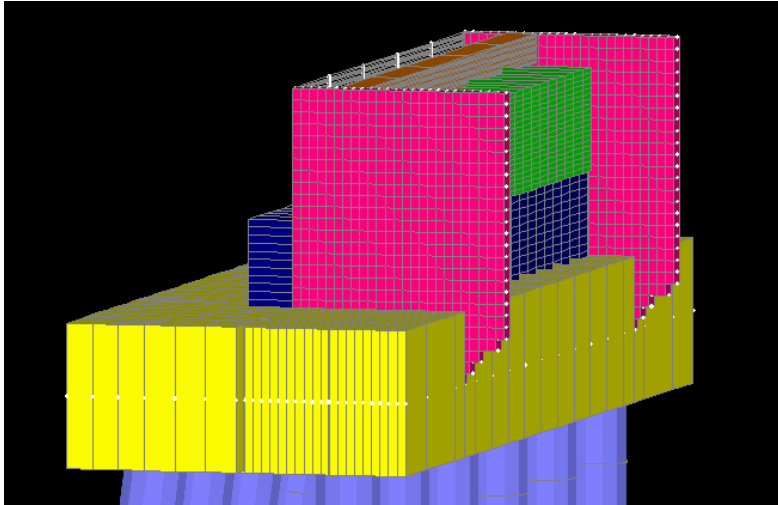
Add to Existing Loads  
 Replace Existing Loads  
 Delete Existing Loads

Gambar 8.27 Input Beban Tekanan Tanah



Gambar 8.28 Hasil Input Beban Tekanan Tanah

### 8.4.2. Pemodelan Struktur



Gambar 8.29 Pemodelan Struktur Wingwall

### 8.4.3. Perencanaan Tulangan Wingwall

Untuk momen pada dinding wingwall didapat dari analisa Sap2000

- Tulangan Arah Vertikal

$$\begin{aligned}
 M_u &= 810444 \text{ Nmm} \\
 f_c' &= 35 \text{ MPa} \\
 f_y &= 390 \text{ MPa} \\
 D \text{ tulangan} &= 16 \text{ mm} \\
 h &= 300 \text{ mm} \\
 d' &= 50 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= h - d' - D \text{ tulangan} \\
 &= 300 - 50 - 16 \\
 &= 234 \text{ mm} \\
 &= 0,234 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_{c'}} \\
 &= \frac{390}{0,85 \times 35} = 13,1 \\
 M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\
 &= \frac{810444}{0,8} \\
 &= 1013055 \text{ Nmm} \\
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{1013055}{1000 \times 234^2} \\
 &= 0,019 \text{ N/mm}^2 \\
 \rho_{\text{balance}} &= \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right) \\
 &= 0,03 \\
 \rho_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= \frac{1,4}{390} \\
 &= 0,004 \\
 \rho_{\text{max}} &= 75\% \times \rho_{\text{balance}} \\
 &= 75\% \times 0,03 \\
 &= 0,025 \\
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{13,1} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,109 \times 0,019}{390}} \right) \\
 &= 0,000047
 \end{aligned}$$



Kontrol,  $\rho_{\min} > \rho_{\text{perlu}} > \rho_{\max}$

Karena dari kontrol yang didapat  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$  maka digunakan  $\rho_{\min} = 0,004$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,004 \times 1000 \times 234 \\ &= 840 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka untuk tulangan arah vertikal digunakan **D16- 200** ( $A_s = 1005 \text{ mm}^2$ )

- Tulangan Arah Horizontal

$$\begin{aligned} M_u &= 251132 \text{ Nmm} \\ f_c' &= 35 \text{ MPa} \\ f_y &= 390 \text{ MPa} \\ D \text{ tulangan} &= 16 \text{ mm} \\ h &= 300 \text{ mm} \\ d' &= 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= h - d' - D \text{ tulangan} \\ &= 300 - 50 - 16 \\ &= 234 \text{ mm} \\ &= 0,234 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\ &= \frac{390}{0,85 \times 35} = 13,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{251132}{0,8} \\ &= 313915 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\ &= \frac{313915}{1000 \times 234^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,006 \text{ N/mm}^2 \\
 \rho_{\text{balance}} &= \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600+f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600+390} \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,03 \\
 \rho_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= \frac{1,4}{390} \\
 &= 0,004
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{max}} &= 75\% \times \rho_{\text{balance}} \\
 &= 75\% \times 0,03 \\
 &= 0,025
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{13,1} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,109 \times 0,006}{390}} \right) \\
 &= 0,000015
 \end{aligned}$$

Kontrol,  $\rho_{\text{min}} > \rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{max}}$

Karena dari kontrol yang didapa  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$  maka digunakan  $\rho_{\text{min}} = 0,004$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,004 \times 1000 \times 234 \\
 &= 840 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka untuk tulangan arah horizontal digunakan **D16- 200** ( $A_s = 1005 \text{ mm}^2$ )

## 8.5. Perencanaan Plat Injak

Pelat injak merupakan konstruksi yang terletak menempel pada abutment, dengan ditumpu pada satu sisi oleh konsol abutment. Fungsi pelat injak adalah mencegah terjadinya penurunan pada oprit jembatan.

### 8.5.1. Analisa Plat Injak

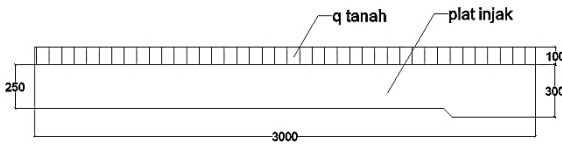
Konstruksi pelat injak jembatan ini direncanakan terbuat dari beton bertulang dengan mutu beton  $f_c' = 30$  Mpa dan tulangan yang dipasang adalah tulangan dengan mutu  $f_{sy} = 400$  Mpa.

Menurut BMS, BDM.....Hal 3.31. Dimensi permulaan untuk pelat injak pada pondasi sumuran adalah:

- Panjang dapat diambil sebesar 3000 mm
- Tebal sebesar 300 mm

Direncanakan:

- Panjang (l) = 3000 mm
- Tinggi (h) = 300 mm
- Lebar (b) = 1000 mm
- h tanah = 100 mm



Gambar 8.30 Dimensi Plat Injak

Perhitungan momen plat injak

#### 1. Beban Mati

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri} &= b \times h \times \gamma_{\text{beton}} \\ &= 1 \times 0,3 \times 25 = 7,5 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

#### 2. Beban Mati Tambahan

$$\begin{aligned} \text{Berat aspal} &= b \times h \times \gamma_{\text{aspal}} \\ &= 1 \times 0,07 \times 22 = 1,54 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat hujan} &= b \times h \times \gamma_{\text{hujan}} \\ &= 1 \times 0,07 \times 10 = 0,7 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

## 3. Beban Tanah

$$q \text{ tanah} = b \times h \times \gamma_{\text{beton}}$$

$$= 1 \times 0,1 \times 17,8 = 1,78 \text{ kN/m}$$

## 4. Beban Hidup (BTR)

BTR = Untuk  $L < 30 \text{ m}$ 

$$q = 9,0 \text{ kPa}$$

$$q = 9 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{BTR}} = q \times b_l$$

$$= 9 \text{ kN/m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$= 9 \text{ kN/m}$$

## Kombinasi Beban

NO	AKSI/BEBAN	BEBAN (kN)	LENGAN (m)	MOMEN (kNm)	FAKTOR BEBAN	KOMBINASI (kNm)
1	Berat sendiri	7,5	1,5	11,25	1,3	14,63
2	Beban Mati Tambahan	2,24	1,5	3,36	2	6,72
3	q tanah	1,78	1,5	2,67	1,25	3,34
5	qBTR	9,00	1,5	13,5	1,8	24,30
						48,98

**Sumber:** Analisa Perhitungan**8.5.2. Penulangan Plat Injak**

## • Data

$$M_u = 48982500 \text{ Nmm}$$

$$f_c' = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 390 \text{ MPa}$$

$$D \text{ tul. lentur} = 13 \text{ mm}$$

$$\emptyset \text{ tul. bagi} = 10 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

- Penulangan lentur

$$\begin{aligned}
 d &= h - d' - D \text{ tul. lentur} - (0,5 \times \emptyset \text{ tul. bagi}) \\
 &= 300 - 40 - 13 - (0,5 \times 10) \\
 &= 242 \text{ mm} \\
 &= 0,242 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{fy}{0,85 \times fc'} \\
 &= \frac{390}{0,85 \times 30} \\
 &= 15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= \frac{Mu}{\emptyset} \\
 &= \frac{48982500}{0,8} \\
 &= 61228125 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Rn &= \frac{Mn}{b \times d^2} \\
 &= \frac{61228125}{1000 \times 242^2} \\
 &= 1,04 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ balance} &= \frac{0,85 \times \beta 1 \times fc'}{fy} \times \left( \frac{600}{600 + fy} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right) \\
 &= 0,03
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ min} &= \frac{1,4}{fy} \\
 &= \frac{1,4}{390} \\
 &= 0,004
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ max} &= 75\% \times \rho \text{ balance} \\
 &= 75\% \times 0,03 \\
 &= 0,025
 \end{aligned}$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{15,3} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,3 \times 1,040}{390}} \right)$$

$$= 0,003$$

Kontrol,  $\rho \text{ min} > \rho \text{ perlu} > \rho \text{ max}$

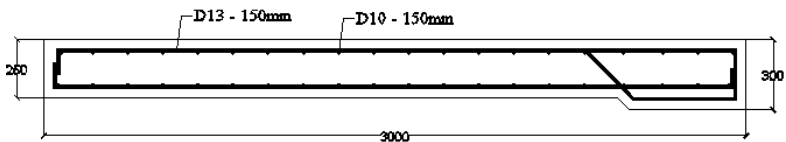
Karena dari kontrol yang didapa  $\rho \text{ perlu} < \rho \text{ min}$  maka digunakan  $\rho \text{ min} = 0,004$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,004 \times 1000 \times 242 \\ &= 868,7 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka untuk tulangan lentur digunakan **D13- 150** ( $A_s = 885 \text{ mm}^2$ )

- Penulangan bagi
  - $A_s' = 50\% \times A_s \text{ pasang}$
  - $= 50\% \times 885 \text{ mm}^2$
  - $= 442,4 \text{ mm}^2$

Direncanakan untuk tulangan bagi **Ø10 – 150** ( $A_s' = 523,3 \text{ mm}^2$ )



Gambar 8.31 Detai Penulangan Plat Injak

***“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”***

## BAB IX METODE PELAKSANAAN

### 9.1. Metode Pelaksanaan Jembatan Busur Baja

Metode pelaksanaan jembatan busur box baja yang menghubungkan Blitar dan Malang akan direncanakan dengan metode *Balanced Kantilever* dengan mengandalkan tarikan kabel yang dihubungkan ke temporary tower, Adapun tahapan pekerjaannya antara lain:

#### 1. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi pembuatan direksi kit, pengadaan gudang dan peralatan, pembuatan pagar proyek, pengukuran awal untuk mencari ketepatan letak dan elevasi muka tanah.



Gambar 9.1 Pembuatan Direksi Kit

**Sumber:** Buku *TA Modifikasi Jembatan Girindulu Menjadi Busur Baja* Oleh Hendra Darmawan





Gambar 9.2 Pengadaan Gudang, Alat dan bahan



Gambar 9.3 Pembuatan Pagar Proyek

**Sumber:** Buku *TA Modifikasi Jembatan Girindulu Menjadi Busur Baja* Oleh Hendra Darmawan



Gambar 9.4 Pengukuran Awal

## 2. Pekerjaan Struktur Bawah

Pembangunan jembatan dimulai dari tahapan struktur bawah, dimulai dari pemancangan, penulangan abutmen dan pilar, pemasangan bekisting dan pengecoran. Pastikan struktur bawah sudah dalam keadaan baik



Gambar 9.5 Proses Pemancangan



Gambar 9.6 Proses Penulangan Bangunan Bawah



Gambar 9.8 Pemasangan Bekisting



Gambar 9.7 Proses Pengecoran Bangunan Bawah  
**Sumber:** Buku TA *Modifikasi Jembatan Girindulu Menjadi Busur Baja* Oleh Hendra Darmawan

### 3. Pekerjaan Pabrikasi Gelagar

Pekerjaan persiapan gelagar-gelagar baja, meliputi pekerjaan pelapisan cat anti karat (*Galvanizing*), pemotongan dan pembungkaman baja sesuai dengan kebutuhan, serta pembautan tiap segmen gelagar.



Gambar 9.9 Proses Pabrikasi Baja



Gambar 9.10 Proses Galvanizing

**Sumber: Sumber:** Buku TA *Modifikasi Jembatan Girindulu Menjadi Busur Baja* Oleh Hendra Darmawan

#### 4. Pemasangan Temporary Tower

Berfungsi sebagai alat bantu untuk menahan berat gelagar tiap segmen jembatan serta mempermudah pada pekerjaan pembautan, pengelasan pada segmen baja.



Gambar 9.11 Pemasangan Temporary Tower

**Sumber: Sumber:** Buku *TA Modifikasi Jembatan Girindulu Menjadi Busur Baja* Oleh Hendra Darmawan

#### 5. Pemasangan Traveler

Berfungsi meletakkan segmen jembatan sesuai dengan posisinya, pemasangan traveler diawali dengan pemasangan kabel di bagian atas temporary tower yang nantinya digunakan sebagai alas berjalannya traveler





Gambar 9.12 Pemasangan Traveler

**Sumber:** Buku TA *Modifikasi Jembatan Girindulu Menjadi Busur Baja* Oleh Hendra Darmawan

6. Pemasangan Crane  
Berfungsi sebagai pengangkat setiap segmen jembatan menuju ke traveler untuk nantinya memposisikan segmen jembatan sesuai dengan posisinya.



Gambar 9.13 Pemasangan Crane

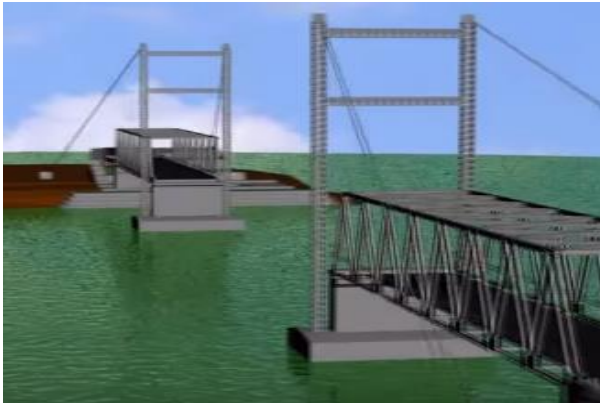
**Sumber:** Buku TA *Modifikasi Jembatan Girindulu Menjadi Busur Baja* Oleh Hendra Darmawan

## 7. Pemasangan Frame

Adapun pemasangan frame dibagi menjadi beberapa segmen, antara lain:

### - Segmen 1

Pemasangan segmen 1 jembatan sepanjang  $\lambda = 4$  m, jembatan dirakit per segmen di lokasi darat dan untuk mobilisasi alat dan baha diangkut menggunakan kapal ponton. Pengambilan segmen jembatan menggunakan crawler crane.



Gambar 9.14 Pemasangan Segmen 1

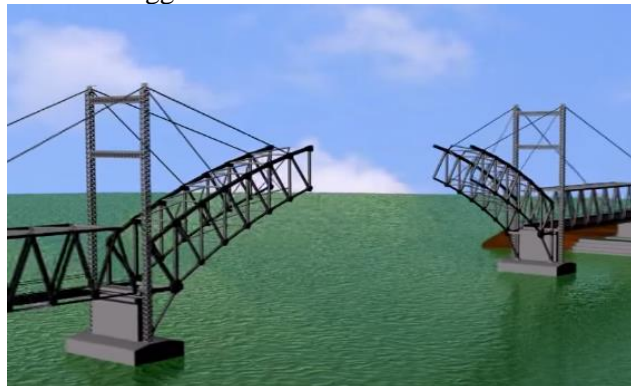
### - Pemasangan Kabel Penahan Segmen 1

Setelah Busur terangkat kemudian busur disesuaikan dengan posisinya, disaat yang bersamaan 2 kabel penahan jembatan masing-masing di pasang di temporary tower, yang 1 di kaitkan di busur dan 1 dikaitkan di penahan busur



Gambar 9.15 Pemasangan Kabel Penahan Segmen 1

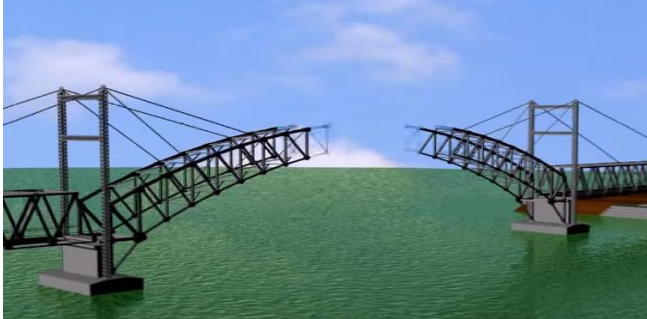
- Segmen 2 – 6  
 Pemasangan segmen 2-6 jembatan yang masing-masing sepanjang  $\lambda = 4$  m, jembatan dirakit per segmen di lokasi darat dan untuk mobilisasi alat dan baha diangkut menggunakan kapal ponton. Pengambilan segmen jembatan menggunakan crawler crane.



Gambar 9.16 Pemasangan Segmen 2 - 6



- Pemasangan Kabel Penahan Segmen 2 – 6  
Setelah Busur terangkat kemudian busur disesuaikan dengan posisinya, disaat yang bersamaan tiap segmen jembatan dipasang 2 kabel penahan jembatan, masing-masing kabel di pasang di temporary tower dan yang 1 di kaitkan di busur dan 1 dikaitkan di penahan busur



- Segmen 7-12  
Pemasangan segmen 7-12 jembatan sepanjang  $\lambda = 6$  m, jembatan dirakit per segmen di lokasi darat dan untuk mobilisasi alat dan baha diangkut menggunakan kapal ponton. Pengambilan segmen jembatan menggunakan crawler crane.
- Pemasangan Kabel Penahan Segmen 7



Gambar 9.17 Pemasangan Kabel Penahan Segmen 7

Setelah Busur terangkat kemudian busur disesuaikan dengan posisinya, disaat yang bersamaan 2 kabel penahan jembatan masing-masing di pasang di temporary tower, yang 1 di kaitkan di busur dan 1 dikaitkan di penahan busur

- Pemasangan Kabel Penggantung Dan Gelagar Melintang Setelah dilakukan pekerjaan pemasangan frame, kemudian dilanjutkan pemasangan batang penggantung dan gelagar melintang.



Gambar 9. 18 Pemasangan Kabel Jembatan & Gelagar Melintang, Memanjang

- Pemasangan Gelagar Memanjang Dan Ikatan Angin Bawah Setelah dilakukan pemasangan kabel penggantung jembatan dan gelagar melintang, kemudian dilanjutkan pemasangan gelagar memanjang jembatan dan ikatan angin bawah

- Pelapasan Temporary Tower



Gambar 9. 19 Pelepasan Temporary Tower

- Pengecoran Plat Lantai Dan Pekerjaan Finishing  
Setelah pekerjaan perakitan elemen rangka jembatan kemudian dilakukan pekerjaan pembuatan bekisting, pengecoran plat lantai jembatan, pengaspalan, serta pekerjaan finishing seperti pembuatan marka jalan, pemasangan lampu sepanjang jembatan, dan pemasangan tiang sandaran.



Gambar 9. 20 Pengecoran Plat Lantai Dan Pekerjaan Finishing

## 9.2. Perhitungan Metode Pelaksanaan

### 1. Kabel Penahan Busur per Segmen

- $P_u$   
 $\Sigma V = 0$   
 $Q - P_u \times \sin \Theta = 0$   
 $P_{u_{busur}} = Q / \sin \Theta$

Tabel 9.1 Kabel Penahan Busur Per Segmen

Nomor Segemen	Berat (Ton)	Sudut busur ke kabel (°)	$P_u$ busur (Ton)
Segmen 1	15,5	63	17,3
Segmen 2	14,9	44	21,4
Segmen 3	13,5	34	24,2
Segmen 4	13,9	27	30,6
Segmen 5	13,8	34	24,6
Segmen 6	11,8	31	23,0
Segmen 7	18,5	26	42,2
Segmen 8	18,1	23	46,4
Segmen 9	17,8	21	49,5
Segmen 10	16,7	19	51,2
Segmen 11	16,6	19	51,1
Segmen 12	18,3	18	59,1

**Sumber:** Analisa Perhitungan

## 2. Kabel Penahan Temporary Tower Dari Busur

- $V_u = P_u \text{ busur} \times \text{Cos } \Theta$

Tabel 9.2Kabel Penahan Temporary Tower Dari Busur

Nomor Segemen	Pu busur (Ton)	Sudut temporary tower ke busur (°)	Vu (Ton)
Segmen 1	17,3	27	15,5
Segmen 2	21,4	46	14,9
Segmen 3	24,2	56	13,5
Segmen 4	30,6	63	13,9
Segmen 5	24,6	56	13,8
Segmen 6	23,0	59	11,8
Segmen 7	42,2	64	18,5
Segmen 8	46,4	67	18,1
Segmen 9	49,5	69	17,8
Segmen 10	51,2	71	16,7
Segmen 11	51,1	71	16,6
Segmen 12	59,1	72	18,3
Jumlah			189,3

**Sumber:** Analisa Perhitungan

### 3. Kabel Penahan Temporary Tower ke Poer

- $P_u \text{ temporary tower ke poer} = V_u / \cos \Theta$

Tabel 9.3 Kabel Penahan Temporary Tower ke Poer

Nomor Segemen	$V_u$ (Ton)	Sudut temporary tower ke poer ( $^\circ$ )	$P_u$ temporary tower ke poer
Segmen 1	15,5	44	21,5
Segmen 2	14,9	41	19,7
Segmen 3	13,5	39	17,4
Segmen 4	13,9	37	17,4
Segmen 5	13,8	36	17,0
Segmen 6	11,8	34	14,3
Segmen 7	18,5	32	21,8
Segmen 8	18,1	31	21,1
Segmen 9	17,8	30	20,5
Segmen 10	16,7	29	19,1
Segmen 11	16,6	27	18,7
Segmen 12	18,3	26	20,3

**Sumber:** Analisa Perhitungan

#### 4. Kabel Penahan Temporary Tower ke Poer Gaya Horizontal Poer

- Pu poer gaya Horizontal  
= Pu temporary tower ke poer x Sin  $\Theta$

Nomor Segemen	V Masuk Kabel (Ton)	Sudut temporary tower ke poer (°)	Kemampuan Horizontal Poer
Segmen 1	21,5	44	14,9
Segmen 2	19,7	41	12,9
Segmen 3	17,4	39	21,9
Segmen 4	17,4	37	20,9
Segmen 5	17,0	36	20,0
Segmen 6	14,3	34	8,0
Segmen 7	21,8	32	23,1
Segmen 8	21,1	31	10,9
Segmen 9	20,5	30	20,5
Segmen 10	19,1	29	18,5
Segmen 11	18,7	27	8,5
Segmen 12	20,3	26	8,9
Jumlah			189,0

Tabel 9.4 Kabel Penahan Temporary Tower ke Poer  
(GayaHorizontal)

Nomor Segemen	Vu (Ton)	Sudut Kabel ke tower	V Horizontal
Segmen 1	17,3	27	15,5
Segmen 2	21,4	46	14,9
Segmen 3	24,2	56	13,5
Segmen 4	30,6	63	13,9
Segmen 5	24,6	56	13,8
Segmen 6	23,0	59	11,8
Segmen 7	42,2	64	18,5
Segmen 8	46,4	67	18,1
Segmen 9	49,5	69	17,8
Segmen 10	51,2	71	16,7
Segmen 11	51,1	71	16,6
Segmen 12	59,1	72	18,3
Jumlah			189,3

Tabel 9.5 Kabel Penahan Temporary Tower dari Busur  
(GayaHorizontal)

### 5. Kontrol Stabilitas Temporary Tower

$$\Sigma H (\text{Poer}) - \Sigma H (\text{Busur}) = 0$$

$$189,0 \text{ Ton} - 189,3 \text{ Ton} = -0,2 \text{ Ton}$$

Jika sudah mendekati 0 (nol) maka, Temporary Tower sudah bias dianggap kuat untuk alat bantu proses pemasangan jembatan. Karena Seimbang terhadap gaya Horizontal.

### 6. Kebutuhan Kabel Saat Pelaksanaan

- Kabel penarik jembatan busur

$$E = 168000 \text{ MPa}$$

$$D = 30 \text{ mm}$$

$$A_s = 541 \text{ mm}^2$$

$$P_n = 524 \text{ kN}$$

Tabel 9. 5 Kabel Penarik Jembatan Busur

Frame	Pu	n kabel	Pn (Kn)		Kontrol
	(Kn)	Jumlah strand	Teg Terjadi	Teg.Ijin	
Berat 1 Segmen	154,5	1	0,3	1,0	OK
Berat 2 Segmen	148,7	1	0,3	1,0	OK
Berat 3 Segmen	135,2	1	0,2	1,0	OK
Berat 4 Segmen	139,0	1	0,3	1,0	OK
Berat 5 Segmen	137,7	1	0,3	1,0	OK
Berat 6 Segmen	118,2	1	0,2	1,0	OK
Berat 7 Segmen	184,8	1	0,3	1,0	OK
Berat 8 Segmen	181,2	1	0,3	1,0	OK
Berat 9 Segmen	177,5	1	0,3	1,0	OK
Berat 10 Segmen	166,8	1	0,3	1,0	OK
Berat 11 Segmen	166,4	1	0,3	1,0	OK
Berat 12 Segmen	182,6	1	0,3	1,0	OK

**Sumber:** Analisa Perhitungan



- Kabel penahan temporary tower  
ASTM  
E = 168000 MPa  
D = 30 mm  
As = 541 mm<sup>2</sup>  
Pn = 524 kN

Tabel 9.6Kabel Penahan Temporary Tower

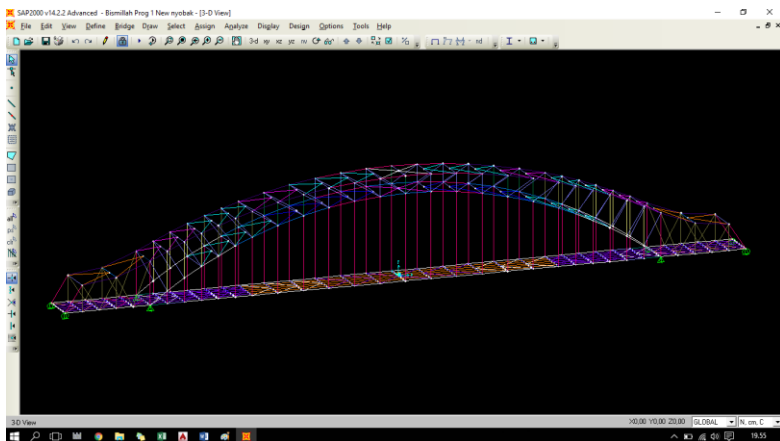
Frame	Pu	n kabel Jumlah strand	Pn (Kn)		Kontrol
	(Kn)		Teg.Terjadi	Teg.Ijin	
Gaya Kabel 1	214,8	1	0,4	1,0	OK
Gaya Kabel 2	197,0	2	0,4	1,9	OK
Gaya Kabel 3	173,9	2	0,3	1,9	OK
Gaya Kabel 4	174,0	2	0,3	1,9	OK
Gaya Kabel 5	170,2	2	0,3	1,9	OK
Gaya Kabel 6	142,6	1	0,3	1,0	OK
Gaya Kabel 7	217,9	2	0,4	1,9	OK
Gaya Kabel 8	211,4	1	0,4	1,0	OK
Gaya Kabel 9	205,0	2	0,4	1,9	OK
Gaya Kabel 10	190,7	2	0,4	1,9	OK
Gaya Kabel 11	186,7	1	0,3	1,0	OK
Gaya Kabel 12	203,2	1	0,4	1,0	OK

**Sumber:** Analisa Perhitungan

### 9.3. Pemeliharaan Jembatan

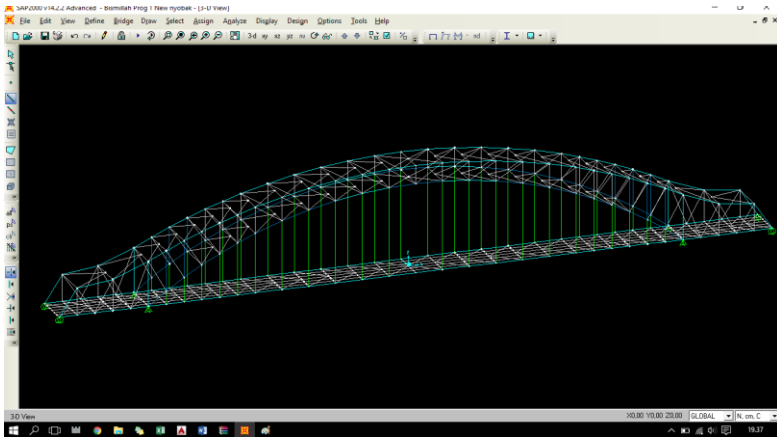
Pemeliharaan jembatan merupakan hal yang wajib dilakukan agar jembatan itu bisa berumur sesuai rencana yang sudah dihitung dan direncanakan. Seperti contoh pada jembatan busur, penggantung merupakan bagian penting dalam jembatan busur yang harus dipelihara. Saat pemeliharaan penggantung jembatan maka akan dilakukan penggantian penggantung dengan cara mencopot salah satu atau beberapa penggantung untuk diganti yang baru. Kondisi lalu lintas yang direncanakan pada saat pemeliharaan adalah jembatan harus ditutup total untuk sementara. Cara mengetahui apakah saat pemeliharaan atau salah satu penggantung dicopot maka perlu dianalisa dengan menggunakan dimodelkan di software Sap, dan dibebani dengan beban mati,

Kondisi normal merupakan kondisi penggantung masih terpasang semua



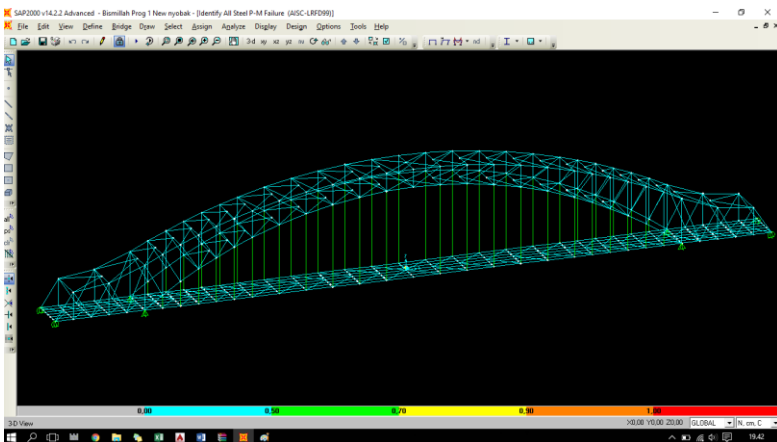
Gambar 9.21 Kondisi Normal

## Kondisi 1 (Penggantung nomor 12 dilepas)



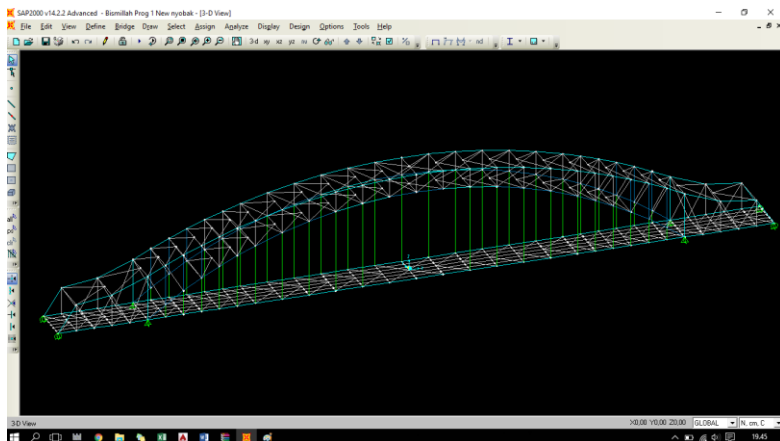
Gambar 9.22 Kondisi 1

## Hasil analisa setelah dimodelkan di Sap



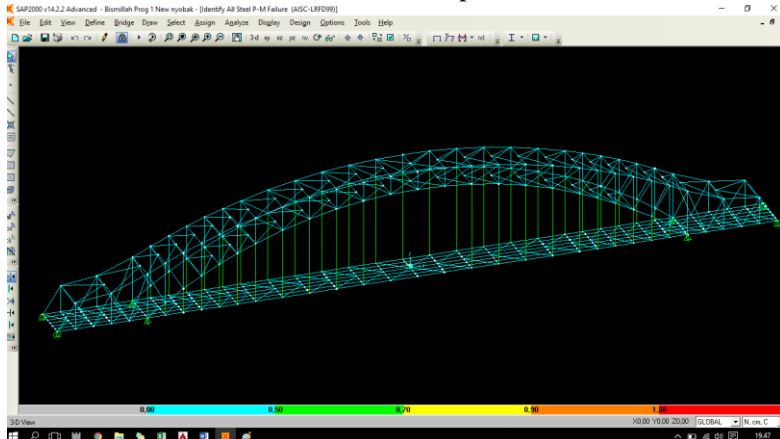
Gambar 9.23 Hasil Analisa Sap Kondisi 1

## Kondisi 2 (Penggantung nomor 11,12,13 dilepas)



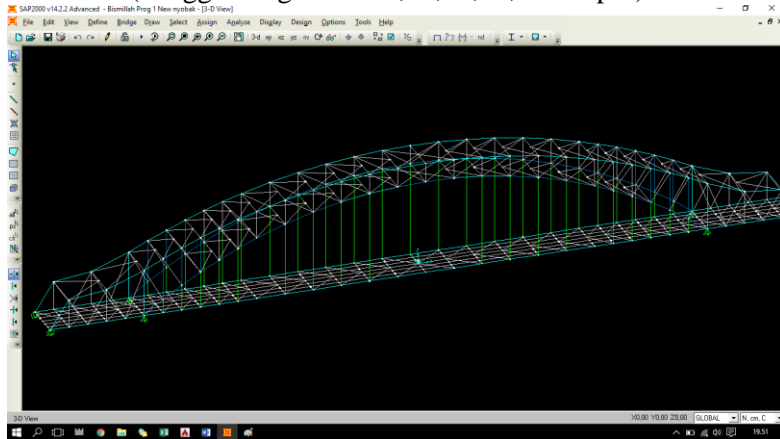
Gambar 9.24 Kondisi 2

## Hasil analisa setelah dimodelkan di Sap



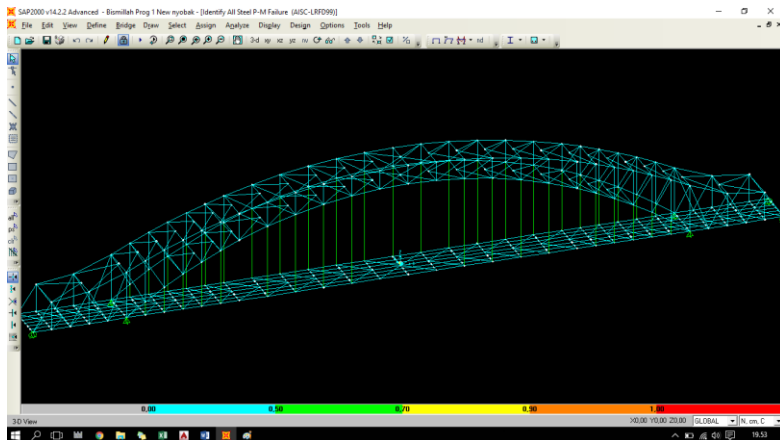
Gambar 9.25 Hasil Analisa Sap Kondisi 2

### Kondisi 3 (Penggantung nomor 6,11,12,13,18 dilepas)



Gambar 9.26 Kondisi 3

Hasil analisa setelah dimodelkan di Sap



Gambar 9.27 Hasil Analisa Sap Kondisi 3

## **BAB X**

### **PENUTUP**

#### **10.1. Kesimpulan**

Dari hasil perencanaan yang diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dimensi melintang lantai kendaraan lengkap dengan trotoar adalah 9 m untuk jalan 1 jalur 2 arah. Tinggi fokus busur (f) adalah 20 m, tinggi rangka busur (h) adalah 4 m
2. Tebal aspal = 7 cm  
Tebal pelat = 20 cm ; Mutu beton  $f_c' = 30$  MPa  
Tulangan lapangan : - Tul. lentur D16-120 mm  
                                  - Tul. geser D13-150 mm  
Tulangan tumpuan : - Tul. lentur D16-120 mm  
                                  - Tul. geser D13-150 mm
3. Kerb →     b = 500 mm  
                  h = 200 mm  
                  Tul. utama D10-200 mm (JIS G3112)  
                  Tul. susut D8-150 mm (JIS G3112)
4. Tiang dan pipa sandaran  
   Jarak tiang sandaran = 2,5 m  
   Diameter luar (do) = 76,2 mm  
   Kolom tiang sandaran → b = 200 mm  
  h = 200 mm  
  L = 1,2 m  
  
   Tul. lentur 4D12  
   Tul. geser Ø 8-200 mm
5. Gelagar memanjang bentang 4m → WF 400x200x6x12 (BJ 55)  
   Shear Connector D = 16 mm dan L = 75 mm  
   Jumlah Shear connector = 66 buah (untuk 2 baris)  
  = 33 buah (untuk 1 baris)  
   dipasang dengan jarak 12 cm

$$\text{Lendutan} = \delta = 0,47 \leq \delta_{\text{ijin}} = 0,5$$

Gelagar memanjang bentang 6m  $\rightarrow$  WF 500x200x6x14 (BJ 55)

Shear Connector D = 16 mm dan L = 75 mm

Jumlah Shear connector = 92 buah (untuk 2 baris)

= 46 buah (untuk 1 baris)

dipasang dengan jarak 13 cm

$$\text{Lendutan} = \delta = 0,71 \leq \delta_{\text{ijin}} = 0,75$$

6. Gelagar melintang  $\rightarrow$  WF 900x300x16x38 (BJ 55)

Shear Connector D = 22 mm dan L = 125 mm

Jumlah Shear connector = 152 buah (untuk 2 baris)

= 76 buah (untuk 1 baris)

dipasang dengan jarak 12 cm

$$\text{Lendutan} = \delta = 0,66 \leq \delta_{\text{ijin}} = 1,125$$

7. Batang penggantung

Profil yang dipakai Galvanized Structural Strand (BRIDON)

ASTM A-586 dengan D= 55 mm

8. Struktur utama

Mutu: Box = EN10025

WF = BJ 55

Pada jembatan busur bentang 120 m (Ditinjau Segmen 12)

- (Tengah) Rangka luar atas, Box 800x600x15x15
- (Tengah) Rangka luar bawah, Box 800x600x20x20
- (Tengah) Rangka tegak, WF 600x200x6x9
- (Tengah) Rangka miring, WF 600x200x6x9
- (Tengah) Batang tarik, Box 600x600x10x10

Pada jembatan rangka bentang 20 m

- Rangka luar atas, Box 900x600x10x10
- Rangka luar bawah, Box 800x600x10x10
- Rangka tegak, WF 600x300x12x16
- Rangka miring, WF 600x300x12x16

9. Ikatan angin atas

Mutu: 2L = BJ 55

WF = BJ 55

Pada jembatan busur bentang 120 m(Ditinjau Segmen 12)

- (Tengah) Vertikal, WF 200x200x8x12
- (Tengah) diagonal, 2L 150x150x19

Pada jembatan rangka bentang 20 m

- Vertikal, WF 200x200x8x12
- Diagonal, 2L 180x180x16

10. Ikatan angin bawah

Mutu: 2L = BJ 55

Pada jembatan busur bentang 120 m(Ditinjau Segmen 12)

- diagonal, 2L 200x200x20

Pada jembatan rangka bentang 20 m

- Diagonal, 2L 150x150x19

11. Perletakan berupa perletakan sendi dan rol baja

12. Abutment jembatan memiliki tinggi dinding abutment = 5,62m dan lebar = 2,5m dengan lebar poer = 15,2m dan tebal = 2m. Mutu beton yang digunakan adalah  $f_c' = 35$  MPa.

13. Pondasi struktur menggunakan steel pipe pile (ASTM A 252 / Grade 3) dengan diameter 90 cm yang memiliki kedalaman 35m (Abutment 1) dan 31m (Abutment 2) sesuai dengan penyelidikan tanah SPT (Standard Penetration Test). Jumlah tiang pancang yang dibutuhkan 12 buah

14. Pilar jembatan memiliki tinggi kolom = 4,6m dan lebar = 4m dengan lebar poer = 20,4 m dan tebal = 2m. Mutu beton yang digunakan adalah  $f_c' = 35$  MPa.

15. Pondasi struktur menggunakan steel pipe pile (ASTM A 252 / Grade 3 ) dengan diameter 100 cm yang memiliki kedalaman 35m (Pilar 1) dan 31m (Pilar 2) sesuai dengan penyelidikan tanah SPT (Standard Penetration Test). Jumlah tiang pancang yang dibutuhkan 40 buah



16. Metode pelaksanaan yang digunakan adalah metode balanced cantilever dengan mengandalkan tarikan kabel yang dihubungkan ke temporary tower

### **10.2.Saran**

1. Alangkah baiknya jika perletakan pada jembatan Kalibambang coba direncanakan menggunakan perletakan pot bearing ataupun Lead Rubber Bearing (LRB).
2. Saat Kondisi Pemeliharaan hendaknya tidak ada lalu lintas yang berlalu lalang, dalam artian arus lalu lintas di tutup Sementara saat perawatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. Standar Nasional Indonesia (RSNI T-02-2005) : *Tata Cara Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*
- Departemen Pekerjaan Umum. Standar Nasional Indonesia (RSNI T-03-2005) : *Perencanaan struktur baja untuk jembatan*
- Departemen Pekerjaan Umum. Standar Nasional Indonesia (RSNI T-12-2004) : *Perencanaan struktur beton untuk jembatan*
- Departemen Pekerjaan Umum. Standar Nasional Indonesia (RSNI 2833:2016) : *Perencanaan jembatan terhadap beban gempa*
- 2847:2013) : *Perencanaan Pembebanan jembatan*
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1992. *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan (Bridge Management System dan Bridge Design Manual)*.
- M Das, Braja. 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta, Pradnya Paramita
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan metode LRFD*. Jakarta, Erlangga.
- Sunggono, kh. 1995, *Buku Teknik Sipil*. Bandung, Nova
- Struyk, H. J dan K.H.C.W van der Veen. 1995. *Jembatan*. Diterjemahkan oleh Soemargono. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kazuto Nakazawa. 1994. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta : Pradnya Paramita

***“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”***

## **LAMPIRAN**



TUGAS AKHIR - RC 144542

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
DI KABUPATEN BLITAR

M.NU'MAN AL FARITSY

NRP. 10111715000026

Dosen Pembimbing 1

Ir.Chomaedi, CES.Geo

NIP. 19550319 198403 1 001

Dosen Pembimbing 2

Ir.Ibnu Pudji Rahardjo,MS

NIP. 19600105 198603 1 003

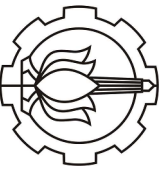
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA 2018





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(RC144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN RANGKA KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siraman  
Kecamatan Kesambi-Blitir

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1  
I. Chomeedi, Des. Geo  
NIP. 19550319 198403 1 001

DOSEN PEMBIMBING 2  
I. Ibnu Puji Bahardio, MS  
NIP. 19600105 198603 1 003

MAHASISWA

Muhammad Al Farisy  
NRP. 10111715000026

NO. KETERANGAN REVISI TANGGAL

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

SUB KAWASAH/ BANGUNAN

Jembatan Kalibambang  
Kabupaten Blitar

JUDUL GAMBAR SKALA

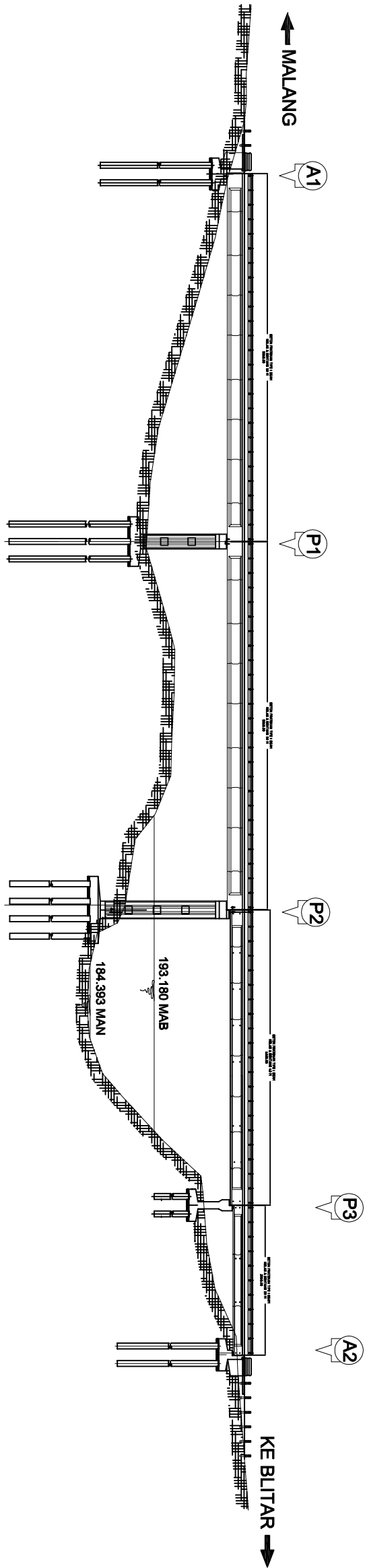
N/A

DOKUMEN  
GAMBAR KERJA

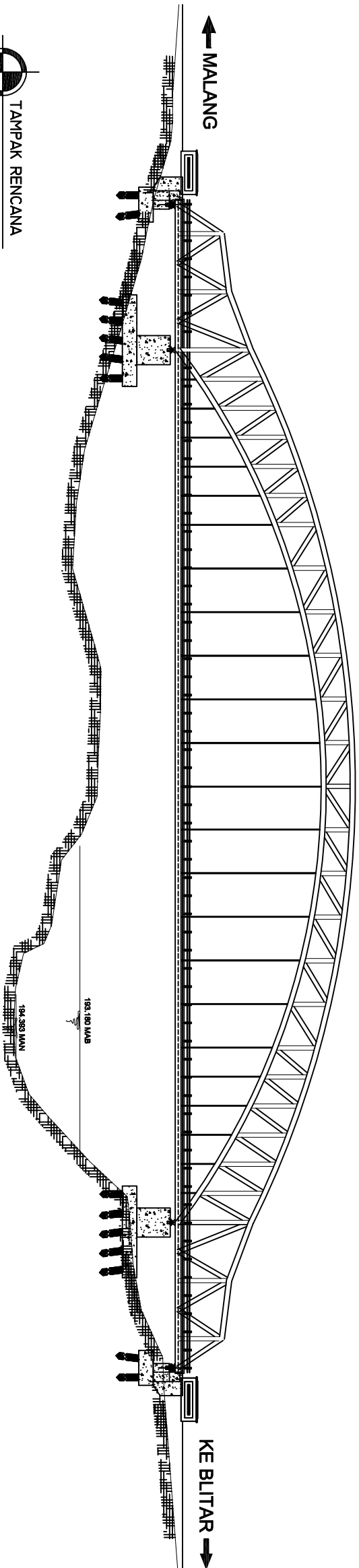
KODE	NO. LBR
ARS	2

TGL. 05 JULI 2018

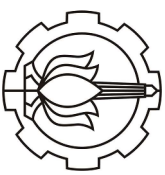
HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN  
MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENYADUKAN, MENYALIN, MENYADUKAN, MENYALIN  
DAN TERBUKAS.



TAMPAK EXISTING  
SKALA 1 : 700



TAMPAK RENCANA  
SKALA 1 : 700



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(RC144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
DI KABUPATEN BILITAR

LOKASI

Dusun Bahang Desa Siraman  
Kecamatan Kesambi-Bilir

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

I. Chomeedi, Des. Geo  
NIP. 195503191984031001

DOSEN PEMBIMBING 2

I. Ibnu Puji, Bahardjo MS  
NIP. 196001051986031003

MAHASISWA

M. Nurhan Al Faridzy  
NRP. 10111715000026

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

SUB KAWASAH/ BANGUNAN

Jembatan Kalibambang  
Kabupaten Bilitar

JUDUL GAMBAR	SKALA

SKALA

N/A

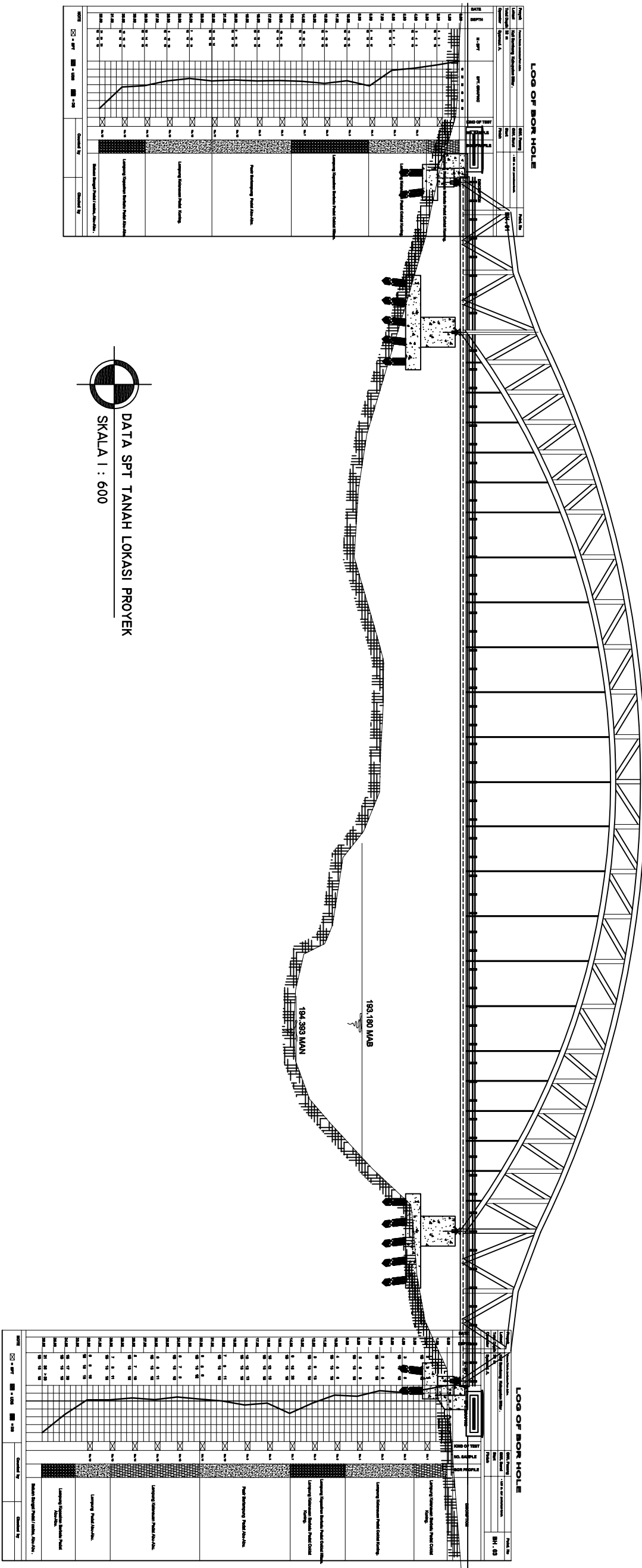
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE ARS	NO. LBR

ARS

3

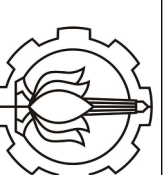
TGL. 05 JULI 2018

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN  
MILIK DAN DIUNDUNG KEHENDAK SINGGAS HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENYALIN, MENYADIKAN, MENYAMPAIKAN INFAKSI  
DAN TERBUKAS.



DATA SPT TANAH LOKASI PROYEK  
SKALA 1 : 600





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(RC144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN RANGKA KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BISSUR BALU  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siraman  
Kecamatan Kesambi-Blihar

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

I. Chomeadi, Des. Geo

NIP. 19550319.198403.1.001

DOSEN PEMBIMBING 2

I. Ibnu Puji Rahardjo, MS

NIP. 19600105.198603.1.003

MAHASISWA

M. Nurhan Al Farisy

NRP. 10111715000026

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

SUB KAWASAH/BANGUNAN

Jembatan Kalibambang  
Kabupaten Blitar

JUDUL GAMBAR

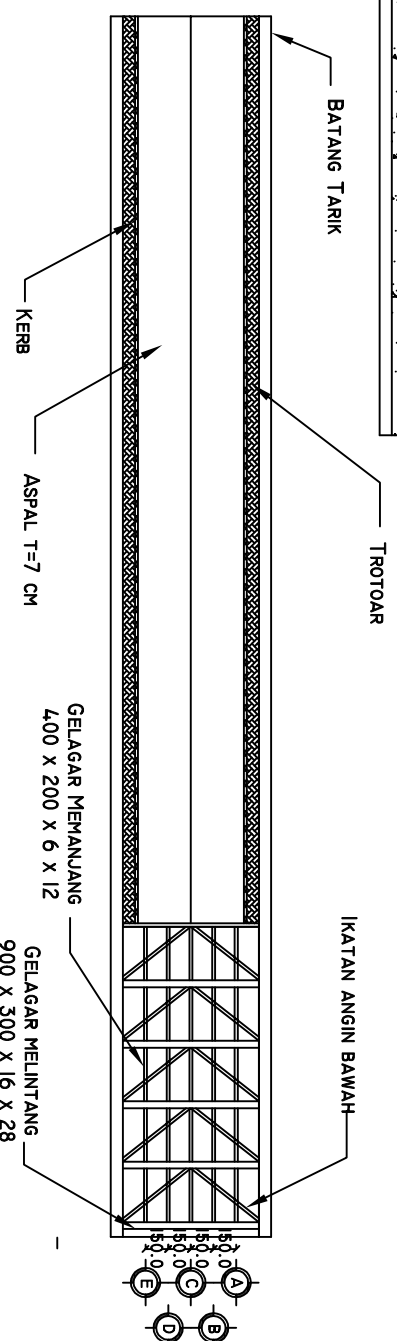
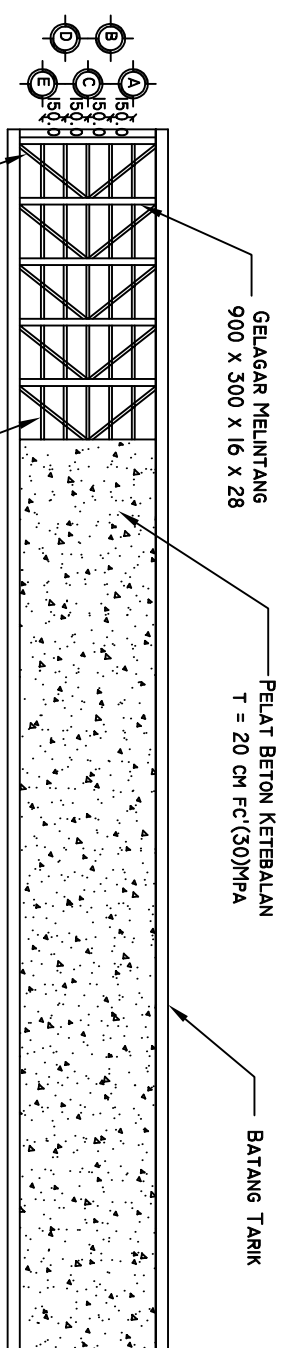
SKALA

N/A

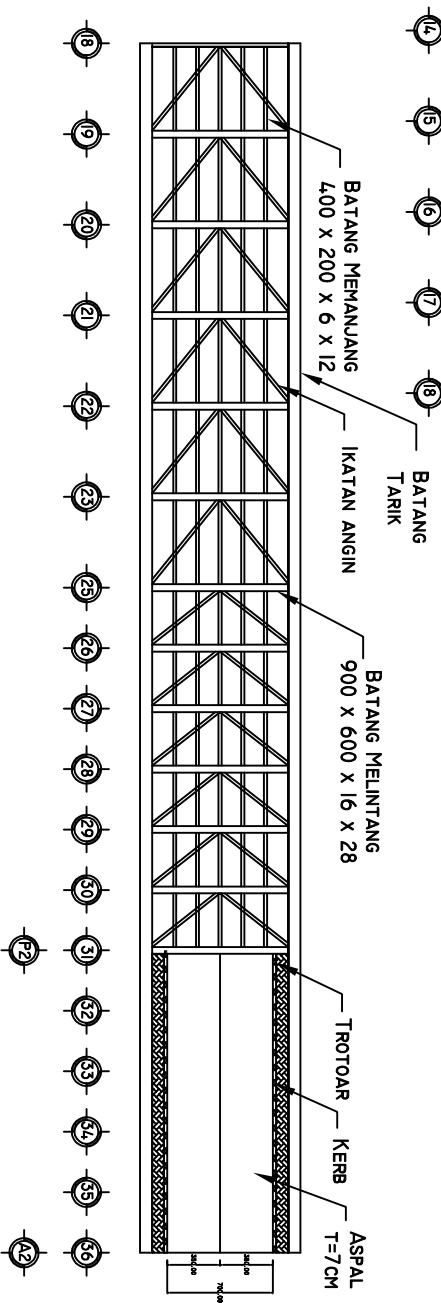
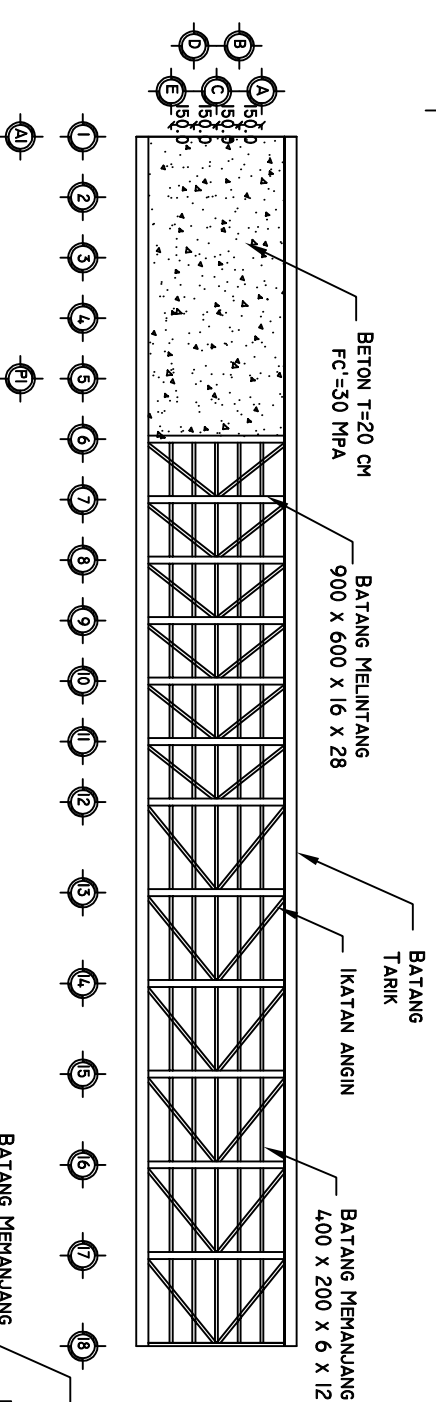
DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	ARS	5

TGL. 05 JULI 2018

HAK CIPTA:  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN  
MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DALAM RANGKAIAN MENYANGKUTKAN, MENYANDUNG, MENYANDUNGAN TANPA  
IZIN TERLARANG.

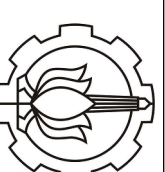


DENAH KONSTRUKSI LANTAI JEMBATAN (120 M)  
SKALA I : 500



DENAH KONSTRUKSI LANTAI JEMBATAN (120 M)  
SKALA I : 500





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(R144542)

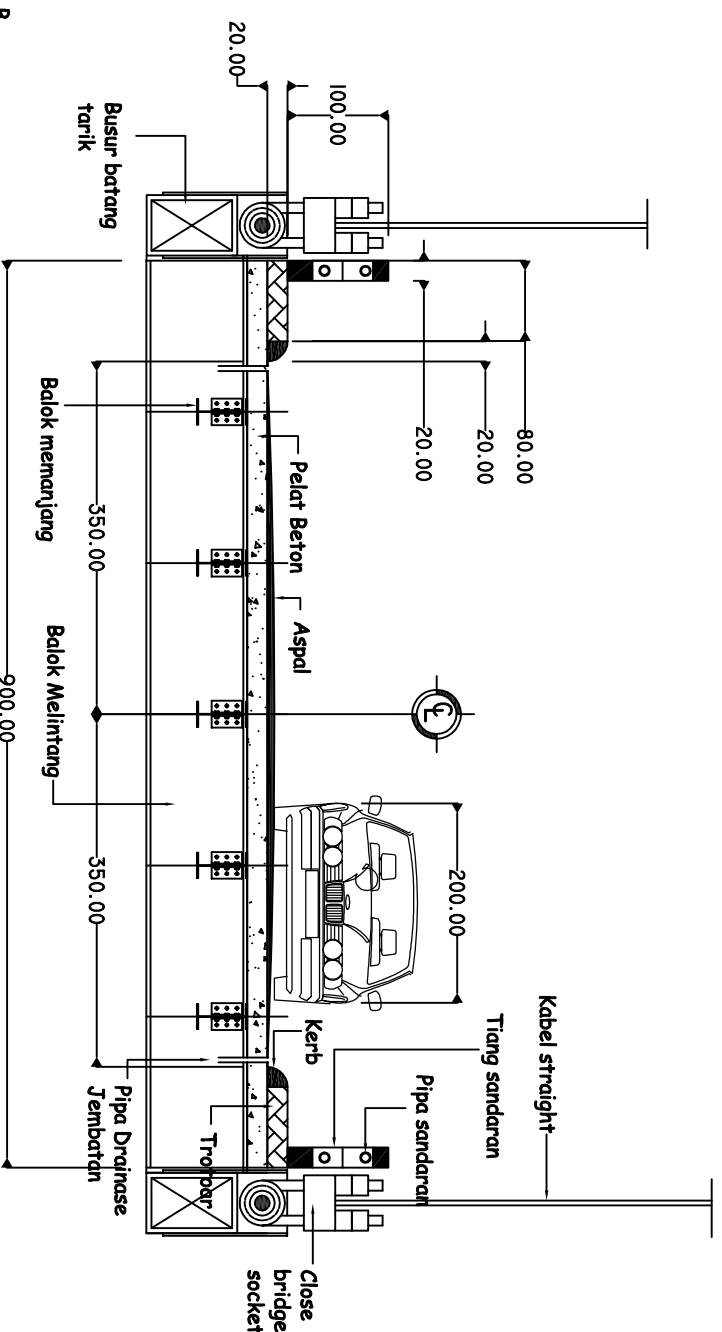
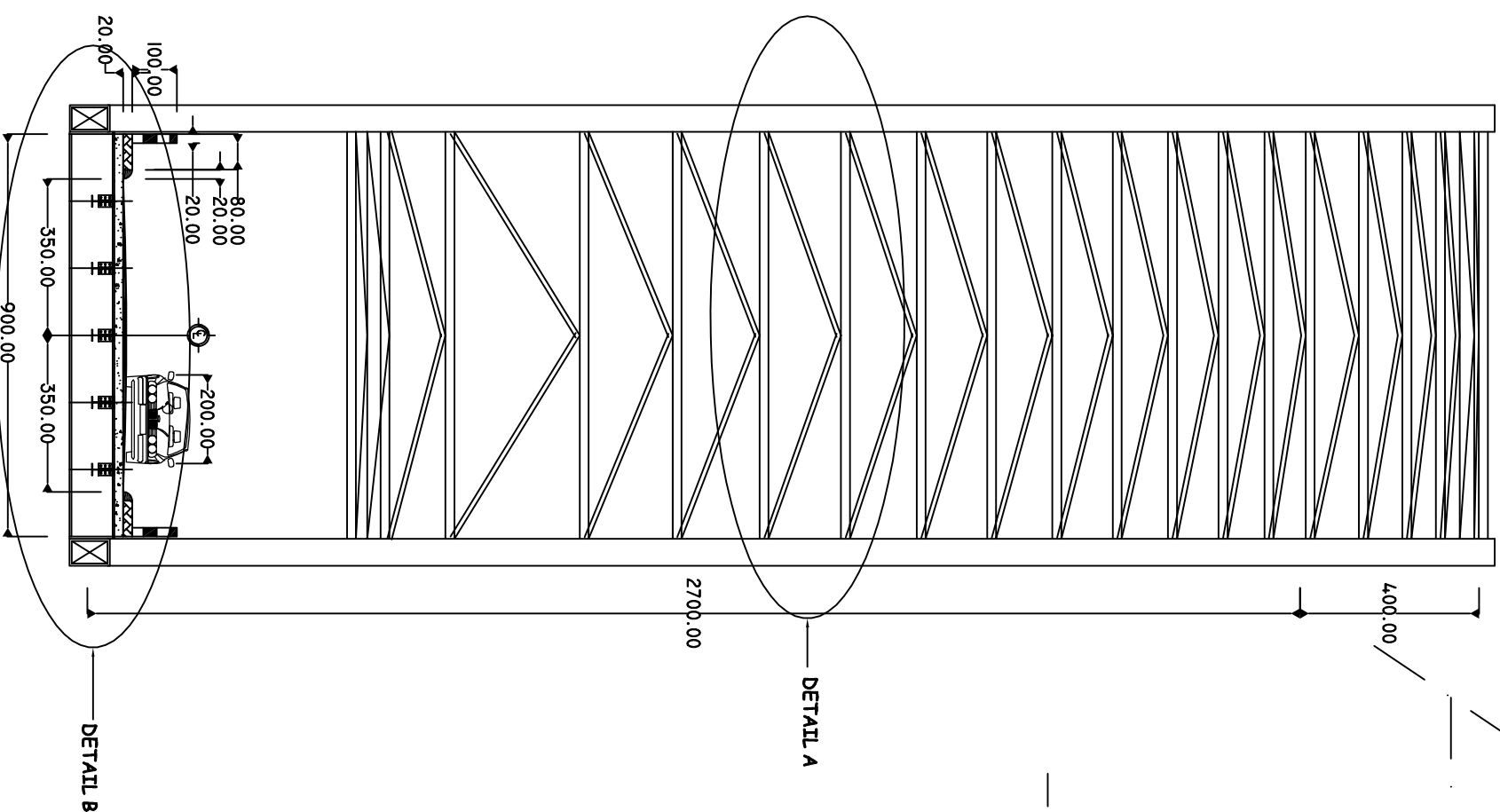
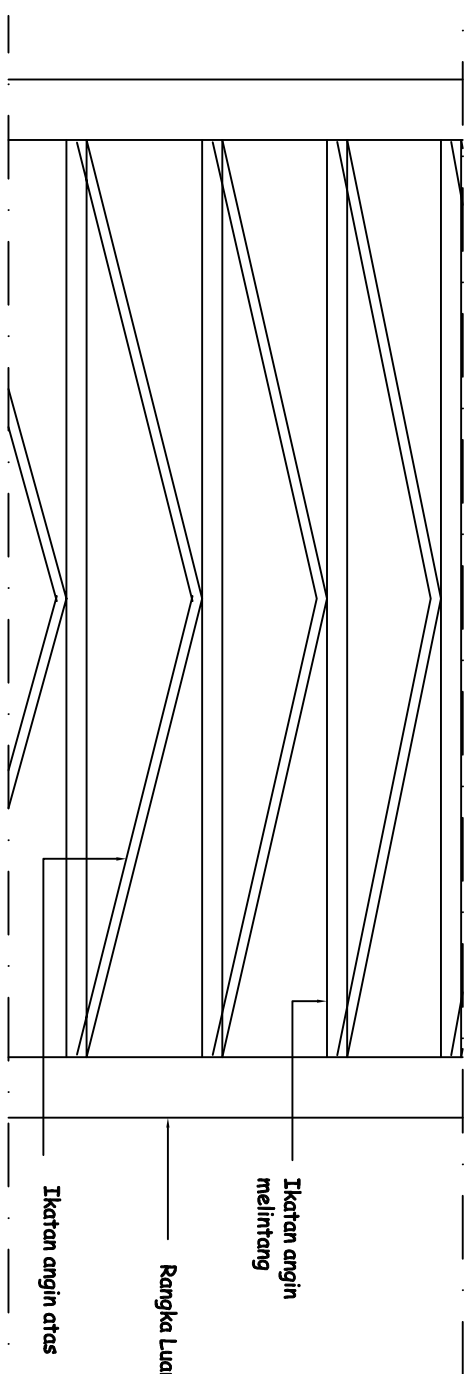
JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siraman  
Kecamatan Kesambi-Blihar

KETERANGAN



DOSEN PEMBIMBING 1  
I. Chomeedi, Des. Geo  
NIP. 19550319 198403 1 001  
DOSEN PEMBIMBING 2  
I. Ibnu Puji Rahardjo, MS  
NIP. 19600105 198603 1 003  
MAHASISWA  
Muhammad Al Farisy  
NRP. 10111715000026

NO. KETERANGAN REVISI

TANGGAL

SUB KAWASAH/BANGUNAN

Jembatan Kalibambang  
Kabupaten Blitar

JUDUL GAMBAR

SKALA

N/A

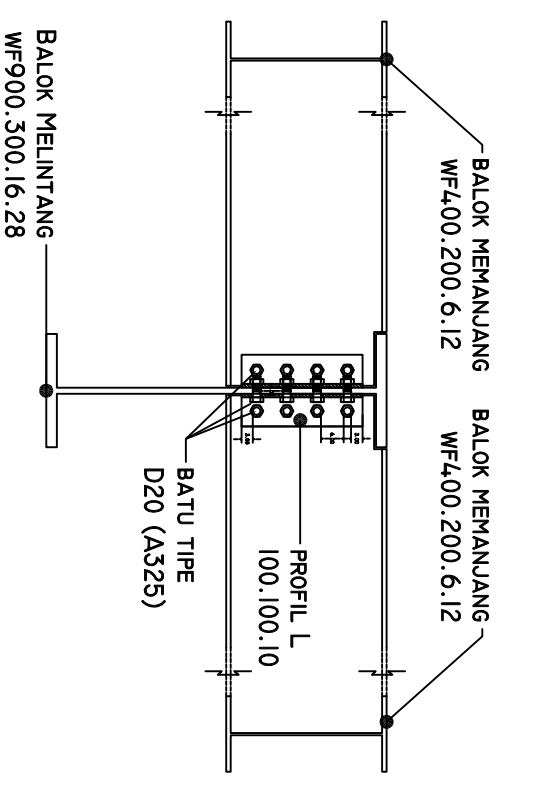
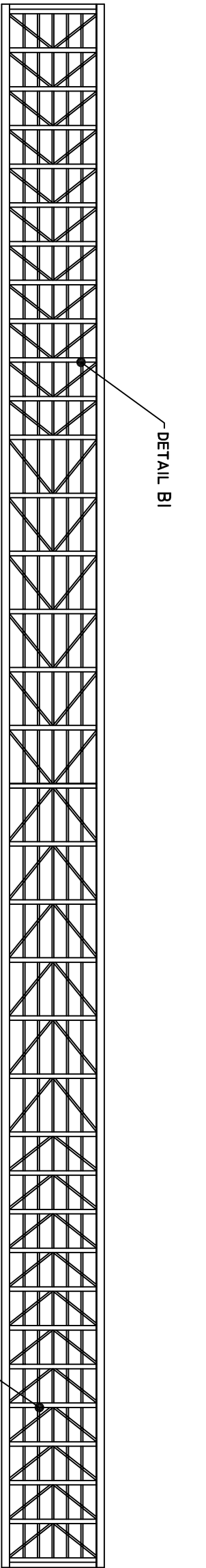
DOKUMEN  
GAMBAR KERJA

KODE  
ARS

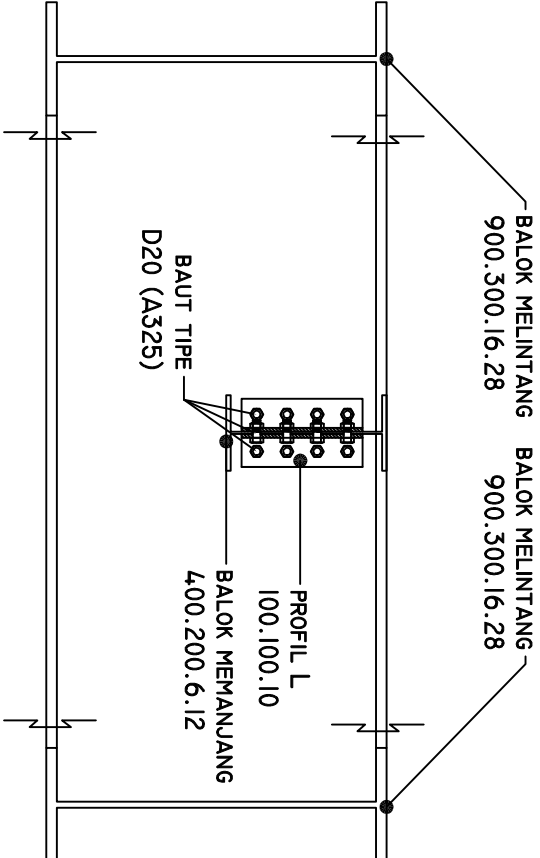
NO. LBR  
6

TGL. 05 JULI 2018

HAK CIPTA:  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN  
MILIK DAN DIUNDANG KELEH LINDUNG JINJANG HAK CIPTA  
DOKUMEN PENGARIB, MENDAPUS, MENSAKSIKANDI IMAWA  
DAN TERDUL.



Detail B1  
Skala 1 : 20



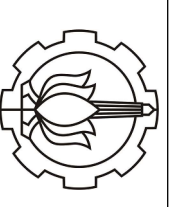
Detail B2  
Skala 1:20

### DETAIL BAUT ,PELAT SAMBUNG, PROFIL BAJA

<p>DETAIL BAUT D30 SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL BAUT D20 SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL SHEAR CONNECTOR SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL PELAT SAMBUNG (BOX-MELINTANG) SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL PELAT SAMBUNG(MEMANJANG-MELINTANG) SKALA 1:20</p>	<p>MEMANJANG WF400.200.6.12 SKALA 1:20</p>	<p>MEMANJANG WF900.300.16.28 SKALA 1:20</p>
---------------------------------------	---------------------------------------	--	--	---	--	---







INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 SURABAYA  
 2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
 (RC144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
 DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
 DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siraman  
 Kecamatan Kesambi-Blihar

KETERANGAN

Dosen Pembimbing 1

I. Chomeedi, Des. Geo  
 NIP. 19550319 198403 1 001

Dosen Pembimbing 2

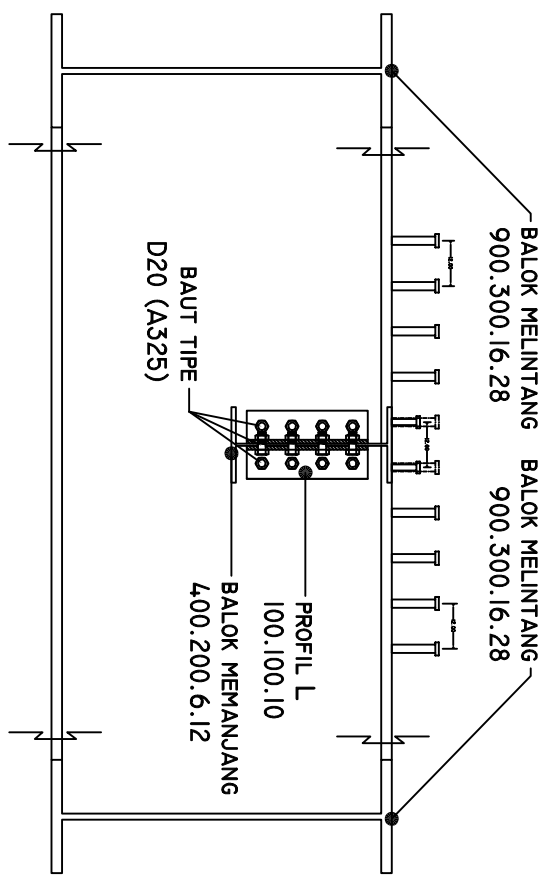
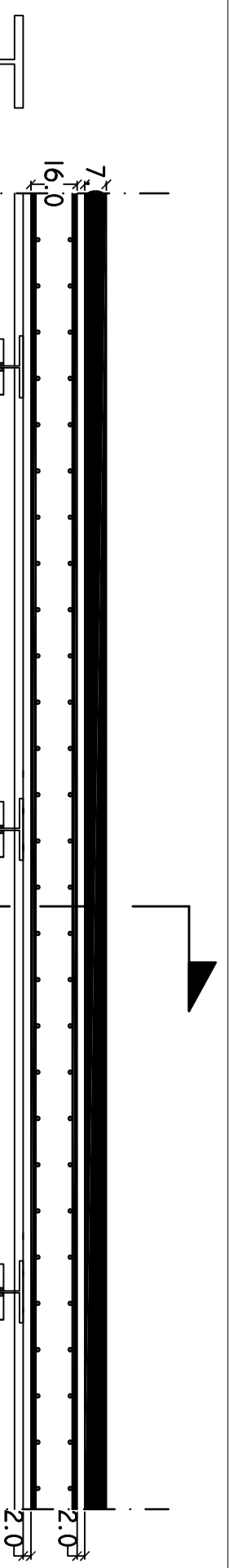
I. Ibnu Puji Bahardjo, MS  
 NIP. 19600105 198603 1 003

Mahasiswa

Muhammad Al Faridzy  
 NRP. 10111715000026

No. KETERANGAN REVISI

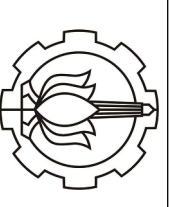
TANGGAL



### DETAIL BAUT ,PELAT SAMBUNG, PROFIL BAJA

<p>DETAIL BAUT D30 SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL BAUT D20 SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL SHEAR CONNECTOR SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL PELAT SAMBUNG (BOX-MELINTANG) SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL PELAT SAMBUNG (MEMANJANG-MELINTANG) SKALA 1:20</p>	<p>MEMANJANG WF400.200.6.12 SKALA 1:20</p>	<p>MEMANJANG WF900.300.16.28 SKALA 1:20</p>
<p>DETAIL BAUT D30 SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL BAUT D20 SKALA 1:20</p>	<p>SHEAR CONNECTOR 22 X 125 SHEAR CONNECTOR 16 X 75</p>	<p>DETAIL PELAT SAMBUNG (BOX-MELINTANG) SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL PELAT SAMBUNG (MEMANJANG-MELINTANG) SKALA 1:20</p>	<p>MEMANJANG WF400.200.6.12 SKALA 1:20</p>	<p>MEMANJANG WF900.300.16.28 SKALA 1:20</p>

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	ARS	9
TGL. 05 JULI 2018		
HAK CIPTA : SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN MILIK DAN DILINDUNG OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENYALIN, MENYADIKAN, MENYIMPAN, MENYERIKAN DAN TERSEBUT.		
JUDUL GAMBAR		
SKALA		
N/A		
SIB KAWASAW/ BANGUNAN		
Jembatan Kalibambang Kabupaten Blitar		



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 SURABAYA  
 2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
 (RC144542)

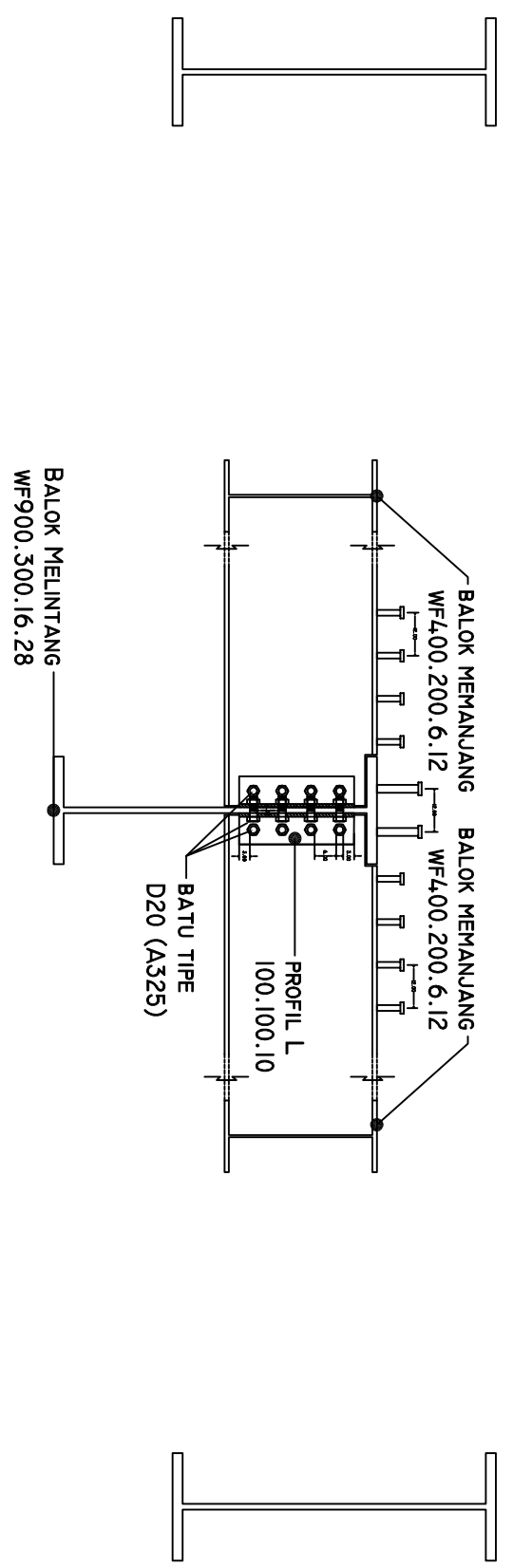
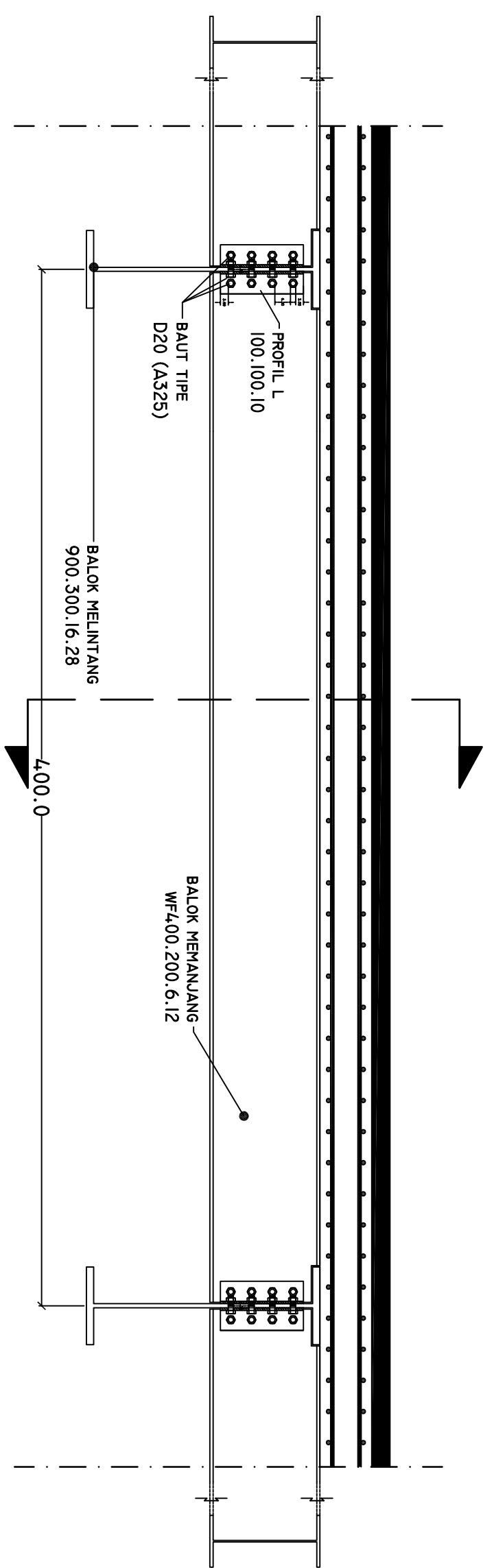
JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
 DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
 DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siraman  
 Kecamatan Kesambi-Blihar

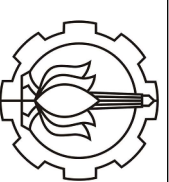
KETERANGAN



**DETAIL BAUT , PELAT SAMBUNG, PROFIL BAJA**

<p>DETAIL BAUT D30 SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL BAUT D20 SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL SHEAR CONNECTOR SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL PELAT SAMBUNG (BOX-MELINTANG) SKALA 1:20</p>	<p>DETAIL PELAT SAMBUNG(MEMANJANG-MELINTANG) SKALA 1:20</p>	<p>MEMANJANG WF400.200.6.12 SKALA 1:20</p>	<p>MEMANJANG WF900.300.16.28 SKALA 1:20</p>
---------------------------------------	---------------------------------------	--	--	---	--	---

SIB KAWASAM/ BANGUNAN	
Jembatan Kalibambang Kabupaten Blitar	
JUDUL GAMBAR	SKALA
	N/A
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE ARS
	NO. LBR
	10
TGL. 05 JULI 2018	
<p>HAK CIPTA :          SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENYALIN, MENYADIKAN, MENYIMPAN, MENYERIKAN DAN TERBUKAS.</p>	



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(RC144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BALAJA  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siraman  
Kecamatan Kesambi-Blitar

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

I. Chomeedi, Des. Geo

NIP. 19550319 198403 1 001

DOSEN PEMBIMBING 2

I. Ibnu Puji Bahardjo, MS

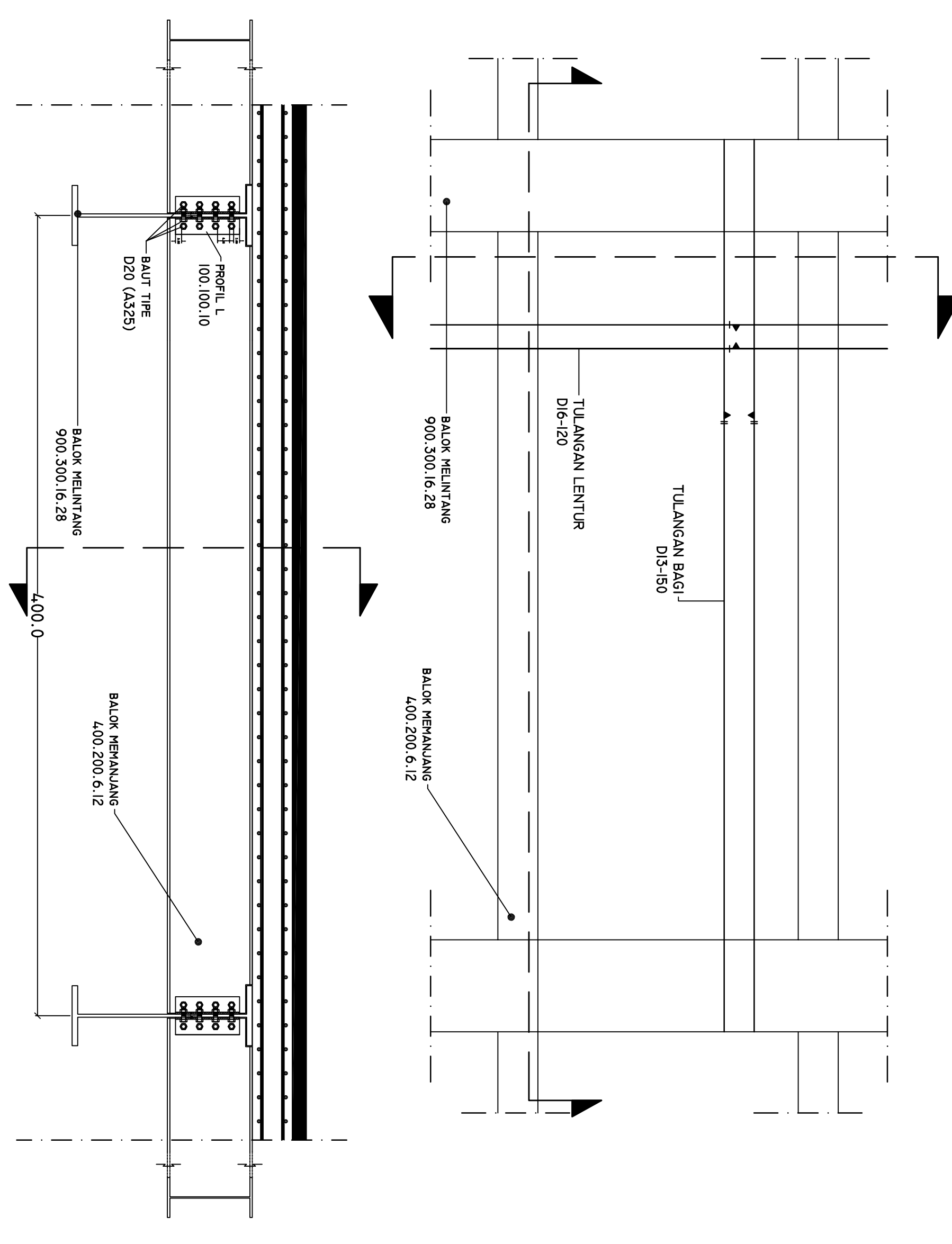
NIP. 19600105 198603 1 003

MAHASISWA

Muhammad Al Farisy

NRP. 10111715000026

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL



Jembatan Kalibambang  
Kabupaten Blitar

JUDUL GAMBAR	SKALA
	N/A

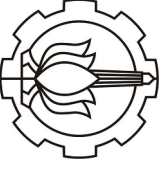
DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	ARS	11

TGL. 05 JULI 2018

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN  
MILIK DAN DIUNDUNG KARENA LINDUNG-HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGUNCI, MENYALIN, MENYADIKAN, MENYALIN  
DAN TERBUKAS.

DETAIL TULANGAN PELAT LANTAI (MEMANJANG 4M)  
SKALA 1 : 20





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(RC144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BALU  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siraman  
Kecamatan Kesambi-Blitir

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1  
Ir. Chomedi, Des. Geo  
NIP. 19550319 198403 1 001

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Ibnu Puji Rahardjo, MS  
NIP. 19600105 198603 1 003

MAHASISWA

M. Alifan Al Farisy  
NRP. 10111715000026

NO. KETERANGAN REVISI TANGGAL

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

SUB KAWASAH/ BANGUNAN

Jembatan Kalibambang  
Kabupaten Blitar

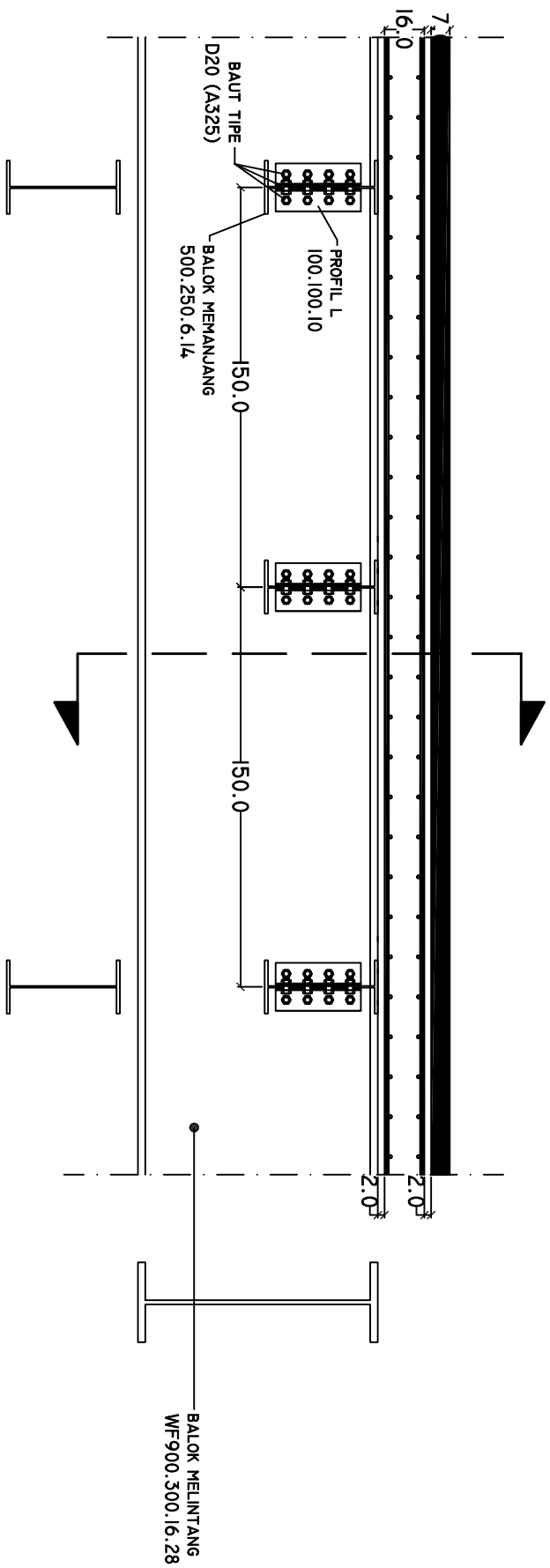
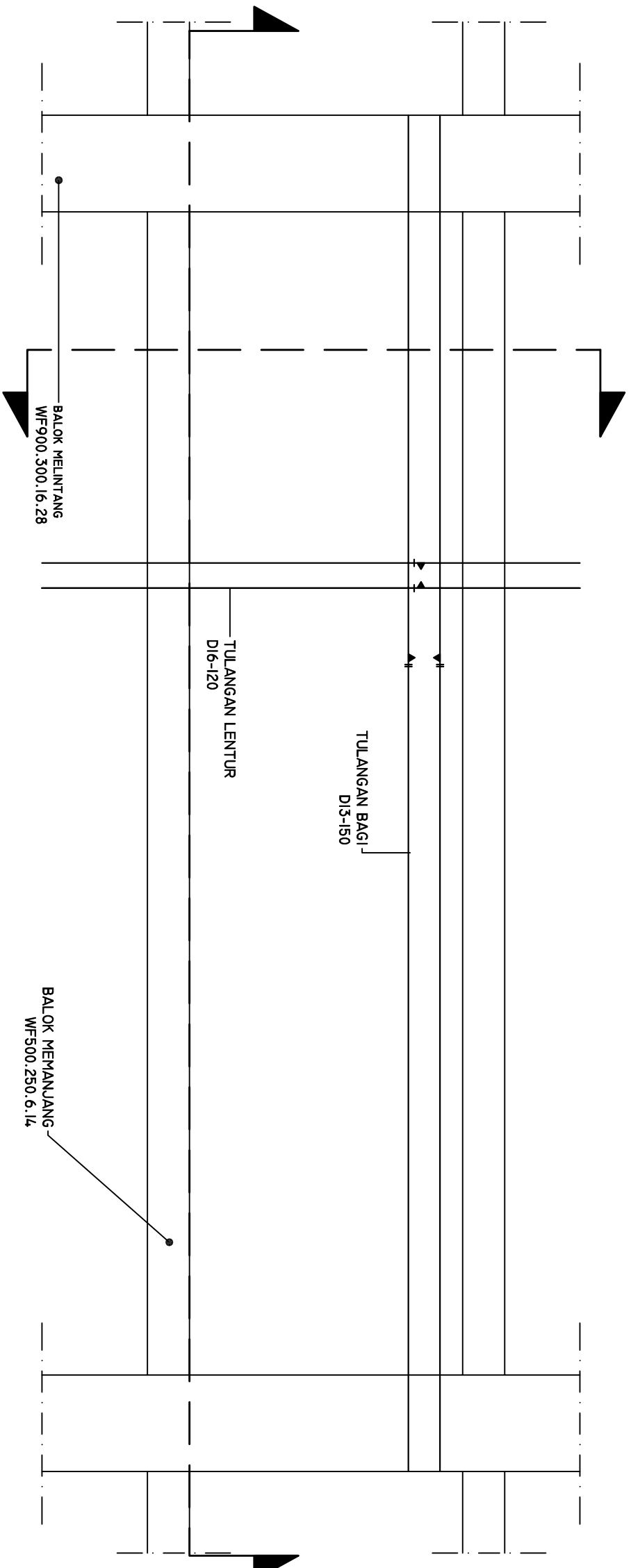
JUDUL GAMBAR SKALA

KODE	NO. LBR
ARS	12

TGL. 05 JULI 2018

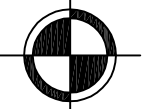
DOKUMEN GAMBAR KERJA

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN  
MILIK DAN DIUNDAH KELEHENDANG-SINDANG HAK CIPTA,  
DALAM ANGGARAN, MENGHASILKAN, MENYERVI, MENYINGKUNGAN HAKNYA  
DAN TERBUKAS.

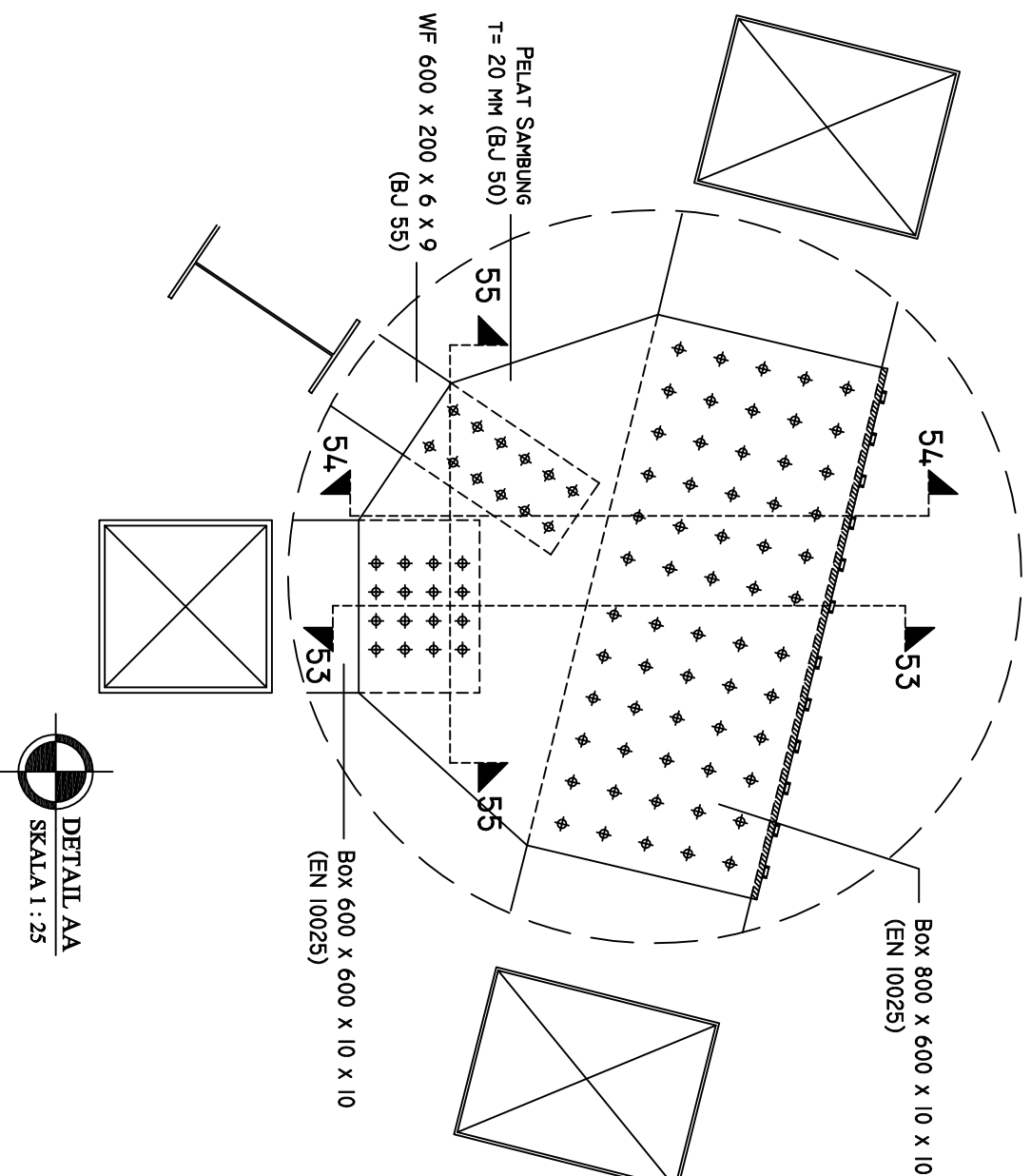
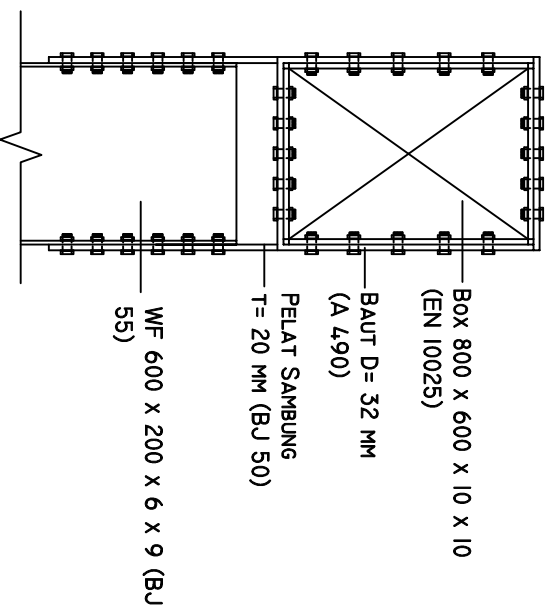
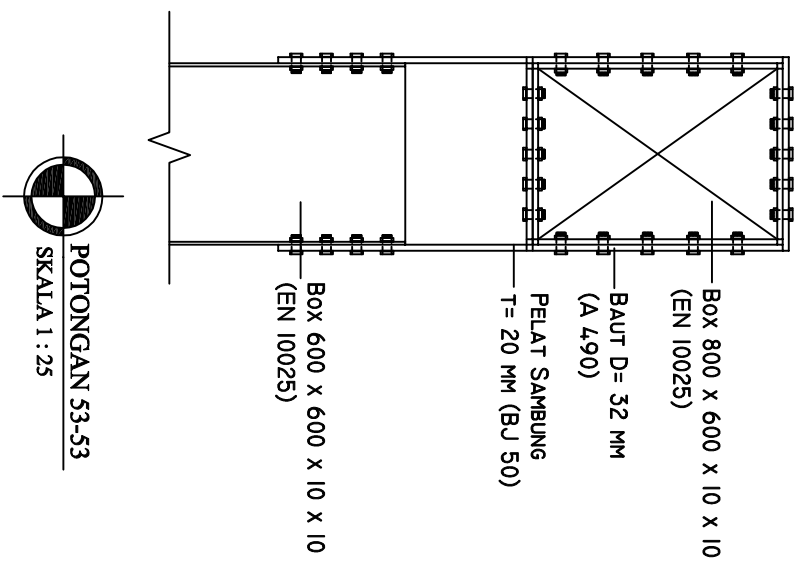
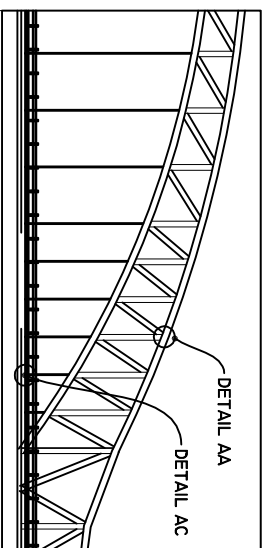


### DETAIL TULANGAN PELAT LANTAI (MEMANJANG 6M)

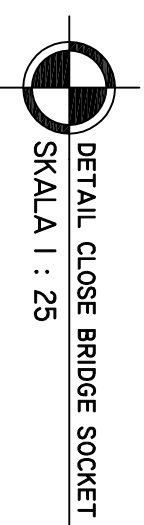
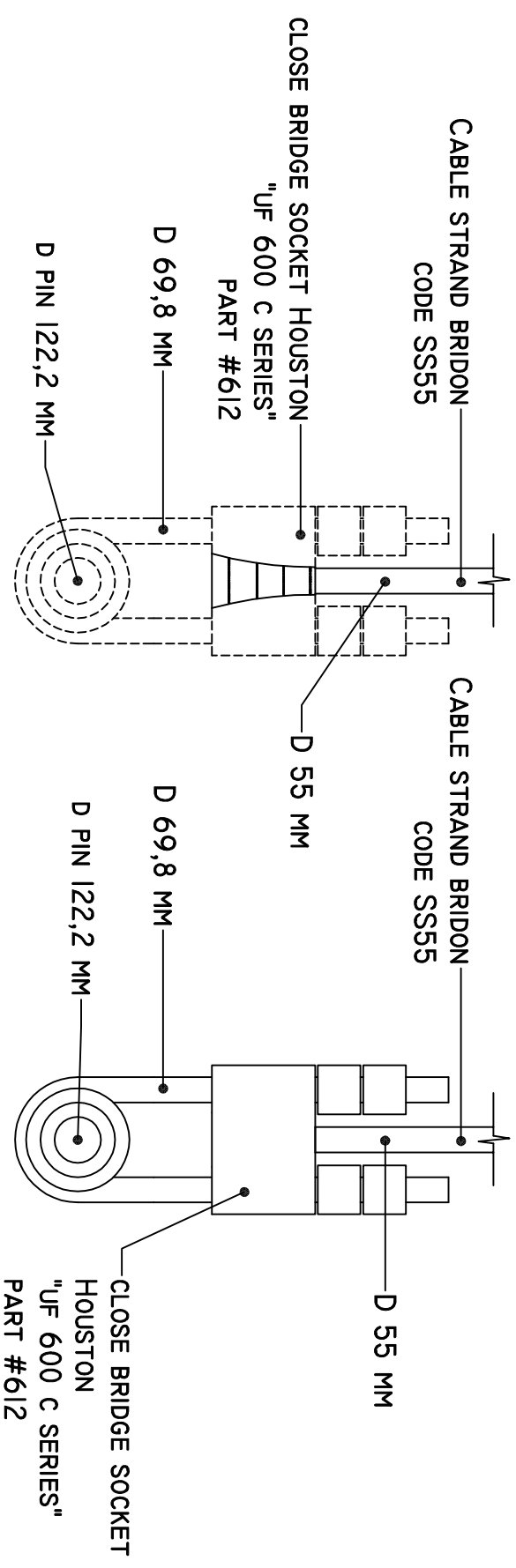
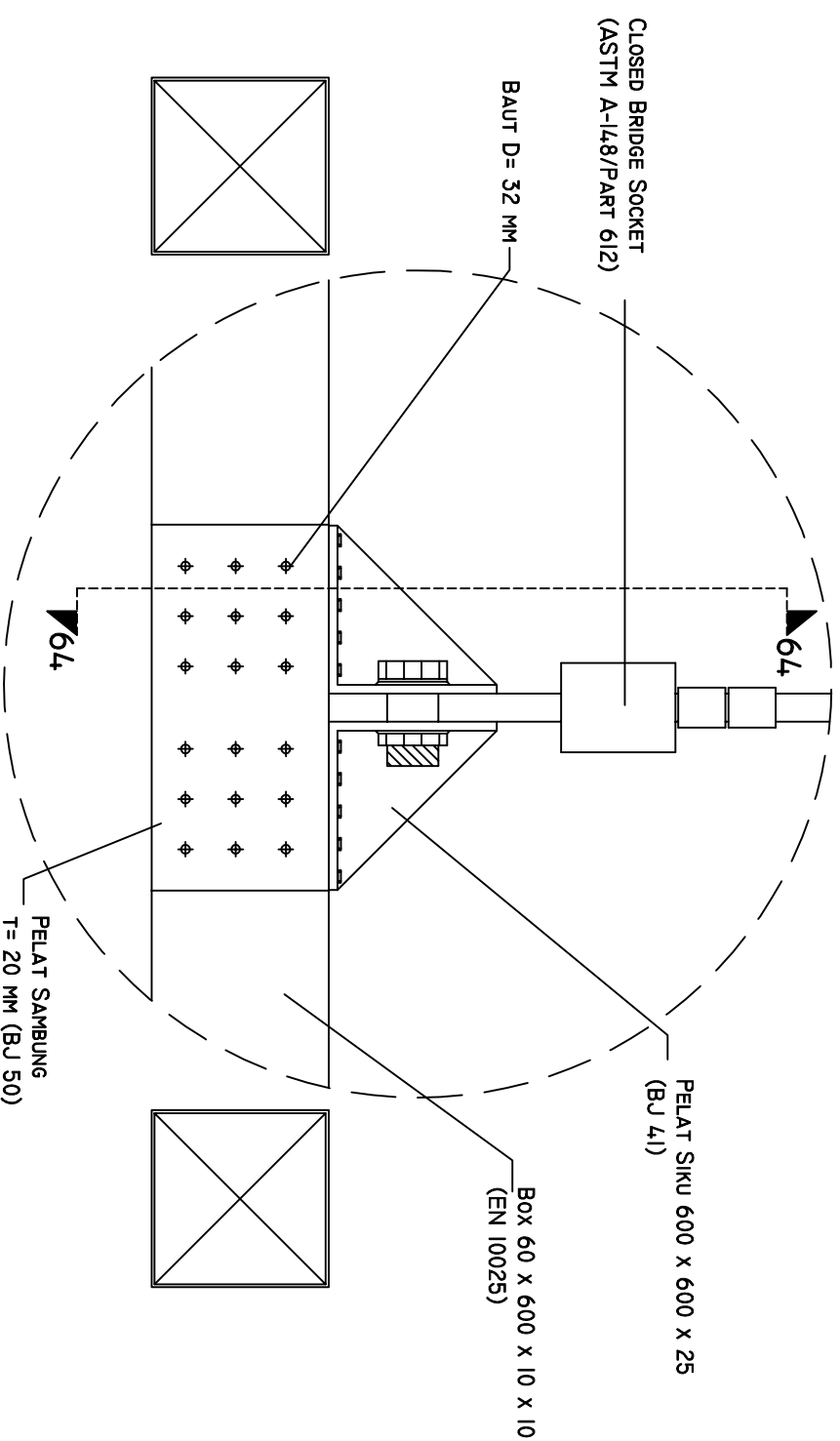
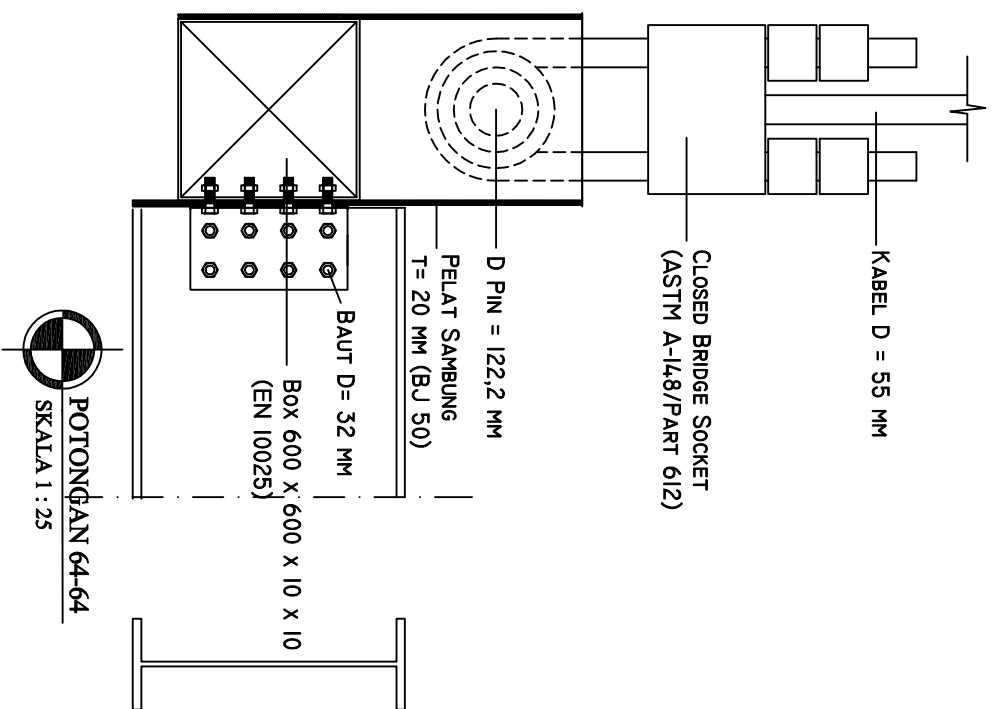
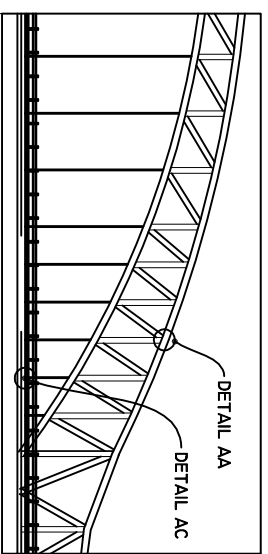
SKALA 1 : 20







 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS VOKASI DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL SURABAYA 2018			
MATA KULIAH			
TUGAS AKHIR TERAPAN (RC144542)			
JUDUL TUGAS AKHIR			
MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA DI KABUPATEN BLITAR			
LOKASI			
Dusun Bambang Desa Siraman Kecamatan Kesambi-Blihar			
KETERANGAN			
DOSEN PEMBIMBING 1			
L. Chomeedi, Des. Geo NIP. 19550319 198403 1 001			
DOSEN PEMBIMBING 2			
I. Ibnu Puji Rahardjo, MS NIP. 19600105 198603 1 003			
MAHASISWA			
M. Nurhan Af Farisy NRP. 10111715000026			
NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL	
SUB KAWASAH/ BANGUNAN			
Jembatan Kalibambang Kabupaten Blitar			
JUDUL GAMBAR		SKALA	
DOKUMEN		KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA		ARS	14
TGL. 05 JULI 2018			
HAK CIPTA :			
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN MILIK DAN DIUNDIRI OLEH LINDUNG JANGSI HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENYOROS, MENSAKSIKAN TANPA IZIN TERLEBIH.			
		N/A	



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(R1144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bembang Desa Siraman  
Kecamatan Kesambi-Blihar

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

I. Chomeedi, Ces,Geo

NIP. 19550319.198403.1.001

DOSEN PEMBIMBING 2

I. Ibnu Puji Rahardjo, MS

NIP. 19800105.198603.1.003

MAHASISWA

Muhammad Al Farisy

NRP. 101111715000026

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

SUB KAWASAH/ BANGUNAN

Jembatan Kalibambang

Kabupaten Blitar

JUDUL GAMBAR

SKALA

N/A

KODE

NO. LBR

DOKUMEN

GAMBAR KERJA

ARS

15

TGL. 05 JULI 2018

HAK CIPTA :

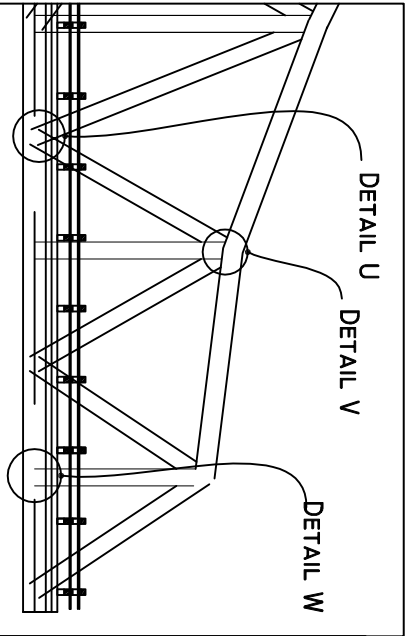
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN

MILIK DAN DINUNGGI KELEH LINDUNG JANGKA HAK CIPTA.

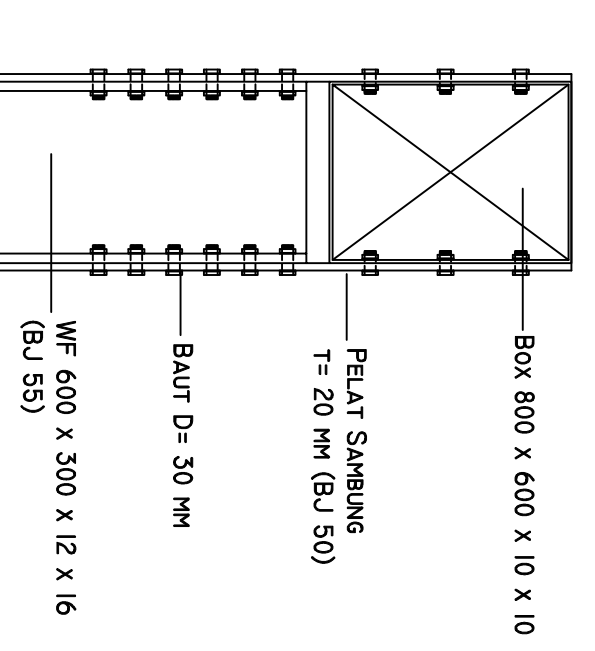
DILARANG MENGAMBIL, MENYADIKAN, MENYALIN, MENYIMPAN

DAN TERSEBUT.

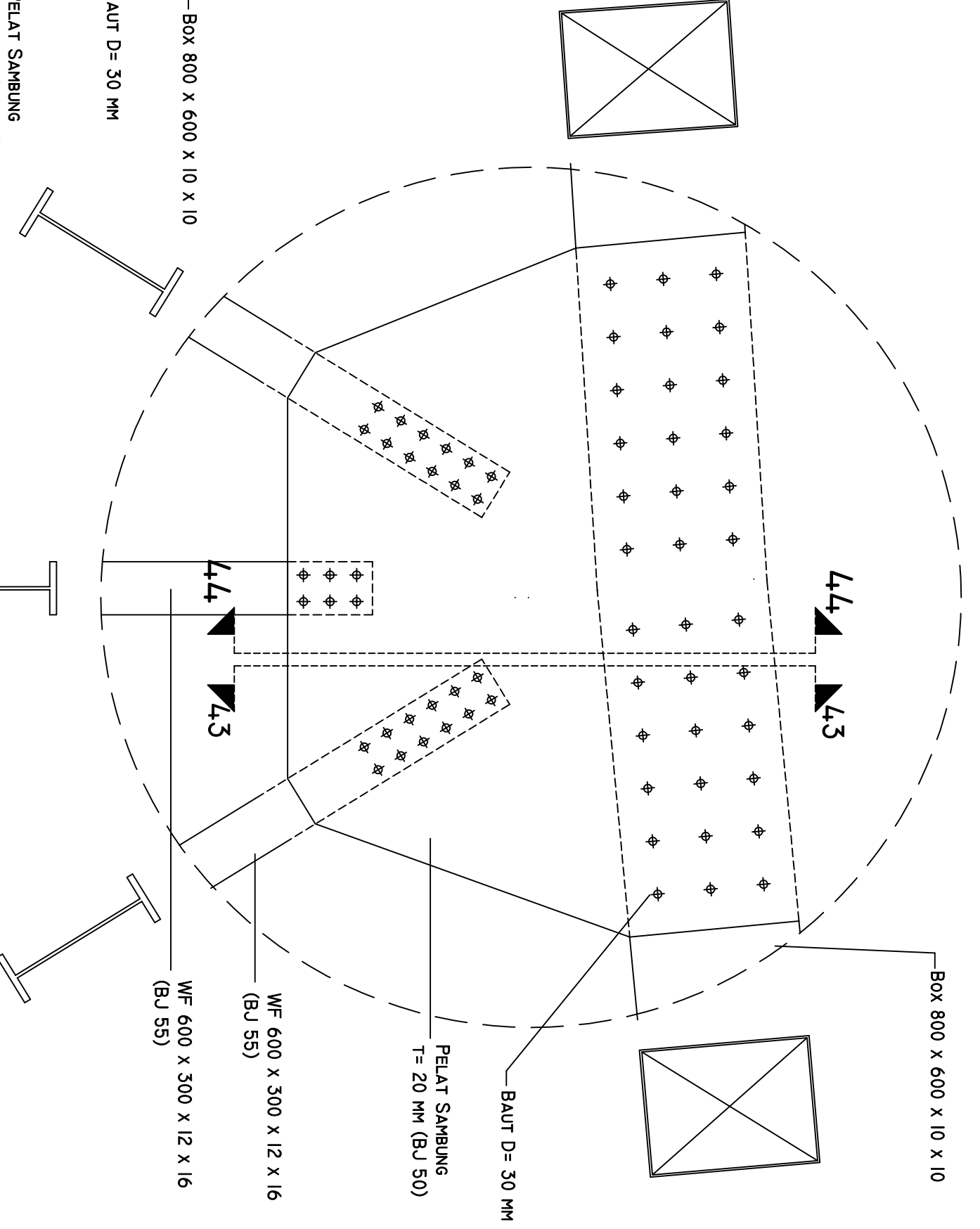
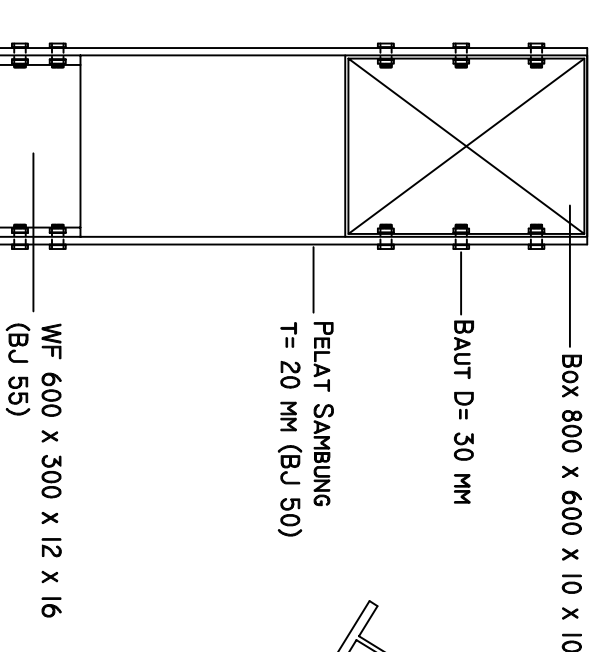




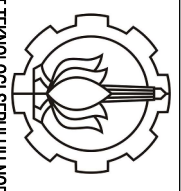
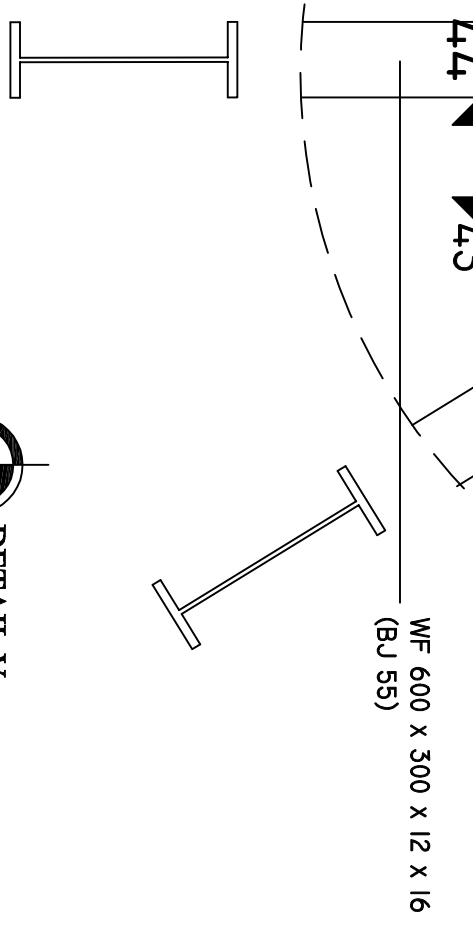
POTONGAN 43-43  
SKALA 1 : 20



POTONGAN 44-44  
SKALA 1 : 20



DETAIL V  
SKALA 1 : 20



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN  
(RC144542)  
JUDUL TUGAS AKHIR  
MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI  
Dusun Bambang Desa Siraman  
Kecamatan Kesambi-Blitar  
KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1  
Ir.Chonemadi, Des. Geo  
NIP. 19550319 198403 1 001  
DOSEN PEMBIMBING 2  
Ir.Ibnu Puji Rahardjo MS  
NIP. 19600105 198603 1 003  
MAHASISWA  
Muhammad Al Fathiy  
NRP. 10111715000026

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

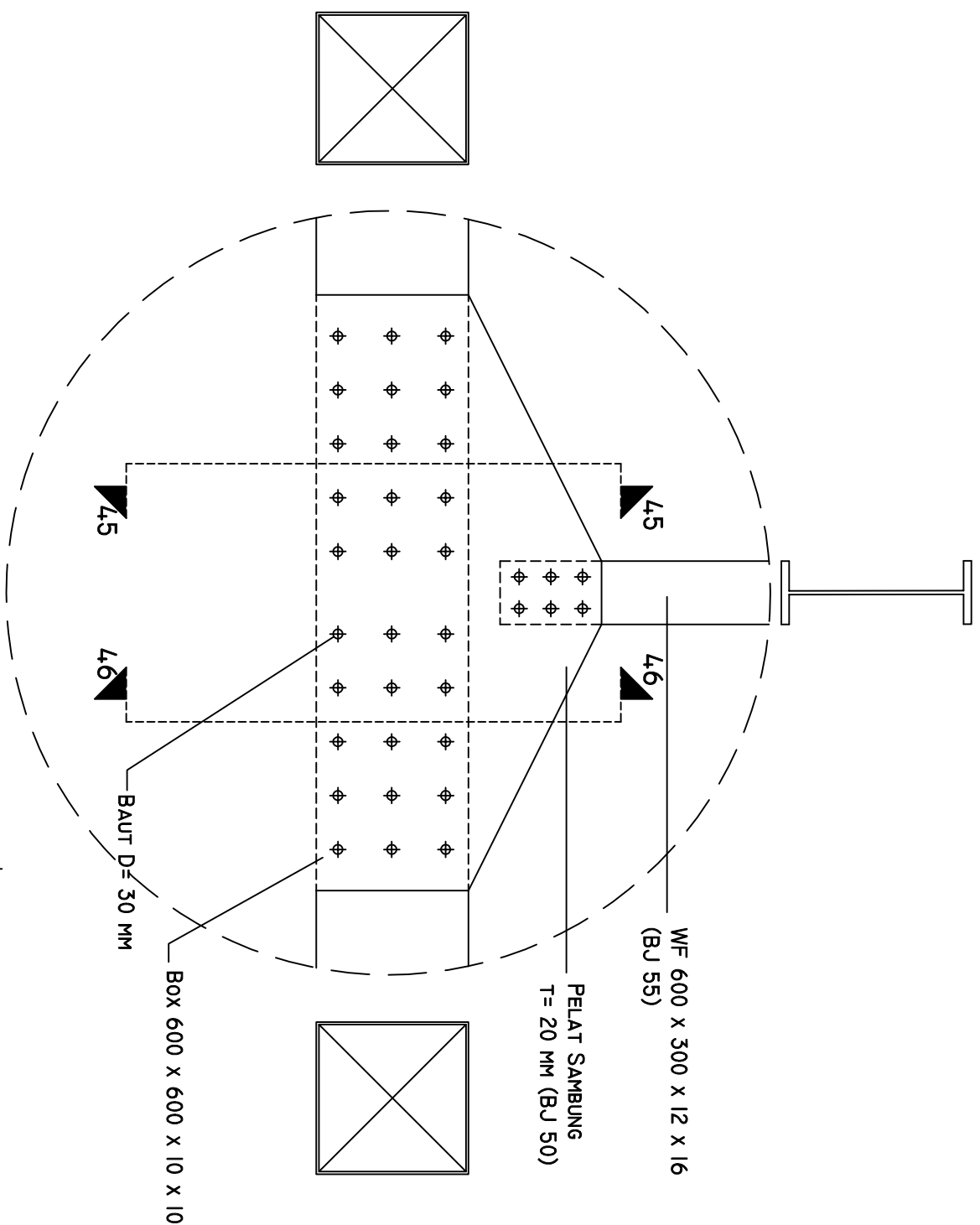
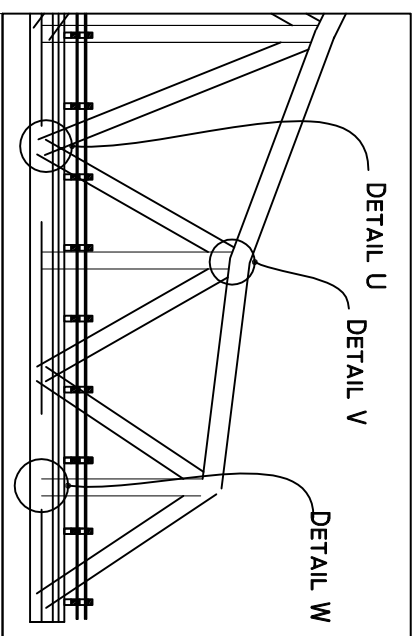
SUB KAWASAH/BANGUNAN  
Jembatan Kalibambang  
Kabupaten Blitar

JUDUL GAMBAR	SKALA

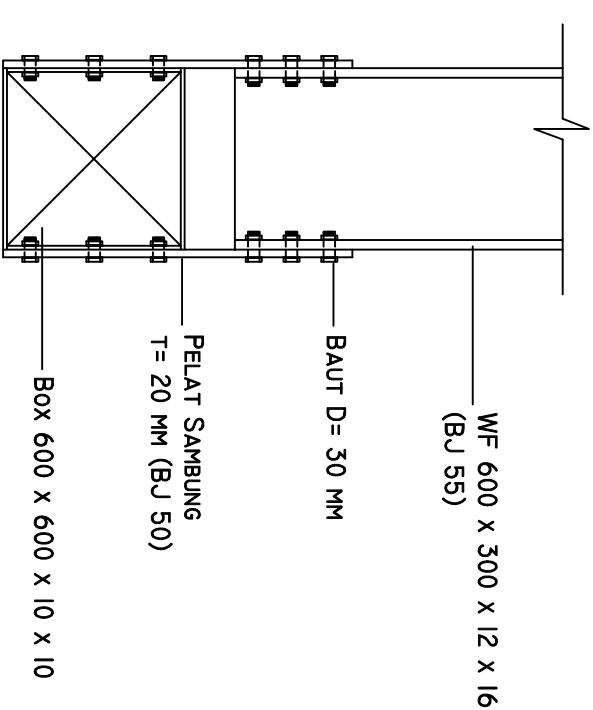
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	ARS	17
TGL. 05 JULI 2018		
HAK CIPTA :		
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN MILIK DAN DIUNDANG KEHENDAK HAK CIPTA. KAMI MENYALAHKAN, MENYOROS, MENSAKSIKAN TANPA IZIN TERKUALIFIKASI.		

N/A

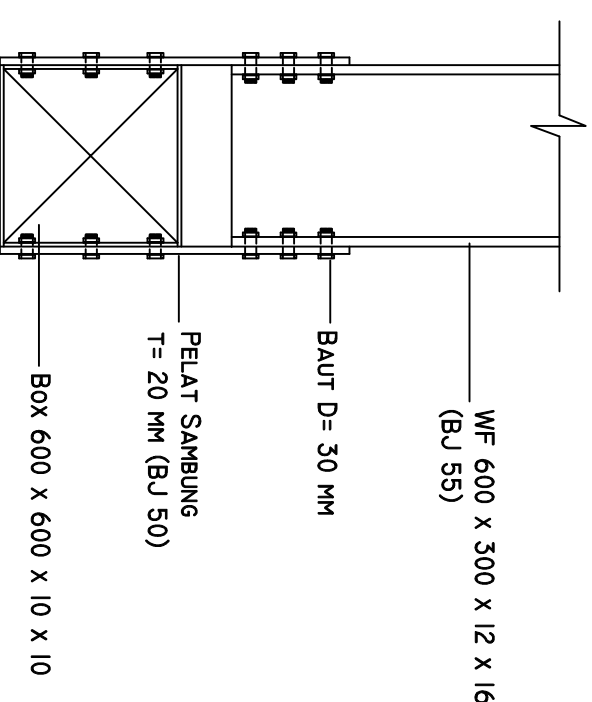




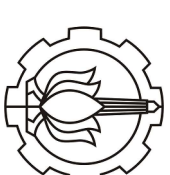
DETAIL W  
SKALA 1 : 20



POTONGAN 45-45  
SKALA 1 : 20



POTONGAN 46-46  
SKALA 1 : 20



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(RC144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siroman  
Kecamatan Kesambi-Blitir

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir.Chomeedi, Des,Geo  
NIP. 19550319 198403 1 001

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir.Jibnu Pudji Bahardjo,MS  
NIP. 19600105 198603 1 003

MAHASISWA

Muhammad Al Faridyy  
NRP. 10111715000026

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

SUB KAWASAH/BANGUNAN

Jembatan Kalibambang  
Kabupaten Blitar

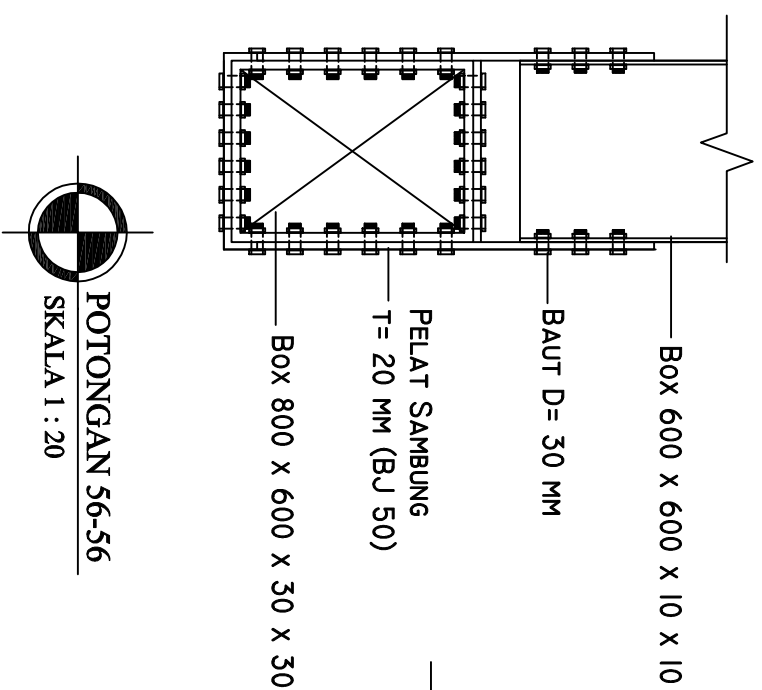
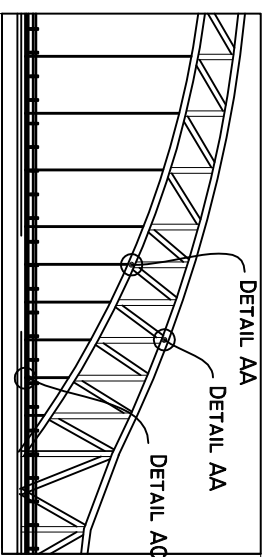
JUDUL GAMBAR	SKALA

N/A

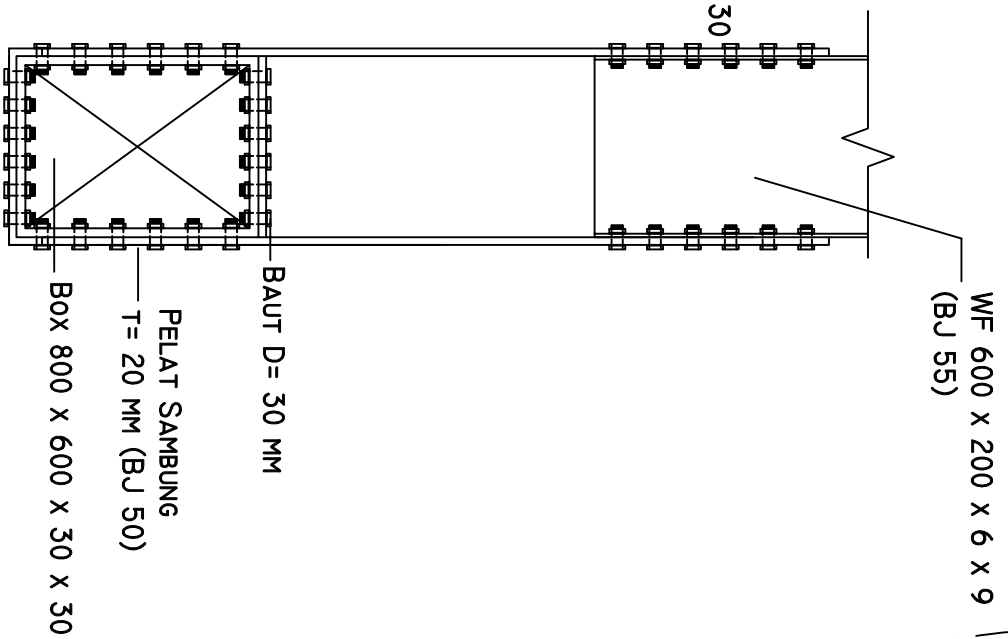
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	ARS	18

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN  
MILIK DAN DIUNDANG KEHENDAK JANGGANYA HAK CIPTA,  
DAN HARUS MENYAMPAI, MEMRODUSI, MEMSANGKAPKAN NAMANYA  
DAN TERBUKA.

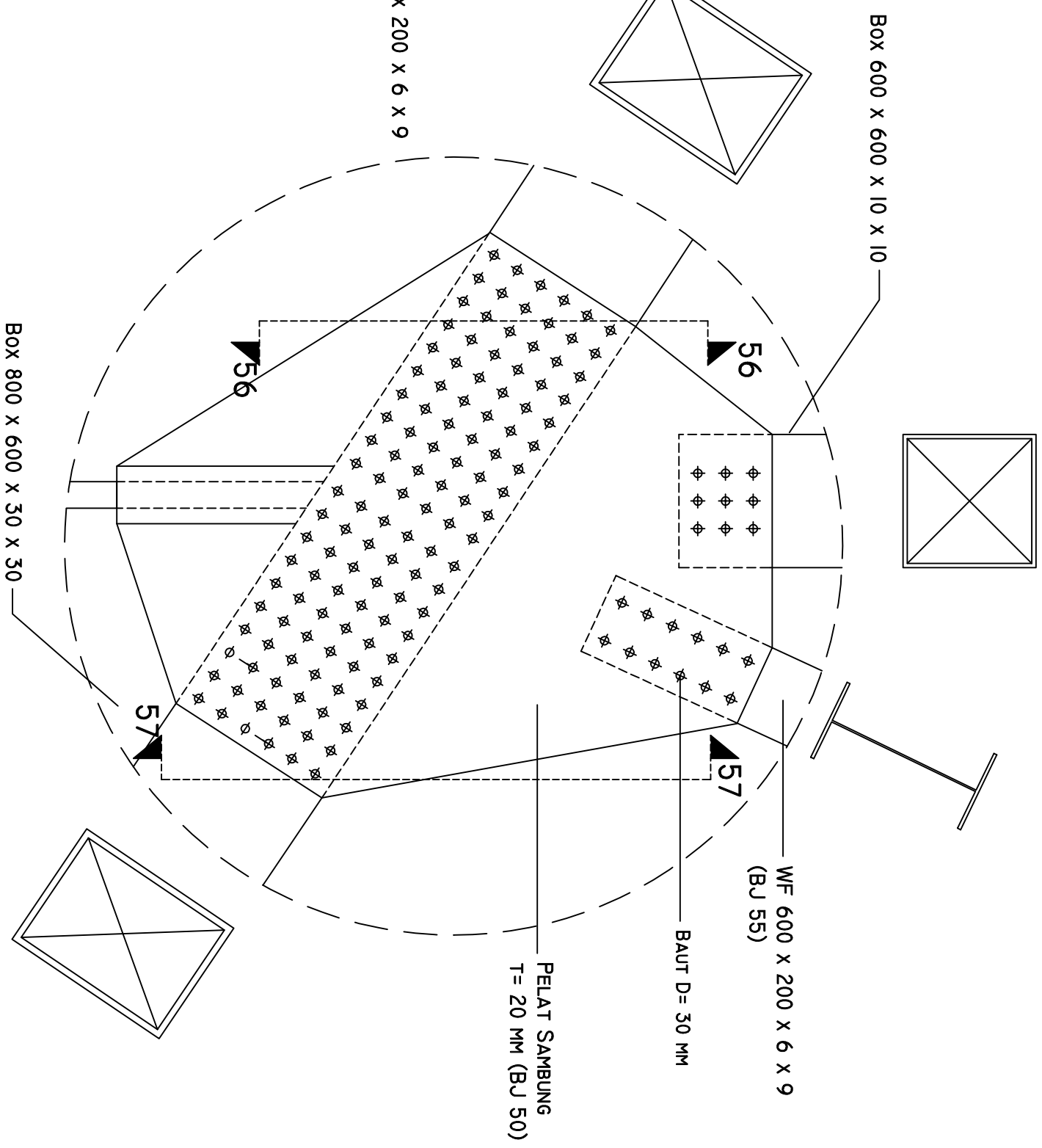
TGL. 05 JULI 2018



POTONGAN 56-56  
SKALA 1 : 20



POTONGAN 57-57  
SKALA 1 : 20



DETAIL AB  
SKALA 1 : 20



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(RC144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BUA  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siman  
Kecamatan Kesambi-Blihar

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

I. Chomeedi, Des. Geo  
NIP. 19550319 198403 1 001

DOSEN PEMBIMBING 2

I. Ibnu Puji Bahardjo, MS  
NIP. 19600105 198603 1 003

MAHASISWA

M. Nurhan Al Farisy

NRP. 10111715000026

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

SUB KAWASAH/ BANGUNAN

Jembatan kalibambang  
Kabupaten Blitar

JUDUL GAMBAR

SKALA

N/A

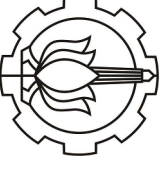
DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	ARS	19

TGL. 05 JULI 2018

HAK CIPTA :

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN MILIK DAN DIUNDUNG KELEBIH DARI SUDUT HAK CIPTA. KALAU SUDAH MENGGAMBAR, MENDUPLOKS, MENYADIKAN ILMU DAN TERBUKAS.





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 SURABAYA  
 2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
 (RC144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
 DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BALAH  
 DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siraman  
 Kecamatan Kesamben-Bilar

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

I. Chomeedi, Des. Geo  
 NIP. 19550319 198403 1 001

DOSEN PEMBIMBING 2

I. Ibnu Puji Rahardjo, MS  
 NIP. 19600105 198603 1 003

MAHASISWA

M. Nurhan Af Farisy  
 NRP. 10111715000026

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

SIB KAWASAW/ BANGUNAN

Jembatan Kalibambang  
 Kabupaten Blitar

JUDUL GAMBAR

SKALA

N/A

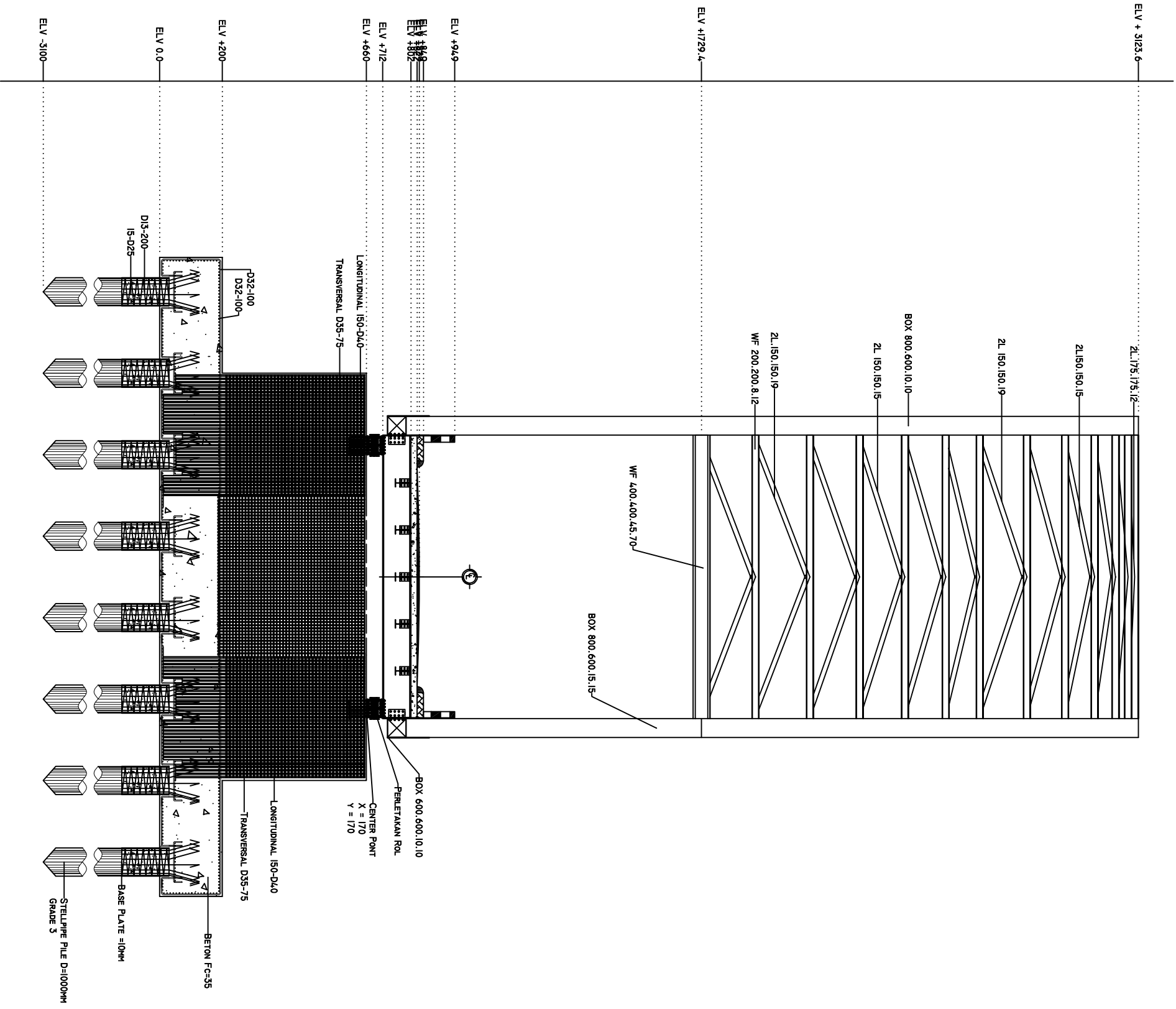
KODE	NO. LBR
ARS	20

DOKUMEN

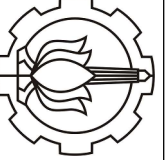
GAMBAR KERJA

TGL. 05 JULI 2018

HAK CIPTA :  
 SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN  
 MILIK DAN DIUNDUNG OLEH LINDUNG JANGSI HAK CIPTA.  
 DILARANG MENGAMBIL, MENYADUKAN, MENYALIN, MENYIKSA  
 DAN TERBUKAS.



DETAIL POT MELINTANG PILAR SISI KIRI  
 SKALA 1 : 150



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(RC144542)

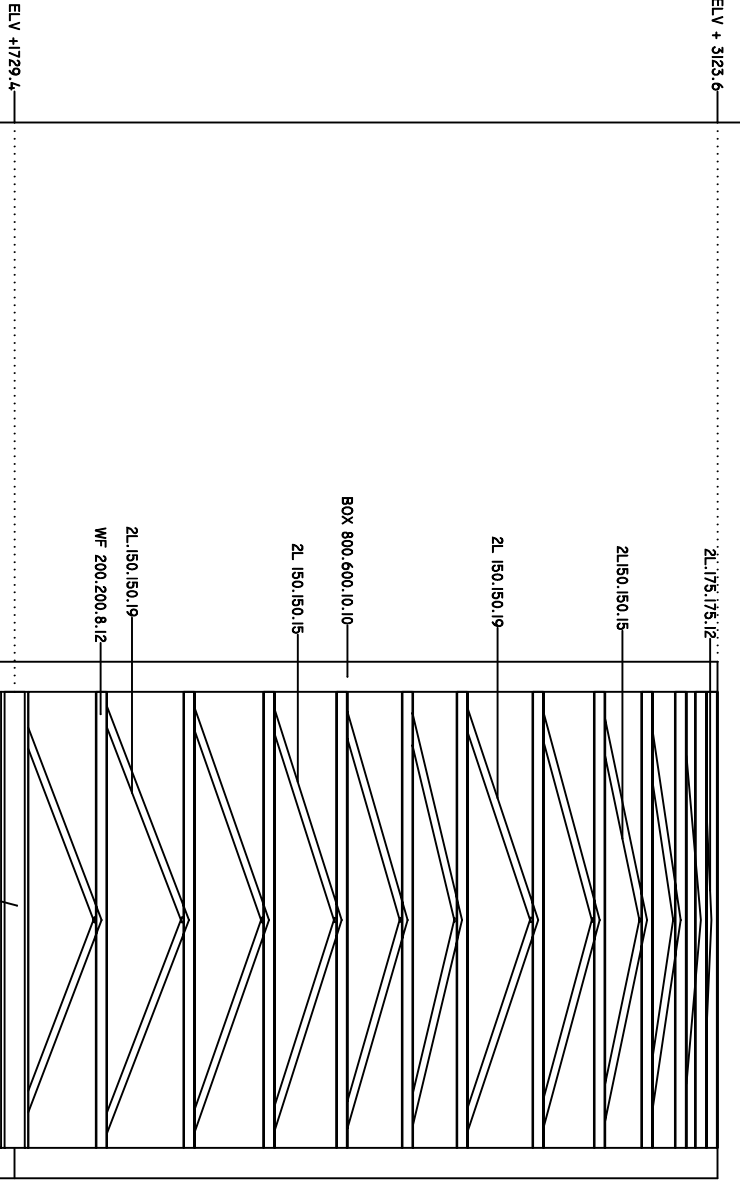
JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BALOK  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siraman  
Kecamatan Kesamben-Bilar

KETERANGAN



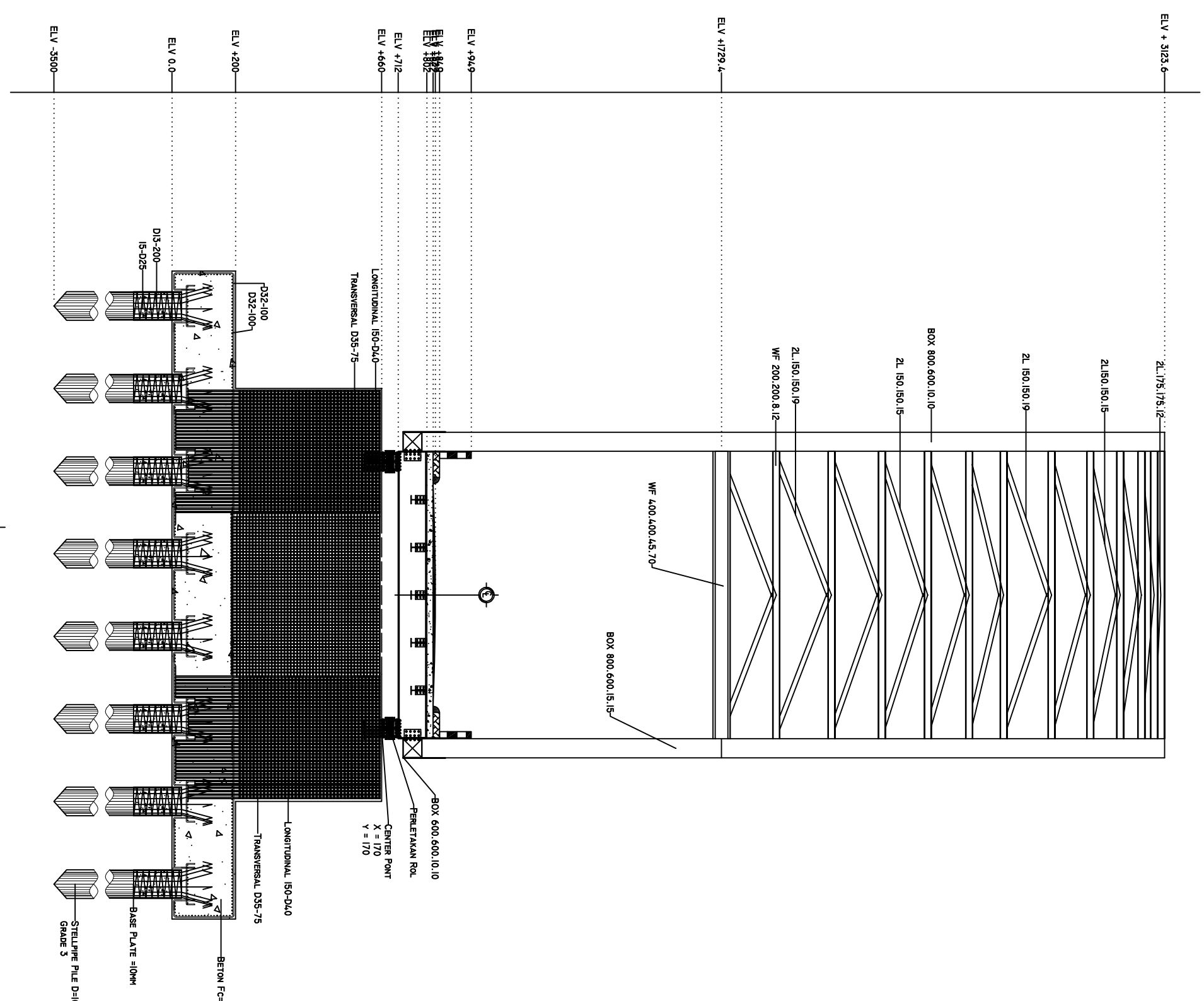
DOSEN PEMBIMBING 1	
I. Chomaeli, Des. Geo	
NIP. 19550319 198403 1 001	
DOSEN PEMBIMBING 2	
I. Ibnu Puji Bahardio, MS	
NIP. 19600105 198603 1 003	
MAHASISWA	
M. Nurhan Al Farisy	
NRP. 10111715000026	
NO.	TANGGAL
KETERANGAN REVISI	

SIB KAWASAH/ BANGUNAN	
Jembatan Kalibambang Kabupaten Blitar	
JUDUL GAMBAR	SKALA
	N/A

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	ARS	21
TGL. 05 JULI 2018		

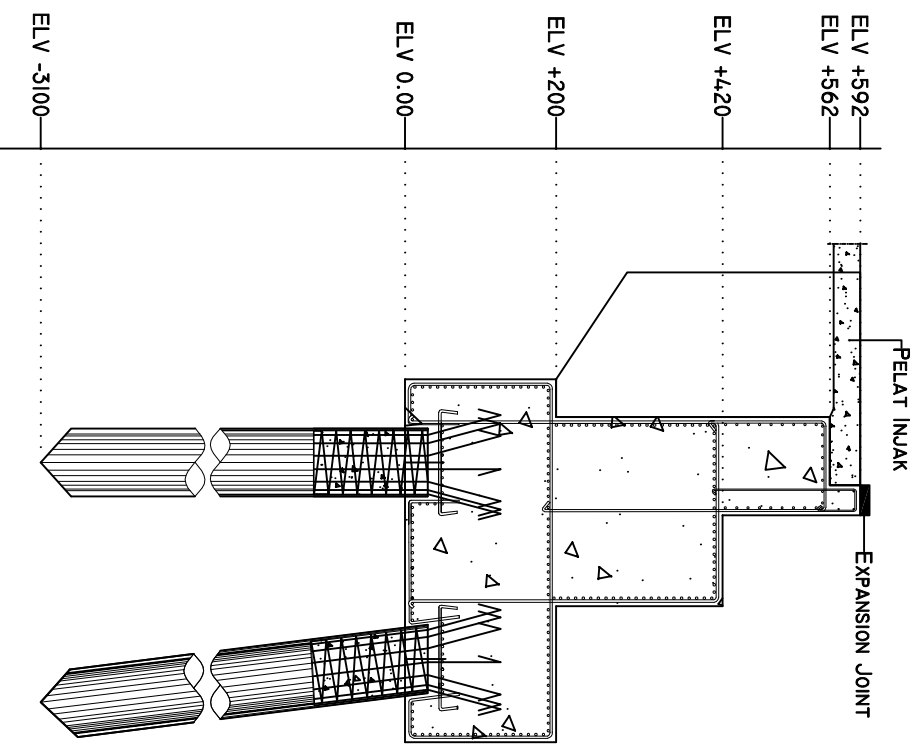
HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN MILIK DAN DILINDUNG OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENYALIN, MENGUBAH, MENYADAIKAN, MENYIMPAN, MENYEBARKAN, MENYALIN, MENYADAIKAN, MENYIMPAN, MENYEBARKAN, DAN/ATAU MELAKUKAN TINDAK-LAN SERTA.

DETAIL POT MELINTANG PILAR SISI KANAN  
SKALA 1 : 150

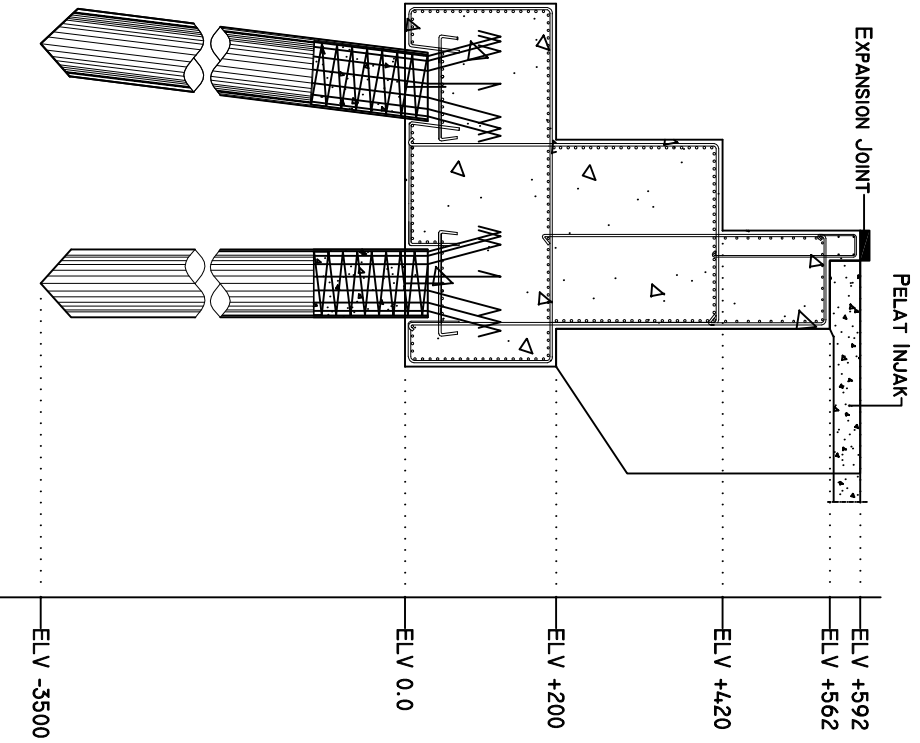


ELY + 3123.6  
ELY +1729.4  
ELY +949.4  
ELY +802.2  
ELY +712  
ELY +660  
ELY +200  
ELY 0.0  
ELY -3500

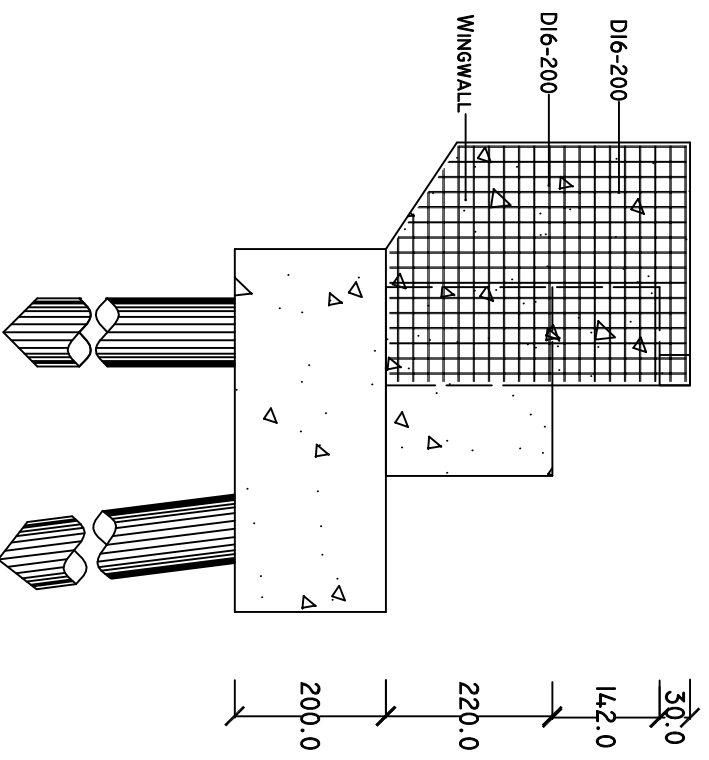




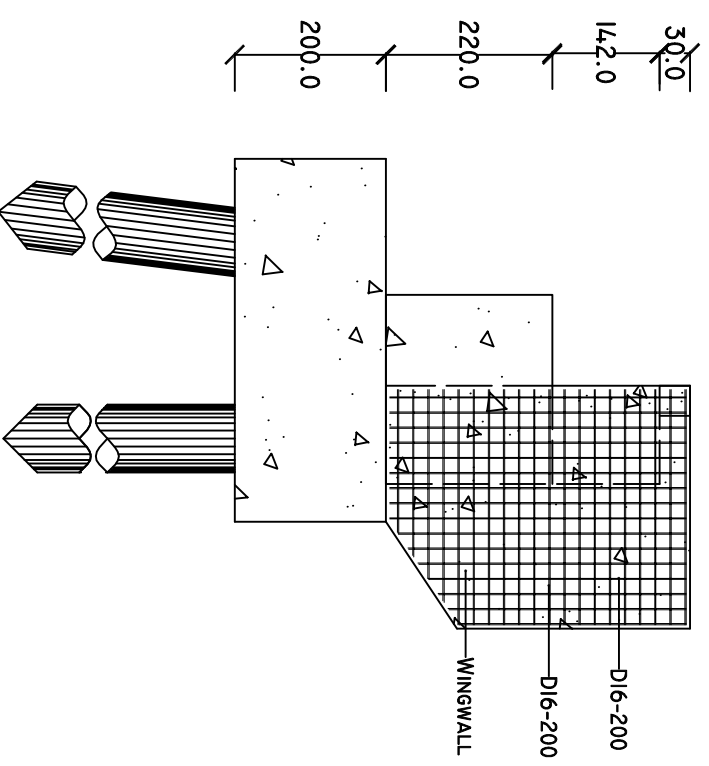
DETAIL ABUTMEN SISI KIRI  
SKALA 1 : 10



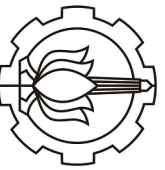
DETAIL ABUTMEN SISI KANAN  
SKALA 1 : 10



DETAIL WINGWALL SISI KIRI  
SKALA 1 : 10



DETAIL WINGWALL SISI KANAN  
SKALA 1 : 10



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(RC144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siraman  
Kecamatan Kesambi-Blihar

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

I. Chomeedi, Ces,Geo  
NIP. 19550319 198403 1 001

DOSEN PEMBIMBING 2

I. Ibnu Puji Bahardjo, MS  
NIP. 19600105 198603 1 003

MAHASISWA

M. Nurhan Al Faridzy  
NRP. 10111715000026

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

SIB KAWASAW/ BANGUNAN

Jembatan Kalibambang  
Kabupaten Blitar

JUDUL GAMBAR

SKALA

N/A

DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	ARS	23

TGL. 05 JULI 2018

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN  
MILIK DAN DIUNDAI OLEH LINDANG JANGCI HAK CIPTA.  
DILARANG MENYALIN, MENYADUKAN, MENYINGKUNGANI ILMU  
DAN TERBUKAS.

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(RC144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siraman  
Kecamatan Kesambi-Blitir

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

I. Chomeedi, Des. Geo  
NIP. 19550319 198403 1 001

DOSEN PEMBIMBING 2

I. Ibnu Puji Rahardjo, MS  
NIP. 19600105 198603 1 003

MAHASISWA

Muhammad Al Farisy  
NRP. 10111715000026

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

SUB KAWASAH/ BANGUNAN

Jembatan Kalibambang  
Kabupaten Blitar

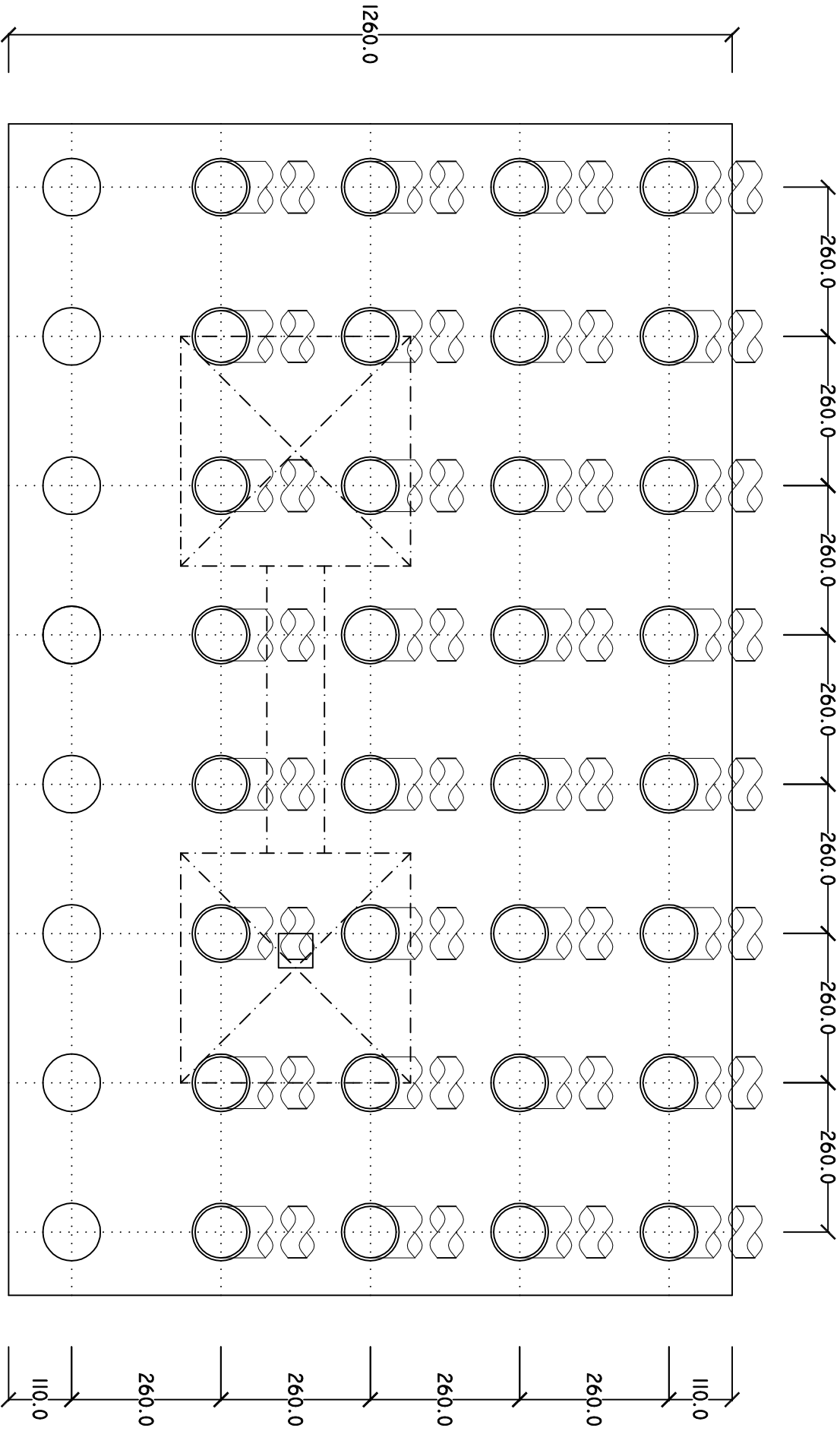
JUDUL GAMBAR	SKALA

N/A

DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	ARS	24

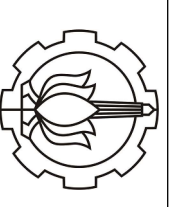
TGL. 05 JULI 2018

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN  
MILIK DAN DILINDUNG OLEH LINDUNG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENYADUKAN, MENYALIN, MENYAMPAIKAN  
DAN TERBUKAS.



DENAH PANCANG PILAR  
 SKALA 1 : 10





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 SURABAYA  
 2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
 (RC144542)

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
 DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BAJA  
 DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Sraman  
 Kecamatan Kesambi-Blihar

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1  
 Ir. Chomeedl Ges Gae  
 NIP. 19550319 198403 1 001  
 DOSEN PEMBIMBING 2  
 Ir. Ibnu Puji Rahardjo MS  
 NIP. 19600105 198603 1 003  
 MAHASISWA  
 M. Alifan Al Farisy  
 NRP. 10111715000026

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

SUB KAWASAH/ BANGUNAN

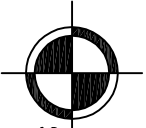
Jembatan Kalibambang  
 Kabupaten Blitar

JUDUL GAMBAR	SKALA

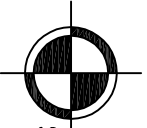
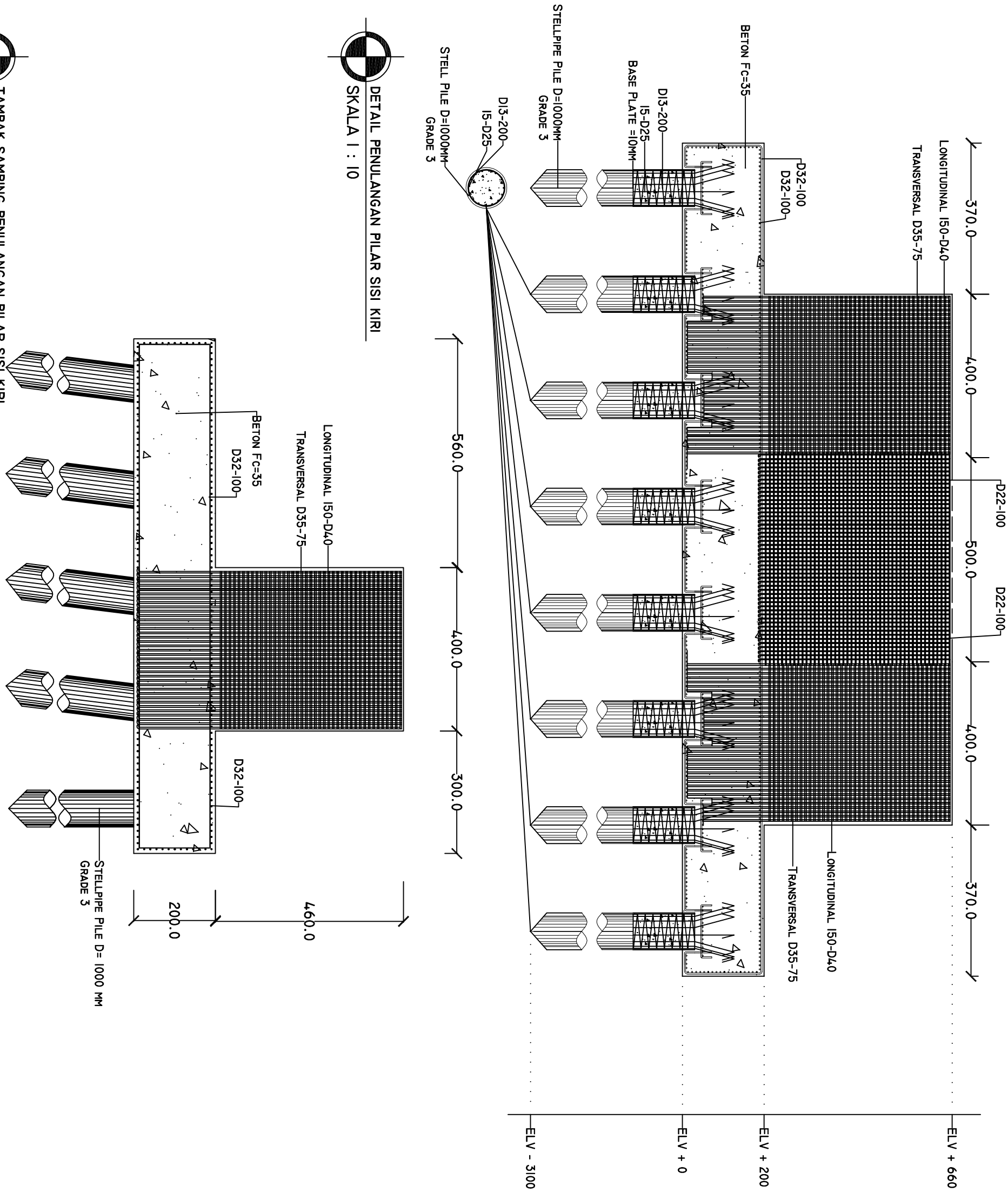
N/A

DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	ARS	25

HAK CIPTA :  
 SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN  
 MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
 DILARANG MENGGAMBEL, MENYODORSA, MENSAKSIKAN TANPA  
 IZIN TERLEBIH.



TAMPAK SAMPIING PENULLANGAN PILAR SISI KIRI  
 SKALA 1 : 10



DETAIL PENULLANGAN PILAR SISI KIRI  
 SKALA 1 : 10





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
(RC144542)

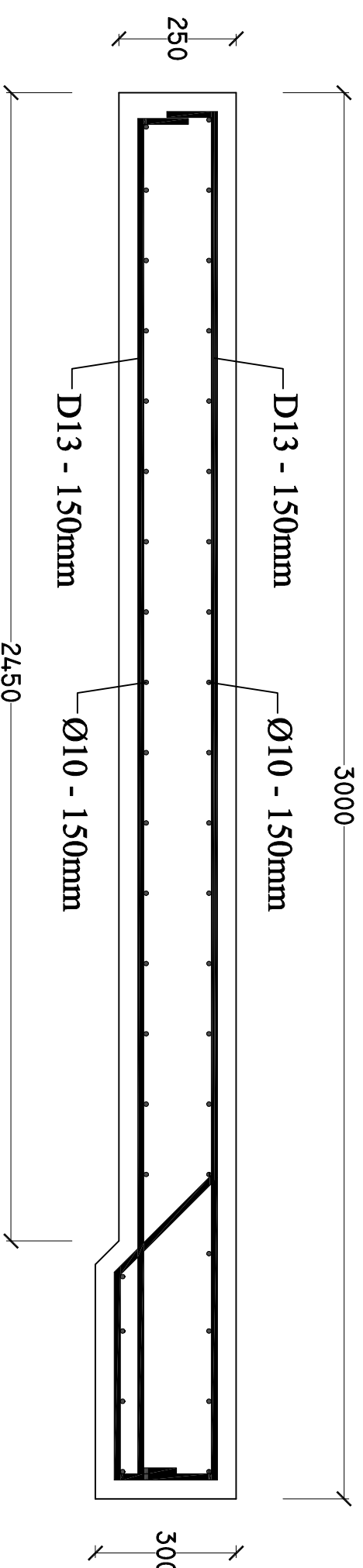
JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI JEMBATAN KALIBAMBANG  
DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BUSUR BALU  
DI KABUPATEN BLITAR

LOKASI

Dusun Bambang Desa Siraman  
Kecamatan Kesambi-Blitir

KETERANGAN



TULANGAN PLAT INJAK  
SKALA 1 : 10

SUB KAWASAH/ BANGUNAN

Jembatan Kalibambang  
Kabupaten Blitar

JUDUL GAMBAR SKALA

N/A

DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	ARS	27

TGL. 05 JULI 2018

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MERUPAKAN  
MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENYALIN, MENYADUKAN, MENYAMPAIKAN INAMA  
DAN TERBUKAS.