



**PERENCANAAN ULANG JEMBATAN MLANDINGAN DESA  
MLANDINGAN KULON KABUPATEN SITUBONDO  
MENGUNAKAN STRUKTUR KOMPOSIT**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ageng Ari Oktavano**

**NIM 091910301061**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**



**PERENCANAAN ULANG JEMBATAN MLANDINGAN DESA  
MLANDINGAN KULON KABUPATEN SITUBONDO  
MENGUNAKAN STRUKTUR KOMPOSIT**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Ageng Ari Oktavano**

**NIM 091910301061**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua Orang Tuaku, Ayah Atim Abdul Rohman yang telah banyak memberi bimbingan serta arahan untuk menjadi orang yang bermanfaat dan Ibu Luluk Ragilia yang telah berjuang keras demi mewujudkan keinginan dan membahagiakan anak-anakmu. Terima kasih atas semua cinta dan kasih sayang serta doa yang tidak pernah putus demi kesuksesanku.
2. Adik-adiku Adryan fathur Rahman dan Nabila Widya Rahman atas semangat dan do'anya.
3. Teman-teman teknik sipil 2009 khususnya Syailendra, Novan, Udin, Kristia, Kardian, Rawa, Baihaqqi, Imam dan Ika Wahyu Purnamasari yang telah memberi masukan serta bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

**MOTTO**

“Langit tak perlu menjelaskan bahwa dirinya tinggi.”  
(Anonim)

“Jika anda tidak mampu menahan lelahnya belajar, maka anda harus siap menahan perihnya ketidaktahuan”  
(Imam Syafi’i)

“Jangan mengeluh karena masalahmu, jika kamu merasa bebanmu lebih berat daripada orang lain, itu karena Allah melihatmu lebih kuat daripada yang lain”  
(Anonim)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ageng Ari Oktavano

NIM : 091910301061

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Perencanaan Ulang Jembatan Mlandingan Desa Mlandingan Kulon Kabupaten Situbondo Menggunakan Struktur Komposit" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Juni 2015

Yang menyatakan

Ageng Ari Oktavano  
NIM 091910301061

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN ULANG JEMBATAN MLANDINGAN DESA  
MLANDINGAN KULON KABUPATEN SITUBONDO  
MENGUNAKAN STRUKTUR KOMPOSIT**

Oleh

Ageng Ari Oktavano  
NIM 091910301061

Pembimbing

DosenPembimbingUtama : Ketut Aswatama, ST., MT.

DosenPembimbingAnggota : Dr. Anik Ratnaningsih, ST., MT.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “**Perencanaan Ulang Jembatan Mlandingan Desa Mlandingan Kulon Kabupaten Situbondo Menggunakan Struktur Komposit**”. Telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Senin  
Tanggal : 29 Juni 2015  
Tempat : Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil

Tim Penguji

Pembimbing Utama,

Ketut Aswatama, ST.,MT.  
NIP.19700713 200012 1 001

Penguji I,

Dwi Nurtanto, ST.,MT  
NIP.19731015 199802 1 001

Pembimbing Anggota,

Dr. Anik Ratnaningsih, ST.,MT.  
NIP.19700530 199803 2 001

Penguji II,

Ir. Hernu Suyoso, MT.  
NIP.19551112 198702 1 001

Mengesahkan

Fakultas Teknik  
Universitas Jember  
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT.  
NIP. 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

**Perencanaan Ulang Jembatan Mlandingan Desa Mlandingan Kulon Kabupaten Situbondo Menggunakan Struktur Komposit;** Ageng Ari Oktavano, 091910301061; 2015; 58 halaman; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Jembatan Mlandingan yang terletak di Desa Mlandingan sering terseret banjir dan mengalami kerusakan saat musim penghujan karena tinggi jembatan yang kurang. Pemerintah Kabupaten Situbondo akhirnya membangun kembali jembatan Mlandingan dengan desain jembatan beton serta ketinggian yang berbeda dibandingkan jembatan sebelumnya sehingga diharapkan tidak terjadi lagi kerusakan yang sama ketika debit sungai meningkat saat musim penghujan. Jembatan yang dibangun Pemerintah Kabupaten Situbondo merupakan jembatan dengan tipe benrang pendek. Salah satu macam jembatan tipe benrang pendek yaitu jembatan komposit.

Dalam penelitian ini maka dapat dirumuskan bagaimana perencanaan ulang jembatan Mlandingan menggunakan struktur komposit. Berdasarkan hasil pembahasan dari penelitian ini didapatkan bahwa jembatan Mlandingan dengan panjang 16,6 meter, tebal plat beton 12 cm dan volume total  $17,52 \text{ m}^3$  dengan berat 42071,04 kg, profil gelagar memanjang menggunakan WF 600.200.13.23, diafragma jembatan menggunakan profil WF 250.125.6.9, dan total berat jembatan Mlandingan sebesar 54258,64 kg.



## SUMMARY

**Redesign of Mlandingan Bridge Plan Mlandingan Village Mlandingan Kulon Situbondo Regency Using Composite Structure;** Ageng Ari Oktavano, 091910301061; 2015; 58 pages; Department Of Civil Engineering; Faculty Of Engineering; University Of Jember.

Mlandingan bridge located in Mlandingan village often swept by flood and had damaged in rainy season because the lack of bridge height. The government of Situbondo regency will rebuild again this Mlandingan bridge with concrete bridge design with differential bridge height so that there will no more damage when the rate of flow increase in rainy season. The bridge that rebuild by the government of Situbondo regency is the type of short bridge. One of the short bridge types is composite bridge.

In this research, it can be formulated how to redesign Mlandingan bridge using composite structure. Based on the research results that Mlandingan bridge with 16,6 m length, 12 cm of thick plate of crete, and 17,52 m<sup>3</sup> of total volume total with 42071,04 kg of weight, longitudinal girder profile using WF 600.200.13.23, bridge diaphragm profile of bridge using WF 250.125.6.9, and total weight of bridge is 54258,64 kg.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perencanaan Ulang Jembatan Mlandingan Desa Mlandingan Kulon Kabupaten Situbondo Menggunakan Struktur Komposit”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,
2. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
3. Ketut Aswatama, ST., MT dan Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., MT selaku Dosen Pembimbing,
4. Dwi Nurtanto, S.T, MT dan Ir. Hernu Suyoso, MT selaku Dosen Penguji,
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu,

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 29 Juni 2015

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang Masalah</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan</b> .....	2
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
<b>2.1 Tinjauan Umum</b> .....	3
<b>2.2 Pengertian Jembatan Komposit</b> .....	3
<b>2.3 Jenis – Jenis Jembatan Komposit</b> .....	3
<b>2.4 Kelebihan Jembatan Komposit</b> .....	4
<b>2.5 Pembebanan Jembatan</b> .....	5
<b>2.6 Perhitungan Tulangan Utama</b> .....	6
<b>2.7 Perhitungan Tulangan Geser</b> .....	8
<b>2.8 Perhitungan Gelagar Memanjang</b> .....	9
2.8.1 Lebar Efektif .....	9
2.8.2 Perhitungan Penampang .....	9
2.8.3 Kontrol Keamanan Profil .....	10
<b>2.9 Shear Connector</b> .....	17
<b>2.10 Perencanaan Sambungan</b> .....	18
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	21
<b>3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian</b> .....	21

<b>3.2 Kebutuhan data</b> .....	22
<b>3.3 Alur Penelitian</b> .....	22
<b>3.4 Pembebanan</b> .....	22
3.4.1 Perhitungan Statika .....	23
3.4.2 Dimensi Tulangan .....	23
3.4.3 Kontrol Keamanan .....	23
<b>3.5 Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan</b> .....	23
3.5.1 Pembebanan .....	23
3.5.2 Perhitungan Statika .....	23
3.5.3 Dimensi Tulangan .....	23
<b>3.6 Perencanaan Gelagar Memanjang</b> .....	24
3.6.1 Dimensi Gelagar .....	24
3.6.2 Pembebanan .....	24
3.6.3 Lebar Efektif .....	24
3.6.4 Perhitungan Statika .....	24
3.6.5 Kontrol Keamanan .....	24
<b>3.7 Perencanaan Alat Penghubung Geser (Shear Connector)</b> .	25
3.7.1 Pembebanan .....	25
3.7.2 Perhitungan Statika .....	25
3.7.3 Jarak Shear Connector .....	25
3.7.3 Jumlah Shear Connector .....	25
<b>3.8 Perencanaan Sambungan Baja Gelagar Memanjang</b> .....	26
3.8.1 Pembebanan .....	26
3.8.2 Perhitungan Statika .....	26
3.8.3 Kekuatan Baut .....	26
3.8.4 Jarak dan Jumlah Baut .....	26
3.8.5 Kontrol Kekuatann .....	26
<b>3.9 Rancangan Penelitian</b> .....	27
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	28

<b>4.1 Data Jembatan Komposit</b> .....	28
<b>4.2 Pembebanan Jembatan</b> .....	28
4.2.1 Beban Mati (D) .....	28
4.2.2 Beban Hidup (L) .....	28
<b>4.3 Perhitungan Pelat Trotoar dan Pelat Lantai Kendaraan ..</b>	29
4.3.1 Pembebanan Pelat Pada Trotoar .....	29
4.3.2 Penulangan Pelat Bagian Dalam .....	31
4.3.3 Penulangan Pelat Lantai .....	34
<b>4.4 Perhitungan Gelagar Memanjang</b> .....	36
4.4.1 Pembebanan (Sebelum Komposit) .....	36
4.4.2 Pembebanan (Sesudah Komposit) .....	37
4.4.3 Cek Lendutan .....	39
<b>4.5 Perhitungan Perencanaan <i>Shear Connector</i></b> (Penghubung Geser) .....	43
<b>4.6 Perhitungan Perencanaan Diafragma Jembatan</b> .....	44
<b>4.7 Perhitungan Sambungan Gelagar Memanjang</b> .....	45
<b>4.8 Perhitungan Sambungan Gelagar Memanjang dan</b> <b>Diafragma</b> .....	50
<b>4.9 Perhitungan Tumpuan dan Angkur Jembatan Komposit .</b>	52
4.9.1 Perencanaan Tumpuan .....	52
4.9.2 Perencanaan Angkur .....	55
<b>4.10 Tonase Jembatan Komposit</b> .....	56
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	58
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	58
<b>5.1 Saran</b> .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	59
<b>LAMPIRAN</b> .....	60

**DAFTAR TABEL**

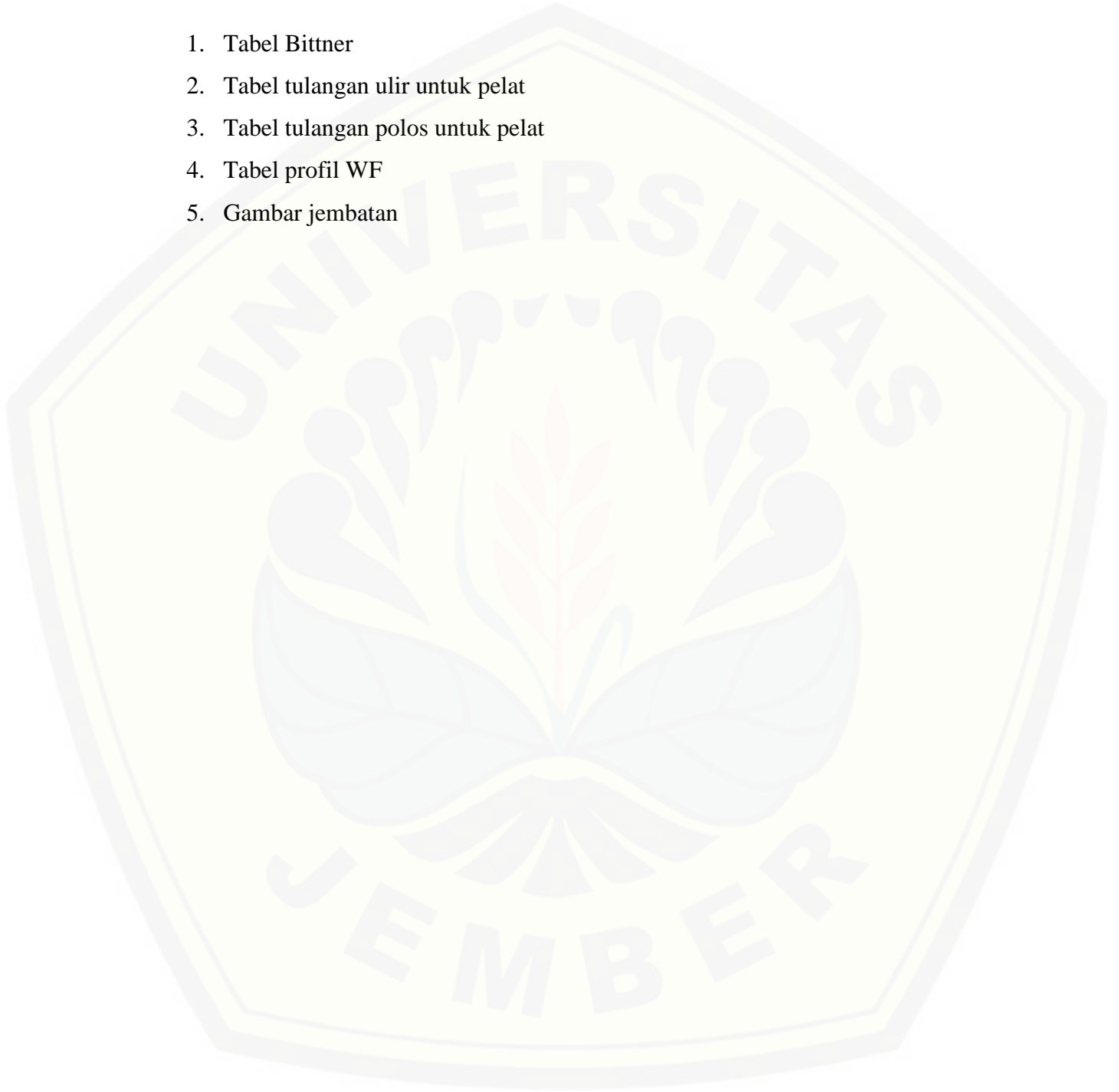
	Halaman
<b>Tabel 4.1</b> Perhitungan lendutan 1 .....	40
<b>Tabel 4.2</b> Perhitungan lendutan 2 .....	42
<b>Tabel 4.3</b> Tabel perhitungan paku .....	50
<b>Tabel 4.4</b> Daftar Muller Breslaw .....	53
<b>Tabel 4.5</b> Volume total jembatan komposit .....	56
<b>Tabel 4.6</b> Tabel berat jembatan .....	57

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2.1 Gelagar komposit standart (konvensional) .....	4
Gambar 2.2 Gelagar komposit <i>castella</i> .....	4
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian .....	21
Gambar 3.2 Diagram alir perencanaan ulang Mlandingan .....	27
Gambar 4.1 Gambar beban gaya roda .....	31
Gambar 4.2 Luas bidang kontak pada saat 1 roda di tengah-tengah pelat .....	32
Gambar 4.3 Gambar kondisi 2 bagian I .....	32
Gambar 4.4 Gambar kondisi 2 bagian II .....	33
Gambar 4.5 Gambar beban gelagar memanjang .....	36
Gambar 4.6 Gambar profil 1 .....	40
Gambar 4.7 Gambar profil 2 .....	41
Gambar 4.8 Gambar stud .....	44
Gambar 4.9 Gambar profil .....	47
Gambar 4.10 Gambar perencanaan paku .....	49
Gambar 4.11 Gambar tumpuan sendi .....	52
Gambar 4.12 Gambar penampang antar rol .....	54

**DAFTAR LAMPIRAN**

1. Tabel Bittner
2. Tabel tulangan ulir untuk pelat
3. Tabel tulangan polos untuk pelat
4. Tabel profil WF
5. Gambar jembatan





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jembatan merupakan suatu struktur yang dibuat untuk menyeberangi jurang atau rintangan seperti sungai, rel kereta api ataupun jalan raya yang berguna untuk menghubungkan pulau-pulau yang terpisah cukup jauh. Jembatan dibagi menjadi beberapa tipe yaitu jembatan beton, jembatan gantung, jembatan rangka baja, dan lain-lain.

Desa Mlandingan Kulon merupakan desa yang berada di wilayah Kecamatan Mlandingan Kabupaten Situbondo. Desa Mlandingan Kulon salah satu desa yang berada di jalur pantura. Di daerah ini terdapat sebuah jembatan yang menghubungkan jalan di jalur pantura yang di belah oleh Sungai Silowogo. Jembatan tersebut memiliki bentang panjang 16,8 m dan lebar 9 m dengan biaya 6,1 miliar. Pada musim penghujan dengan intensitas yang tinggi, sering terjadi banjir di Sungai Silowogo. Ketika sungai meluap jembatan tersebut terseret banjir karena tinggi jembatan kurang, sehingga menghancurkan jembatan.

Pemerintah Kabupaten Situbondo akhirnya membangun kembali jembatan Mlandingan dengan desain jembatan beton yang memiliki ketinggian berbeda dengan jembatan sebelumnya. Dengan dibangunnya jembatan yang lebih tinggi dari jembatan Mlandingan sebelumnya ini diharapkan tidak terjadi lagi hal yang sama ketika debit sungai yang tinggi dan deras. Jika musim penghujan melanda dan debit sungai tinggi jembatan yang baru tersebut tidak terseret air dari sungai Silowogo.

Jembatan beton yang dibangun pemerintah Kabupaten Situbondo merupakan jembatan dengan tipe bentang pendek. Beberapa jenis jembatan bentang pendek adalah jembatan rangka baja, jembatan dinding penuh, dan jembatan komposit. Dari macam macam jembatan bentang pendek tersebut maka tujuan dari penelitian ini akan melakukan analisis perbandingan jembatan tipe bentang pendek salah satunya jembatan Jembatan Komposit, ditinjau dari segi kebutuhan tonase.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan bagaimana perencanaan ulang jembatan Mlandingan menggunakan struktur komposit ?

## 1.3 Batasan masalah

Batasan masalah dari perencanaan jembatan beton ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan ulang jembatan beton tidak termasuk bangunan bawah (*sub structure*).
2. Tinjauan hanya mencakup struktur atas (*upper structure*), tanpa kontrol terhadap bangunan bawah (pondasi jembatan).
3. Penelitian jembatan ini tidak menghitung analisa harga satuan dan rencana anggaran biaya (RAB).
4. Tidak meninjau metode pelaksanaan proyek secara keseluruhan.

## 1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk perencanaan ulang jembatan Mlandingan menggunakan struktur komposit.

## 1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari perencanaan jembatan Mlandingan ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah ilmu pengetahuan ketekniksipilan khususnya dalam ilmu struktur jembatan.
2. Dapat digunakan sebagai referensi perhitungan jembatan komposit.

## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tinjauan Umum**

Jembatan menurut ilmu sipil merupakan struktur bangunan yang menghubungkan jalan terputus karena adanya sungai, rawa, danau, dll. Komponen utama jembatan terbagi menjadi 2 yaitu bangunan atas (*upper structur*) dan bangunan bawah (*sub structure*).

Banguna atas (*upper structure*) merupakan bagian jembatan yang menerima beban langsung dari kendaraan yang melewatinya, antara lain: lantai jembatan, gelagar/rangka jembatan, gelagar memanjang, gelagar melintang, dll. Bangunan bawah jembatan (*sub sturcture*) merupakan bagian jembatan yang menerima beban dari bangunan atas, antara lain: abutmen/pangkal jembatan, pilar jembatan dan pondasi. Fungsi dari pondasi adalah menerima beban dari bangunan bawah kemudian disalurkan ke tanah. Pemakaian jenis pondasi disesuaikan dengan keadaan kondisi tanah di lapangan, menggunakan pondasi tiang pancang, tiang bor, dan sumuran.

### **2.2 Pengertian Jembatan Komposit**

Jembatan komposit adalah suatu konstruksi jembatan yang bahan dasarnya terdiri dari dua jenis material berbeda sifatnya, yaitu baja dan beton bertulang yang dibangun sedemikian rupa sehingga menjadi satu kesatuan struktur yang kuat. Jembatan komposit biasanya berupa gelagar baja dan lantai jembtan tebuat dari beton bertulang.

### **2.3 Jenis – Jenis Jembatan Komposit**

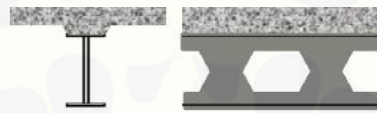
Jembatan komposit yang merupakan ganbungan dari 2 material baja dan beton bertulang. Dalam hal ini jembatan komposit dapat dibentuk menjadi gelagar dengan

balok standart (konvensional) dan dengan balok *Castella*. Untuk lebih detailnya dapat dilihat dalam bentuk gambar berikut.



*Sumber : Jembatan komposit (Agus)*

Gambar 2.1 : Gelagar komposit standart (konvensional)



*Sumber : Jembatan komposit (Agus)*

Gambar 2.2 : Gelagar komposit *castella*

#### 2.4 Kelebihan Jembatan Komposit

Jembatan komposit memiliki kelebihan atau keunggulan antara lain :

1. Profil baja dapat dihemat dibandingkan dengan balok non komposit.
2. Penampang atau tinggi profil baja lebih rendah, sehingga dapat mengurangi atau menghemat tinggi lantai (*storey height*) pada bangunan gedung dan tinggi ruang bebas pada bangunan jembatan.
3. Kekakuan lantai pelat benton bertulang semakin tinggi karena pengaruh komposit (menyatu dengan gelagar baja), sehingga pelendutan pelat lantai (komposit) semakin kecil.
4. Panjang bentang untuk bentang tertentu dapat lebih besar, artinya dengan sistem komposit baja dan beton, untuk penampang yang sama, mempunyai momen pikul yang lebih besar.
5. Kapasitas daya pikul beban bertambah dibandingkan dengan pelat beton yang bebas diatas gelagar baja.

## 2.5 Pembebanan Jembatan

### a. Beban “D”

Beban “D” digunakan untuk perhitungan kekuatan gelagar-gelagar harus menggunakan beban “D”. Beban “D” adalah susunan beban pada setiap jalur lalu lintas yang terdiri dari beban terbagi rata besar “q” ton/meter panjang per jalur. Besarnya “q” adalah :

$$q = 2,2 \text{ t/m}' \quad \text{untuk } L < 30 \text{ m}$$

$$q = 2,2 \text{ t/m}' - \frac{1,1}{60} \times (L - 30) \text{ t/m}' \quad \text{untuk } 30 \text{ m} < L < 60 \text{ m}$$

$$q = 1,1 \times (L - 30) \text{ t/m}' \quad \text{untuk } L > 60 \text{ m}$$

$L$  = panjang dalam meter

$\text{t/m}'$  = ton / meter panjang, per jalur

Ketentuan penggunaan beban “D” dalam arah melintang jembatan bila lebih besar dari 5,5 meter, beban “D” sepenuhnya (100 %) dibebankan pada lebar jalur 5,5 meter sedang lebihnya dibebani pada hanya pada separuh beban “D” (50 %).

### b. Beban hidup

beban hidup pada jembatan yang harus ditinjau dinyatakan dalam dua macam, yaitu beban “T” yang merupakan beban terpusat untuk lantai kendaraan dan beban “D” yang merupakan beban jalur untuk gelagar. Beban “T” adalah beban yang merupakan kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda (*dual wheel load*) sebesar 10 ton. Beban “D” atau beban jalur adalah susunan beban pada setiap jalur lalu lintas yang terdiri dari beban terbagi rata sebesar “q” ton per meter panjang per jalur, dan beban garis “P” ton per jalur lalu lintas tersebut.

### c. Beban Kejut

Untuk memperhitungkan pengaruh-pengaruh getaran-getaran dan pengaruh-pengaruh dinamis lainnya, tegangan-tegangan akibat beban garis “P” harus dikalikan dengan koefisien kejut yang akan memberikan hasil maksimum, sedangkan beban merata “q” dan beban “T” tidak dikalikan dengan koefisien kejut.

Koefisien kejut ditentukan dengan rumus :

$$k = 1 + \frac{20}{(50+L)}$$

dengan :

$K$  : koefisien kejut, dan  $L$  : panjang bentang dalam meter, ditentukan oleh tipe konstruksi jembatan (keadaan statis) dan kedudukan muatan garis “ $P$ ”.

Koefisien kejut tidak diperhitungkan terhadap bangunan bawah apabila bangunan bawah dan bangunan atas tidak merupakan satu kesatuan. Bila bangunan bawah dan bangunan atas merupakan satu kesatuan maka koefisien kejut diperhitungkan terhadap bangunan bawah.

**2.6 Perhitungan Tulangan Utama**

Menurut SK SNI T – 15 – 1991 – 03 pasal 3.1.3, besarnya momen nominal yang bekerja akibat beban mati pada perencanaan pelat yang menahan dalam dua arah dan lebih dari satu bentang adalah :

$$M_{xm} = \frac{1}{10} \times q_{dl} \times L^2 \dots\dots\dots (2.1a)$$

$$M_{ym} = \frac{1}{3} \times M_{xm} \dots\dots\dots (2.1b)$$

Sedangkan besarnya momen akibat beban hidup pada perencanaan pelat dua arah adalah :

$$M_{xm} = f_{xm} \times T \times t_x \times t_y \dots\dots\dots (2.1c)$$

$$M_{ym} = f_{ym} \times T \times t_x \times t_y \dots\dots\dots (2.1d)$$

Dengan :

- $M_{xm}$  = Momen arah x
- $M_{ym}$  = Momen arah y
- $q_{dl}$  = Beban mati
- $f(x,y)_m$  = Koefisien bidang kontak berdasarkan tabel “bittner”
- $T$  = Penyebaran beban roda
- $t_{x,y}$  = Panjang bidang kontak arah x,y

Besarnya koefisien lawan akibat momen nominal ( $R_n$ ) adalah :

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} \dots\dots\dots (2.2a)$$

Dengan :

$M_u$  = Momen ultimit akibat beban kerja

$\phi$  = Faktor reduksi berdasarkan RSNI T – 12 – 2004 pasal 4.5.2

$b$  = Lebar balok

$d$  = tinggi efektif balok

Rasio tulangan beton ( $\rho_b$ ) dapat dicari dengan persamaan :

$$\rho_b = \left[ \frac{0,85 \cdot \beta \cdot f_c}{f_y} \times \left[ \frac{600}{600 + f_y} \right] \right] \dots\dots\dots (2.2b)$$

Dengan :

$\beta_1$  = Faktor yang direduksi menurut RSNI T – 12 – 2004 pasal 5.1.1.1

$f_c'$  = kuat tekan beton

$f_y'$  = Tegangan lebih kerja

Menurut RSNI T – 12 – 2004 pasal 5.1.1.6, untuk rasio tulangan tidak boleh melampaui  $0,75 \rho_b$  dan menurut RSNI T – 12 – 2004 pasal 5.1.1.5, rasio yang ada tidak boleh kurang dari  $\frac{1,4}{f_y}$  sehingga besarnya rasio perbandingan tulangan tarik ( )

dan luas tulangan tarik ( $A_s$ ) adalah :

$$\rho_{perlu} = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \left[ \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{0,85 \cdot f_c'}} \right] \dots\dots\dots (2.2c)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots (2.2d)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b \dots\dots\dots (2.2e)$$

$$A_s = \rho \times b \cdot d \dots\dots\dots (2.2f)$$

Untuk kombinasi  $f_c'$  dan  $f_y$  terdapat satu rasio tulangan dalam kondisi seimbang ( $\sum H = 0$ ), sehingga didapat  $T_c = C_c$ , dan  $M = 0$ , didapat :

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \dots\dots\dots (2.3a)$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} \dots\dots\dots (2.3b)$$

$$f_s = 600 \left( \frac{d-c}{c} \right) \dots\dots\dots (2.3c)$$

$$m_n = A_s \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots (2.3d)$$

Dengan :

Mn = Kekuatan momen nominal

c = Jarak dari serat terluar ke garis netral

a = Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen

Sehingga besarnya kapasitas momen sesuai dengan RSNI T – 03 – 2005 pasal

7.1 harus memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$M_u \leq \phi M_n \dots\dots\dots (2.3e)$$

**2.7 Perhitungan Tulangan Geser**

Menurut RSNI T – 12 – 2004 pasal 5.2.6, untuk menentukan besarnya kekuatan geser yang disumbangkan oleh beton ditentukan dari kekuatan nominal yang paling mempengaruhi dan momen yang terjadi, dengan besarnya kekuatan geser (Vc) yang disumbangkan oleh beton adalah sebagai berikut :

$$V_c = 1/3 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (2.4a)$$

Luas penampang tulangan geser (Av) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$A_v = \frac{\frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot s}{f_y} \dots\dots\dots (2.4b)$$

Jarak tulangan geser (s) adalah :

$$s = \frac{A_v \cdot f_y}{\frac{1}{3} \sqrt{f_y'} \cdot b} \dots\dots\dots (2.4c)$$

Besarnya tegangan geser nominal yang disumbangkan oleh beton dapat dihitung dengan persamaan :



$$V_c = \frac{V}{b.h} \dots\dots\dots (2.4d)$$

**2.8 Perhitungan Gelagar Memanjang**

**2.8.1 Lebar Efektif**

Agar perencanaan menjadi sederhana, menurut RSNI T – 03 – 2005 pasal 8.2.1, lebar efektif  $b_{eff}$  maksimal yang diijinkan adalah nilai terkecil yang dihitung dengan persamaan berikut :

- a.  $1/5$  x panjang bentang gelagar untuk bentang sederhana atau  $1/7$  panjang bentang gelagar untuk bentang menerus ..... (2.5a)
- b. Jarak pusat-pusat antara badan gelagar ..... (2.5b)
- c.  $12$  x tebal minimum lantai ..... (2.5c)

**2.8.2 Perhitungan Penampang**

Tegangan baja dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara modulus elastisitas baja dan modulus elastisitas beton atau biasa dinyatakan dengan  $n$  ( $E_s/E_c$ ) dikalikan dengan tegangan beton. Dengan demikian luas efektif setelah ditransformasikan ( $A_c$ ) adalah :

$$A_c = \frac{b_{eff}.t}{n} + A_s \dots\dots\dots (2.6a)$$

Jarak garis netral ditinjau dari serat paling bawah ( $Y_{bc}$ ) adalah :

$$Y_{bc} = \frac{\frac{b_{eff}.t}{n} x d + (A_s.Y_s)}{A_c} \dots\dots\dots (2.6b)$$

Momen inersia ( $I_v$ ) adalah :

$$I_v = I_x + (A_s.d_s^2) + I_c + \left(\frac{b_{eff}.t}{n}\right) x (Y_{cc} - \frac{1}{2} t)^2 \dots\dots\dots (2.6c)$$

Dengan :

$t$  = Tebal pelat profil

$A_s$  = Luas profil baja

- $I_x$  = Momen inersia profil  
 $d$  = Jarak antara serat bawah profil ke garis netral beton  
 $ds$  = Selisih antara garis netral profil dengan garis netral pusat  
 $Y_{cc}$  = Jarak antara serat atas ke garis netral pusat

### 2.8.3 Kontrol Keamanan Profil

Balok adalah satu elemen yang paling banyak dijumpai pada setiap struktur. Elemen ini memikul beban yang bekerja tegak lurus dengan sumbu longitudinalnya yang menyebabkan balok melentur termasuk efek-efek lain seperti geser dan defleksi lendutan.

Dalam menentukan dasar hubungan antara beban dan tegangan yang terjadi sebagai berikut :

$$M_u \leq \phi M_n \dots\dots\dots (2.7a)$$

Dimana :

- $M_u$  = Momen lentur rencana  
 $\phi$  = Faktor reduksi = 0,90  
 $M_n$  = Momen lentur nominal penampang

Batasan-batasan momen yang dipakai untuk menentukan besarnya  $M_n$  adalah sebagai berikut :

$$M_y = f_y \cdot S \dots\dots\dots (2.7b)$$

$$M_p = f_y \cdot Z \text{ atau } 1,5 M_y \dots\dots\dots (2.7c)$$

$$M_r = S (f_y - f_r) \dots\dots\dots (2.7d)$$

Dimana :

- $M_y$  = Momen leleh yaitu momen lentur yang menyebabkan penampang leleh  
 $M_p$  = momen plastis lentur yang menyebabkan seluruh penampang leleh  
 $M_r$  = Momen batas tekuk  
 $F_y$  = Tegangan leleh baja  
 $F_r$  = Tegangan residu / sisa

S = Modulus penampang elastis

Z = Modulus penampang plastis

Stabilitas balok yang mengalami lentur ditentukan berdasarkan rasio lebar / tebal ( $\lambda$ ). Perbandingan lebar terhadap tebal untuk elemen-elemen sayap dan badan terdapat pada RSNI T – 03 – 2005 tabel 4.

a) Untuk elemen sayap

$$\lambda = \frac{b}{t} \dots\dots\dots (2.8a)$$

$$p = \frac{170}{f_y} \dots\dots\dots (2.8b)$$

$$r = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}} \dots\dots\dots (2.8c)$$

b) Untuk elemen badan

$$\lambda = \frac{h}{t} \dots\dots\dots (2.8d)$$

$$p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \dots\dots\dots (2.8e)$$

$$r = \frac{2550}{\sqrt{f_c}} \dots\dots\dots (2.8f)$$

Dimana :

b = Lebar sayap

t = Tebal sayap

h = Tinggi badan tanpa tumpuan

tw = Tebal badan

= Rasio lebar / tebal

p = Batas penampang kompak

r = Batas penampang tak kompak

Jika :  $\lambda \leq p$  penampang kompak

Kekuatan lentur nominal  $M_n$ , untuk penampang kompak dapat dinyatakan sebagai :

$$M_n = M_p \dots\dots\dots (2.8g)$$

$\lambda_p < \lambda_r$ , penampang kompak

Kekuatan lentur nominal  $M_n$  untuk penampang tak kompak dapat dinyatakan sebagai :

$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \dots\dots\dots (2.8h)$$

$\lambda_r \leq \lambda_r$ , penampang langsing

Kekuatan lentur nominal  $M_n$  untuk penampang langsing dapat dinyatakan sebagai :

$$M_n = M_r \left( \frac{\lambda_r}{\lambda} \right)^2 \dots\dots\dots (2.8i)$$

Sedangkan untuk memperhitungkan pengaruh tekuk puntir lateral, pada balok dengan penampang kompak harus memenuhi batasan-batasan, kekakuan balok dalam memikul momen lentur tergantung dari panjang bentang antara dua pengekang lateral yang berdekatan ( $L$ ). Batas-batas bentang pengekang lateral ditentukan dalam RSNI T – 03 – 2005 tabel 8.

$$L_p = 1,76r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} \dots\dots\dots (2.9a)$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} \dots\dots\dots (2.9b)$$

Dengan :

$L_p$  = Panjang bentang maksimum untuk balok yang mampu menerima momen plastis

$E$  = Modulus elastisitas baja

$I_y$  = Momen inersia sumbu lemah

$A$  = luas penampang

$$L_r = r_y \left[ \frac{X_1}{F_L} \right] \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 f_L^2}} \dots\dots\dots (2.9c)$$

Dengan :

$$F_L = f_y - f_r \dots\dots\dots (2.9.d)$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S} \sqrt{\frac{E D J A}{2}} \dots\dots\dots (2.9.e)$$

$$X_2 = 4 \left[ \frac{S}{G J} \right]^2 \frac{I_x}{I_y} \dots\dots\dots (2.9f)$$

$L_r$  = Panjang bentang minimum untuk balok yang kekuatannya mulai ditentukan oleh momen kritis tekuk puntir lateral

$G$  = Modulus geser baja

$I_w$  = Konstanta puntir lengkung untuk penampang kompak

$J$  = Konstanta puntir torsi

Kekuatan nominal  $M_n$  untuk penampang kompak dengan pengaruh tekuk puntir lateral dibagi dengan :

Untuk  $L \leq L_p$ , termasuk bentang pendek

$$M_n = M_p \leq 1,5 M_y \dots\dots\dots (2.9g)$$

Untuk  $L_p < L \leq L_p$ , termasuk bentang menengah

$$M_n = C_d \left[ M_p + (M_p - M_p) \frac{(L_p - L)}{(L_p - L_p)} \right] \dots\dots\dots (2.9h)$$

Untuk  $L_p > L$ , termasuk bentang panjang

$$M_n = M_{cr} \leq M_p \dots\dots\dots (2.9i)$$

Dengan :

$$M_{cr} = 2C_b E \frac{\sqrt{J A}}{L/r_y} \dots\dots\dots (2.9j)$$

$$C_b = \frac{12,5 M_{max}}{2,5 M_{max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} \dots\dots\dots (2.9k)$$

Dimana :

- $M_{cr}$  = Momen kritis terhadap tekuk puntir lateral
- $C_b$  = Faktor pengkali momen tekuk puntir lateral
- $M_{max}$  = Momen maksimum pada bentang yang ditinjau
- $M_A$  = Momen  $\frac{1}{4}$  bentang
- $M_B$  = Momen  $\frac{1}{2}$  bentang
- $M_C$  = Momen  $\frac{3}{4}$  bentang

Dalam menentukan dasar hubungan antara beban dan tegangan yang terjadi setelah komposit adalah sebagai berikut :

$$M' \leq \emptyset M_g \dots\dots\dots (2.9l)$$

Dimana :

$M'$  : Momen lentur rencana

$\emptyset$  : Faktor reduksi = 0,90

$M_g$  : Momen lentur nominal penampang

Untuk kekuatan lentur nominal penampang  $M_s$ , harus ditentukan dari rumus sebagai berikut :

a. Untuk  $h_{cp} \leq h'$

$$M_s = M_p \dots\dots\dots (2.9m)$$

b. Untuk  $h' \leq h_{cp} \leq sh'$

$$M_s = \frac{5M_p - 0,85M_y}{4} + \frac{0,85M_y - M_p}{4} \left[ \frac{h_{cp}}{h'} \right] \dots\dots\dots (2.9n)$$

Dimana :

$M_p$  : Momen lentur nominal penampang

$M_y$  : Momen kapasitas pada gelagar baja komposit

$H$  : Tinggi total girder

Untuk penampang kompak pada gelagar komposit harus memenuhi batasan-batasan :

$$\frac{2h_{cp}}{t_w} \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \dots\dots\dots (2.9o)$$

$$\frac{h_{cp}}{h'} \leq 5 \dots\dots\dots (2.9p)$$

$$h' = \beta \frac{(H + t_h + t_p)}{75} \dots\dots\dots (2.9q)$$

Dimana :

$\beta$  : 0,9 (untuk  $f_y \leq 250$  Mpa), 0,7 (untuk  $f_y > 250$  Mpa)

$h_{cp}$  : Tinggi badan profil baja

$t_w$  : Ketebalan pelat badan profil pelat baja

$t_p$  : Ketebalan pelat lantai

$t_h$  : Tebal bantalan antara pelat lantai dengan serat atas profil baja

Persyaratan untuk gaya geser pada balok, sebagai berikut :

$$V_u \leq \phi V_n \dots\dots\dots (2.10a)$$

Dimana :

$\phi$  : Faktor reduksi = 0,90 (tabel 3 RSNI T – 03 – 2005)

$V_n$  : Kuat geser nominal

$V_u$  : Gaya geser maksimum akibat pembebanan berfaktor

Kuat geser nominal pelat badan sebagai berikut :

$$V_n = 0,6 f_y A_w \dots\dots\dots (2.10b)$$

Dimana :

$A_w$  = Luas kotor penampang

Dan harus memenuhi persyaratan-persyaratan yaitu sebagai berikut :

a) Jika  $h/t_w$  memenuhi

$$\left[ \frac{h}{t_w} \right] \leq 1,10 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \dots\dots\dots (2.10c)$$

Dengan

$$k_n = 5 + \frac{5}{(a/h)^2} \dots\dots\dots (2.10d)$$

Dimana :

a = Jarak antar dua pengaku vertikal

maka  $V_n$  dihitung menurut persamaan (2.10b)

b) Jika  $h/t_w$  memenuhi :

$$1,10 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \leq \left(\frac{h}{t_w}\right) \leq 1,37 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \dots\dots\dots (2.10e)$$

Maka  $V_n$  merupakan geser elasto – plastis

$$V_n = 0,6 f_y A_w \left[ 1,10 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \right] \frac{1}{(h/t_w)} \dots\dots\dots (2.10f)$$

Atau

$$V_n = 0,6 f_y A_w \left[ C_v + \frac{(1 - C_v)}{1,5 \sqrt{1 + (a/h)^2}} \right] \dots\dots\dots (2.10g)$$

Dengan :

$$C_v = 1,10 \frac{\sqrt{\frac{k_n E}{f_y}}}{\left(\frac{h}{t_w}\right)} \dots\dots\dots (2.10h)$$

c) Jika  $h/t_w$  memenuhi :

$$\left(\frac{h}{t_w}\right) \leq 1,37 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \dots\dots\dots (2.10i)$$

Maka  $V_n$  merupakan kuat tekuk geser elastis

$$V_n = \frac{0,9 A_w K_n}{\left(\frac{h}{t_w}\right)^2} \dots\dots\dots (2.10j)$$

Atau

$$V_n = 0,6 f_y A_w \left[ C_v + \frac{(1 - C_v)}{1,5 \sqrt{1 + (a/h)^2}} \right] \dots\dots\dots (2.10k)$$

$$\text{Dengan } C_v = 1,5 \frac{k_n E I}{f_y \left(\frac{h}{t_w}\right)^2} \dots\dots\dots (2.10l)$$

tp : Ketebalan pelat lantai

th : Tebal bantalan antara pelat lantai dengan serat atas profil baja



Persyaratan untuk gaya geser pada balok setelah komplit, sebagai berikut :

$$V_L' \leq \phi V_{Ls} \dots\dots\dots (2.10m)$$

Dengan

$$V_{Ls} = 0,55 \cdot N \cdot V_{su} \dots\dots\dots (2.10n)$$

$$V_L' = \frac{V \cdot A_t \cdot Y_c}{I_t} \dots\dots\dots (2.10o)$$

Dimana :

$V_L'$  : Gaya geser rencana persatuan panjang

$V'$  : Gaya geser rencana akibat lentur

$A_t$  : Luas transformasi lantai beton, diperhitungkan untuk lebar efektif

$Y_c$  : Jarak garis netral penampang komposit terhadap titik berat luas  $A_t$

$I_t$  : Momen dan luas penampang komposit transformasi

Untuk perhitungan defleksi (lendutan) adalah sebagai berikut :

Akibat beban terbagi rata :

$$= \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E_s \cdot I_t} \dots\dots\dots (2.11a)$$

Akibat beban garis terpusat :

$$= \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E_s \cdot I_t} \dots\dots\dots (2.11b)$$

Besarnya lendutan yang diijinkan yaitu  $1/800 \times L$  ..... (2.11c)

Dimana  $L$  : Bentang bersih

## 2.9 Shear Connector

Agar gelagar baja dan pelat beton bisa menjadi satu kesatuan yang monolit, kedua material harus disambung dengan sedemikian rupa sehingga gaya geser horisontal bisa disalurkan diantara keduanya. Jika gelagar baja dibungkus sepenuhnya dengan lempeng beton, maka tidak perlu memakai alat penyambung mekanis, karena gaya geser horisontal bisa disalurkan sepenuhnya oleh ikatan antara baja dan beton.

Sedangkan jika gelagar baja tidak dibungkus sepenuhnya maka perlu memakai alat penyambung geser mekanis atau shear connector.

Besarnya kekuatan yang dapat ditahan oleh satu shear connector (Q) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q = 55\phi^2\sqrt{\tau b} \dots\dots\dots (2.12a)$$

Untuk menentukan jarak shear connector (P) menggunakan persamaan :

$$P = \frac{N.Q}{s} \dots\dots\dots (2.12b)$$

$$\text{Jika : } S = \frac{Di.sx}{Iv} \dots\dots\dots (2.12c)$$

$$\text{Maka : } P = \frac{N.Q.Iv}{Di.Sx} \dots\dots\dots (2.12.d)$$

Dengan :

$S_x$  = Statis momen beton terhadap garis netral pusat

N = Jumlah shear connector dalam 1 (satu) baris

$I_v$  = momen inersia

$D_i$  = Gaya lintang maksimal di titik i

## 2.10 Perencanaan Sambungan

Pada perencanaan sambungan profil baja dan pada gelagar memanjang menggunakan sambungan dari baut menurut PPBBUG tahun 1987 pasal 8.2, ketentuan-ketentuan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Tegangan-tegangan yang diijinkan dalam menghitung ketentuan baut adalah sebagai berikut :

1. Tegangan geser yang diijinkan  $\tau_{ges} = 0,6 \tau \dots\dots\dots (2.13a)$

2. Tegangan tarik yang diijinkan :  $\tau_{ta} = 0,7 \tau \dots\dots\dots (2.13b)$

3. Kombinasi tegangan geser dan tegangan tarik yang diijinkan :

$$\tau_1 = \sqrt{\tau^2 + 1,56\tau^2} \leq \tau \dots\dots\dots (2.13c)$$

4. Tegangan tumpu yang diijinkan :

$$\tau_{tu} = 1,5 \tau \text{ untuk } S_1 \geq 2d \dots\dots\dots (2.13d)$$

$$\tau_{tu} = 1,2 \tau \text{ untuk } 1,5d \leq S_1 < 2d \dots\dots\dots (2.13e)$$

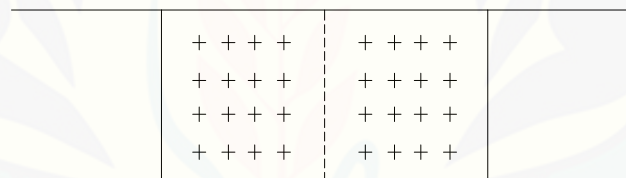
Dengan :

$S_1$  : Jarak dari sumbu baut yang paling luar ke tepi

$d$  : Diameter baut

$\tau$  : Tegangan dasar, untuk persamaan (2.13a), (2.13b), (2.13c) menggunakan tegangan dasar baut , sedangkan persamaan (2.13d) dan (2.13e) menggambarkan tegangan dasar beban disambung

- b. Banyaknya baut yang dipasang pada satu baris yang sejajar arah gaya, tidak boleh lebih dari 5 buah
- c. Untuk menentukan jarak antar baut menurut PPBBUG tahun 1987 pasal 8.2.5, untuk perencanaan sambungan baut jika terdiri dari lebih satu baut yang tidak berseling maka jarak antar baut adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3 Jarak antar baut menurut PPBBUG tahun 1987

- 1.  $2,5 d \leq s \leq 7d$  atau  $14 t \dots\dots\dots (2.14a)$
- 2.  $2,5 d \leq u \leq 7d$  atau  $14 t \dots\dots\dots (2.14b)$
- 3.  $1,5 \leq S_1 \leq 3d$  atau  $6 t \dots\dots\dots (2.14c)$

Untuk menentukan besarnya momen yang bekerja dapat digunakan persamaan berikut ini :

$$M_{\text{badan}} = \frac{I_{\text{badan}}}{I_x} M_c \dots\dots\dots (2.15a)$$

$$M_{\text{flens}} = M_{\text{profil}} - M_{\text{beban}} \dots\dots\dots (2.15b)$$

Besarnya kekuatan yang dapat dipikul oleh 1 (satu) baut adalah :

$$P_{ges} = \frac{1}{4} \times d^2 \times \tau_{ges} \dots\dots\dots (2.16a)$$

$$P_{tu} = t_{\text{plat}} \times d \times \tau_{tu} \dots\dots\dots (2.16b)$$

Untuk menentukan banyaknya baut yang digunakan pada perencanaan sambungan pelat penyambung badan adalah dengan persamaan :

$$n = \sqrt{\frac{6M_{tot}}{F_o}} \dots\dots\dots (2.17)$$

Pada persamaan sambungan plat penyambung badan besarnya kekuatan yang dipikul oleh 1 (satu) baut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$K_{tot} = \sqrt{kh^2 + (kv + kh)^2} \dots\dots\dots (2.18)$$

Besarnya gaya tarik ( T ) yang bekerja pada sambungan flens dan diafragma dapat dihitung dengan persamaan :

$$T = \frac{M}{h} \dots\dots\dots (2.19)$$

Banyaknya jumlah baut ( n ) yang digunakan sebagai alat penyambung pada persamaan sambungan flens dan diafragma dapat dihitung dengan persamaan :

$$n = \frac{T}{\bar{p}} \dots\dots\dots (2.20)$$

Dengan :

: besarnya kekuatan yang dipikul oleh 1 (satu) baut berdasarkan persamaan (2.16a) dan (2.16b).

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Mlandingan Kulon, Kecamatan Mlandingan, Kabupaten Situbondo. Kecamatan Mlandingan mempunyai luas wilayah 39,60 km<sup>2</sup> dengan batas-batas wilayah sebagai berikut :

1. Sebelah Utara : Selat Madura
2. Sebelah Timur : Kecamatan Bungatan
3. Sebelah Selatan : Kabupaten Bondowoso
4. Sebelah Barat : Kecamatan Besuki



*Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian*

### 3.2 Kebutuhan Data

Kebutuhan data dari penelitian ini antara lain :

1. Histori Runtuhnya Jembatan

Untuk mengetahui penyebab runtuhnya jembatan dilakukan dengan cara tanya jawab dengan warga sekitar jembatan Mlandingan

2. Kondisi Jembatan

Kondisi jembatan dilakukan dengan cara pengamatan langsung kondisi jembatan pada saat ini.

3. Gambar Rencana dan RAB

Gambar rencana didapat dari pelaksana proyek jembatan Mlandingan.

4. Foto Jembatan

Foto jembatan dilakukan dengan cara langsung mengambil foto jembatan Mlandingan pada saat pengamatan berlangsung.

### 3.3 Alur Penelitian

Survei pendahuluan dilakukan untuk meninjau kondisi jembatan pada saat ini. Survei lapangan ini dilakukan untuk pengumpulan data lapangan seperti bentang jembatan, biaya pelaksanaan proyek, kondisi lingkungan sekitar. Survei ini dilakukan dengan cara melakukan tanya jawab dengan warga sekitar mengenai proses pembangunan jembatan Mlandingan. Hal ini dilakukan untuk melengkapi data yang dibutuhkan dan mengetahui informasi jembatan Mlandingan lebih rinci.

### 3.4 Pembebanan

Besarnya beban pada perencanaan tiang sandaran harus diperhitungkan supaya dapat menahan beban sebesar 0,75 kN/meter (RSNI T-02-2005 pasal 12.5) di atas tiang sandaran.

#### 3.4.1 Perhitungan Statistika

Perhitungan statistika digunakan untuk mencari besar momen dan gaya lintang akibat beban yang bekerja pada tiang sandaran tersebut.

#### 3.4.2 Dimensi Tulangan

Dimensi tulangan utama, tulangan geser dan jarak tulangan geser dicari menggunakan metode SKSNI T-15-1991-03.

#### 3.4.3 Kontrol Keamanan

- a. Kontrol kapasitas momen pada tulangan utama
- b. Kontrol terhadap tulangan geser

### 3.5 Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan

#### 3.5.1 Pembebanan

Pembebanan pada pelat bagian dalam

Beban yang bekerja pada pelat bagian dalam yaitu beban mati (aspal, air hujan, lantai kendaraan, dan beban lainnya) serta beban hidup (beban roda) yang ditinjau per meter panjang.

#### 3.5.2 Perhitungan Statika

Perhitungan ini digunakan untuk mencapai besarnya momen dan gaya lintang yang bekerja akibat beban yang bekerja pada pelat lantai kendaraan tersebut.

#### 3.5.3 Dimensi Tulangan

Perhitungan besarnya dimensi tulangan arah memanjang ataupun melintang menggunakan metode SK SNI T - 15 - 1991 - 03.

### 3.6 Perencanaan Gelagar Memanjang

#### 3.6.1 Dimensi Gelagar

Perencanaan dimensi gelagar menggunakan tabel profil baja (profil WF) dengan mutu baja BJ 55.

#### 3.6.2 Pembebanan

Perhitungan perencanaan gelagar memanjang dilakukan pada gelagar memanjang tengah karena pada gelagar memanjang tengah memikul beban maksimal. Beban – beban yang bekerja pada gelagar tersebut yaitu beban mati (lantai kendaraan, aspal, berat profil gelagar) dan beban hidup (beban dinamis, beban rem, beban garis terpusat, air hujan, dan beban lainnya).

#### 3.6.3 Lebar Efektif

Untuk menentukan besarnya lebar efektif adalah dengan mencari harga terendah dari persamaan (2.5a), (2.5b), dan (2.5c).

#### 3.6.4 Perhitungan Statika

Perhitungan statika digunakan untuk mencari besarnya momen dan gaya lintang maksimal yang bekerja pada gelagar memanjang.

#### 3.6.5 Kontrol Keamanan

Kontrol keamanan profil gelagar terdiri dari :

- a. Kontrol gaya lentur,
- b. Kontrol gaya geser,
- c. Kontrol lendutan.

Langkah awal dalam perhitungan kontrol keamanan adalah mencari letak garis netral, momen lawan, statis momen terhadap arah x dan momen inersia.



### **3.7 Perencanaan Alat Penghubung Geser (Shear Connector)**

Alat penghubung Geser (Shear Connector) yang digunakan adalah baja bulat. Jarak dan jumlah shear connector yang direncanakan berdasarkan besarnya gaya lintang yang terjadi.

#### **3.7.1 Pembebanan**

Beban yang bekerja pada shear connector yaitu beban mati (aspal dan pelat) dan beban hidup (beban dinamis, beban garis, air hujan dan beban lainnya).

#### **3.7.2 Perhitungan Statika**

Perhitungan statika digunakan untuk mencari besarnya gaya lintang maksimal. Pada perencanaan hanya ditinjau setengah batang saja karena gelagar memanjang tersebut berbentuk simetri.

#### **3.7.3 Jarak Shear Connector**

Jarak shear connector masing-masing potongan ditentukan dengan membandingkan besarnya gaya yang diberikan oleh dimensi shear connector dengan gaya lintang maksimal pada masing-masing potongan.

#### **3.7.4 Jumlah Shear Connector**

Jumlah shear connector ditentukan dengan perbandingan jarak antar potongan dengan jarak antar shear connector.

### **3.8 Perencanaan Sambungan Baja Gelagar Memanjang**

Perencanaan sambungan dilakukan apabila panjang jembatan lebih dari 12 meter. Sambungan baja gelagar memanjang jembatan Mlandingan, direncanakan menggunakan mutu baut BJ 55.

### 3.8.1 Pembebanan

Beban yang bekerja pada perencanaan sambungan adalah beban mati (aspal, lantai kendaraan dan berat gelagar) dan beban hidup (beban dinamis, beban garis terpusat, air hujan, dan beban lainnya).

### 3.8.2 Perhitungan Statika

Perhitungan statika bertujuan mencari besarnya momen dan gaya lintang yang bekerja tepat pada gelagar memanjang yang akan disambung akibat beban mati dan beban hidup.

### 3.8.3 Kekuatan Baut

Perhitungan kekuatan bautr harus disesuaikan dengan PPBUG tahun 1987 pasal 8.2 baik kekuatan geser maupun kekuatan tumpu, sedangkan perhitungan kekuatan yang dihasilkan oleh sambungan baut menggunakan kekuatan yang paling kecil.

### 3.8.4 Jarak dan Jumlah Baut

Penentuan sumbu baut harus sesuai dengan PPBUG tahun 1987 pasal 8.2, dengan perencanaan sambungan lebih dari satu baris baut yang tidak berseling, sedangkan untuk memperkirakan banyaknya jumlah baut dengan membandingkan antara momen yang bekerja dengan kekuatan yang dapat disambungkan oleh baut.

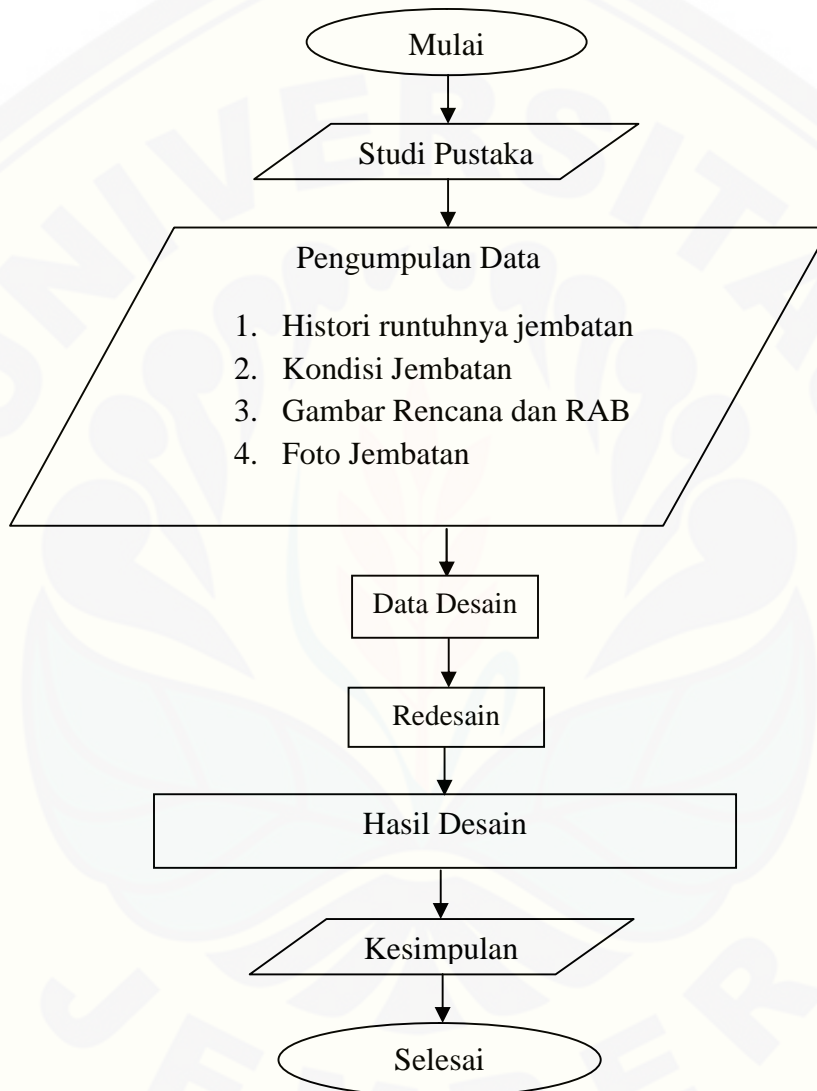
### 3.8.5 Kontrol Kekuatan

Kontrol kekuatan untuk sambungan baut hanya ditinjau pada satu baut yang mempunyai momen terbesar yaitu pada baut terluar dengan besarnya resultan kekuatan total (arah vertikal dan arah horizontal) yang bekerja pada baut terluar tidak boleh melebihi kekuatan baut tersebut.

### 3.9 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dapat ditunjukkan dalam diagram alir sebagai berikut :

#### Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram alir perencanaan ulang jembatan Mlandingan

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Jembatan Komposit

Data jembatan komposit yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Bentang jembatan : 16,6 m
2. Lebar jembatan : 9 m
3. Lebar jalan : 7 m
4. Jarak diafragma : 4,10 m
5. Jarak gelagar memanjang : 1,7 m
6. Lebar trotoar : 1 m
7. Tebal pelat : 12 cm
8. Tebal aspal : 5 cm
9. Tebal air hujan : 5 cm

### 4.2 Pembebanan Jembatan

#### 4.2.1 Beban Mati (D)

$$\text{Plat beton} = 0,12 \times 9 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 2592 \text{ kg/m}$$

$$\text{Lapisan aspal} = 0,05 \times 7 \times 2200 \text{ kg/m}^3 = 770 \text{ kg/m}$$

$$\text{Trotoar} = 0,25 \times 2 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 720 \text{ kg/m}$$

$$\text{Air hujan} = 0,05 \times 9 \times 1000 \text{ kg/m}^3 = 450 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tiang sandaran} &= 1 \times 0,1 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 240 \text{ kg/m} \\ &= 4772 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### 4.2.2 Beban Hidup (L)

$$\text{Beban roda kendaraan} = 10000 \text{ kg}$$

$$\text{Beban garis} = 12000 \text{ kg/jalur}$$

$$\text{Beban merata} = 2200 \text{ kg/m/lajur}$$

Koefisien kejut (K)

$$K = 1 + \left( \frac{20}{50+16,6} \right) = 1,300$$

Beban garis maksimum =  $12 \times 1,300 = 15,6 \text{ t}$

Beban hidup (terbagi rata dan garis)

$$\text{Beban merata} = \frac{2200}{2,75} = 800 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban garis} = \frac{12000}{2,75} = 4363,64 \text{ kg/m}$$

### 4.3 Perhitungan Pelat trotoar dan Pelat Lantai Kendaraan

#### 4.3.1 Penulangan Pelat Pada Trotoar

##### a) Pembebanan pada plat trotoar

$$\text{Berat plat trotoar} = 0,25 \times 1 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 600 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban hujan} = 0,05 \times 1 \times 1000 \text{ kg/m}^3 = 50 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat kelengkapan trotoar} = 1/10 \times 600 \text{ kg/m} = 60 \text{ kg/m}$$

$$q = 710 \text{ kg/m}$$

Jadi besarnya momen lentur plat dua arah yang terjadi akibat beban mati adalah :

$$M_{xm} = 1/10 \times 710 \times 1^2 = 71 \text{ kgm}$$

$$M_{ym} = 1/3 \times 71 = 23,67 \text{ kgm}$$

##### b) Penulangan

##### 1. Arah melintang (Ix)

$$M_u = 71 + 100 + 500 = 671 \text{ kgm} = 6,71 \text{ kNm}$$

$$h = 250 \text{ mm} = 1/5 \times 250 = 50 \text{ cm}$$

$$d = 250 - 50 = 200 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{6,71 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 200^2} = 0,2097$$

$$= 0,85 \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \times 0,2097}{30}} \right) = 0,007$$

$$\min = \frac{1,4}{410} = 0,0034$$

$$= 0,007 \times \left( \frac{30}{410} \right) = 0,0005$$

Dari perhitungan pakai  $<$  min

$$A_s = 0,0034 \times 1000 \times 200 = 6,829 \text{ cm}^2$$

Maka tulangan dipakai adalah =  $\emptyset 10 - 115$

$$\text{Dengan luas tulangan (A}_s\text{)} = 6,83 \text{ cm}^2$$

## 2. Arah memanjang (Iy)

$$M_u = 23,67 + 100 + 500 = 623,67 \text{ kgm} = 6,2367 \text{ kNm}$$

$$h = 250 \text{ mm} = 1/5 \times 250 = 50 \text{ cm}$$

$$d = 250 - 50 = 200 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{6,2367 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 200^2} = 0,195$$

$$= 0,85 \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \times 0,195}{30}} \right) = 0,0065$$

$$\min = \frac{1,4}{410} = 0,0034$$

$$= 0,0065 \times \left( \frac{30}{410} \right) = 0,00048$$

dari perhitungan pakai  $<$  min

$$A_s = 0,0034 \times 1000 \times 200 = 6,829 \text{ cm}^2$$

Maka dipakai tulangan adalah =  $\emptyset 10 - 115$

$$\text{Dengan luas tulangan (A}_s\text{)} = 6,83 \text{ cm}^2$$

#### 4.3.2 Penulangan Pelat Bagian Dalam

##### a) Pembebanan pada plat kendaraan akibat beban mati

$$\text{Berat rantai kendaraan} = 0,12 \times 1 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat aspal} = 0,05 \times 1 \times 2200 \text{ kg/m}^3 = 110 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat air hujan} = 0,05 \times 1 \times 1000 \text{ kg/m}^3 = 50 \text{ kg/m}$$

$$= 448 \text{ kg/m}$$

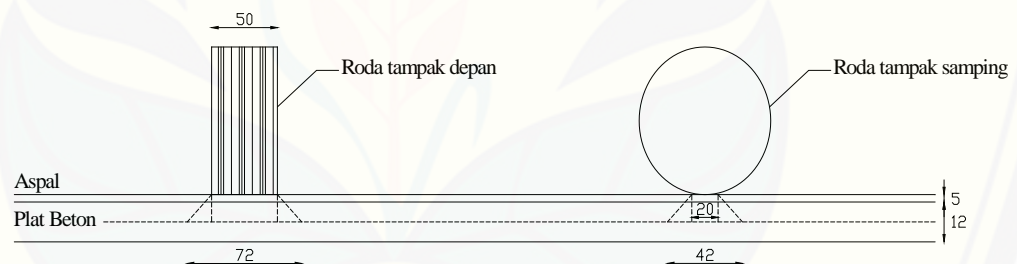
Jadi besaran momen lentur plat dua arah yang terjadi akibat beban mati adalah

$$M_{xm} = \frac{1}{10} \times 448 \times 1,7^2 = 129,472 \text{ kgm}$$

$$M_{ym} = \frac{1}{10} \times 129,472 = 12,947 \text{ kgm}$$

##### b) Pembebanan akibat beban hidup

Beban pada roda terbesar = 112,5 kN (RSNI T – 02 – 2005) pengaruh beban roda truk pada lantai kendaraan dapat di lihat pada gambar 4.15



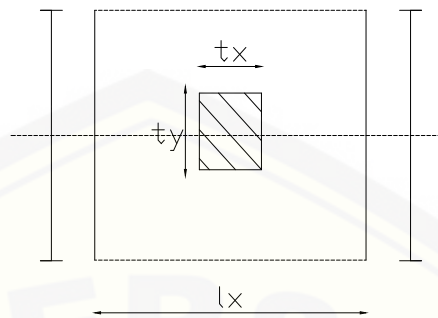
Gambar 4.1 : Gambar beban gaya roda

$$\text{Beban T (P)} = 112,5 \text{ kN} = 11250 \text{ kg}$$

$$\text{Bidang kontak} = 72 \times 42 = 3024 \text{ cm}^2$$

$$\text{Penyebaran beban T} = \frac{11250 \times 1,3003}{0,3024} = 48374,27 \text{ kg/m}^2$$

Momen lentur pada saat 1 (satu) roda pada tengah-tengah pelat:



Gambar 4.2 : Luas bidang kontak pada saat 1 roda di tengah-tengah pelat

$$T_x = 72 \text{ cm}$$

$$L_x = 170 \text{ cm}$$

$$T_y = 42 \text{ cm}$$

$$L_y = 410 \text{ cm}$$

$$T_x / L_y = 0,42$$

$$T_y / L_x = 0,24$$

Dari tabel Bitner didapat

$$F_{xm} = 0,1619$$

$$F_{ym} = 0,1115$$

Momen total pada saat 1 (satu) roda pada tengah pelat

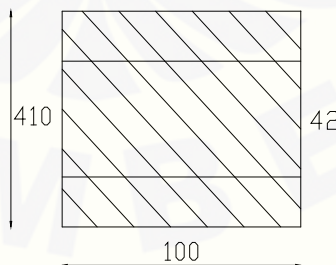
$$M_{xm} = 0,1619 \times 48374,27 \times 0,72 \times 0,42 = 2368,33 \text{ kgm}$$

$$M_{ym} = 0,1115 \times 48374,27 \times 0,72 \times 0,42 = 1631,06 \text{ kgm}$$

Kondisi 2

Ketika 2 roda truk berada ditengah plat dengan jarak antar as roda truk 1 m

Bagian I



Gambar 4.3 : Gambar kondisi 2 bagian I

$$T_x = 100 \text{ cm}$$

$$L_x = 170 \text{ cm}$$



$$T_y = 42 \text{ cm}$$

$$L_y = 410 \text{ cm}$$

$$T_x / L_x = 0,58$$

$$T_y / L_x = 0,24$$

Dari tabel Bitner didapat

$$F_{xm} = 0,1377$$

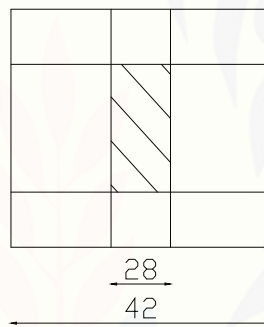
$$F_{ym} = 0,0916$$

Momen total kondisi 2 bagian I

$$M_{xm} = 0,1377 \times 48374,27 \times 1 \times 0,42 = 2797,68 \text{ kgm}$$

$$M_{ym} = 0,0916 \times 48374,27 \times 1 \times 0,42 = 1861,05 \text{ kgm}$$

Bagian II



Gambar 4.4 : Gambar kondisi 2 bagian II

$$T_x = 28 \text{ cm}$$

$$L_x = 170 \text{ cm}$$

$$T_y = 42 \text{ cm}$$

$$L_y = 410 \text{ cm}$$

$$T_x / L_x = 0,16$$

$$T_y / L_x = 0,24$$

Dari Tabel Bitner didapat

$$F_{xm} = 0,2259$$

$$F_{ym} = 0,1298$$

Momen lentur plat 2 arah akibat bagian II

$$M_{xm} = 0,2259 \times 48374,27 \times 0,28 \times 0,42 = 1285,1 \text{ kgm}$$

$$M_{ym} = 0,1298 \times 48374,27 \times 0,28 \times 0,42 = 738,41 \text{ kgm}$$

Bagian III

Momen bagian III = bagian I – bagian II

$$M_{xm} = 2797,68 - 1285,1 = 1512,57 \text{ kgm}$$

$$M_{ym} = 1861 - 738,41 = 1122,65 \text{ kgm}$$

Dari kedua perhitungan diatas didapat

#### 4.3.3 Penulangan Pelat Lantai

- Penulangan melintang (arah x)

$$\text{Mu lapangan} = 129,472 + 2368,33 = 2497,806 \text{ kgm} = 24,97806 \text{ kNm}$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$d = 120 - \left( \frac{120}{5} \right) = 96 \text{ mm}$$

$$\text{min} = \frac{1,4}{410} = 0,0034$$

$$\text{max} = 0,75 \times \left[ \frac{0,85 \times 30}{410} \times 0,85 \times \frac{600}{600+410} \right] = 0,0235$$

$$R_n = \frac{24,97806 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 96^2} = 3,387$$

$$= 0,85 \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \times 3,387}{30}} \right) = 0,1216$$

$$= 0,121 \times \left( \frac{30}{410} \right) = 0,0089$$

Dari perhitungann didapat  $\rho \text{ min} < \rho$ , maka diambil

$$A_s = \frac{0,0089 \times 1000 \times 96}{100} = 8,544 \text{ cm}^2$$

Maka tulangan yang dipakai adalah = D16 - 225

Dengan luas tulangan ( $A_s$ ) = 8,82

- Penulangan tumpuan (arah x)

$$M \text{ tumpuan} = \frac{2497,806}{3} = 832,602 \text{ kgm} = 8,32602 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{8,32602 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 96^2} = 1,129$$

$$= 0,85 \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \times 1,129}{30}} \right) = 0,0385$$

$$= 0,0385 \times \left( \frac{30}{410} \right) = 0,0028$$

$$A_s = \frac{0,034 \times 1000 \times 96}{100} = 3,278 \text{ cm}^2$$

Maka dipakai tulangan adalah = D13 - 350

Dengan luas tulangan ( $A_s$ ) = 3,62

– Penulangan memanjang (arah y)

Mu lapangan = 12,947 + 1631,06 = 1644,011 kgm = 16,44011 kNm

h = 120 mm

b = 1000 mm

$$d = 120 - \left( \frac{120}{5} \right) = 96 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{16,44011 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 96^2} = 2,229$$

$$= 0,85 \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \times 2,229}{30}} \right) = 0,0778$$

$$= 0,0778 \times \left( \frac{30}{410} \right) = 0,0057$$

$$A_s = \frac{0,0057 \times 1000 \times 96}{100} = 5,471 \text{ cm}^2$$

Maka tulangan yang dipakai adalah = D13 - 225

Dengan luas tulangan ( $A_s$ ) = 5,63

– Penulangan arah memanjang arah y

$$\text{Mu tumpuan} = \frac{1225,80}{3} = 408,60 \text{ kgm} = 4,0860 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{4,0860 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 96^2} = 0,1094$$

$$= 0,85 \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \times 0,1094}{30}} \right) = 0,0036$$

$$= 0,0036 \times \left( \frac{30}{410} \right) = 0,0002$$

$$A_s = \frac{0,034 \times 1000 \times 96}{100} = 5,47 \text{ cm}^2$$

Maka dipakai tulangan adalah = D13 - 225

Dengan luas tulangan ( $A_s$ ) = 5,63

Tulangan bagi arah melintang dan memanjang

$$A_s^\circ = 0,002 \times 1000 \times 96 = 192 \text{ mm}^2 = 1,92 \text{ cm}^2$$

Maka dipakai tulangan adalah = D10 - 350

Dengan luas tulangan ( $A_s$ ) = 2,04

#### 4.4 Perhitungan Gelagar Memanjang

##### 4.4.1 Pembebanan (Sebelum Komposit)

a) Akibat beban mati (D)

$$\text{Plat lantai} = 0,12 \times 1,7 \times 2400 = 489,6 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Profil} &= 200 \text{ kg/m} \\ &= 689,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

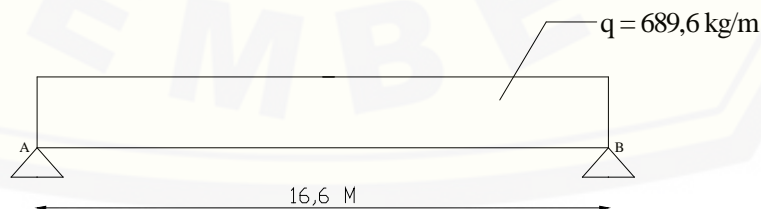
b) Akibat beban hidup (L)

$$\text{Pekerja} = 100 \times 1,7 = 170 \text{ kg/m}$$

c) Beban berfaktor (q)

$$q = (1 \times 689,6) + (1 \times 170) = 859,6 \text{ kg/m}$$

d) Statika



Gambar 4.5 : Gambar beban gelagar memanjang

$$Mu = 1/8 \times 859,6 \times 16,6^2 = 29608,922 \text{ kg/m}$$

$$Vu = 1/2 \times 859,6 \times 16,6 = 7134,68 \text{ kg/m}$$

$$\text{Maka } Z_x \text{ perlu} = \frac{29608,922 \times 10^4}{0,9 \times 410} = 802,409 \text{ cm}^3$$

Dipilih profil baja yang memiliki  $Z_x > 802,409 \text{ cm}^3$  dari tabel didapat pakai profil WF 600.200.13.22 dengan data sebagai berikut :

$$W = 134 \text{ kg/m}$$

$$tw = 1,3 \text{ cm}$$

$$d = 61,2 \text{ cm}$$

$$r_o = 2,2 \text{ cm}$$

$$b = 20,2 \text{ cm}$$

$$Ag = 107,7 \text{ cm}^2$$

$$tf = 2,3 \text{ cm}$$

$$Ix = 103000 \text{ cm}^4$$

$$h = 52,2 \text{ cm}$$

$$Z_x = 3380 \text{ cm}^3$$

kontrol profil (cek kelangsingan penampang)

$$\text{Sayap} = \frac{20,2}{2 \times 2,3} = 4,39$$

$$p = 170 / \sqrt{410} = 8,39$$

$$4,39 < 8,39 \text{ oke !}$$

$$\text{Badan} = \frac{52,2}{1,3} = 40,15$$

$$p = 1680 / \sqrt{410} = 82,96$$

$$40,15 < 82,96 \text{ oke !}$$

Maka penampang tersebut adalah penampang kompak kontrol profil terhadap momen lentur penampang kompak, maka :

$$M_n = 3380 \times 1000 \times 410 = 1385800000 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 1385800000 = 1247220000 \text{ Nmm}$$

$$1247220000 > 296089220 \text{ Nmm oke !}$$

#### 4.4.3 Pembebanan (Sesudah Komposit)

##### a) Beban mati (DI)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat profil} &= 134 \text{ kg/m} && = 134 \text{ kg/m} \\
 \text{Plat beton} &= 0,12 \times 1,7 \times 2400 && = 498,6 \text{ kg/m} \\
 \text{Aspal} &= 0,05 \times 1,7 \times 2200 && = 187 \text{ kg/m} \\
 \text{Hujan} &= 1,7 \times 1000 \times 0,05 && = 85 \text{ kg/m} \\
 &&& \hline
 &&& = 895,6 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

b) Beban hidup(Ll)

$$\text{BTR} = 800 \text{ kg/m}$$

c) Beban garis (P)

$$\text{BGT} = 4363,64 \text{ kg}$$

d) Beban berfaktor

$$q = (1 \times 895,6) + (1 \times 800) = 1695,6 \text{ kg/m}$$

e) Statika

$$\text{Mu} = (1/8 \times 1695,6 \times 16,6^2) + (1/4 \times 4363,64 \times 16,6) = 76514,048 \text{ kgm}$$

$$\text{Vu} = (1/2 \times (1695,6 \times 16,6)) + \left(\frac{4363,64}{2}\right) = 16255,3 \text{ kg}$$

f) Desain balok komposit

$$\text{Mu} = \text{Max} = 76514,048 \text{ kgm}$$

$$\text{Tebal plat} = 0,12 \times 1000 = 120 \text{ mm}$$

$$a = \frac{120}{5} = 24 \text{ mm}$$

$$\text{Ts} - 1/2 a = 120 - (0,5 \times 24) = 108 \text{ mm}$$

$$\text{As perlu} = \frac{76514,048 \times 10^4}{0,85 \times 410 \times \left(\frac{612}{2} + 108\right)} = 5303,20 \text{ mm}^2$$

As perlu < As profil

$$5303,20 \text{ mm}^2 < 10770 \text{ mm}^2 \text{ oke !}$$

Lentur efektif (Be) diambil dari nilai terkecil dari

$$\text{Be} = 1/4 \times 16,6 = 4,15 \text{ m}$$

$$\text{Be} = \text{Bo} = 1,7 \text{ m}$$

Diasumsikan sumbu netral plastis berada di plat beton, maka :

$$a = \frac{10770 \times 410}{0,85 \times 30 \times 1,7 \times 1000} = 101,861 \text{ mm}$$

101,861 mm < tebal plat = 120 mm (sumbu netral berada pada plat beton)

$$C = 0,85 \times 30 \times 101,861 \times 1,7 \times 1000 = 4415700 \text{ N}$$

$$T = 10770 \times 410 = 4415700 \text{ N}$$

Keseimbangan  $C = T$ , maka lengan momen sebesar :

$$y = \left(\frac{612}{2}\right) + \left(120 - \left(\frac{101,861}{2}\right)\right) = 375,06 \text{ mm}$$

Kuat lentur nominal

$$M_n = 4415700 \times 375,06 = 1656193085 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n = 0,85 \times 1656193085 = 1407764122 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$1407764122 > 765140480 \text{ oke !}$$

Profil WF 600.200.13.23 aman

#### 4.4.3 Cek Lendutan

Lendutan saat konstruksi

- Akibat plat dan berat profil sendiri

$$\text{Plat beton} = 0,12 \times 1,7 \times 2400 = 4,896 \text{ N/mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat profil} &= 1,34 \text{ N/mm} \\ \hline q &= 6,236 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

$$1 = \frac{5 \times 6,236 \times 16600^4}{384 \times 200000 \times 103000 \times 10^4} = 29,93 \text{ mm}$$

- Akibat bekisting

$$\text{Bekisting} = \frac{50 \times 1,7}{100} = 0,85 \text{ N/mm}$$

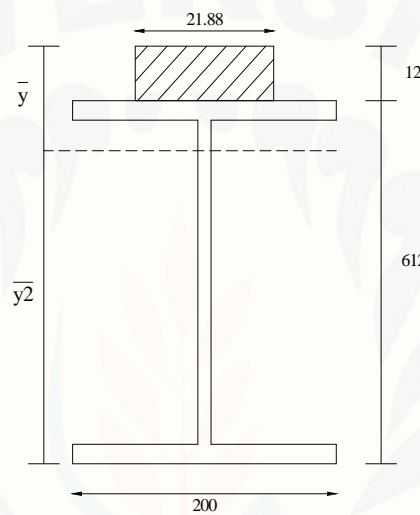
$$2 = \frac{5 \times 0,85 \times 16600^4}{384 \times 200000 \times 103000 \times 10^4} = 4,07 \text{ mm}$$

Total lendutan selama konstruksi = 29,93 + 4,07 = 34,009 mm

Setelah plat beton mengeras, aksi komposit mulai bekerja sehingga momen inersia bertambah menjadi  $I_{tr}$  yang dapat dihitung sebagai berikut :

$$n = \frac{200000}{25743} = 7,77$$

$$b_e/n = \frac{170}{7,77} = 21,882 \text{ cm}$$



Gambar 4.6 : Gambar profil 1

Tabel 4.1 Perhitungan lendutan 1

Komponen	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	A x Y (cm <sup>2</sup> )	Io (cm <sup>4</sup> )	d (cm <sup>4</sup> )	Io+Ad <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )
Plat beton	262,5781	6	1575,469	3150,938	8,900	23951,575
WF	107,7	36,6	3941,82	103000	27,699	185634,811
<b>Total</b>	<b>370,2781</b>		<b>5517,289</b>			<b>209586,387</b>

$$y_1 = \frac{5517,289}{370,2781} = 14,90 \text{ cm}$$

$$y_2 = \left( \left( \frac{612}{10} \right) + (0,12 \times 100) \right) - 14,90 = 58,29 \text{ cm}$$

$$d \text{ plat beton} = 14,90 - (0,5 \times (0,12 \times 100)) = 8,90 \text{ cm}$$



$$d \text{ profil} = 58,29 - \left(0,5 \times \left(\frac{612}{10}\right)\right) = 27,69 \text{ cm}$$

lendutan akibat beban mati (aspal)

$$\text{Aspal} = (0,05 \times 1,7 \times 2200) \div 100 = 1,87 \text{ N/mm}$$

$$3 = \frac{5 \times 1,87 \times 16600^4}{384 \times 200000 \times 209586,387 \times 10^4} = 4,41 \text{ mm}$$

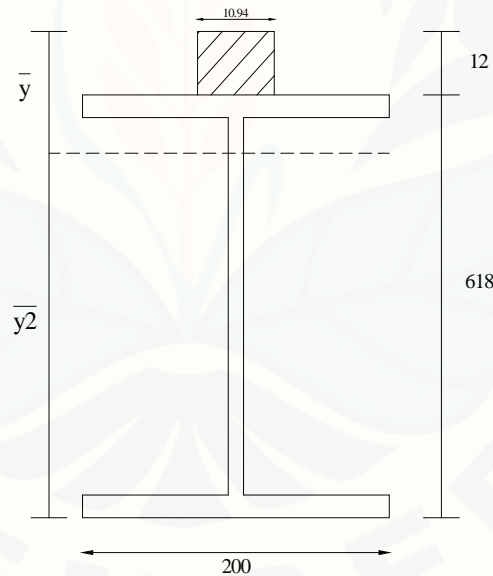
Lendutan akibat beban hidup

$$q = \text{BTR} = 800 \text{ kg/m} = 8 \text{ N/mm}$$

$$4 = \frac{5 \times 8 \times 16600^4}{384 \times 200000 \times 209586,378 \times 10^4} = 9,203 \text{ mm}$$

Untuk menghitung lendutan jangka panjang akibat beban rangkai lebar efektif plat beton direduksi sebesar 50%, sehingga :

$$bE/2n = (1,7 \times 100) \div (2 \times 7,77) = 10,94$$



Gambar 4.7 : Gambar profil 2

Tabel 4.2 Perhitungan lendutan 2

Kompoen	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	A x Y (cm <sup>2</sup> )	Io (cm <sup>4</sup> )	d (cm <sup>4</sup> )	Io+Ad <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )
Plat beton	131,289	6	787,734	1575,469	13,789	26541,341
WF	107,7	36,6	3941,82	103000	22,810	159036,705
<b>Total</b>	<b>238,989</b>		<b>4729,554</b>			<b>185578,046</b>

$$y1 = \frac{4729,554}{238,989} = 19,79 \text{ cm}$$

$$y2 = \left( \left( \frac{612}{10} \right) + (0,12 \times 100) \right) - 19,79 - 53,41 \text{ cm}$$

$$d \text{ plat beton} = 19,79 - (0,5 \times (0,12 \times 100)) = 13,78 \text{ cm}$$

$$d \text{ profil} = 53,41 - (0,5 \times \left( \frac{612}{10} \right)) = 22,81 \text{ cm}$$

lendutan jangka panjang akibat rangkai :

$$5 = \frac{5 \times 1,87 \times 16600^4}{384 \times 200000 \times 185578,046 \times 10^4} = 4,98 \text{ mm}$$

Rangkuman :

1. Lendutan pada saat konstruksi

$$1 + 2 = 29,93 + 4,07 = 34,009 \text{ mm} < \frac{L}{240} = 69,16 \text{ mm (oke !)}$$

2. Lendutan jangka pendek tanpa beban hidup

$$1 + 3 = 29,93 + 4,41 = 34,34 \text{ mm} < \frac{L}{240} = 69,16 \text{ mm (oke !)}$$

3. Lendutan jangka pendek dengan beban hidup

$$1 + 3 + 4 = 29,93 + 4,41 + 18,86 = 53,21 \text{ mm} < \frac{L}{240} = 69,16 \text{ mm (oke !)}$$

4. Lendutan jangka panjang tanpa beban hidup

$$1 + 5 = 29,93 + 4,98 = 34,91 \text{ mm} < \frac{L}{240} = 69,16 \text{ mm (oke !)}$$

5. Lendutan jangka panjang dengan beban hidup

$$1 + 4 + 5 = 29,93 + 18,86 + 4,98 = 53,78 \text{ mm} < \frac{L}{240} = 69,16 \text{ mm (oke !)}$$

Sehingga profil WF 600.300.12.20 aman digunakan dalam perencanaan.

#### 4.5 Perhitungan Perencanaan *Shear Connector* (Penghubung Geser)

- Gaya geser horizontal  $V_h$  diambil terkecil dari :

$$V_h 1 = 0,85 \times 30 \times (120 \times 1700) = 5202000 \text{ N}$$

$$V_h 2 = 10770 \times 410 = 4415700 \text{ N}$$

$$\text{Maka diambil } V_h 1 = 5202000 \text{ N}$$

- Digunakan *Stud Connector*  $\frac{1}{2} \times 5$  cm, dimana diameter *Stud* tidak boleh melebihi  $2,5 t_f = 2,5 \times 20 = 50 \text{ mm} > \frac{1}{2}$  “ oke !

- Luas penampang melintang satu buah *Stud Connector*

$$A_{sc} = \frac{3,14 \times 12,7^2}{4} = 126,613 \text{ mm}^2$$

- Modulus elastisitas beton

$$E_c = 0,041 \times 4100^{1,5} \times \sqrt{30} = 58954,95 \text{ mpa}$$

- Kuat geser satu buah *Stud Connector*

$$Q_n = 0,5 \times 126,613 \times \sqrt{30 \times 58954,95} = 84191,43 \text{ N}$$

$$A_{sc} \times f_u = 126,613 \times 825 = 104455,44 \text{ N}$$

$$Q_n = 84191,43$$

- Jumlah *Stud* yang diperlukan

$$N = \frac{5202000}{84191,43} = 61,78 = 62 \text{ buah}$$

Persyaratan jarak antar penghubung geser :

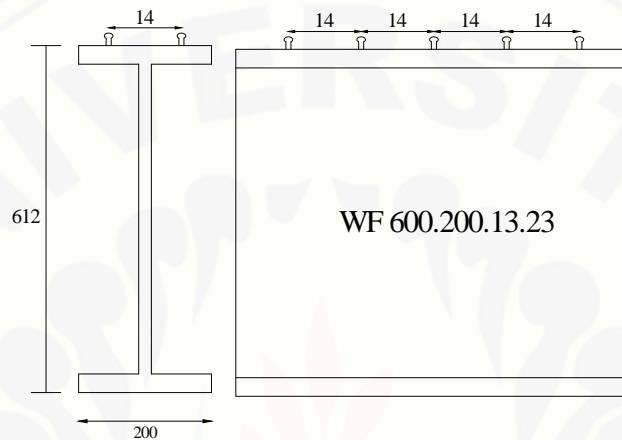
$$\text{Jarak minimum longitudinal} = 6d = 6 \times 12,7 = 76,2 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak maksimum longitudinal} = 8t = 8 \times 120 = 960 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak transversal} = 4d = 4 \times 12,7 = 50,8 \text{ mm}$$

Digunakan minimum *Stud* untuk  $\frac{1}{2}$  bentang balok atau *Stud* untuk keseluruhan bentang. Jika pada tiap penampang melintang dipasang buah *Stud* maka jarak antar *Stud*.

$$S = \frac{16600}{2 \times 62} = 133,87 \text{ mm} = 13,387 \text{ cm}$$



Gambar 4.8 : Gambar Stud

#### 4.6 Perhitungan Perencanaan Diafragma Jembatan

- Tinggi diafragma antara  $\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$  h profil gelagar memanjang, maka :
  - $\frac{1}{3} \times h \text{ profil} = \frac{1}{3} \times 612 = 204 \text{ mm}$
  - $\frac{1}{2} \times h \text{ profil} = \frac{1}{2} \times 612 = 306 \text{ mm}$
- Dari tabel profil digunakan profil WF 250.125.6.9
 

W = 29,6 kg/m	h = 250 mm
Tf = 9 mm	As = 37,66 cm <sup>2</sup>
Tw = 6 mm	Ix = 4050 cm <sup>4</sup>
Zx = 324 cm <sup>3</sup>	B = 125 mm
- Statika
  - Panjang efektif diafragma = 1000 – 6 = 994
  - q berfaktor = 1,4 x 29,6 = 41,44 kg/m
  - Mu =  $\frac{1}{8} \times 41,44 \times 0,994^2 = 5,118 \text{ kgm}$

- $V_u = \frac{1}{2} \times 41,44 \times 0,994 = 20,596 \text{ kg}$
- $\text{Lendutan} = \frac{5 \times 41,44 \times 994^4}{384 \times 200000 \times 4050 \times 10^4} = 0,00065 \text{ mm}$
- $\text{Lendutan ijin} = \frac{994}{360} = 2,76 \text{ mm}$

➤ Kontrol profil diafragma

- Terhadap momen

$$\text{Sayap} = \frac{125}{2 \times 9} = 6,94$$

$$p = 170 / \sqrt{410} = 8,39$$

$$6,94 < 8,39 \text{ oke !}$$

$$\text{Badan} = \frac{250}{6} = 41,66$$

$$p = 1680 / \sqrt{410} = 82,96$$

$$41,66 < 82,96 \text{ oke !}$$

Penampang tersebut kompak

$$M_n = 4100 \times 324 = 1328400 \text{ kgcm} = 13244 \text{ kgm}$$

$$\emptyset M_n = 0,9 \times 13244 = 11955 \text{ kgm}$$

$$\emptyset M_n = 11955 > M_u = 5,118 \text{ oke !}$$

➤ Terhadap geser

$$V_n = 0,6 \times 37,66 \times 4100 = 92643,6 \text{ kg}$$

$$\emptyset V_n = 0,9 \times 92643,6 = 83379,24 \text{ kg}$$

$$\emptyset V_n = 83379,24 > V_u = 20,596 \text{ oke !}$$

#### 4.7 Perhitungan Sambungan Gelagar Memanjang

➤ Pembebanan

- Beban mati (D)

$$\text{Beton} = 0,12 \times 1,7 \times 2400 = 489,6 \text{ kg/m}$$

$$\text{Aspal} = 0,05 \times 1,7 \times 2200 = 187 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Profil} &= 134 && = 134 \text{ kg/m} \\ &&& \hline &&& = 810,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

– Beban hidup (L)

$$\text{BTR} = 800 = 800 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} \text{Hujan} &= 0,05 \times 1,7 \times 1000 = 50 \text{ kg/m} \\ &&& \hline &&& = 850 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

– Beban garis (P)

$$\text{BGT} = 4363,64 \text{ kg/m}$$

– Beban berfaktor (q)

$$q = (1 \times 810,6) + (1 \times 850) = 1660,6 \text{ kg/m}$$

Sambungan direncanakan setiap jarak m sesuai dengan jarak gelagar meintang (diafragma).

$$- M_s = \frac{1}{8} \times (1660,6 \times 4,10^2) = 3489,33 \text{ kgm}$$

$$- V_s = \frac{1}{2} \times (1660,6 \times 4,10) = 3404,23 \text{ kg}$$

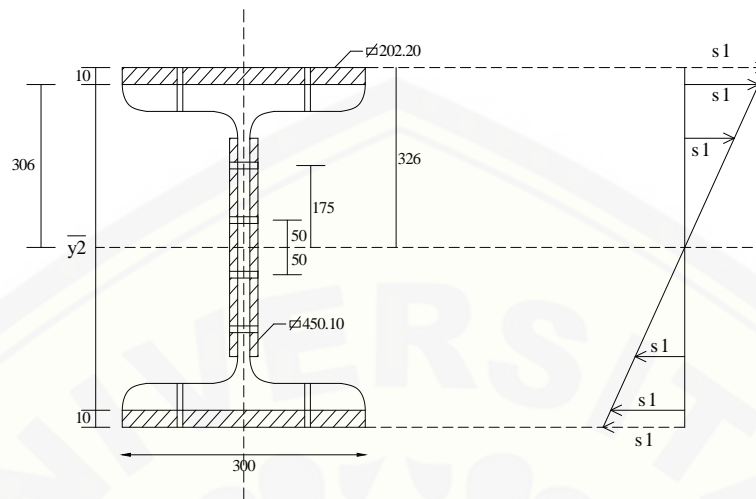
Dari perhitungan diatas direncanakan gelagar memanjang dengan profil WF 600.200.13.23 menahan beban :

$$q = 1660,6 \text{ kgm}$$

$$M = 3489,33 \text{ kgm}$$

$$D = 3404,23 \text{ kgm}$$

Menggunakan Ø paku keling = 15 mm



Gambar 4.9 : Gambar profil

- Mencari nilai tegangan ( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ) plat sayap (*flens*)

$$I = (2 \times \frac{1}{12} \times 20,2 \times 2^3) + (2 \times 20,2 \times 2 \times 30,6^2) + (2 \times \frac{1}{12} \times 1 \times 45^2) - (4 \times 2 \times 1,5 \times 30,6^2) - (4 \times 2 \times 1,5 \times 30,6^2) - (4 \times 1 \times 1,5 \times 2) = 73993,84 \text{ cm}^4$$

$$W_1 = \frac{73993,84}{32,6} = 2269,74 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_1 = \frac{348933,5}{2269,74} = 153,73 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_2 = \frac{73993,84}{45} = 3288,61 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_2 = \frac{348933,5}{3288,61} = 106,10 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_3 = \frac{73993,84}{31,6} = 2341,57 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_3 = \frac{348933,5}{2341,57} = 149,01 \text{ kg/cm}^2$$

- Paku pada sambungan flens harus menahan gaya :

$$K = (22 - (2 \times 1,5)) \times (2 \times 149,01) = 5662,62 \text{ kg}$$

- Sambungan pada flens irisan tunggal :

$$P = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 1,5^2 \times 0,8 \times 1600 = 2260,8 \text{ kg}$$

$$P = 3 \times 1,5 \times 2 \times 1600 = 14400 \text{ kg}$$

$$\text{Maka dipakai } P = 2260,8 \text{ kg}$$

Dipakai 10 paku keling  $\varnothing 15$  mm, maka satu paku keling menerima beban

$$\text{sebesar } \frac{5662,62}{10} = 566,262 \text{ kg}$$

➤ Ditinjau plat penyambung badan (*web*)

$$I = (2 \times 1/12 \times 1 \times 45^2) - (4 \times 1 \times 1,5 \times 5^2) - (4 \times 1 \times 1,5 \times 2^2) = 15013,5 \text{ cm}^4$$

$$W_n = \frac{15013,5}{22,5} = 667,266 \text{ cm}^3$$

$$n = \text{memakai } 2 \text{ pada plat sayap} = 106,10 \text{ kg/cm}^2$$

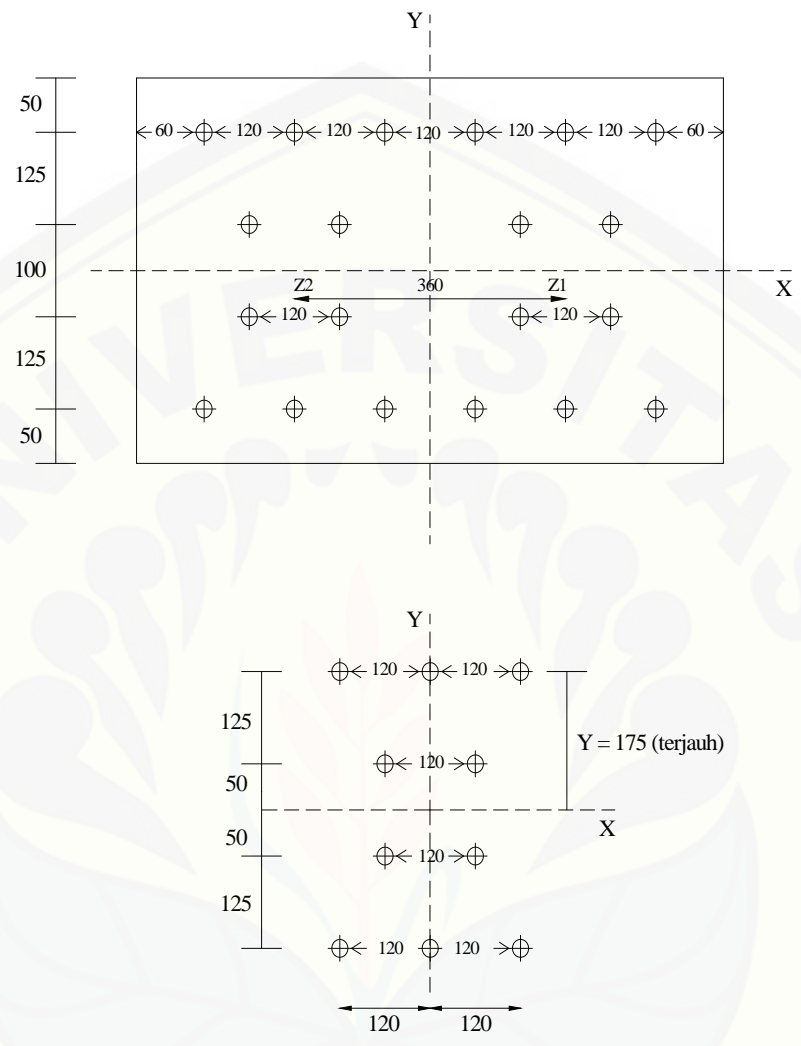
$$M = 667,266 \times 106,10 = 70799,328 \text{ kgcm}$$

$$q_D = 3404,23 \text{ kg}$$

$$M_2 = 1/2 \times (3404,23 \times 36) = 61276,14 \text{ kgcm}$$

$$M \text{ total} = 70799,328 + 61276,14 = 132075,47 \text{ kgcm}$$





Gambar 4.10 : Gambar perencanaan paku

Tabel 4.3 Tabel perhitungan paku

Paku	x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
1	-12	-17,5	144	306,25
2	0	-17,5	0	306,25
3	12	-17,5	144	306,25
4	-6	-5	36	25
5	6	-5	36	25
6	-6	5	36	25
7	6	5	36	25
8	-12	17,5	144	306,25
9	0	17,5	0	306,25
10	12	17,5	144	306,25
			720	1937,5

Paku terjauh dari Z (h terbesar) mempunyai  $x = 12$  cm dan  $y = 17,5$  cm

$$(x^2 + y^2) = 720 + 1937,5 = 2657,5 \text{ cm}^2$$

$$N_H = \frac{132075,47 \times 17,5}{2657,5} = 869,735 \text{ kg}$$

$$N_V = \frac{132075,47 \times 12}{2657,5} = 596,39 \text{ kg}$$

$$N_V = \frac{3404,23}{10} = 340,423 \text{ kg}$$

$$N_{\max} = \sqrt{869,735^2 + (596,39 + 340,423)^2} = 1278,3 \text{ kg}$$

$$N_{\max} = 1278,3 < p = 2260,8 \text{ oke !}$$

#### 4.8 Perhitungan Sambungan Gelagar Memanjang dan Diafragma

- Tebal plat penyambung badan

$$2 \times (1/12 \times (612 - 2 \times 23)^3) \times \text{tebal plat} > 1/12 \times 13 \times (612 - 2 \times 23)^3$$

$$30220249,33 \times \text{tebal plat} > 196431620,7$$

$$\text{Tebal plat} = \frac{196431620,7}{30220249,33} = 7 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal plat} > 7 \text{ mm}$$

- Kuat tumpu rencana satu baut

Digunakan baut A325 Ø22 dengan  $f_u^b = 825$  mpa

$$\emptyset R_n = 0,75 \times 2,4 \times 22 \times 7 \times 550 = 141570 \text{ N}$$

- Kuat geser rencana satu baut ( $f_u^b = 825$ )

$$\emptyset R_n = 0,75 \times 0,5 \times 825 \times 1 \times (1/4 \times 3,14 \times 22^2) = 117543,94$$

- Mencari (Tu)

$P_u$  = jarak antar gelagar memanjang x  $q_u$

$q_u$  = dari perhitungan gelagar memanjang

$$p_u = 1,7 \times 1695,6 = 2882,52 \text{ kg}$$

$$T_u = 2882,52 + 4363,64 = 7246,16 \text{ kg}$$

$$\text{baut yang diperlukan} = \frac{7246,16}{14157} = 0,51 \text{ baut, dipakai 4 baut}$$

- Penempatan Baut

- Jarak tepi minimum  
=  $1,25 \times 22 = 27,5$  mm
- Jarak tepi maksimum  
=  $12 \times 7 = 78$  mm
- Jarak antar baut  
=  $15 \times 7 = 97,5$  mm

- Cek tahanan rencana

Dicoba penyambung dengan profil L.100.100.10

- Leleh  
 $\emptyset T_n = 0,9 \times 1920 \times 410 = 708480 \text{ kg} = 708,48 \text{ T}$
- Fraktur  
 $A_{n1} = 1920 - (2 \times (22 + 3,2)) = 1869,6 \text{ mm}^2$   
 $A_{n_{max}} = 0,85 \times 1920 = 1632 \text{ mm}^2$   
 $\emptyset T_n = 0,75 \times 1632 \times 550 = 673200 \text{ kg} = 673,2 \text{ T}$

Leleh lebih menentukan

$$\emptyset T_n = 708480 \text{ kg} > T_u = 7246,16 \text{ kg oke !}$$

**4.9 Perhitungan Tumpuan dan Angkur Jembatan Komposit**

4.9.1 Perencanaan Tumpuan

a) Beban mati (D)

Beban gelagar memanjang (WF 600.200.13.23) = 134 kg/m

Beban diafragma = (WF 250.125.6.9) = 29,6 kg/m

Beban lantai kendaraan = 676,6 kg/m

$$Q = 840,2 \text{ kg/m}$$

b) Beban hidup (L)

Air hujan =  $0,05 \times 1,7 \times 1000 = 85 \text{ kg/m}$

Manusia = 100 kg/m

$$Q_2 = 185 \text{ kg/m}$$

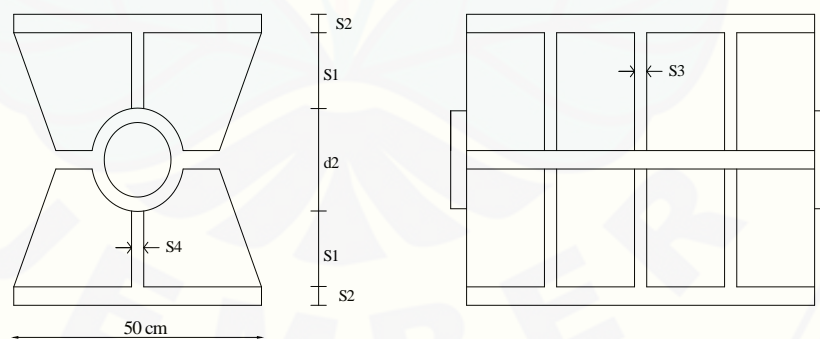
c) Beban garis (RSNI T – 02 – 2005)

P = 12000 kg

Sehingga diperoleh reaksi

$$P = (0,5 \times (840,2 + 185) \times 16,6) + 12000 \times \frac{1}{2} = 14509,16 \text{ kg}$$

$$S1 = 0,5 \times \sqrt{\frac{3 \times 14509,16 \times 50}{3000 \times 30}} = 2,45 \text{ cm diambil } 3 \text{ cm}$$



Gambar 4.11 : Gambar tumpuan sendi

Dimensi kursi bawah diambil  $a = 3$  buah,  $b = 30$ . Direncanakan alas sendi berukuran  $L = 50 \text{ cm}$ ,  $B = 30 \text{ cm}$ . Dengan luas bidang :

$$F = \frac{14509,16}{3000} = 4,836$$

$$F' = 30 \times 50 = 1500 \text{ cm}^2$$

Mencari garis tengah gelinding

$$P \times P = \frac{1}{2rl} < 56 < L$$

$$14509,16 \times \frac{1}{2rl} < 56 \times 50$$

$$\frac{14509,16}{2rl} < 2800$$

$$rl = 2,590 = 3 \text{ cm}$$

Jadi Ø gelinding 3 cm

Tabel 4.4 Daftar Muller Breslaw

<b>h/S2</b>	<b>h (a x S3)</b>	<b>W</b>
3	4	0,222 x a x h <sup>2</sup> x Sa
4	4,2	0,251 x a x h <sup>2</sup> x Sa
5	4,6	0,2286 x a x h <sup>2</sup> x Sa
6	5	0,2315 x a x h <sup>2</sup> x Sa

Misal dipakai h/S2 = 5

$$h = 3 + \frac{1}{2} \times 3 = 4,5 \text{ cm}$$

$$S2 = 3 \text{ cm}$$

$$M = \frac{1}{4} \times 14509,16 \times 50 = 181364,5 \text{ kgcm}$$

$$w = 0,2286 \times a \times h^2 \times Sa$$

$$\frac{M}{\sigma} = 0,2286 \times 3 \times 5^2 \times S3$$

$$\frac{247359,9}{3000} = 17,145 \times S3$$

$$S3 = 4,81 \text{ cm} = 5 \text{ cm}$$

$$S4 = \frac{1}{6} \times 5 = 0,83 \text{ cm} = 1 \text{ cm}$$

$$S5 = \frac{1}{9} \times 5 = 0,56 \text{ cm} = 1 \text{ cm}$$

Garis tengah engsel

$$d1 = \frac{3 \times 0,8 \times 14509,16}{3000 \times 50} = 0,23 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$$

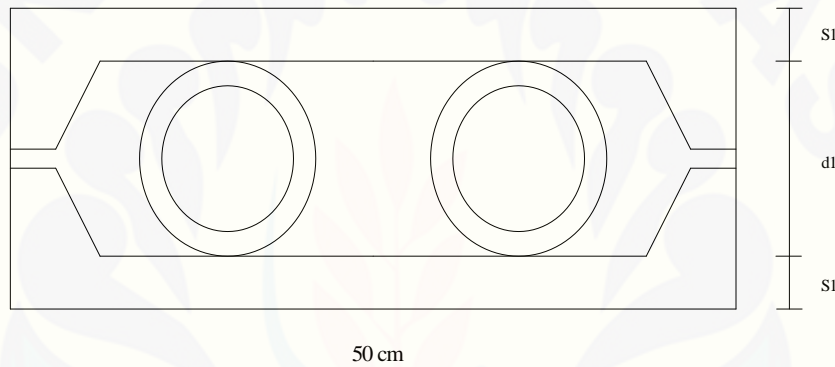
$$d2 = 4 + 2 \times 1 = 6 \text{ cm}$$

$$d3 = 2,5 \text{ cm}$$

Kontrol terhadap tegangan ijin

$$w = 0,2286 \times 3 \times 4,5^2 \times 5 = 69,43 \text{ cm}^2$$

$$= \frac{181364,5}{69,43} = 2611,919 \text{ kg/cm}^2 < \text{ ijin}$$



Gambar 4.12 : Gambar penampang antar rol

Tebal kursi bantalan

$$S1 = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \times 14509,16 \times 50}{3000 \times 50}} = 1,904 = 2 \text{ cm}$$

Mencari diameter rol gelinding (d1)

Jumlah rol 2 buah

$$= \frac{0,8 \times P/2}{rB} < \sigma'$$

$$3000 = \frac{0,8 \times 14509,16/2}{r \times 30}$$

$$r = 0,088 = 1 \text{ cm}$$

$$d1 = 2 \times 1 = 2 \text{ cm}$$

$d_2 =$  diambil 2,5 cm

$d_3 = 2 + 2 \times 2,5 = 7$  cm

#### 4.9.2 Perencanaan Angkur

Diperoleh pembebanan setelah komposit

$M_u = 76514,048$  kgm

$P_u = 16255,3$  kg

$B_{J55} = 4100$  kg/cm<sup>2</sup>

Beton = 30 Mpa = 300 kg/cm<sup>2</sup>

Baut yang digunakan  $\phi 19$  mm

$\phi R_n = 0,75 \times 0,75 \times 4100 \times (1/4 \times \pi \times 1,9^2) = 6535,567$  kg

Digunakan plat berukuran 1000 x 1500 mm, kontrol plat :

$$= \frac{16255,3}{100 \times 150} \pm \frac{76514,048 \times 6}{100 \times 150^2} < F_c$$

$$\max = 21,4874 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$\min = -19,3201 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2$$

mencari jumlah baut, panjang dan jenis

$$\frac{x}{y} = \frac{21,4874}{19,3201} = 0,899$$

$$x = 0,899 y$$

$$x + y = 1,899 y$$

$$x + y = 150 \text{ cm}$$

$$1,899 y = 150 \text{ cm}$$

$$y = \frac{150}{1,899} = 78,983 \text{ cm}$$

$$x = 0,899 \times 78,983 = 71,016 \text{ cm}$$

Baut ditentukan 1/3 dari ujung kiri

$$= 1/3 \times 71,016 = 23,672 \text{ cm}$$

$$\text{Maka } T = 1/2 \times 19,320 \times 71,016 \times 100 = 68602,23 \text{ kg}$$

Gaya tarik yang harus dipikul angkur adalah 68602,23 kg, dengan perletakan 23,672 cm dari kiri. Dipakai 8 baut angkur, maka setiap angkur memikul beban

$$= \frac{68602,23}{8} = 8575,28 \text{ kg}$$

Luas tampang baut

$$A \text{ baut} = \frac{8575,28}{6535,567} = 1,312 \text{ cm}^2$$

Ø baut = 19 mm

$$\text{beton} = \frac{300}{5} = 60 \text{ kg/cm}^2$$

Luas bidang geser angkur (panjang angkur)

$$2 \text{ rl} = 2 \times 3,14 \times \frac{1,9}{2} \times l$$

$$\text{beton} = \frac{P}{2 \times 3,14 \times \frac{1}{2} \times l}$$

$$60 = \frac{P}{2 \times 3,14 \times \frac{1}{2} \times l}$$

$$2 \times 3,14 \times \frac{1,9}{2} \times l = \frac{8575,28}{60} = 142,921$$

$$l = \frac{142,921}{5,966} = 23,955 \text{ cm}$$

Jadi panjang adalah 23,955 cm

#### 4.10 Tonase Jembatan Komposit

Dari perhitungan tonase jembatan komposit dapat dijelaskan pada tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Volume total jembatan komposit

NO	Item	Volume	Total	Satuan
1	Plat beton	9 x 16,6 x 0,12	17,52	m <sup>3</sup>



2	Trotoar	1 x 2 x 16,6 x 0,25	16,6	m <sup>3</sup>
3	Abutmen	9 x 2 x 1 x 0,8	14,4	m <sup>3</sup>
4	Pelat D10 -220	$(9 \times \frac{1 \times 0,8}{\frac{16600}{160}}) + (16,6 \times \frac{8800}{160})$	1948	m
5	Trotoar Ø10	$2 \times ((1 \times \frac{16600}{115}) + (16,6 \times \frac{1000}{115}))$	577,39	m
6	Gelagar (WF 600.200.13.23)	5 buah x 16,6 m	83	m
7	Diafragma (WF 250.125.6.9)	4 buah x 9 m	36	m
8	Shear connector (stud ½)	139 buah x 5	695	Buah
9	Plat penyambung sayap (flens)	2 buah x 15	30	Buah
10	Plat penyambung badan (web)	2 buah x 15	30	Buah
11	Baut (Ø26)	(40 buah x 15 sambungan ) + (20 buah x 15 sambungan)	900	Buah
12	Baut (Ø22) sambungan diafragma	71 + 36	107	Buah
13	Plat penyambung diafragma L100.100.10	36 + 12	48	Buah
14	Jumlah angkur tumpuan panjang (panjang 60cm)	2 x 12	24	Buah
15	Pipa sandaran baja Ø10 mm	16,6 x 4	66,4	m
16	Tiang sandaran lebar 15cm	1m x 14 buah	14	m

Tabel 4.6 Tabel berat jembatan

No	Item	Volume	Total	Satuan
1	Plat beton	17,52 m <sup>3</sup> x 2400 kg/ m <sup>3</sup>	42071,04	Kg
2	Gelagar (WF 600.200.13.23)	83 m x 134 kg/m	11122	Kg
3	Diafragma (WF 250.125.6.9)	36 m x 29,6 kg/m	1065,6	Kg
			54258,64	Kg

## **BAB 5. PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembahasan dari penelitian ini didapatkan bahwa jembatan Mlandingan dengan panjang 16,6 meter, tebal plat beton 12 cm dan volume total 17,52 m<sup>3</sup> dengan berat 42071,04 kg, profil gelagar memanjang menggunakan WF 600.200.13.23, diafragma jembatan menggunakan profil WF 250.125.6.9, dan total berat jembatan Mlandingan sebesar 54258,64 kg.

### **5.2 Saran**

Analisis selanjutnya bisa dilakukan dengan studi perbandingan apabila jembatan yang digunakan adalah jembatan rangka baja yang dapat ditinjau dari analisis teknis atau analisis biaya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agus, 2014. *Perbandingan Desain Gelagar Baja Konvensional dan Castella pada Perencanaan Jembatan Komposit (jurnal)*. Dosen Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Padang.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan (RSNI T-12-2004)*. Jakarta;
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Pembebanan untuk Jembatan (RSNI T-02-2005)*. Jakarta;
- Christina, M. dan Priandini, E. 2005. *Perencanaan Jembatan Lumeneng Jenis Rangka Baja di Kabupaten Brebes, Jawa Tengah (jurnal)*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
- Hidayat, R. 2014. *Tinjauan Perencanaan Struktur Atas Jembatan Sialang Kabupaten 50 Kota (jurnal)*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Kurniawan, R. 2012. *Perencanaan Pembangunan Jembatan Gantung tipe 1 di Desa Senduro Kecamatan Senduro Kabupaten Lumajang (jurnal)*. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Jember.
- Supriadi, B. dan Muntohar, A. S. 2007. *Jembatan*. Yogyakarta : Beta Offset;
- Winardiantoko, D. 2008. *Desain Ulang Struktur Gelagar Jembatan Lemprak I Kabupaten Bondowoso Menggunakan RSNI T 03 2005*. Tidak Dipublikasikan Proyek Akhir. Jember: Program Studi Teknik universitas Jember.

Tabel Bitner

A. MITTENMOMENTE  $M_{xm}$  BEI MITTIGER RECHTTECKLAST

ty / lx	tx : lx											Faktor
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	
1,0	0,0773	0,0651	0,0932	0,1016	0,1104	0,1196	0,1293	0,1396	0,1504	0,1620	0,1679	p
0,9	0,0796	0,0877	0,0961	0,1049	0,1141	0,1238	0,1342	0,1452	0,1571	0,1697	0,1763	p
0,8	0,0819	0,0903	0,0990	0,1081	0,1178	0,1282	0,1393	0,1512	0,1641	0,1781	0,1853	p
0,7	0,0841	0,0927	0,1017	0,1112	0,1215	0,1324	0,1444	0,1574	0,1716	0,1874	0,1957	p
0,6	0,0862	0,0950	0,1043	0,1142	0,1250	0,1366	0,1495	0,1638	0,1796	0,1975	0,2070	p
0,5	0,0880	0,0971	0,1067	0,1170	0,1283	0,1407	0,1546	0,1703	0,1882	0,2088	0,2201	p
0,4	0,0897	0,0989	0,1087	0,1195	0,1312	0,1444	0,1594	0,1768	0,1973	0,2216	0,2355	p
0,3	0,0910	0,1004	0,1104	0,1215	0,1338	0,1477	0,1638	0,1831	0,2067	0,2363	0,2539	p
0,2	0,0920	0,1015	0,1118	0,1230	0,1357	0,1503	0,1675	0,1887	0,2160	0,2533	0,2775	p
0,1	0,0926	0,1002	0,1126	0,1241	0,1370	0,1520	0,1700	0,1926	0,2237	0,2714	0,3066	p
0,05	0,0927	0,1023	0,1128	0,1243	0,1373	0,1524	0,1706	0,1937	0,2261	0,2778	0,3268	p

A. MITTENMOMENTE Mym BEI MITTIGER  
RECHTTECKLAST

ty / lx	tx : lx											Faktor
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	
1,0	0,0210	0,0230	0,0250	0,0268	0,0268	0,0299	0,0312	0,0322	0,0330	0,0334	0,0335	p
0,9	0,0245	0,0269	0,0292	0,0315	0,0333	0,0351	0,0366	0,0378	0,0388	0,0393	0,0395	p
0,8	0,0286	0,0314	0,0341	0,0366	0,0390	0,0411	0,0430	0,0445	0,0456	0,0463	0,0465	p
0,7	0,0333	0,0366	0,0399	0,0428	0,0457	0,0483	0,0506	0,0525	0,0539	0,0548	0,0550	p
0,6	0,0388	0,0427	0,0464	0,0501	0,0535	0,0567	0,0596	0,0620	0,0639	0,0651	0,0654	p
0,5	0,0452	0,0496	0,0541	0,0585	0,0627	0,0667	0,0704	0,0736	0,0761	0,0778	0,0782	p
0,4	0,0525	0,0578	0,0630	0,0683	0,0735	0,0786	0,0834	0,0878	0,0914	0,0938	0,0945	p
0,3	0,0608	0,0670	0,0732	0,0796	0,0861	0,0927	0,0993	0,1053	0,1111	0,1193	0,1161	p
0,2	0,0703	0,0774	0,0849	0,0926	0,0908	0,1095	0,1186	0,1280	0,1372	0,1449	0,1471	p
0,1	0,0809	0,0892	0,0981	0,1075	0,1179	0,1293	0,1422	0,1569	0,1739	0,1921	0,1993	p
0,05	0,0867	0,0957	0,1053	0,1157	0,1273	0,1405	0,1558	0,1745	0,1779	0,229	0,2472	p

Tabel Besi Ulir Untuk Plat

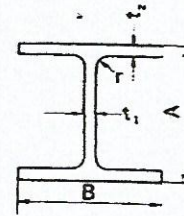
(mm)	D10	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D35	D38
(mm)	9,53	12,7	15,9	19,1	22,2	25,4	28,6	31,8	34,9	38,1
(cm <sup>2</sup> )	0,713	1,267	1,986	2,865	3,871	5,067	6,424	7,942	9,566	11,4
(kg/m)	0,56	0,995	1,55	2,25	3,04	3,39	5,04	6,23	7,51	8,95
Luas(cm <sup>2</sup> )										
100	7,13	12,7	19,9	28,7	38,7	50,7	64,2	79,4	95,7	114
120	5,94	10,6	1,5	23,9	32,3	42,2	53,6	66,2	79,7	95
125	5,71	10,1	15,9	22,9	31	40,5	51,4	63,5	76,5	91,2
140	5,09	9,05	14,2	20,5	27,6	36,2	45,9	56,7	68,3	81,4
150	4,76	8,45	13,3	19,1	25,8	33,8	42,9	53	63,8	76,5
160	4,46	7,92	12,4	17,9	24,2	31,7	40,2	49,6	59,8	71,3
175	4,07	7,23	11,3	15,4	22,1	18,9	36,7	45,4	54,6	65,1
180	3,96	7,04	11	15,9	21,5	28,2	35,7	44,2	53,3	63,4
200	3,57	6,34	9,93	14,3	19,4	25,3	32,1	39,7	47,8	57
220	3,25	5,76	9,04	13	17,6	23,1	29,8	36,1	43,5	51,9
225	3,17	5,63	8,82	12,7	17,2	22,5	28,5	35,3	42,5	50,6
240	2,97	5,28	8,28	12	16,1	21,1	26,8	33,1	39,9	47,5
250	2,85	5,07	7,94	11,5	15,5	20,3	25,7	31,8	38,3	45,6
275	2,6	4,61	7,23	10,4	14,1	18,4	23,4	28,9	34,8	41,5
300	2,38	4,22	6,61	9,54	12,9	16,9	21,4	26,5	31,9	38
350	2,04	3,62	5,68	8,19	11,1	14,5	18,9	22,7	27,4	32,6
400	1,78	3,17	4,97	7,16	9,68	12,7	16,1	19,9	23,9	28,5

Tabel Besi Polos Untuk Plat

Jarak as ke as (mm)	Jumlah batang tiap m'	Garis tengah dalam mm							
		6	8	10	12	14	16	19	22
Luas (cm <sup>2</sup> )									
70	14,29	4,04	7,18	11,22	16,16	21,99	28,73	40,51	54,3
75	13,13	3,77	6,7	10,47	15,08	20,52	26,81	37,81	50,81
80	12,5	3,53	6,28	9,82	14,14	19,24	25,13	35,45	47,51
85	11,76	3,33	5,91	9,24	13,31	18,11	23,65	33,37	44,72
90	11,11	3,14	5,59	8,73	12,57	17,1	22,34	31,52	42,23
95	10,53	2,98	5,29	8,27	11,9	16,2	21,16	29,86	40,01
100	10	2,83	5,03	7,85	11,31	15,39	20,11	28,36	38,01
105	9,53	2,69	4,79	7,48	10,77	14,66	19,15	27,01	36,2
110	9,1	2,57	4,57	7,14	10,26	13,99	18,28	25,78	34,55
115	8,7	2,46	4,37	6,83	9,83	13,39	17,48	24,66	33,05
120	8,34	2,36	4,19	6,54	9,42	12,83	16,76	23,63	31,67
125	8	2,26	4,02	6,28	9,05	12,32	16,08	22,69	30,41
130	7,7	2,17	3,87	6,04	8,7	11,84	15,47	21,82	29,24
135	7,41	2,09	3,72	5,82	8,38	11,4	14,89	21,01	28,16
140	7,15	2,02	3,59	5,61	8,08	11	14,36	20,26	27,15
145	6,9	1,95	3,47	5,42	7,8	10,62	13,87	19,56	26,21
150	6,67	1,89	3,35	5,24	7,54	10,26	13,41	18,91	25,34
155	6,46	1,82	3,24	5,07	7,3	9,93	12,97	18,3	24,52
160	6,25	1,77	3,14	4,91	7,07	9,62	12,57	17,73	23,76
165	6,06	1,71	3,05	4,76	6,85	9,33	12,19	17,19	23,04
170	5,89	1,66	2,96	4,62	6,65	9,05	11,82	16,68	22,36
175	5,72	1,62	2,87	4,49	6,46	8,79	11,49	16,21	21,72
180	5,56	1,57	2,79	4,36	6,28	8,55	11,17	15,75	21,12
185	5,41	1,53	2,72	4,25	6,11	8,32	10,87	15,33	20,55
190	5,27	1,49	2,65	4,14	5,95	8,1	10,58	14,92	20,01
195	5,13	1,45	2,58	4,03	5,8	7,89	10,31	14,54	19,94
200	5	1,41	2,51	3,93	5,65	7,69	10,05	14,18	19,01

Wide Flange Shapes

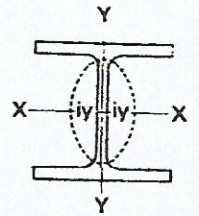
(Metric Series)



Section Index	Weight	Depth of Section (A)	Flange Width (B)	Thickness		Corner Radius (r)	Sectional Area	Moment of Inertia		Radius of Gyration		Modulus of Section	
				Web (t <sub>1</sub> )	Flange (t <sub>2</sub> )			J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>	Z <sub>x</sub>	Z <sub>y</sub>
mm	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
900 × 300	286	912	302	18	34	28	364.0	498,000	15,700	37.0	6.56	10,900	1,040
	243	900	300	16	28	28	309.8	411,000	12,600	36.4	6.39	9,140	843
	213	890	299	15	23	28	270.9	345,000	10,300	35.7	6.16	7,760	688
800 × 300	241	808	302	16	30	28	307.6	339,000	13,800	33.2	6.70	8,400	915
	210	800	300	14	26	28	267.4	292,000	11,700	33.0	6.62	7,290	782
	191	792	300	14	22	28	243.4	254,000	9,930	32.3	6.39	6,410	662
700 × 300	215	708	302	15	28	28	273.6	237,000	12,900	29.4	6.86	6,700	853
	185	700	300	13	24	28	235.5	201,000	10,800	29.3	6.78	5,760	722
	166	692	300	13	20	28	211.5	172,000	9,020	28.6	6.53	4,980	602
500 × 300	175	594	302	14	23	28	222.4	137,000	10,600	24.9	6.90	4,620	701
	151	588	300	12	20	28	192.5	118,000	9,020	24.8	6.85	4,020	601
	137	582	300	12	17	28	174.5	103,000	7,670	24.3	6.63	3,530	511
600 × 200	134	612	202	13	23	22	107.7	103,000	3,180	24.6	4.31	3,380	314
	120	606	201	12	20	22	152.5	90,400	2,720	24.3	4.22	2,980	271
	106	600	200	11	17	22	134.4	77,600	2,280	24.0	4.12	2,590	228
	94.6	596	199	10	15	22	120.5	68,700	1,980	23.9	4.05	2,310	199
500 × 300	128	488	300	11	18	26	163.5	71,000	8,110	20.8	7.04	2,910	541
	114	482	300	11	15	26	145.5	60,400	6,760	20.4	6.82	2,500	451
500 × 200	103	506	201	11	19	20	131.3	56,500	2,580	20.7	4.43	2,230	257
	89.7	500	200	10	16	20	114.2	47,800	2,140	20.5	4.33	1,910	214
	79.5	496	199	9	14	20	101.3	41,900	1,840	20.3	4.27	1,690	185
450 × 300	124	440	300	11	18	24	157.4	56,100	8,110	18.9	7.18	2,550	541
	106	434	299	10	15	24	135.0	46,800	6,690	18.6	7.04	2,160	448
450 × 200	76.0	450	200	9	14	18	96.76	33,500	1,870	18.6	4.40	1,490	187
	66.2	446	199	8	12	18	84.30	28,700	1,580	18.5	4.33	1,290	159
400 × 400	605	498	432	45	70	22	770.1	298,000	94,400	19.7	11.1	12,000	4,370
	415	468	417	30	50	22	528.6	187,000	60,500	18.8	10.7	8,170	2,900
	283	428	407	20	35	22	360.7	119,000	39,400	18.2	10.4	5,570	1,930
	232	414	405	18	28	22	295.4	92,800	31,000	17.7	10.2	4,480	1,530

S  
I  
  
40  
  
40  
  
40  
  
35  
  
35  
  
35  
  
30  
  
30  
  
30



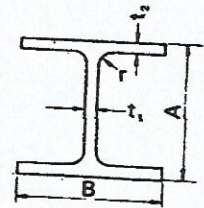


of  
Zy  
040  
843  
888  
315  
782  
362  
53  
22  
02  
31  
31  
11  
4  
1  
8  
9  
1  
1  
7

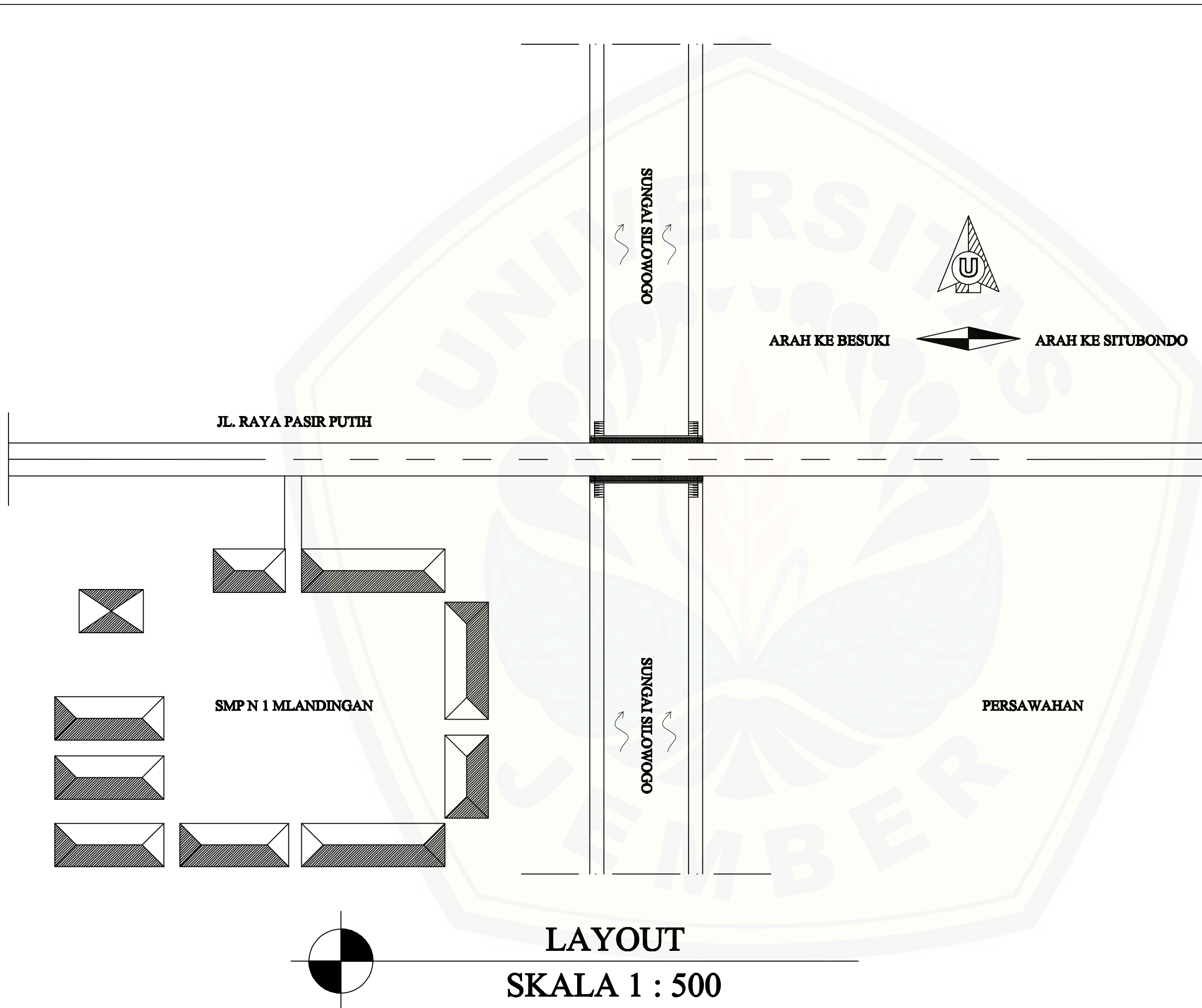
Section Index	Weight	Depth of Section (A)	Flange Width (B)	Thickness		Corner Radius (r)	Sectional Area	Moment of Inertia		Radius of Gyration		Modulus of Section	
				Web (t <sub>w</sub> )	Flange (t <sub>f</sub> )			J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>	Z <sub>x</sub>	Z <sub>y</sub>
mm	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
400×400	200	406	403	16	24	22	254.9	78,000	26,200	17.5	10.1	3,840	1,300
	197	400	408	21	21	22	250.7	70,900	23,800	16.8	9.75	3,540	1,170
	172	400	400	13	21	22	218.7	66,600	22,400	17.5	10.1	3,330	1,120
	168	394	405	18	18	22	214.4	59,700	20,000	16.7	9.65	3,030	985
	147	394	398	11	18	22	186.8	56,100	18,900	17.3	10.1	2,850	951
	140	388	402	15	15	22	178.5	49,000	16,300	16.6	9.54	2,520	809
400×300	107	390	300	10	16	22	136.0	38,700	7,210	16.9	7.28	1,980	481
	94.3	386	299	9	14	22	120.1	33,700	6,240	16.7	7.21	1,740	418
400×200	66.0	400	200	8	13	16	84.12	23,700	1,740	16.8	4.54	1,190	174
	56.6	396	199	7	11	16	72.16	20,000	1,450	16.7	4.48	1,010	145
350×350	159	356	352	14	22	20	202.0	47,600	16,000	15.3	8.90	2,670	909
	156	350	357	19	19	20	198.4	42,800	14,400	14.7	8.53	2,450	809
	136	350	350	12	19	20	173.9	40,300	13,600	15.2	8.84	2,300	776
	131	344	354	16	16	20	166.6	35,300	11,800	14.6	8.43	2,050	669
	115	344	348	10	16	20	146.0	33,300	11,200	15.1	8.78	1,940	646
	106	338	351	13	13	20	135.3	28,200	9,380	14.4	8.33	1,670	534
350×250	79.7	340	250	9	14	20	101.5	21,700	3,650	14.6	6.00	1,280	292
	69.2	336	249	8	12	20	88.15	18,500	3,090	14.5	5.92	1,100	248
350×175	49.6	350	175	7	11	14	63.14	13,600	984	14.7	3.95	775	112
	41.4	346	174	6	9	14	52.68	11,100	792	14.5	3.88	641	91.0
300×300	106	304	301	11	17	18	134.8	23,400	7,730	13.2	7.57	1,540	514
	106	300	305	15	15	18	134.8	21,500	7,100	12.6	7.26	1,440	466
	94.0	300	300	10	15	18	119.8	20,400	6,750	13.1	7.51	1,360	450
	87.0	298	299	9	14	18	110.8	18,800	6,240	13.0	7.51	1,270	417
	84.5	294	302	12	12	18	107.7	16,900	5,520	12.5	7.16	1,150	365
300×200	65.4	298	201	9	14	18	83.36	13,300	1,900	12.6	4.77	893	189
	56.8	294	200	8	12	18	72.38	11,300	1,600	12.5	4.71	771	160
300×150	36.7	300	150	6.5	9	13	46.78	7,210	508	12.4	3.29	481	67.7
	32.0	298	149	5.5	8	13	40.80	6,320	442	12.4	3.29	424	59.3

Wide Flange Shapes

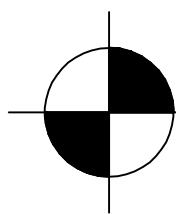
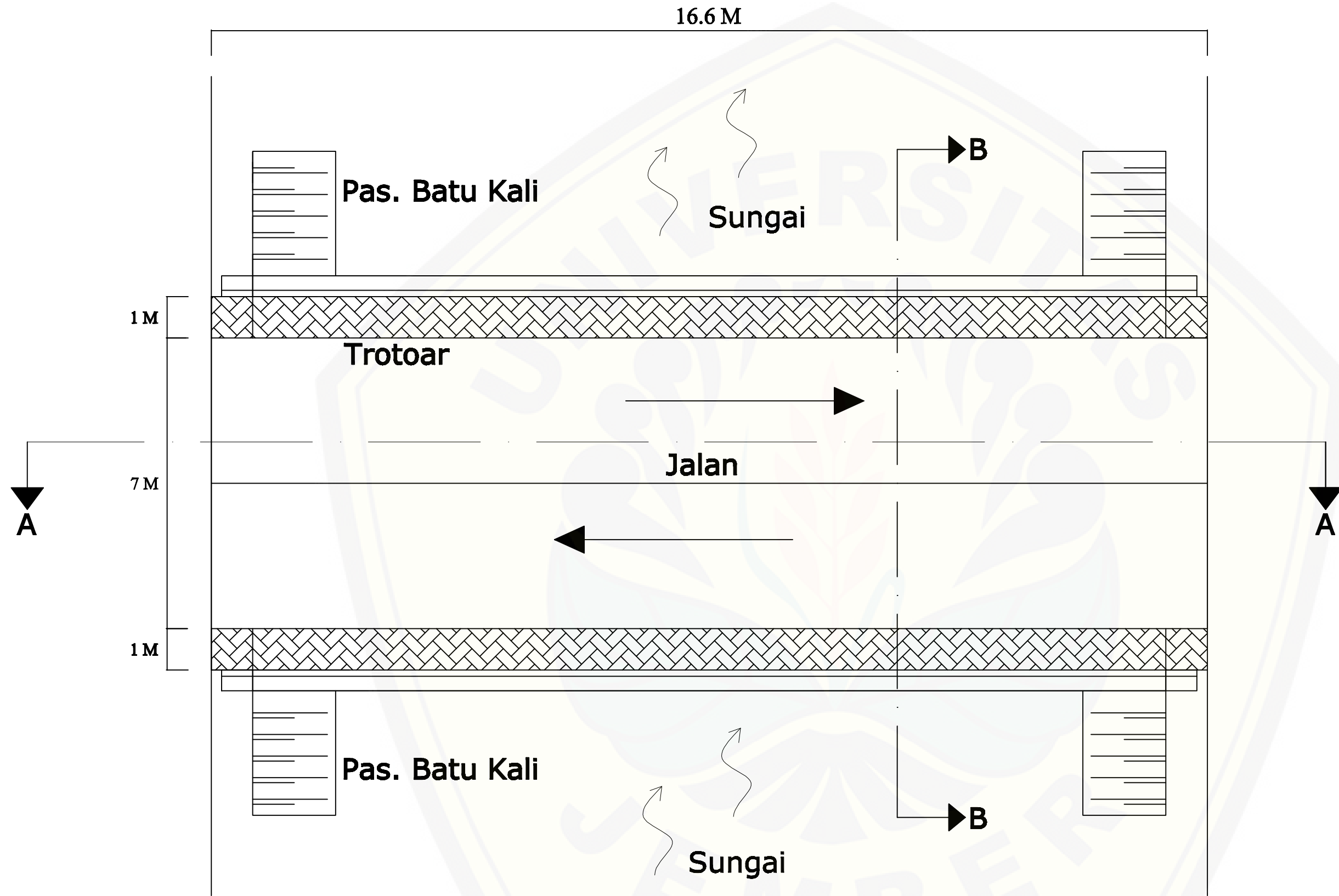
(Metric Series)-Continued



Section Index	Weight	Depth of Section (A)	Flange Width (B)	Thickness		Corner Radius (r)	Sectional Area	Moment of Inertia		Radius of Gyration		Modulus of Section	
				Web (t <sub>1</sub> )	Flange (t <sub>2</sub> )			J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>	Z <sub>x</sub>	Z <sub>y</sub>
mm	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
250×250	82.2	250	255	14	14	16	104.7	11,500	3,880	10.5	6.09	919	304
	72.4	250	250	9	14	16	92.18	10,800	3,650	10.8	6.29	867	292
	66.5	248	249	8	13	16	84.70	9,930	3,350	10.8	6.29	801	269
	64.4	244	252	11	11	16	82.06	8,790	2,940	10.3	5.98	720	233
250×175	44.1	244	175	7	11	16	56.24	6,120	984	10.4	4.18	502	113
250×125	29.6	250	125	6	9	12	37.66	4,050	294	10.4	2.79	324	47.0
	25.7	248	124	5	8	12	32.68	3,540	255	10.4	2.79	285	41.1
200×200	65.7	208	202	10	16	13	83.69	6,530	2,200	8.83	5.13	628	218
	56.2	200	204	12	12	13	71.53	4,980	1,700	8.35	4.88	498	167
	49.9	200	200	8	12	13	63.53	4,720	1,600	8.62	5.02	472	160
200×150	30.6	194	150	6	9	13	39.01	2,690	507	8.30	3.61	277	67.6
200×100	21.3	200	100	5.5	8	11	27.16	1,840	134	8.24	2.22	184	26.8
	18.2	198	99	4.5	7	11	23.18	1,580	114	8.26	2.21	160	23.0
175×175	40.2	175	175	7.5	11	12	51.21	2,880	984	7.50	4.38	330	112
175×125	23.3	169	125	5.5	8	12	29.65	1,530	261	7.18	2.97	181	41.8
175×90	18.1	175	90	5	8	9	23.04	1,210	97.5	7.26	2.06	139	21.7
150×150	31.5	150	150	7	10	11	40.14	1,640	563	6.39	3.75	219	75.1
150×100	21.1	148	100	6	9	11	26.84	1,020	151	6.17	2.37	138	30.1
150×75	14.0	150	75	5	7	8	17.85	666	49.5	6.11	1.66	88.8	13.2
125×125	23.8	125	125	6.5	9	10	30.31	847	293	5.29	3.11	136	47.0
125×80	13.2	125	80	6	8	9	16.84	413	29.2	4.95	1.32	66.1	9.73
100×100	17.2	100	100	6	8	10	21.90	383	134	4.18	2.47	76.5	26.7
100×50	9.30	100	50	5	7	8	11.85	187	14.8	3.98	1.12	37.5	5.91

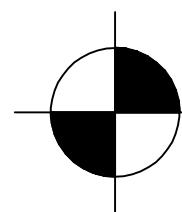
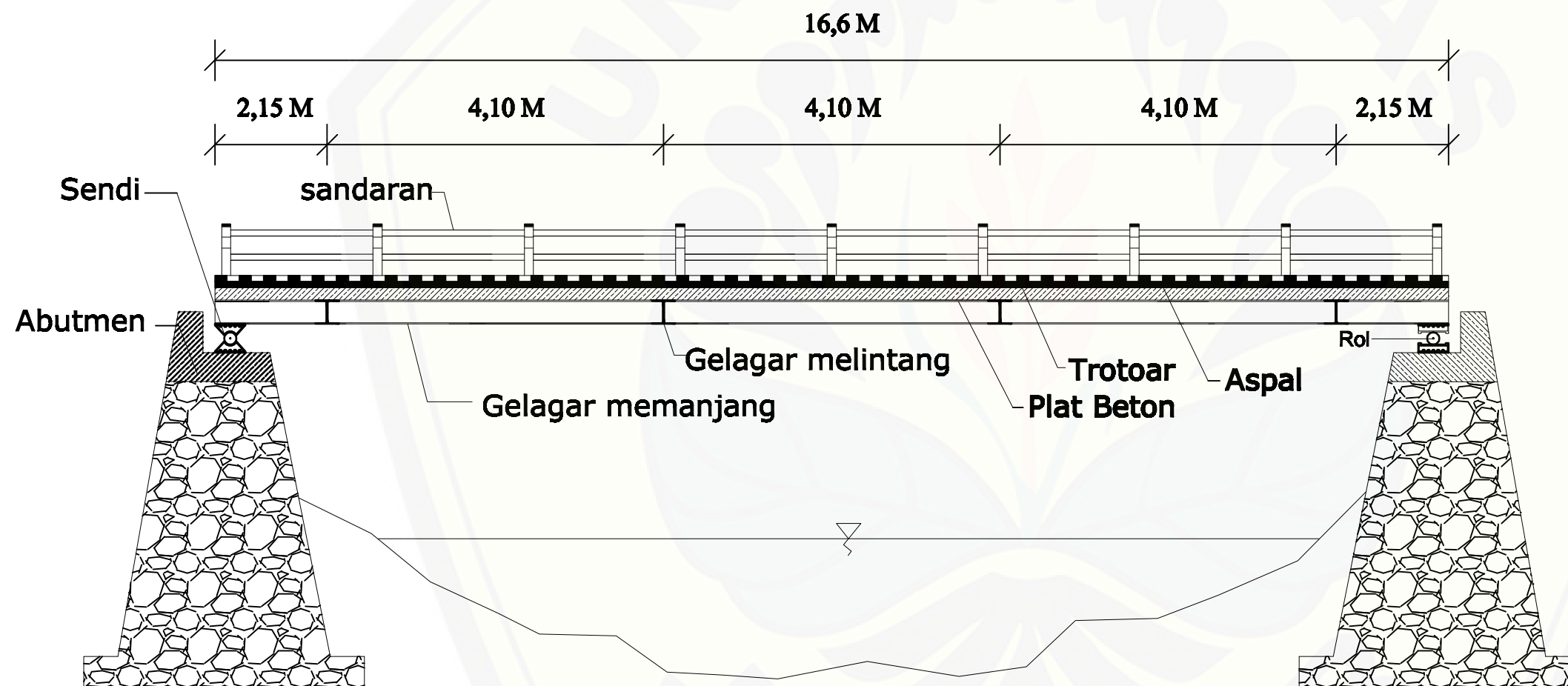


<b>NAMA GAMBAR</b>
<b>JEMBATAN MLANDINGAN</b>
<b>DIGAMBAR</b>
<b>AGENG ARI OKTAVANO</b> NIM 091910301061
<b>PROGRAM STUDI</b>
<b>S1 - TEKNIK SIPIL</b> <b>UNIVERSITAS JEMBER</b>
<b>DIPERIKSA</b>
<b>KETUT ASWATAMA, ST., MT</b> 19700713 200012 1 001
<b>Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT</b> 19700530 199803 2 001
<b>GAMBAR</b>
<b>LAYOUT</b>
<b>SKALA</b>
<b>1 : 500</b>



**TAMPAK ATAS JEMBATAN**  
**SKALA 1 : 100**

<b>NAMA GAMBAR</b>
<b>JEMBATAN MLANDINGAN</b>
<b>DIGAMBAR</b>
<b>AGENG ARI OKTAVANO</b> NIM 091910301061
<b>PROGRAM STUDI</b>
<b>S1 - TEKNIK SIPIL</b> <b>UNIVERSITAS JEMBER</b>
<b>DIPERIKSA</b>
<b>KETUT ASWATAMA, ST., MT</b> 19700713 200012 1 001
<b>Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT</b> 19700530 199803 2 001
<b>GAMBAR</b>
<b>TAMPAK ATAS JEMBATAN</b>
<b>SKALA</b>
<b>1 : 100</b>



**POTONGAN MEMANJANG**

**SKALA 1 : 100**

**NAMA GAMBAR**

**JEMBATAN KOMPOSIT**

**DIGAMBAR**

**AGENG ARI OKTAVANO**  
NIM 091910301061

**PROGRAM STUDI**

**S1 - TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS JEMBER**

**DIPERIKSA**

**KETUT ASWATAMA, ST., MT**  
19700713 200012 1 001

**Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT**  
19700530 199803 2 001

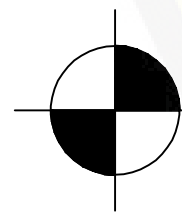
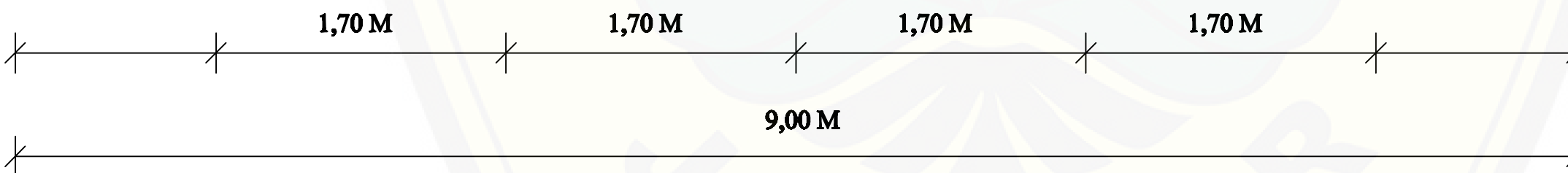
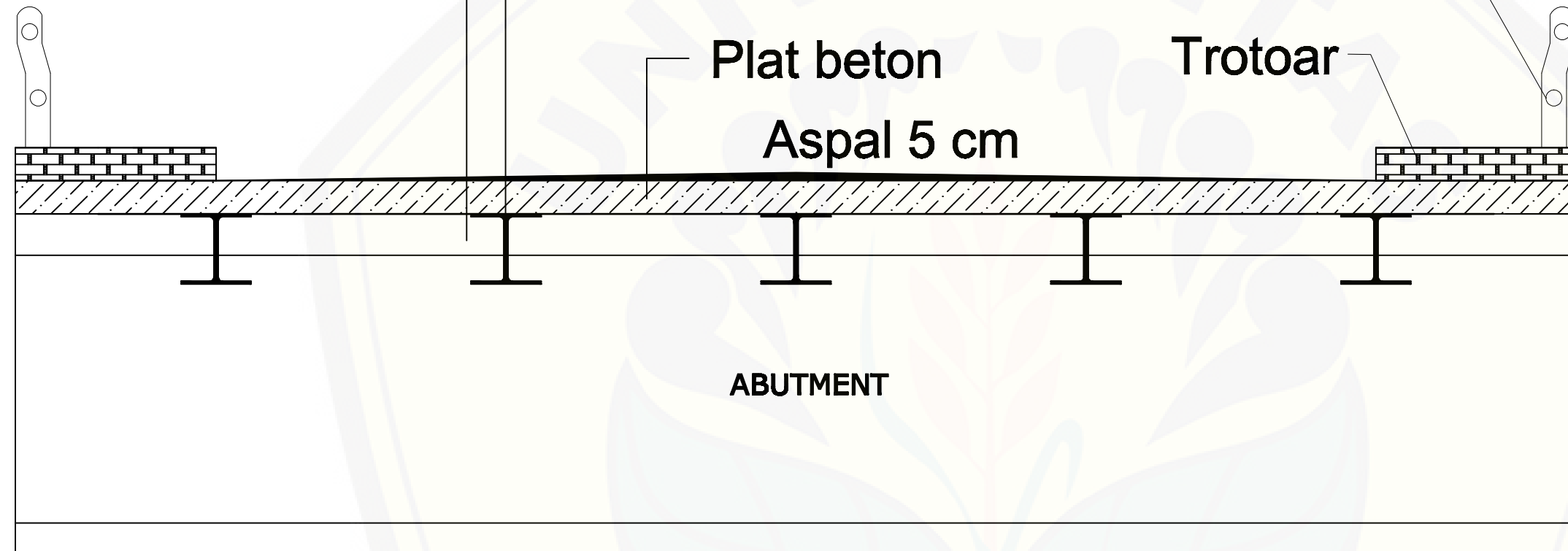
**GAMBAR**

**POTONGAN MELINTANG**  
**JEMBATAN**

**SKALA**

**1 : 100**

Gelagar memanjang  
Gelagar melintang



**POTONGAN MELINTANG**  
**SKALA 1 : 100**

**NAMA GAMBAR**

**JEMBATAN KOMPOSIT**

**DIGAMBAR**

**AGENG ARI OKTAVANO**  
**NIM 091910301061**

**PROGRAM STUDI**

**S1 - TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS JEMBER**

**DIPERIKSA**

**KETUT ASWATAMA, ST., MT**  
**19700713 200012 1 001**

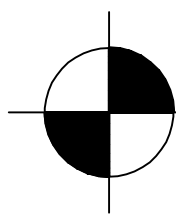
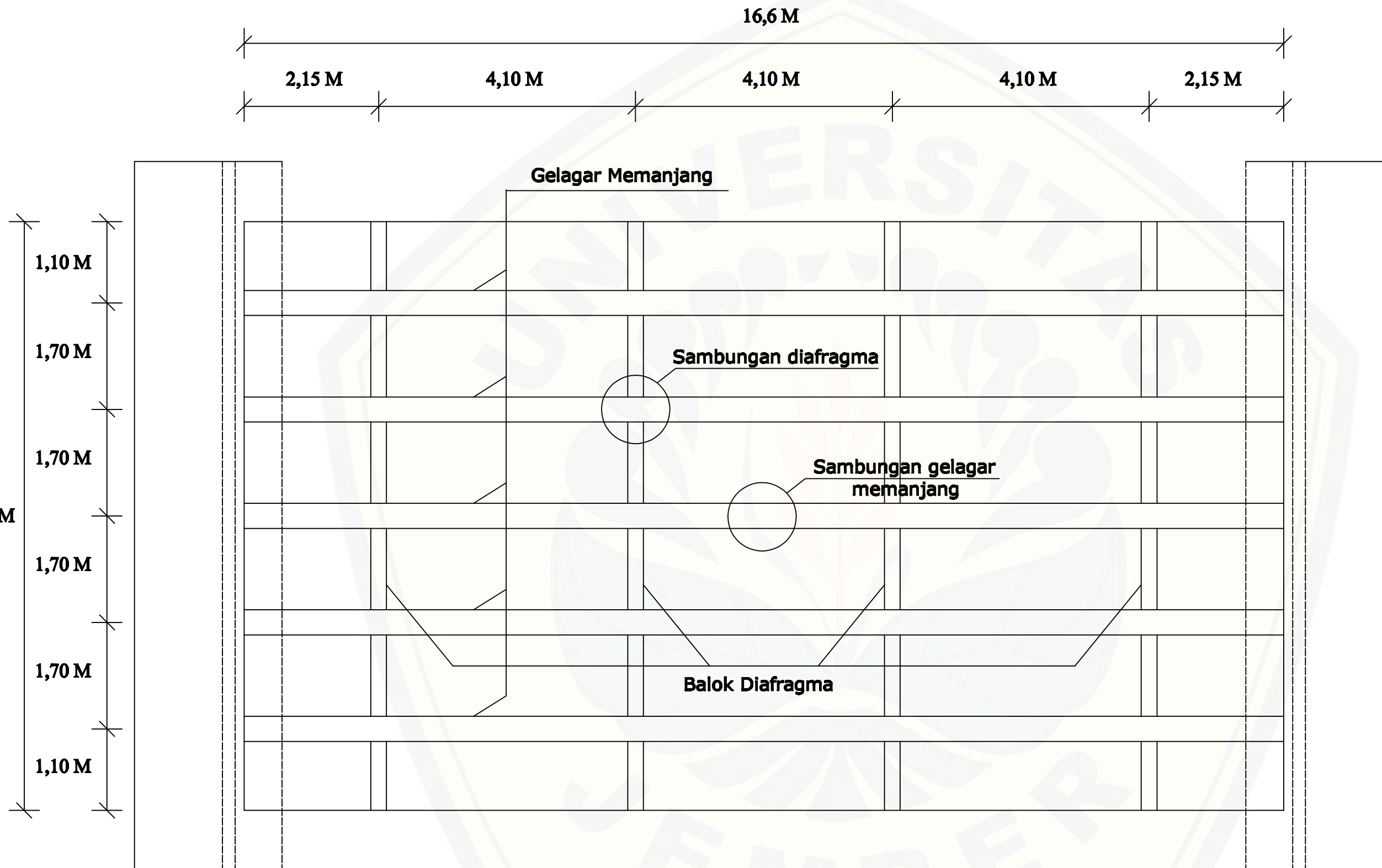
**Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT**  
**19700530 199803 2 001**

**GAMBAR**

**POTONGAN MELINTANG**  
**JEMBATAN**

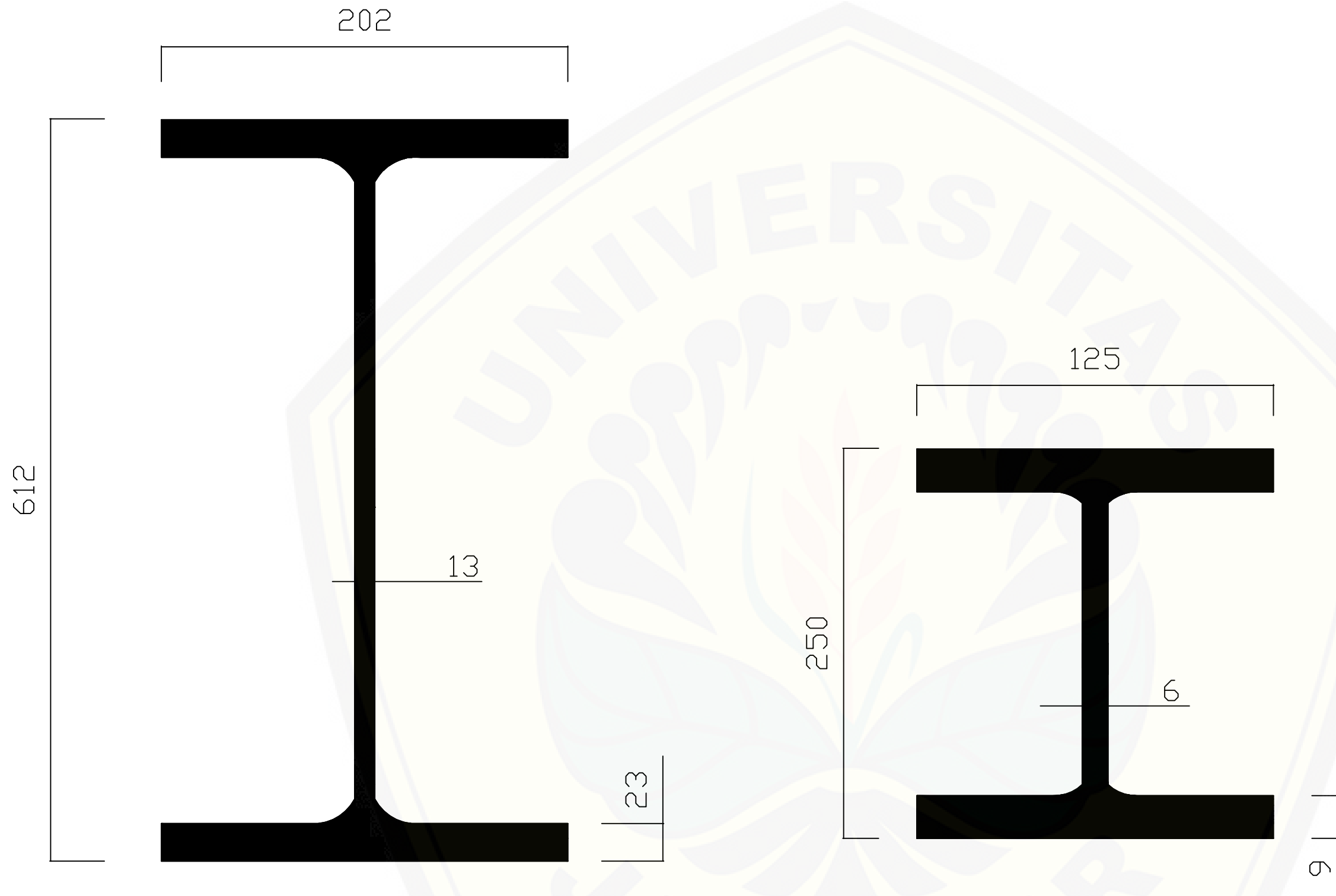
**SKALA**

**1 : 100**



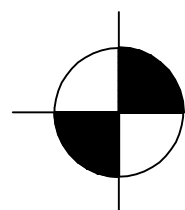
**TAMPAK ATAS JEMBATAN**  
**SKALA 1 : 100**

<b>NAMA GAMBAR</b>
<b>JEMBATAN KOMPOSIT</b>
<b>DIGAMBAR</b>
<b>AGENG ARI OKTAVANO</b> NIM 091910301061
<b>PROGRAM STUDI</b>
<b>S1 - TEKNIK SIPIL</b> <b>UNIVERSITAS JEMBER</b>
<b>DIPERIKSA</b>
<b>KETUT ASWATAMA, ST., MT</b> 19700713 200012 1 001
<b>Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT</b> 19700530 199803 2 001
<b>GAMBAR</b>
<b>TAMPAK ATAS JEMBATAN</b>
<b>SKALA</b>
<b>1 : 100</b>



**Gelagar Memanjang  
WF 600 x 200**

**Gelagar Diafragma  
WF 250 X 125**



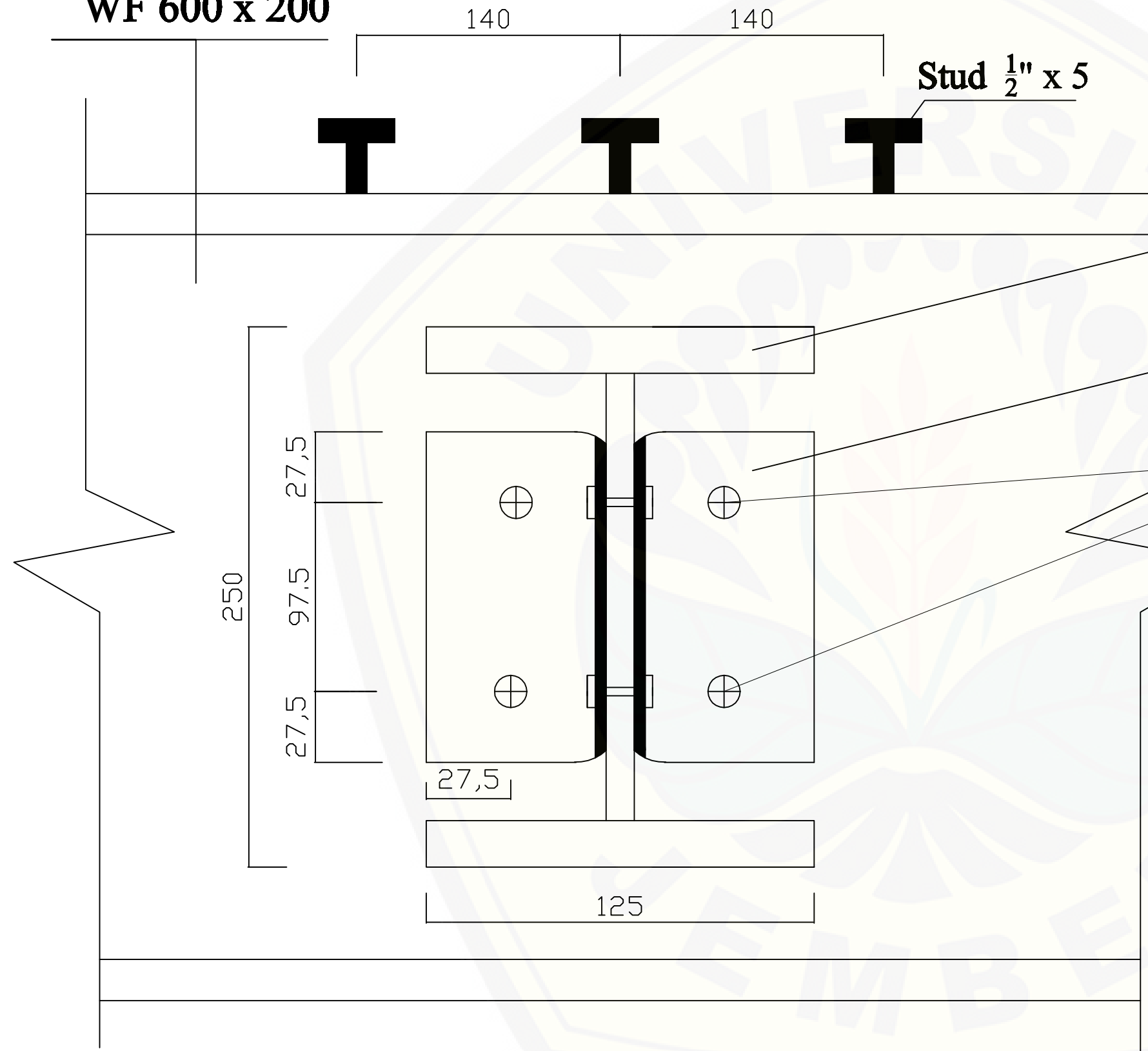
**PROFIL MELINTANG DAN DIAFRAGMA**

**SKALA 1 : 100**

<b>NAMA GAMBAR</b>
<b>JEMBATAN KOMPOSIT</b>
<b>DIGAMBAR</b>
<b>AGENG ARI OKTAVANO NIM 091910301061</b>
<b>PROGRAM STUDI</b>
<b>S1 - TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS JEMBER</b>
<b>DIPERIKSA</b>
<b>KETUT ASWATAMA, ST., MT 19700713 200012 1 001</b>
<b>Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT 19700530 199803 2 001</b>
<b>GAMBAR</b>
<b>PROFIL GELAGAR MEMANJANG DAN DIAFRAGMA</b>
<b>SKALA</b>
<b>1 : 100</b>



**Gelagar Memanjang  
WF 600 x 200**



**TAMPAK SAMPING SAMBUNGAN**  
**SKALA 1 : 100**

**NAMA GAMBAR**

**JEMBATAN KOMPOSIT**

**DIGAMBAR**

**AGENG ARI OKTAVANO**  
NIM 091910301061

**PROGRAM STUDI**

**S1 - TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS JEMBER**

**DIPERIKSA**

**KETUT ASWATAMA, ST., MT**  
19700713 200012 1 001

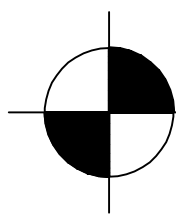
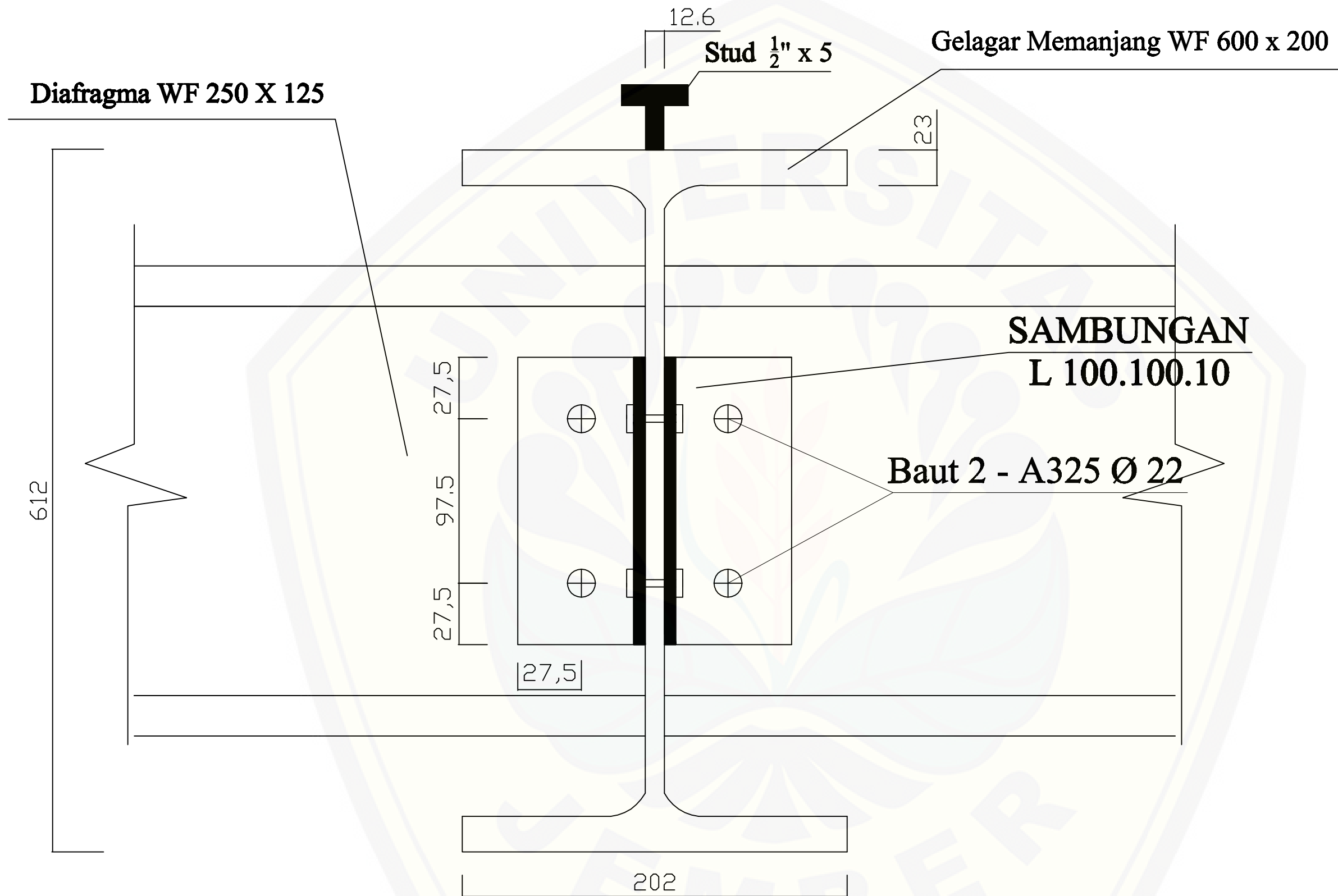
**Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT**  
19700530 199803 2 001

**GAMBAR**

**TAMPAK SAMPING**  
**SAMBUNGAN**

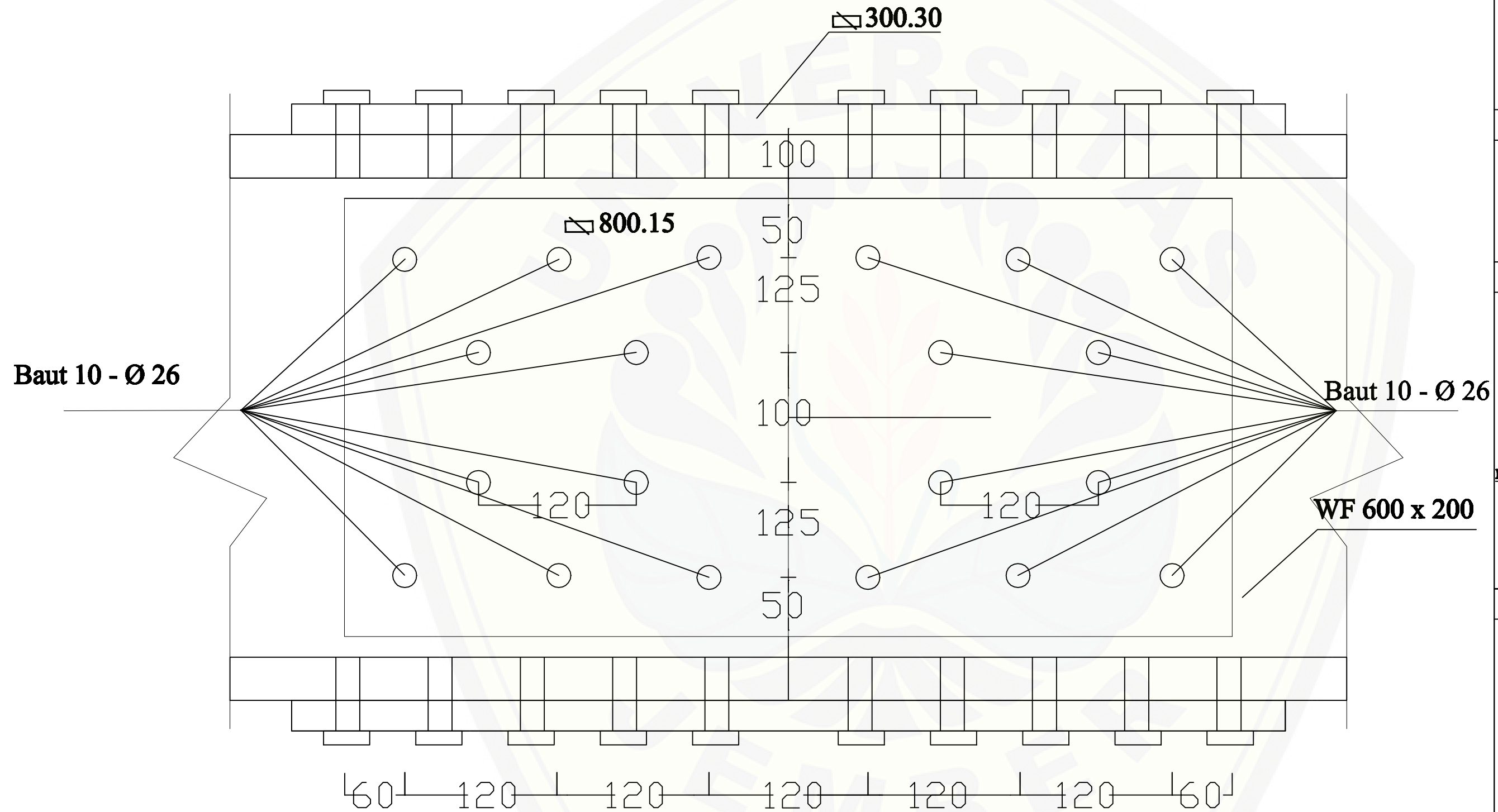
**SKALA**

**1 : 100**



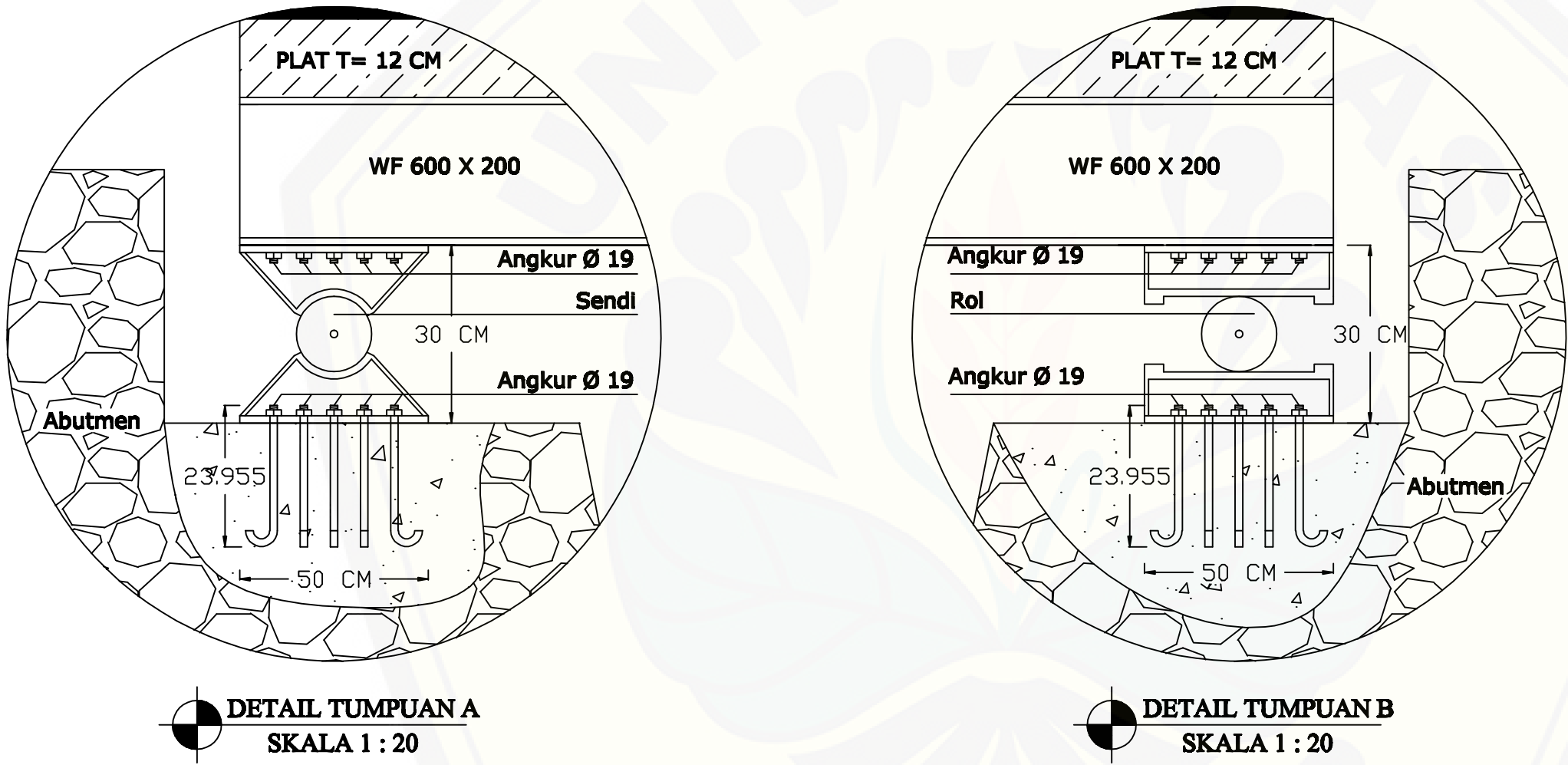
**SAMBUNGAN DIAFRAGMA**  
**SKALA 1 : 100**

<b>NAMA GAMBAR</b>
<b>JEMBATAN KOMPOSIT</b>
<b>DIGAMBAR</b>
<b>AGENG ARI OKTAVANO</b> NIM 091910301061
<b>PROGRAM STUDI</b>
<b>S1 - TEKNIK SIPIL</b> <b>UNIVERSITAS JEMBER</b>
<b>DIPERIKSA</b>
<b>KETUT ASWATAMA, ST., MT</b> 19700713 200012 1 001
<b>Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT</b> 19700530 199803 2 001
<b>GAMBAR</b>
<b>SAMBUNGAN DIAFRAGMA</b>
<b>SKALA</b>
<b>1 : 100</b>



**SAMBUNGAN GELAGAR MEMANJANG**  
**SKALA 1 : 100**

<b>NAMA GAMBAR</b>
<b>JEMBATAN KOMPOSIT</b>
<b>DIGAMBAR</b>
<b>AGENG ARI OKTAVANO</b> NIM 091910301061
<b>PROGRAM STUDI</b>
<b>S1 - TEKNIK SIPIL</b> <b>UNIVERSITAS JEMBER</b>
<b>DIPERIKSA</b>
<b>KETUT ASWATAMA, ST., MT</b> 19700713 200012 1 001
<b>Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT</b> 19700530 199803 2 001
<b>GAMBAR</b>
<b>SAMBUNGAN GELAGAR MEMANJANG</b>
<b>SKALA</b>
<b>1 : 100</b>



**DETAIL TUMPUAN JEMBATAN**  
SKALA 1 : 20

<b>NAMA GAMBAR</b>
<b>JEMBATAN KOMPOSIT</b>
<b>DIGAMBAR</b>
<u>AGENG ARI OKTAVANO</u> NIM 091910301061
<b>PROGRAM STUDI</b>
<b>S1 - TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS JEMBER</b>
<b>DIPERIKSA</b>
<u>KETUT ASWATAMA, ST., MT</u> 19700713 200012 1 001
<u>Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT</u> 19700530 199803 2 001
<b>GAMBAR</b>
<b>DETAIL TUMPUAN</b>
<b>SKALA</b>
1 : 20