

**SKRIPSI**

**Perencanaan Ulang Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja**

**Tipe Parker Truss Dengan Metode LRFD**

**di Jembatan Trisula Kecamatan Kademangan**

**Kabupaten Tulungagung**



*Disusun oleh :*

**VEGA ADITAMA**

**( 10.21.040 )**

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

**2014**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**Perencanaan Ulang Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Tipe Parker  
Truss Dengan Metode LRFD di Jembatan Trisula Kecamatan Kademangan  
Kabupaten Tulungagung**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana*

*Teknik Sipil S-1*

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

*Disusun oleh :*

**VEGA ADITAMA**

**( 10.21.040 )**

*Menyetujui,*

Dosen Pembimbing I



**(Ir. Ester Priskasari, MT.)**

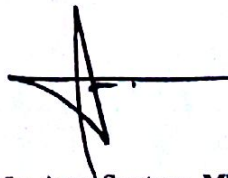
Dosen Pembimbing II



**(Ir. Munasih, MT.)**

*Mengetahui,*

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



**( Ir. Agus Santosa, MT )**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Perencanaan Ulang Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Tipe Parker  
Truss Dengan Metode LRFD di Jembatan Trisula Kecamatan Kademangan  
Kabupaten Tulungagung**

**SKRIPSI**

*Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi*

*Jenjang Strata Satu (S-1)*

*Pada, hari : Rabu*

*Tanggal : 20 Agustus 2014*

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

*Disusun oleh :*

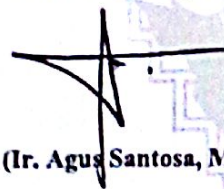
**VEGA ADITAMA**

**( 10.21.040 )**

*Disahkan Oleh:*

Ketua

Prodi Teknik Sipil S-1



(Ir. Agus Santosa, MT.)

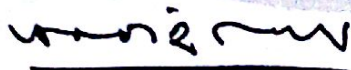
Sekretaris



(Lila Ayu Ratna W. ST., MT.)

*Anggota Penguji:*

Dosen Penguji I



(Ir. H. Sudirman Indra, Msc.)

Dosen Penguji II



(Ir. Bambang Webyantadji, MT.)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PRODI TEKNIK SIPIL S-1  
Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2 Tlp.551951 – 551431  
MALANG

---

### **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

**Nama** : Vega Aditama  
**NIM** : 1021040  
**Program Studi** : Teknik Sipil S -1  
**Fakultas** : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**PERENCANAAN ULANG BANGUNAN ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA  
TIPE PARKER TRUSS DENGAN METODE LRFD  
DI JEMBATAN TRISULA KECAMATAN KADEMANGAN  
KABUPATEN TULUNGAGUNG**

Adalah benar benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tugas akhir ini hasil jiplakan atau mengambil karya tulis orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang Agustus 2014  
Yang membuat pernyataan

(VEGA ADITAMA)

## ABSTRAKSI

### Perencanaan Ulang Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Tipe (Parker Truss) Dengan Metode LRFD di Jembatan Trisula Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung

Nama	: Vega Aditama
Nim	: 10.21.040
Dosen Pembimbing I	: Ir. Ester Priskasari, MT.
Dosen Pembimbing II	: Ir. Munasih, MT

---

---

Jembatan adalah salah satu bagian dari jalan yang sangat berpengaruh terhadap kelancaran transportasi. Terputusnya suatu daerah dari pemerintah pusat atau daerah lainnya menghambat kemajuan daerah.

Melalui skripsi ini penulis mencoba untuk merencanakan konstruksi jembatan Trisula Kecamatan Kademangan dengan menggunakan struktur jembatan pelengkung dengan tipe Parker Truss. Adapun latar belakang pemilihan tipe jembatan pelengkung Parker Truss ini yaitu alternatif lain bagi konstruksi jembatan rangka baja yang sudah ada karena jembatan jenis ini memiliki nilai estetika yang lebih tinggi. dalam hal ini perencanaan menggunakan metode Load and Resistance Factor Design (LRFD).

Dari hasil analisa diperoleh struktur bangunan atas jembatan menggunakan profil WF300X300X142 ( gelagar induk), WF300X300X84 ( gelagar melintang), WF250X250X72 (gelagar memanjang ), PIPX100 ( ikatan angin atas)

Kata Kunci : Jembatan, Jembatan Rangka Tipe Parker Truss, Struktur Bangunan Atas

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kekuatan dan rahmat-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Dalam kesempatan ini kami juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu kami dalam menyelesaikan laporan ini :

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Dekan FTSP ITN Malang
2. Bapak Ir. Agus Santosa, MT Selaku Ketua Prodi Teknik Sipil S-1
3. Ibu Ir. Munasih, MT Selaku Dosen Pembimbing II
4. Ibu Ir. Ester Priskasari, MT. Selaku Dosen Pembimbing II
5. Bapak Ir. H. Sudirman Indra, Msc Selaku Dosen Penguji I
6. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT Selaku Dosen Penguji II
7. Teman – teman kami yang lain yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, yang telah membantu baik secara langsung maupun secara tidak langsung.
8. Semua pihak yang terlibat dalam proses penyempurnaan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam laporan ini, untuk itu penyusun mengharapkan koreksi dan saran demi perbaikan sehingga berguna bagi banyak orang.. Amin..

Malang, Agustus 2014

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR NOTASI

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Tinjauan umum .....	1
1.2. Latar Belakang .....	1
1.3. Rumusan Masalah .....	3
1.4. Maksud dan Tujuan .....	3
1.5. Ruang lingkup .....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Jembatan Rangka Baja .....	5
2.2. Definisi Struktur Bangunan Atas Jembatan Rangka .....	6
2.3. Definisi Metode LRFD .....	6
2.4. Pemilihan Struktur Jembatan .....	7
2.5. Desain Penampang .....	8
2.6. Desain Penampang .....	8
2.7. Studi Kepustakaan .....	10
2.8. Bahan bahan yang digunakan .....	10

2.9. Pembebanan .....	11
2.10. Teori Desain Struktur Baja .....	15
2.11. Perencanaan Sambungan .....	18
2.12. Perencanaan Gelagar Memanjang .....	22
2.13. Perencanaan Gelagar Melintang .....	22
2.14. Ikatan Angin.....	22
2.15. Konstruksi Perletakan / Landasan .....	23

### BAB III PERENCANAAN JEMBATAN

3.1 Data Perencanaan.....	26
3.1.1 Gambar Perencanaan .....	26
3.1.2 Data Struktur .....	27
3.1.3 Data Pembebanan .....	28
3.2. Perhitungan Plat Lantai Kendaraan Dan Trotoir.....	29
3.2.1 Pe,mbebanan Pada Trotoir .....	29
3.2.2 Pembebanan Plat Lantai Kendaraan .....	30
3.3 Perhitungan Penulangan Plat.....	38
3.3.1 Kontrol Momen Negatif.....	38
3.3.2 Kontrol Momen Positif .....	41
3.4. Perhitungan Perataan Beban .....	43
3.5. Perencanaan Gelagar Memanjang.....	47
3.5.1 Perencanaan Gelagar Memanjang .....	47



3.5.2 Perhitungan Pembebanan .....	47
3.5.3 Perhitungan Statika .....	50
3.5.4 Perencanaan Dimensi Gelagar Memanjang .....	52
3.6. Perencanaan Gelagar Melintang .....	58
3.6.1 Perencanaan Gelagar Melintang .....	58
3.6.2 Perhitungan Pembebanan .....	58
3.6.3 Perhitungan Statika .....	60
3.6.4 Perencanaan Dimensi Gelagar Melintang .....	63
3.7. Pembebanan Untuk Analisis 3D Gelagar Induk .....	69
3.7.1. Pembebanan Pada Trotoir .....	69
3.7.2 Pembebanan Plat Lantai Kendaraan .....	70
3.7.3 Beban Angin .....	72
3.8. Perencanaan Dimensi Profil Gelagar Induk .....	75
3.9. Perencanaan Sambungan .....	97
3.8.1. Sambungan Gelagar Melintang dan Memanjang .....	97
3.8.2 Sambungan Batang Gelagar Induk .....	105
3.10. Kontrol Elemen Portal .....	129
3.11. Kontrol Perletakan Elastomer .....	136
<b>BAB IV PENUTUP</b>	
4.1 Kesimpulan .....	140
4.2 Saran .....	142
DAFTAR PUSTAKA .....	143
LAMPIRAN .....	

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**


#### **1.1 Tinjauan umum**

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berguna untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain ( jalan air atau jalan lalu lintas biasa). (*Struyk dan Van Deer Veen, Jembatan, 1995 : 13*)

Jalan merupakan alat penghubung atau alat perhubungan antar daerah yang penting sekali bagi penyelenggaraan pemerintahan, ekonomi, kebutuhan sosial, perniagaan, kebudayaan dan pertahanan. Jembatan adalah salah satu bagian dari jalan yang sangat berpengaruh terhadap kelancaran transportasi. Terputusnya suatu daerah dari pemerintah pusat atau daerah lainnya menghambat kemajuan daerah.

#### **1.2 Latar Belakang**

Jembatan Trisula merupakan salah satu jembatan yang terletak di Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung Jembatan ini didirikan tahun 1980. Dengan metode pengumpulan data melalui survey ke lapangan maka di dapat data eksisting sebagai berikut:

1. Panjang jembatan : 170 m
2. Jumlah bentang : 3 bentang
3. Tinggi rangka : 3 m
4. Lebar jembatan : 9 m
5. Tipe rangka : warren
6. Jenis sambungan : sambungan baut
7. Dimensi rangka :  150.150.10

Melalui skripsi ini penulis mencoba untuk merencanakan konstruksi jembatan Trisula Kecamatan Kademangan dengan menggunakan struktur jembatan pelengkung dengan tipe Parker Truss. Adapun latar belakang pemilihan tipe jembatan pelengkung Parker Truss ini yaitu untuk alternatif lain bagi konstruksi jembatan rangka baja yang sudah ada, karena jembatan jenis ini memiliki nilai estetika yang lebih tinggi.

Metode ASD ( allowable Stress Design) dalam struktur baja telah cukup lama digunakan, namun beberapa tahun terakhir ini metode desain pada struktur baja mulai beralih ke metode lain yang lebih rasional yaitu metode LRFD. Metode ini didasarkan pada ilmu probabilitas sehingga dapat mengantisipasi segala ketidakpastian dari material maupun beban (*Agus Setiawan, Perencanaan struktur dengan LRFD, 2008* ). oleh karena metode LRFD merupakan metode yang lebih rasional dari pada ASD maka penulis ingin menyusun tugas akhir ini dengan menggunakan metode LRFD.

Berdasarkan tinjauan di atas, maka penulis menyusun tugas akhir ini dengan judul **“Perencanaan Ulang Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Tipe (Parker Truss) Dengan Metode LRFD di Jembatan Trisula Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung”**.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada perencanaan ulang jembatan Trisula ini adalah :

- bagaimana merencanakan ulang jembatan Trisula dengan rangka tipe parker dengan metode LRFD ?

### **1.3 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari perencanaan jembatan rangka baja tipe Parker ini adalah merencanakan suatu tipe konstruksi jembatan berdasarkan data-data yang didapat dari hasil survey lebar jembatan, dan panjang jembatan, dengan menggunakan jembatan tipe parker dan dengan menggunakan metode LRFD.

Tujuan dari perencanaan jembatan rangka baja tipe Parker Truss ini adalah untuk mengetahui hasil perencanaan jembatan menggunakan metode LRFD dengan memakai program STAAD PRO.

\

#### **1.4 Ruang lingkup**

Ruang lingkup yang dipakai penulis yaitu perhitungan struktur bangunan atas jembatan Trisula kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung yaitu yang meliputi perencanaan :

- Perencanaan pelat lantai kendaraan.
- Perencanaan gelagar memanjang, gelagar melintang dan gelagar induk
- Perencanaan sambungan.
- Perencanaan perletakan.

## BAB II

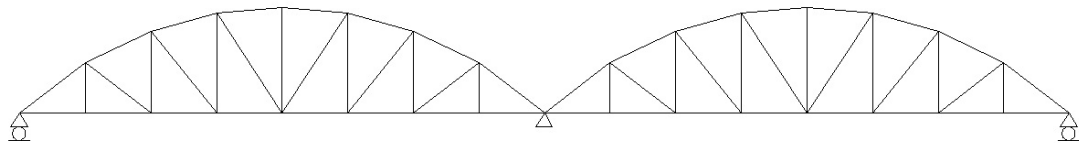
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Definisi Jembatan Rangka Baja

Jembatan Rangka terdiri dari dua rangka bidang utama yang diikat bersama dengan balok-balok melintang dan pengaku lateral. Rangka pada umumnya dipakai sebagai struktur pengaku untuk jembatan gantung konvensional, karena memiliki kemampuan untuk dilalui angin (aerodinamis) yang baik. Beratnya yang relatif ringan merupakan keuntungan dalam pembangunannya, dimana jembatan bisa dirakit bagian demi bagian (*Struyk dan Van Deer Veen, Jembatan, 1995 : 12*)

Jembatan tipe parker adalah jenis jembatan lengkung yaitu jembatan yang mengadakan reaksi tumpuan yang arahnya serong pada beban tegak lurus (*Struyk dan Van Deer Veen, Jembatan, 1995 : 16*).

Berikut ini adalah jembatan pelengkung dengan tipe parker :



*Gambar 2.1 jembatan tipe parker*

## 2.2 Definisi Struktur Bangunan Atas Jembatan Rangka

Struktur atas jembatan adalah bagian dari elemen elemen konstruksi yang dirancang untuk memindahkan beban beban yang diterima oleh lantai jembatan hingga ke perletakan, sedangkan lantai jembatan adalah bagian jembatan yang langsung menerima beban lalu lintas kendaraan dan pejalan kaki.

Jenis bangunan atas ditentukan berdasarkan :

- a. Bentang yang sesuai dengan perlintasan jalan , sungai atau keadaan lokasi jembatan.
- b. Panjang bentang optimum untuk menekan biaya konstruksi total.
- c. Pertimbangan yang terkait dengan pelaksanaan bangunan bangunan bawah dan pemasangan bangunan atas untuk mencapai nilai yang ekonomis
- d. Pertimbangan segi pandang estetika

Bangunan atas jembatan rangka umumnya terdiri dari:

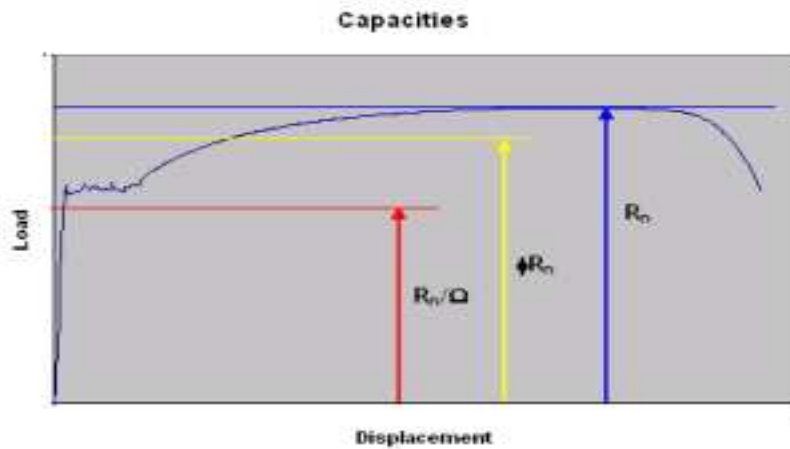
- a. Gelagar induk yang terbentang dari titik tumpu ke titik tumpu
- b. Konstruksi tumpuan di atas pangkal jembatan
- c. Konstruksi dari lantai kendaraan
- d. Pertambatan melintang dan pertambatan memanjang (*Struyk dan Van Deer Veen, Jembatan, 1995 : 19*)

### **2.3 Definisi Metode Desain Faktor beban dan Tahanan ( LRFD )**

Batang batang struktur rangka harus memiliki kekuatan dan ketahanan yang cukup sehingga dapat berfungsi selama umur layanan struktur tersebut. Dalam mendesai batang tarik baja harus memberikan keamanan dan menyediakan cadangan kekuatan yang diperlukan untuk menanggung beban layanan, yakni harus memiliki kemampuan terhadap kemungkinan kelebihan beban atau kekurangan kekuatan. Kelebihan beban dapat terjadi akibat perubahan fungsi balok, terlalu rendahnya taksiran atas efek efek beban karena penyederhanaan yang berlebihan dalam analisis strukturnya, dan akibat variasi variasi dalam prosedur konstruksinya.

Dewasa ini perkembangan dan desain struktur baja telah bergeser menuju prosedur desain yang lebih rasional dan berdasarkan konsep probabilitas. Konsep desain pertama kali diadopsi oleh American Institute of steel construction (AISC). Desain ini memberikan keamanan struktur yang menjamin penghematan secara menyeluruh dengan memperhatikan variable variable desain yaitu factor beban dan ketahanan struktur dengan menggunakan criteria probabilistic). Metode ini dikenal dengan desain factor beban dan tahanan ( Load and Resistance Factor Design) atau metode LRFD, namun di Indonesia kebanyakan digunakan desain tegangan ijin, Allowable Stress Design ( metode ASD). Metode ASD menitik beratkan pada baban layanan ( beban kerja) dan tegangan yang dihitung secara elastic dengan cara membandingkan tegangan terhadap harga batas yang diijinkan





Gambar 2.2. Grafik tegangan regangan

Rasionalitas metode LRFD selalu menarik atau cenderung memberikan struktur yang lebih aman bila dibandingkan dengan metode ASD dalam mengkombinasikan beban hidup dan beban mati.

#### 2.4. Pemilihan Struktur Jembatan

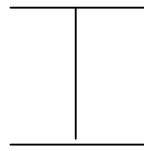
Dalam pemilihan struktur jembatan perlu diperhatikan beberapa aspek yang nantinya akan sangat diperlukan dalam merencanakan suatu jembatan , antara lain:

- Aspek kekuatan struktur
- Aspek ekonomis
- Aspek estetika
- Aspek kondisi setempat

Berdasarkan hasil analisa tersebut diperoleh struktur jembatan tipe parker paling kokoh dan memiliki nilai estetika terbaik.

## 2.5 Desain Penampang

Identifikasi material dilakukan dalam rangka pengenalan karakteristik dan mencari propoerti penampang yang berpengaruh dalam analisis desain. Penampang yang diidentifikasi adalah penampang WF kerana penampang penampang ini adalah jenis penampang yang sering digunakan.



*Gambar 2.2 profil WF*

## 2.6. Data – data Perencanaan

Jembatan Trisula ini dimodifikasi dengan memakai metode LRFD dengan memakai rangka tipe Parker Truss. Adapun data data yang digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Panjang jembatan : 50 m
2. Lebar jembatan : 9 m
3. Lebar rencana jalan : 7 m
4. Lantai kendaraan : 2 Lajur
5. Lebar trotoar : 2 x 0.8 m
6. Tipe Rangka : Parker Truss

## 2.7 Studi Kepustakaan

Peraturan peraturan yang dipakai yaitu :

1. Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan “ Bridge Management System “ (BMS) 1992
2. Standar Pembebanan Untuk Jembatan RSNI T-02-2005
3. SNI 03 – 1729- 2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja

## 2.8 Bahan Bahan Yang Digunakan

Bahan bahan yang digunakan dalam perencanaan bangunan atas jembatan Trisula adalah sebagai berikut:

1. Baja
  - Mutu baja yang digunakan untuk struktur rangka adalah baja profil WF dengan  $E=200.000 \text{ MPa}$  ,  $G = 80.000 \text{ MPa}$  ,  $\mu=0,3$  (SNI 03 – 1729- 2002)
  - Mutu baja yang digunakan untuk penulangan pelat lantai kendaraan dan penulangan lainnya adalah baja mutu  $f_y 320 \text{ MPa}$ .
2. Beton.
  - Kuat tekan beton ( $f_c'$ ) yang dipakai adalah  $30 \text{ MPa}$

## 2.9. Pembebanan

### 2.9.1 Beban Primer

Adalah beban yang merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan pada perencanaan jembatan. Yang termasuk beban primer adalah :

#### a. Beban Mati

Adalah beban yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau termasuk unsur tambahan yang tetap menyatu dengannya. Penentuan beban mati termasuk digunakan nilai berat isi untuk bahan bangunan tersebut, yaitu

*Tabel 2.1 Berat isi untuk beban mati*

Bahan	Kerapatan Massa (kg/m <sup>3</sup> )
Campuran aluminium	2720
Lapisan permukaan beraspal	2240
Besi tuang	7200
Timbunan tanah dipadatkan	760
Kerikil dipadatkan	1920-2320
Aspal beton	2244
Beton ringan	1250-2000
Beton	2240-2560
Beton prategang	2560-2640
Baja	7850
Beton bertulang	2400-2600

(Sumber: RSNI T-02-2005 halaman 11)

#### b. Beban Hidup

Adalah semua beban yang berasal dari kendaraan bergerak, lalu lintas atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan. Beban hidup yang bekerja pada jembatan yang ditinjau dibagi dalam dua macam :

1. Beban T

Untuk perhitungan kekuatan lantai kendaraan atau sistem lantai kendaraan jembatan, harus digunakan beban T yang merupakan beban kendaraan truk yang mempunyai roda ganda (*dual wheel load*) sebesar 10 ton.

Table 2.2 Faktor beban untuk pembebanan truk "T"

Jangka Waktu	Faktor Beban
Sementara	2,0

Sumber : Standar Pembebanan Untuk Jembatan RSNI T-02-2005 hal. 22

2. Beban D

Beban lajur "D" terdiri dari beban tersebar merata (UDL) yang digabung dengan beban garis (KEL). Beban terbagi rata UDL mempunyai intensitas q Kpa , dimana besarnya q tergantung pada panjang total yang dibebani L seperti berikut :

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

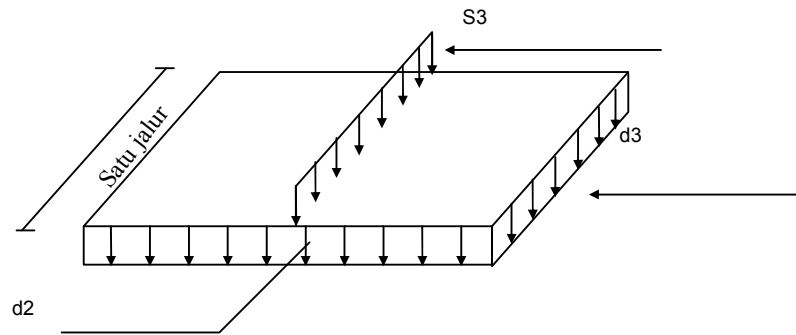
$$L \geq 30 \text{ m} ; q = 8,0 \left( 0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{ Kpa} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$$1 \text{ Kpa} = 100 \text{ kg/m}^2$$

Beban garis (KEL) dengan intensitas p KN/m harus ditempatkan tegak lurus dari arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas  $p=44\text{KN/m}$  .

Beban “D” harus ditempatkan pada dua jalur lalu lintas rencana yang berdekatan untuk lebar jalan lebih besar dari 5,5 m dan bekerja dengan intensitas 100% selebar 5,5 dan sisa lebar jalan bekerja 50%.



Gambar 3.2 Beban “D”

Tabel 2.3 Faktor beban untuk beban lajur “D”

Jangka Waktu	Faktor Beban
Tetap	2,0

Sumber : Standar Pembebanan Untuk Jembatan RSNI T-02-2005 hal. 12

### 3. Beban Trotoar

Konstruksi trotoar harus diperhitungkan terhadap beban hidup sebesar 500 kg/m<sup>2</sup>. Jembatan pejalan kaki dan trotoar pada jembatan jalan raya harus direncanakan untuk memikul beban per m<sup>2</sup> dari luas yang dibebani.

Table 2.4 Faktor beban untuk beban trotoar

Jangka Waktu	Faktor Beban
Sementara	2,0

Sumber : Standar Pembebanan Untuk Jembatan RSNI T-02-2005 hal. 12

### 2.9.2. Beban Sekunder

Beban sekunder adalah beban yang merupakan beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Yang termasuk kedalam beban sekunder adalah :

#### a. Beban Angin

Gaya nominal ultimate dan gaya layan jembatan akibat angin tergantung dari kecepatan angin rencana sebagai berikut :

$$T_{EW} = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$V_w$  = kecepatan angin rencana (m/det) untuk keadaan batas yang ditinjau

$C_w$  = koefisien seret (untuk bangunan atas rangka  $C_w = 1,2$ )

$A_b$  = luas koefisien bagian samping jembatan ( $m^2$ )

Apabila suatu kendaraan yang berada diatas jembatan, beban garis merata tambahan arah horisontal harus diterapkan pada permukaan lantai seperti diberikan pada rumus :

$$T_{EW} = 0,0012 C_w (V_w^2)$$

*Tabel 2.5 Faktor Beban Untuk Beban Angin*

Jangka Waktu	Faktor Beban
Sementara	1,2

Sumber : Standar Pembebanan Untuk Jembatan RSNI T-02-2005 hal. 12

## b. Gaya Rem

Pengaruh gaya-gaya dalam arah memanjang jembatan akibat gaya rem, harus ditinjau. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya rem sebesar 5% dari beban “D” tanpa koefisien kejut yang memenuhi semua jalur lalu lintas yang ada, dan dalam satu jurusan.

Gaya rem tersebut dianggap bekerja horisontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,80 meter diatas permukaan lantai kendaraan.

Tabel 2.6 Faktor beban untuk gaya rem

Jangka Waktu	Faktor Beban
Sementara	2,0

Sumber : Standar Pembebanan Untuk Jembatan RSNI T-02-2005 hal. 12

## 2.10 Teori Desain Struktur Baja

Karena struktur jembatan ini secara umum terdiri dari gaya aksial untuk rangka dan gaya lentur untuk gelagar-gelagar lantai kendaraan, maka dapat diuraikan sebagai berikut :

### a. Stabilitas batang tarik (*Tension*)

Persyaratan keamanan struktur yang diberikan dalam LRFD adalah (CG.

Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid I, 1992 : 95)

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u \quad \dots\dots\dots(2.4)$$



Dimana :

$\phi_t$  = faktor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

$T_n$  = kekuatan nominal batang tarik

$T_u$  = beban terfaktor pada batang tarik

b. Stabilitas batang tekan

Persyaratan kekuatan dalam desain faktor dan resistensi menurut LRFD adalah (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid I, 1992 : 342).

$$\phi_c P_n \geq P_u \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

$\phi_c$  = 0,85

$P_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$P_u$  = beban layanan terfaktor

Kekuatan nominal  $P_n$  dari batang tekan adalah :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr} \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

$A_g$  = luas penampang bruto batang tekan

$F_{cr}$  = tegangan kritis

Nilai  $F_{cr}$  tergantung pada parameter  $\lambda_c$  (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid I, 1992 : 340) sebagai berikut :

Untuk  $\lambda_c \leq 1,5$

$$F_{cr} = \left(0,658^{\lambda_c^2}\right) F_y \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

Untuk  $\lambda_c \geq 1,5$

$$F_{cr} = \left( \frac{0,887}{\lambda_c^2} \right) F_y \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

Untuk memberikan keamanan batang dari bahaya tekuk maka LRFD memberikan spesifikasi tersendiri untuk parameter kerampingan (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid I, 1992 : 338)

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2.E}} \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

$\frac{K.L}{r}$  = rasio kerampingan efektif

K = faktor panjang efektif

L = panjang batang

r = radius girasi =  $\sqrt{\frac{I}{A_g}}$

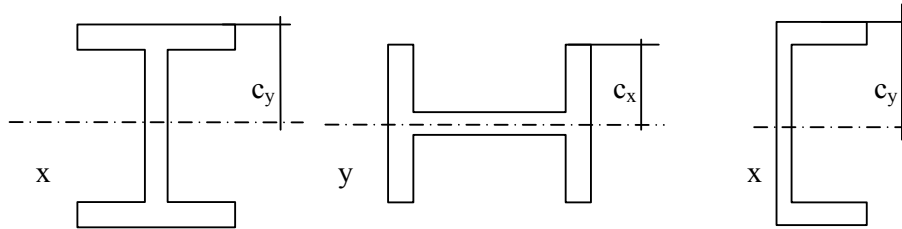
I = momen inersia

E = modulus elastisitas baja

c. Stabilitas Batang Lentur

Tegangan pada penampang yang umum dapat dihitung dengan rumus lentur sederhana bila beban-beban bekerja pada salah satu arah utama. Bila suatu penampang yang paling tidak memiliki satu sumbu simetri dan dibebani melalui pusat gesernya sehingga mengalami momen lentur dalam arah

sembarangan, komponen  $M_{xx}$  dan  $M_{yy}$  pada arah utama dapat diperoleh, sehingga tegangan dihitung sebagai berikut :



$$S_x = I_x/c_x$$

$$S_y = I_y/c_y$$

$$S_x = I_x/c_y$$

$$f = \frac{M_{xx}}{S_{xx}} = \frac{M_{yy}}{S_{yy}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

$f$  = tegangan lentur

$S$  = modulus penampang

### 2.11. Perencanaan Sambungan

Sambungan dalam suatu struktur merupakan bagian yang tidak mungkin diabaikan begitu saja, karena kegagalan pada sambungan dapat mengakibatkan kegagalan struktur secara keseluruhan.

Syarat-syarat sambungan :

1. Harus kuat, aman tetapi cukup hemat.
2. Ditempat yang mudah terlihat, seharusnya dibuat seindah mungkin.
3. Mudah dalam pelaksanaan pemasangan di lapangan.

4. Pada satu titik sambungan sebaiknya dihindari penggunaan alat penyambung yang berbeda-beda.

Pada perencanaan jembatan busur rangka ini sambungan direncanakan dengan menggunakan baut mutu tinggi.

Berdasarkan SNI 03 – 1729 – 2002 hal. 99 Suatu baut yang memikul gaya terfaktor,  $R_u$ , harus memenuhi :

$$\phi R_n \geq P_u \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

$\phi$  = faktor resistansi (untuk konektor harga itu berkaitan dengan tipe kejadian, seperti 0,75 untuk retakan dalam tarik, 0,65 untuk geser pada baut berkekuatan tinggi, dan 0,75 untuk tumpu baut pada sisi lubang)

$R_n$  = kuat nominal baut

$P_u$  = beban terfaktor pada satu penyambung

**2.11.1. Baut dalam geser**

Kuat geser rencana dari satu baut dihitung sebagai berikut:

$$V_d = \phi_f V_n = \phi_f r_1 f_u^b A_b \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

(SNI 03 – 1729 – 2002 hal. 100)

Keterangan

$r_1 = 0,5$  untuk baut tanpa ulir pada bidang geser

$r_1 = 0,4$  untuk baut dengan ulir pada bidang geser

$\phi_f = 0,75$  adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur

$f_u^b$  = adalah tegangan tarik putus baut

$A_b$  = adalah luas bruto penampang baut pada daerah  
berulir

### 2.11.2. Baut yang memikul gaya tarik

Kuat tarik rencana satu baut dihitung sebagai berikut :

$$T_d = \phi_f T_n = \phi_f 0,75 f_u^b A_b \dots\dots\dots(2.13)$$

(SNI 03 – 1729 – 2002 hal. 100)

Keterangan:

$\phi_f = 0,75$  adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur

$f_u^b$  = adalah tegangan tarik putus baut

$A_b$  = adalah luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

### 2.11.3. Kuat Tumpu

Kuat tumpu rencana bergantung pada yang terlemah dari baut atau komponen pelat yang disambung. Apabila jarak lubang tepi terdekat dengan sisi pelat dalam arah kerja gaya lebih besar daripada 1,5 kali diameter lubang, jarak antar lubang lebih besar daripada 3 kali diameter lubang, dan ada lebih dari satu baut dalam arah kerja gaya, maka kuat rencana tumpu dapat dihitung sebagai berikut :

$$R_d = \phi_f R_n = 2,4 \phi_f d_b t_p f_u \dots\dots\dots(2.14)$$

(SNI 03 – 1729 – 2002 hal. 100)

Keterangan:

$\phi_f = 0,75$  adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur

$d_b$  = adalah diameter baut nominal pada daerah tak berulir

$t_p$  = adalah tebal pelat

$f_u$  = adalah tegangan tarik putus yang terendah dari baut atau pelat

#### 2.11.4 Tata Letak Baut

Jarak antar pusat lubang pengencang tidak boleh kurang dari 3 kali diameter nominal pengencang. Jarak minimum dari pusat pengencang ke tepi pelat atau pelat sayap profil harus memenuhi spesifikasi dalam Tabel berikut :

*Tabel 2.6 Tata Letak Baut*

Tepi dipotong dengan tangan	Tepi dipotong dengan mesin	Tepi Profil bukan hasil potongan
$1,75 d_b$	$1,5 d_b$	$1,25 d_b$

Dengan  $d_b$  adalah diameter nominal baut pada daerah tak berulir.

#### 2.11.4 Jarak Maksimum

Jarak antara pusat pengencang tidak boleh melebihi  $15 t_p$  (dengan  $t_p$  adalah tebal pelat lapis tertipis didalam sambungan), atau 200 mm. Pada pengencang yang tidak perlu memikul beban terfaktor dalam daerah yang tidak mudah berkarat, jaraknya tidak boleh melebihi  $32 t_p$  atau 300 mm. Pada baris luar pengencang dalam arah gaya rencana, jaraknya tidak boleh melebihi  $(4 t_p + 100 \text{ mm})$  atau 200 mm.

#### **2.11.5 Jarak Minimum**

Jarak dari pusat tiap pengencang ke tepi terdekat suatu bagian yang berhubungan dengan tepi yang lain tidak boleh lebih dari 12 kali tebal pelat lapis luar tertipis dalam sambungan dan juga tidak boleh melebihi 150 mm.

#### **2.12 Perencanaan Gelagar Memanjang**

Gelagar memanjang adalah gelagar yang dipasang arah memanjang jembatan, berfungsi sebagai tumpuan lantai kendaraan dan menyalurkan beban-beban yang diterimanya pada gelagar melintang.

#### **2.13 Perencanaan Gelagar Melintang**

Gelagar melintang adalah konstruksi jembatan yang melintang dibawah lantai kendaraan. Setelah gelagar melintang ditentukan, maka harus dikontrol terhadap tegangan lentur dan geser serta lendutan.

#### **2.14 Ikatan angin**

Ikatan angin adalah salah satu sisi komponen jembatan yang berfungsi utamanya memberikan kekuatan konstruksi dalam bidang horisontal.

Ikatan angin dapat berada diatas, ditengah, dan dibawah, yang terletak diatas disebut ikatan angin atas, yang terletak ditengah disebut ikatan angin tengah sedangkan yang terletak dibawah disebut ikatan angin bawah.

## 2.15 Kontruksi Perletakan / Landasan

Konstruksi perletakan harus mengalihkan gaya-gaya tegak dan mendatar yang bekerja pada jembatan kepada pangkal jembatan dan pondasi. Untuk mengatasinya dapat dipasang dua macam tumpuan yaitu Elastomer.

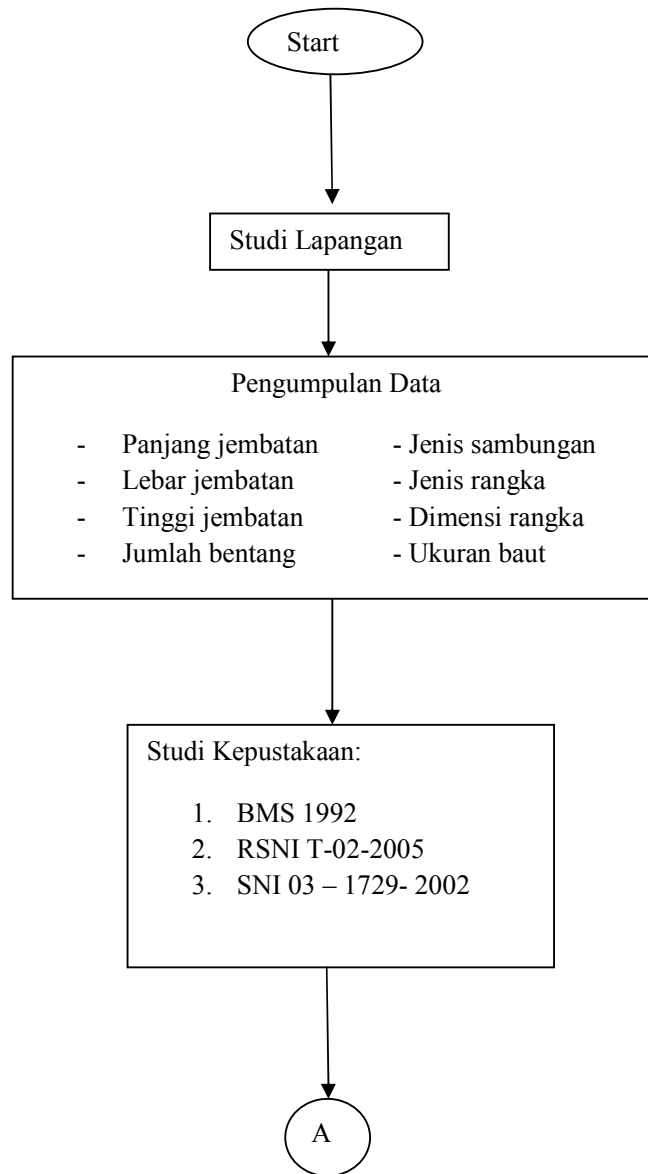
Berikut ini merupakan spesifikasi elastomer yang digunakan sebagai tumpuan jembatan.

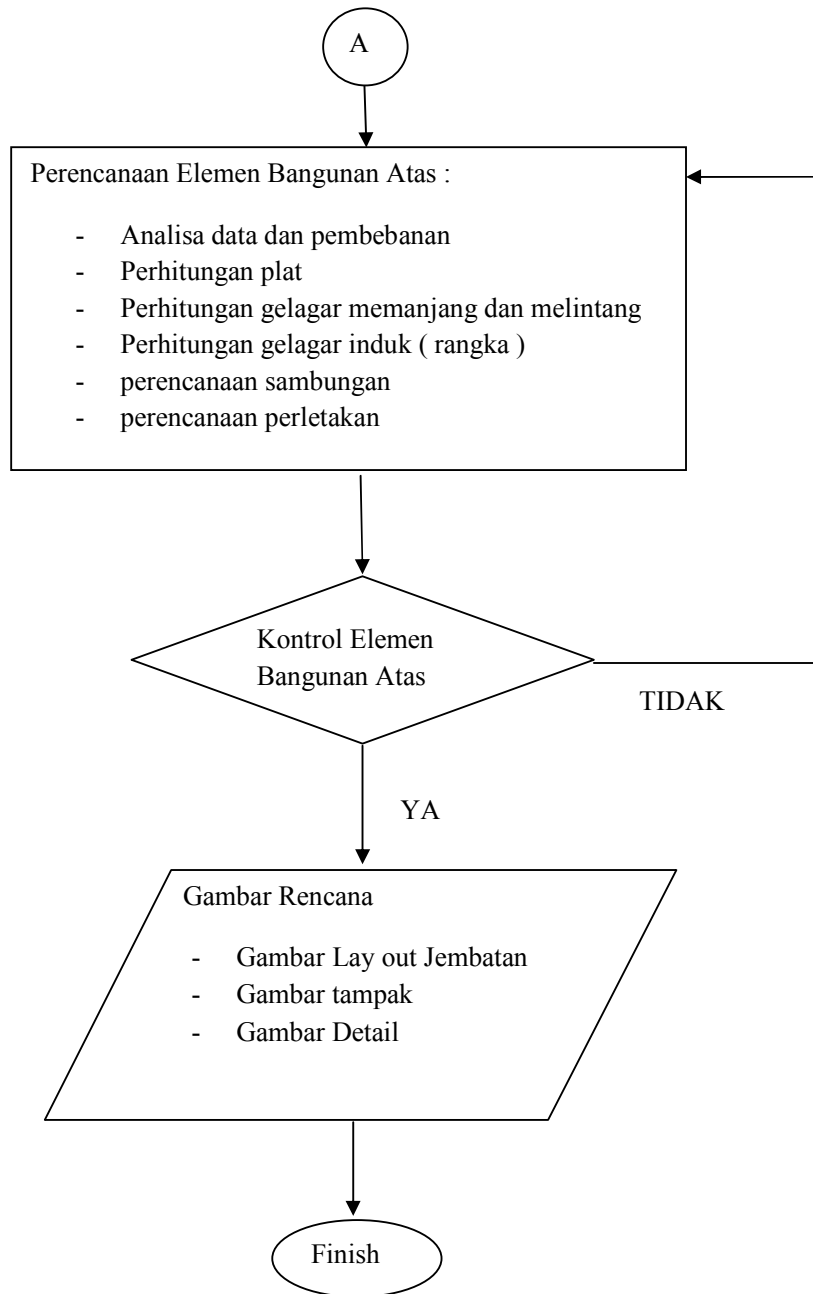
Tabel 2.7 Spesifikasi Elastomer

Pengujian		Standar ASTM	Karet alam			Karet sintesis (Neoprene)			Satuan
			50 duro	60 duro	70 duro	50 duro	60 duro	70 duro	
Sifat fisik	Modulus geser minimum	D. 412	0,80	0,80	0,80	0,55	0,55	0,55	MPa
	Kekerasan shore "A"	D.2240	50 ± 5	60 ± 5	70 ± 5	50 ± 5	60 ± 5	70 ± 5	Point
	Kuat tarik minimum	D. 412	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	MPa
	Perpanjangan ultimit minimum		450	400	300	400	350	300	%
Ketahanan terhadap panas (heat resistance)	Temperatur spesifik pengujian	D. 573	70	70	70	100	100	100	°C
	Lama pengusangan (aging)		168	168	168	70	70	70	Jam
	Perubahan mak. kekerasan "shore A"		+ 10	+ 10	+ 10	+ 15	+ 15	+ 15	Point
	Perubahan maksimum pada kuat tarik		-25	-25	-25	-15	-15	-15	%
	Perubahan maksimum pada perpanjangan ultimit		-25	-25	-25	-40	-40	-40	%
Perubahan akibat tekanan (compression set)	Temperatur spesifik pengujian	D. 395 Metoda B	70	70	70	100	100	100	°C
	Perubahan mak. yang diizinkan setelah 22 jam		-25	-25	-25	-35	-35	-35	%
Kuat lekat (adhesion strength)	Kuat lekat minimum yang diijinkan	D 429 Metoda E	40	40	40	40	40	40	lb/in
Ketahanan ozon	Konsentrasi ozon	D.1149	25	25	25	100	100	100	MPa
	Lama pengujian		48	48	48	100	100	100	Jam
	Dengan regangan 20% pada temperatur ± 37,7°C prosedur penempatan D. 518, prosedur A		Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	



Sistematika metodologi pekerjaan Tugas Akhir dapat dilihat seperti diagram flowchart di bawah ini:





## BAB III

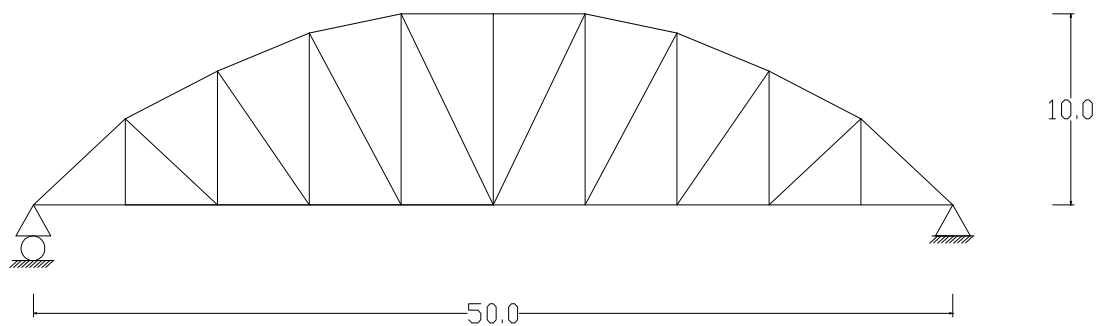
### PERENCANAAN JEMBATAN

#### 3.1 Data Perencanaan

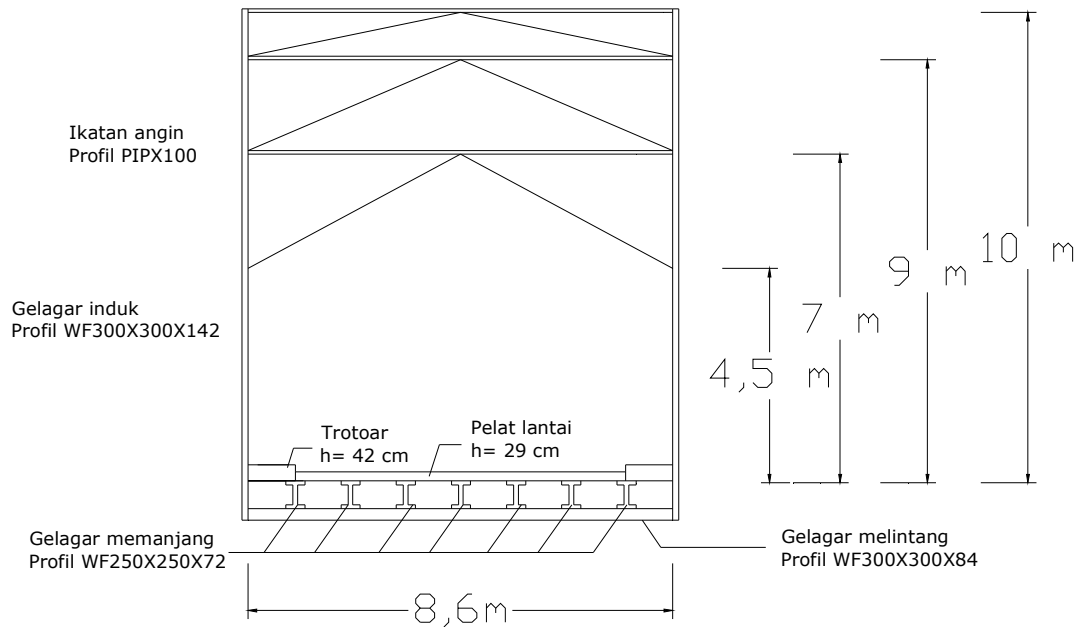
Data – data perencanaan pada struktur atas jembatan ini, meliputi data pembebanan dan data struktur konstruksi. Data yang ada merupakan bahan perencanaan pada kondisi proyek yang bersangkutan dengan tidak mengubah data – data pokok yaitu panjang bentang jembatan, lebar jembatan, dan lebar trotoir.

##### 3.1.1 Gambar Perencanaan

Untuk mempermudah dalam perhitungan selanjutnya, berikut ini akan disajikan gambar perencanaan struktur jembatan yang potongan memanjang dan melintang.



Gambar 3.1 Potongan Memanjang Jembatan



Gambar 3.2 Potongan Melintang Jembatan

### 3.1.2 Data Struktur

Data perencanaan struktur atas Jembatan :

1. Panjang Jembatan : 50 meter
2. Lebar Lantai Kendaraan : 7 meter
3. Lebar Trotoir : 2 x 0.8 meter
4. Tipe Jembatan : Rangka baja Parker truss
5. Jarak antar Gelagar Melintang : 5 meter
6. Jarak antar Gelagar Memanjang : 1,17 meter
7. Mutu Baja struktur rangka :  $F_y$  320 Mpa
8. Mutu Beton :  $F'_c$  30 Mpa
9.  $F_y$  Tulangan ulir : 320 Mpa
10.  $F_y$  Tulangan polos : 240 Mpa

### 3.1.3 Data Pembebanan

Lapisan aspal lantai kendaraan :

1. Tebal Lapisan Aspal  
= (tinggi aspal tertinggi + tinggi aspal terendah) / 2  
= (0,05 + 0,09) / 2 : 0,07 m
2. Berat Jenis Aspal : 2240 kg/m<sup>3</sup>

Pelat beton trotoir :

1. Tebal Plat Beton : 0,37 meter
2. Tegel : 0,03 meter
3. Spesi : 0,02 meter
4. Berat Jenis Beton Bertulang : 2400 kg/m<sup>3</sup>

Pelat Beton lantai kendaraan :

1. Tebal Plat Beton : 0,22 meter
2. Berat Jenis Beton Bertulang : 2400 kg/m<sup>3</sup>

Air Hujan :

1. Berat Air Hujan : 1000 kg/m<sup>3</sup>

### 3.2. Perhitungan Plat Lantai Kendaraan dan Trotoir

#### 3.2.1 Pembebanan pada Trotoir

##### A. Beban mati

- Beban Mati

- Bs. Plat beton	= $0,37 \times 1,0 \times 2400 \times 1,3$	= 1154,4 kg/m
- Tegel	= $0,03 \times 1,0 \times 2200 \times 1,3$	= 85,8 kg/m
- Spesi	= $0,02 \times 1,0 \times 2000 \times 1,3$	= <u>52 kg/m</u> +
		1292.2 kg/m

##### B. Beban Hidup

- Beban Hidup Trotoir

Konstruksi trotoir harus diperhitungkan terhadap beban hidup sebesar

$q = 5 \text{ kpa} = 500 \text{ kg/m}^2$  faktor beban 2,0 (RSNI T-02-2005 halaman 27)

$qu_2 = 500 \times 1 \times 2,0 = 1000 \text{ kg/m}$

- Beban hidup pada kerb

Sepanjang bagian atas lantai trotoir harus diperhitungkan terhadap beban yang bekerja secara horizontal sebesar  $q = 15 \text{ kN/m}$  1500 kg/m.

(Ket: BMS bagian 2 halaman 2-67)

### 3.2.2. Pembebanan Plat Lantai Kendaraan

#### A. Beban Mati

$$\begin{aligned} - \text{Bs. Plat beton} &= 0,22 \times 1,0 \times 2400 \times 1,3 = 686,4 \text{ kg/m}^2 \\ - \text{Bs. Lapisan aspal} &= 0,07 \times 1,0 \times 2200 \times 1,3 = 200,2 \text{ kg/m}^2 \\ &\hline &886,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### B. Berat hidup

- air hujan

$$0,1 \times 1,0 \times 1000 = 100 \text{ kg/m}$$

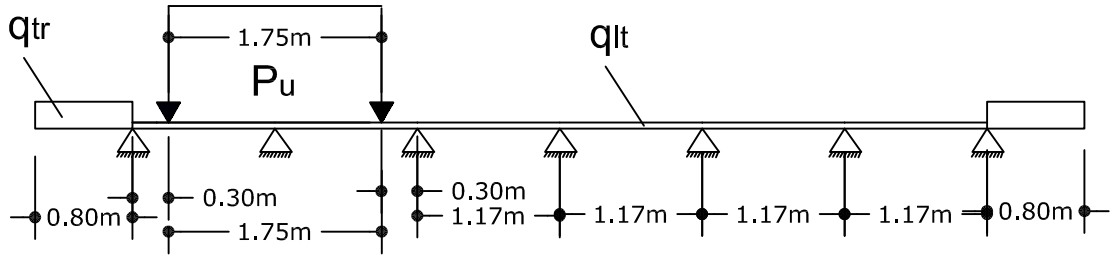
- Beban hidup "T"

Beban hidup "T" adalah beban beban gandar truck maksimum sebesar 100kN dengan beban factor = 2,0 (BMS bagian 2 halaman 2-27).

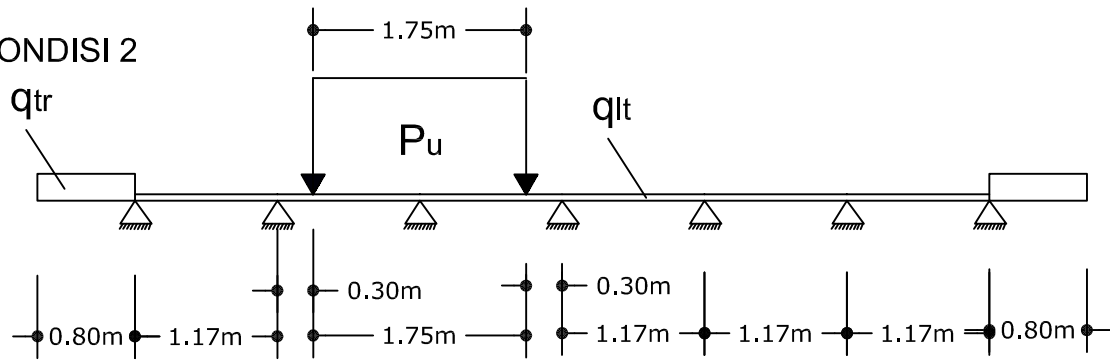
$$T_u = 100 \times 2 = 200 \text{ kN} = 20.000 \text{ kg}$$

### 3.3 Perhitungan Plat Lantai Kendaraan

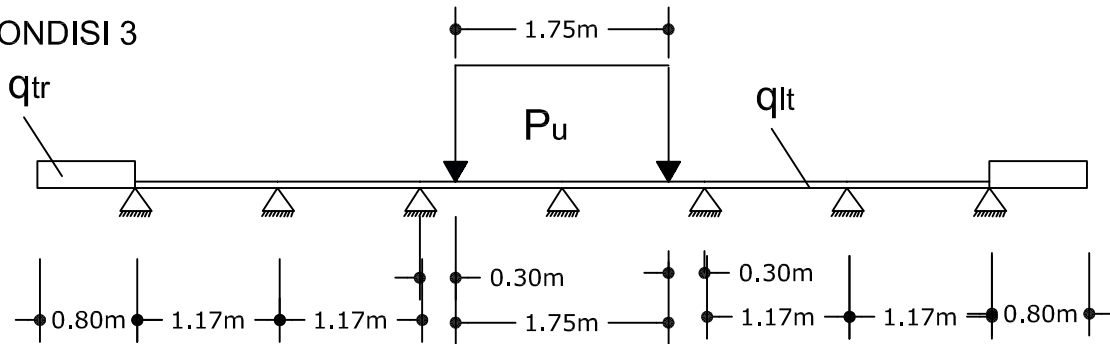
#### KONDISI 1



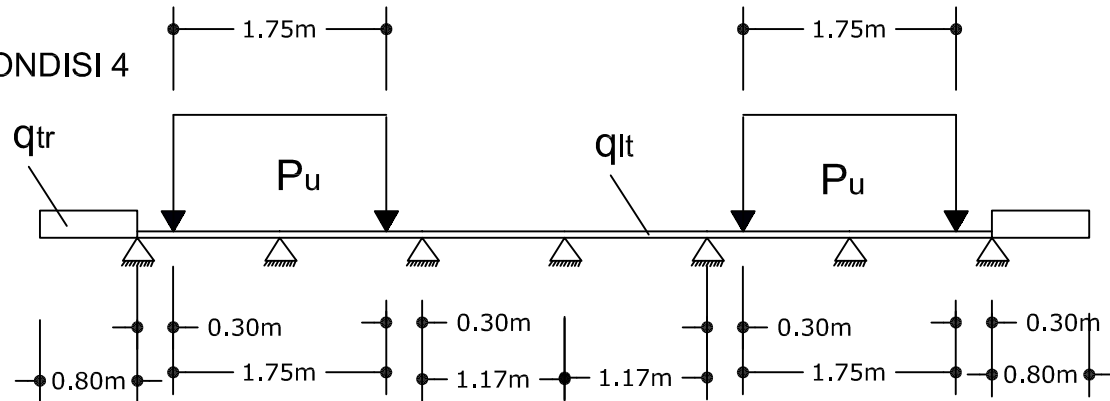
#### KONDISI 2



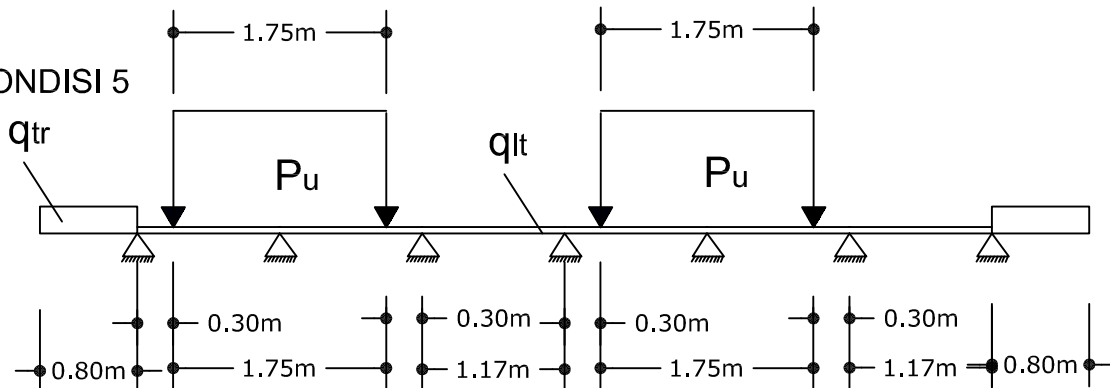
#### KONDISI 3



#### KONDISI 4

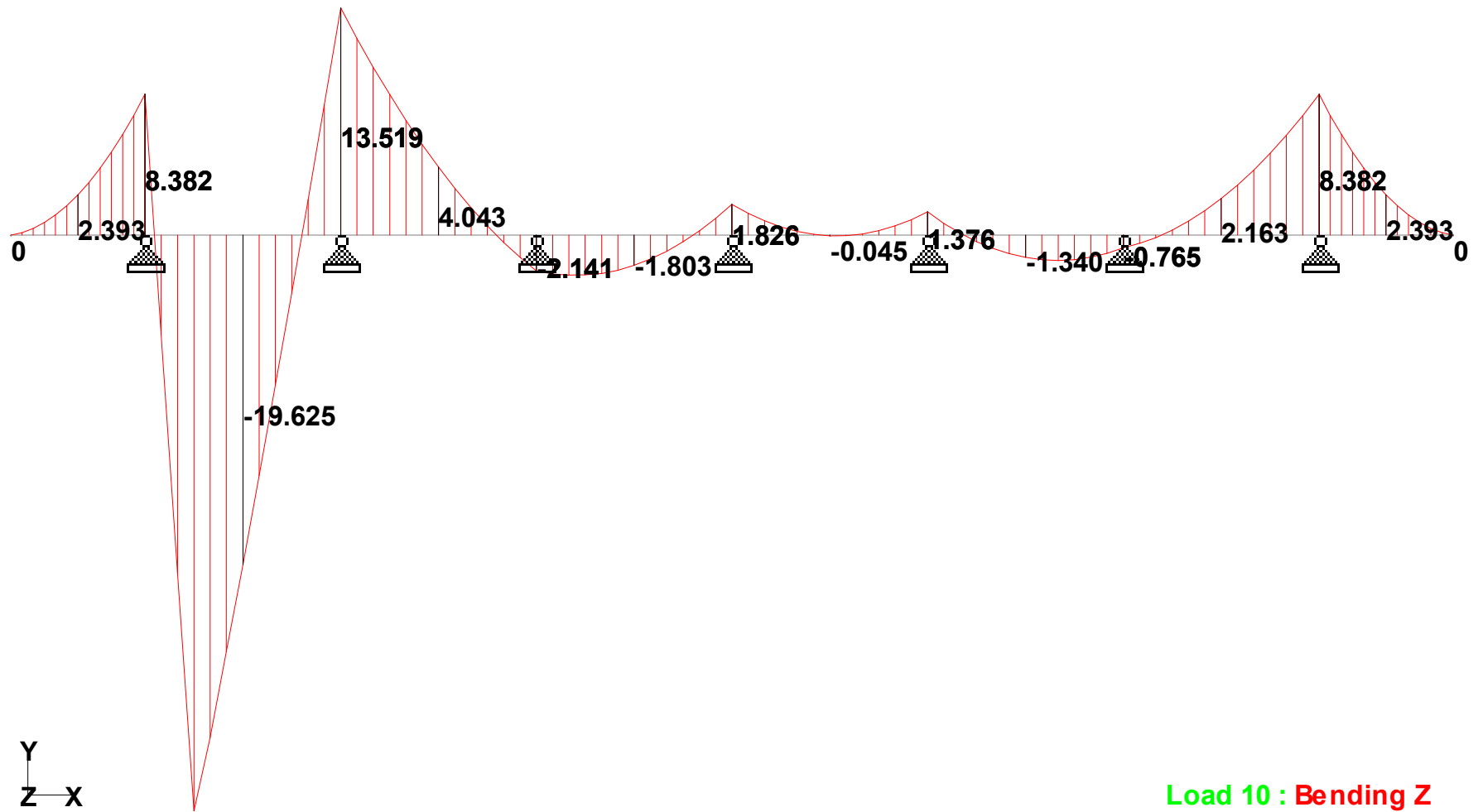


#### KONDISI 5

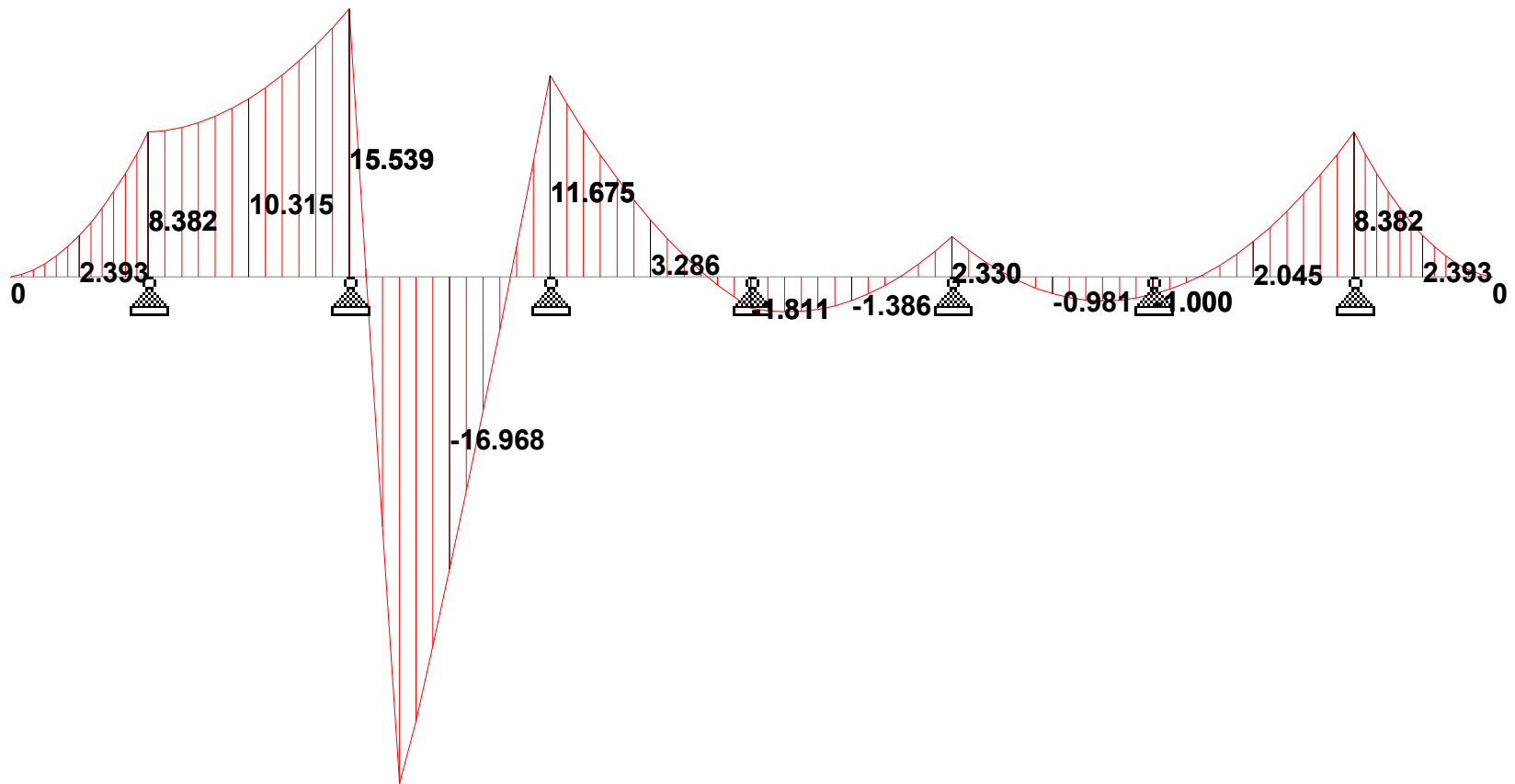




# Kondisi 1

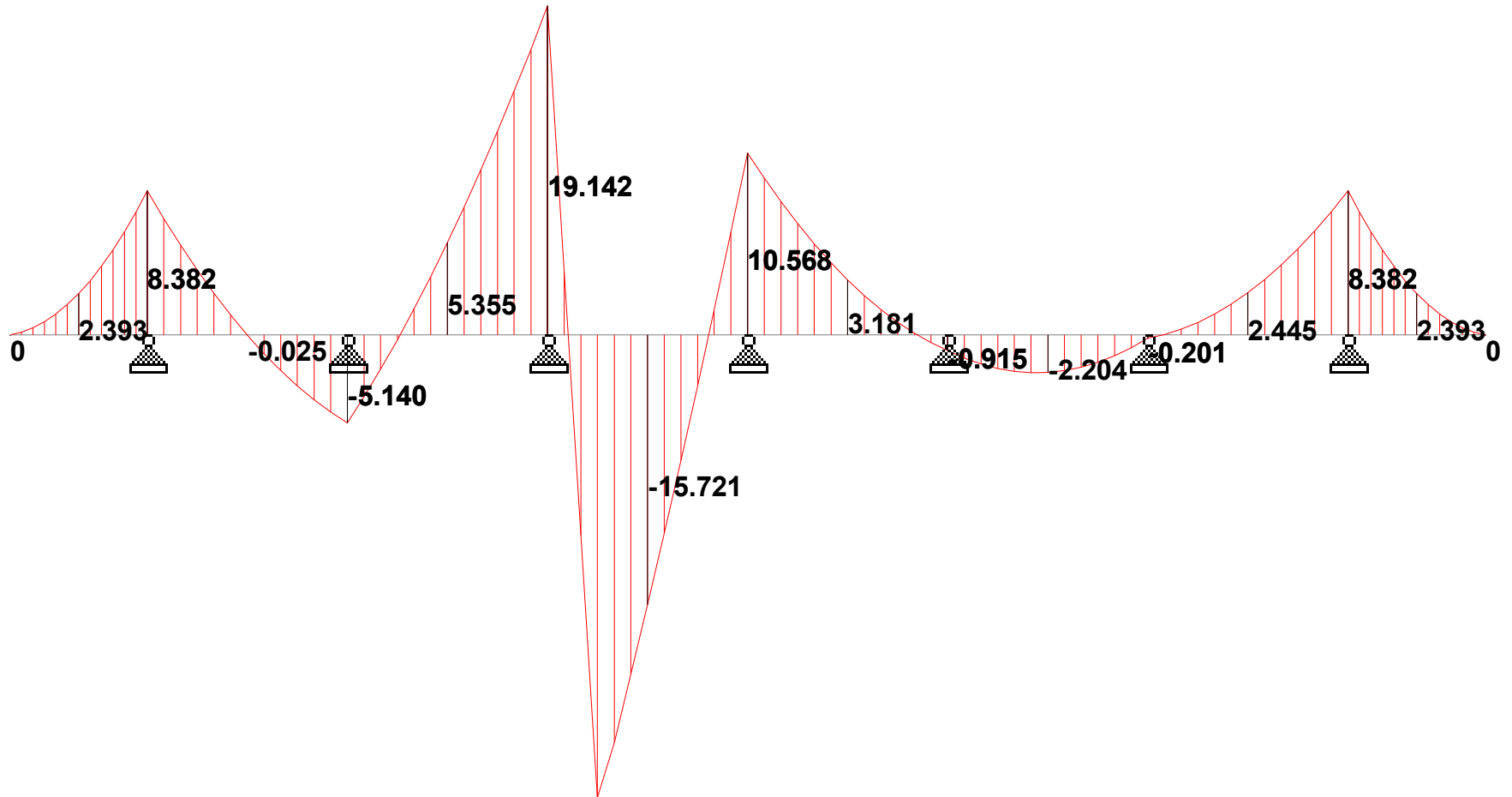


## Kondisi 2



Load 11 : Bending Z  
Moment - kNm

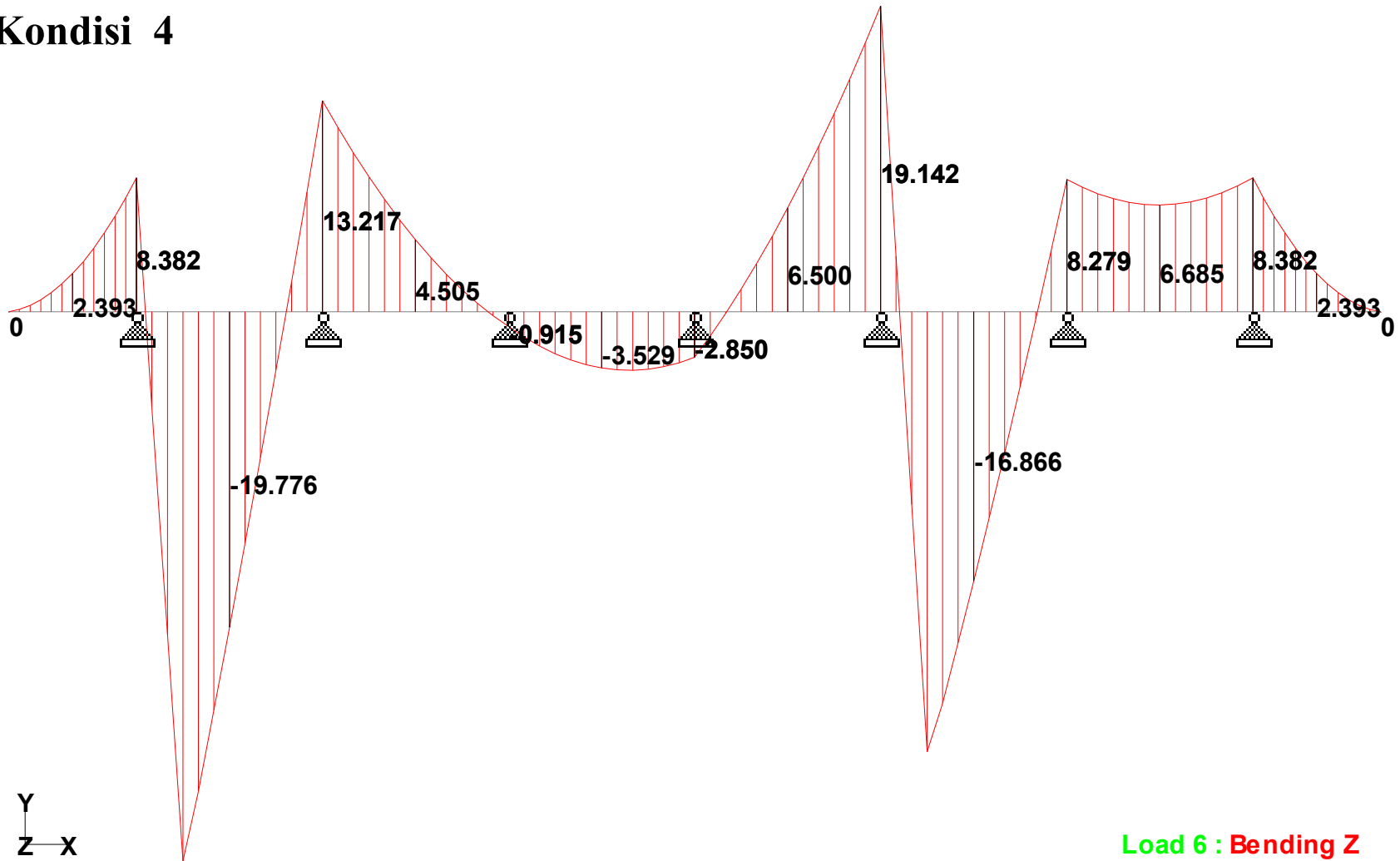
# Kondisi 3



Y  
Z—X

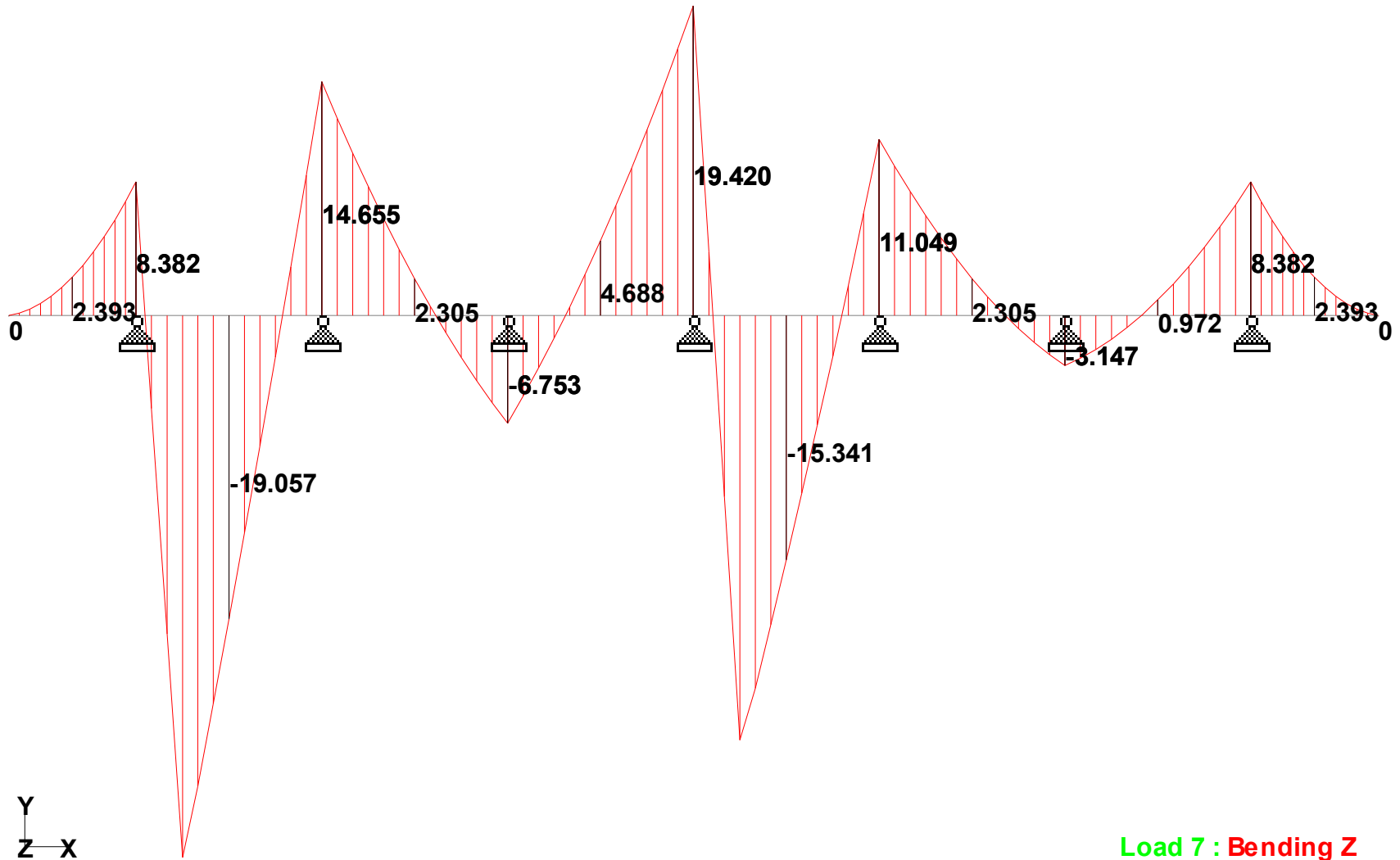
Load 13 : Bending Z  
Moment - kNm

# Kondisi 4



Load 6 : Bending Z  
Moment - kNm

# Kondisi 5



Load 7 : Bending Z  
Moment - kNm

**Tabel 3.1 Momen pada tumpuan dan lapangan (kN.m)**

<b>No.</b>	<b>Batang / Joint</b>	<b>Kondisi 1</b>	<b>Kondisi 2</b>	<b>Kondisi 3</b>	<b>Kondisi 4</b>	<b>Kondisi 5</b>
1	AB (trottoir)	-2.393	- 2.393	-2.393	-2.393	-2.393
2	BC	19.625	- 10.315	0.025	19.776	19.057
3	CD	-4.403	16.968	-5.355	-4.5	-2.305
4	DE	1.803	- 3.286	15.721	3.529	-4.688
5	EF	0.045	1.386	-3.181	-6.50	15.341
6	FG	1.34	0.981	2.204	16.866	2.305
7	GH	-2.163	- 2.045	- 2.44	6.685	-0.97
8	HI (trottoir)	2.393	- 2.393	-2.393	-2.393	-2.393
9	B (trottoir)	-8.383	- 8.382	-8.382	-8.382	-8.382
10	C	-13.519	-15.539	5.14	-13.217	-14.655
11	D	2.141	-11.67	-19.142	0.915	6.753
12	E	-1.826	1.8	-10.568	2.85	-19.420
13	F	-1.376	2.3	0.915	-19.142	-11.049
14	G	0.765	1.0	0.201	-8.27	3.147
15	H (totoir)	-8.383	-8.382	8.382	-8.382	-8.382

### 3.3 Perhitungan Penulangan Plat

#### 3.3.1 Kontrol momen negatif (-)

Dari hasil perhitungan berdasarkan pembebanan kondisi I ,II dan III didapatkan :

$$M_{\max} \text{ Tumpuan (Mu)} = 19.42 \text{ KNmm}$$

$$\text{Digunakan diameter tulangan, } D = 22 \text{ mm}$$

$$h = 220$$

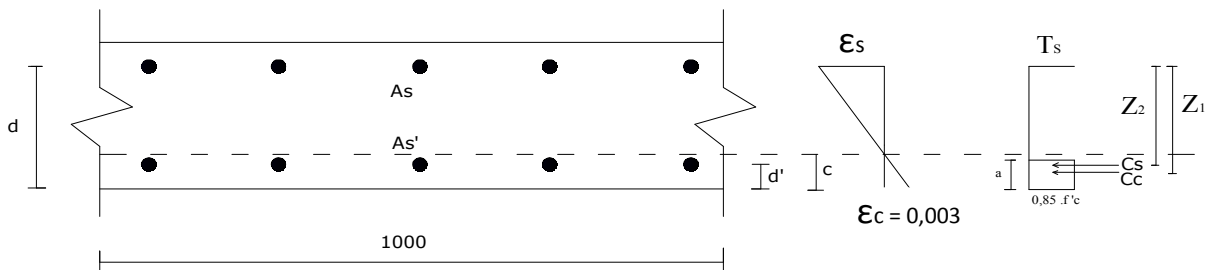
$$d = 220 - 50 - (1/2 \cdot 22) = 159 \text{ mm}$$

Diambil D16 dengan jarak 150 mm

$$A_s = (1/4 \times \pi \times 22^2 \times 1000) / 150 = 2532.93 \text{ mm}^2$$

Mencari letak garis netral

(dimisalkan garis netral > d')



Gambar 3.1 Diagram tegangan Pelat (momen negatif)

$$f_s' = \frac{c - d'}{c} \times 0.003 \times 200000 = \frac{c - d'}{c} \times 600$$

$$f_s = \frac{d - c}{c} \times 0.003 \times 200000 = \frac{d - c}{c} \times 600$$

$$\sum H =$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$0.85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot B + A_s' \cdot (f_s' - 0.85 \cdot f_c') - A_s \cdot f_s =$$

$$0.85 \cdot 30 \cdot 0.85 \cdot c \cdot 1000 + 2532.9 \cdot (c-d')/c \times 600 - 0.85 \cdot f_c' \cdot 2532.9 \cdot (c-d')/c \times 600 = 0$$

$$21675 c + 2532.93 \left[ \frac{c - 66}{c} \times 600 - 0.85 \times 30 \right] - 2532.93 \left[ \frac{159 - c}{c} \times 600 \right] = 0$$

$$21675 c^2 + 1455170.2 (c - 66) - 1519760 (159 - c) = 0$$

$$21675 c^2 + 1455170.2 c - 96041233 - 241641840 + 1519760 c = 0$$

$$21675 c^2 + 2974930.2 c - 337683073.2 = 0$$

Dengan menggunakan rumus abc didapatkan :

$$c = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$c_1 = \frac{-2974930 + \sqrt{2974930.2^2 - 4(21675)(-337683073.2)}}{2 \times 21675}$$

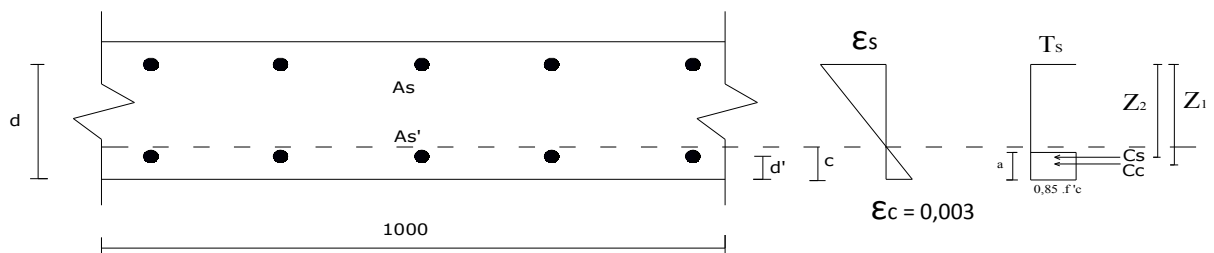
$$= 73.8132$$

$$c_2 = \frac{-3E+06 + \sqrt{2974930.2^2 - 4(21675)(-337683073.2)}}{2 \times 21675}$$

$$= -211.06$$

maka dipakai  $c = 73.8132$

$$a = \beta_1 \cdot c = 0.85 \cdot c = 62.7412$$



Selanjutnya dihitung nilai nilai :

$$f_s' = \frac{c - d'}{c} \times 600 = \frac{73.8132 - 66}{73.813} \times 600 = 63.5108 < f_y = 320 \text{ Mpa}$$

karena  $f_s' < f_y$  maka dipakai  $f_s' = 63.511$

$$f_s = \frac{d - c}{c} \times 600 = \frac{159 - 73.813}{73.813} \times 600 = 692.451 > f_y = 320 \text{ Mpa}$$

karena  $f_s > f_y$  maka dipakai  $f_y = 320 \text{ Mpa}$

$$\begin{aligned} C_c &= 0.85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \\ &= 0.85 \cdot 30 \cdot 62.7412 \cdot 1000 \\ &= 1599901.6 \text{ N} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
C_s &= A_s (f_s' - 0,85 \cdot f_c') \\
&= 2532,93 (63,511 - 0,85 \cdot 30) \\
&= 96278,696 \\
Z_1 &= d - (1/2 \cdot a) \\
&= 159 - 1/2 \cdot 62,7412 \\
&= 127,629 \\
Z_2 &= d - d' \\
&= 159 - 66 \\
&= 93 \\
M_n &= C_c \cdot Z_1 + C_s \cdot Z_2 \\
&= (1599901,6 \cdot 127,629) + (96278,696 \cdot 93) \\
&= 213148367 \text{ N.mm} \\
&= 213,148367 \text{ kN.m} \\
M_r &= \phi M_n = 0,8 \times 213,148367 = 170,51869 \text{ kN.m} \\
M_r &= 170,51869 \text{ kN.m} > M_u = 19,42 \text{ kN.m}
\end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan rangkap : D22 - 150 ( untuk tulangan tarik)  
D22 - 150 ( untuk tulangan tekan)

Direncanakan tulangan bagi  $\phi 10$

$$\begin{aligned}
A_{s_{\text{bagi}}} &= 20\% \cdot A_{s_{\text{perlu}}} \\
&= 506,58667
\end{aligned}$$

$$A_s \phi 10 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan } n = \frac{A_s \text{ Perlu}}{A_s \phi 10} = \frac{507}{78,5} = 6,45$$

$$\text{Jarak Tulangan } s = \frac{b}{n} = \frac{1000}{6,45} = 155 \text{ mm} \approx 160 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan :  $\phi 10 - 160$

### 3.3.2 Kontrol momen positif (+)

Dari hasil perhitungan berdasarkan pembebanan kondisi I ,II dan III didapatkan :

$$M_{\max} \text{ Tumpuan (Mu)} = 19.776 \text{ KNmm}$$

$$\text{Digunakan diameter tulangan, } D = 22 \text{ mm}$$

$$h = 220$$

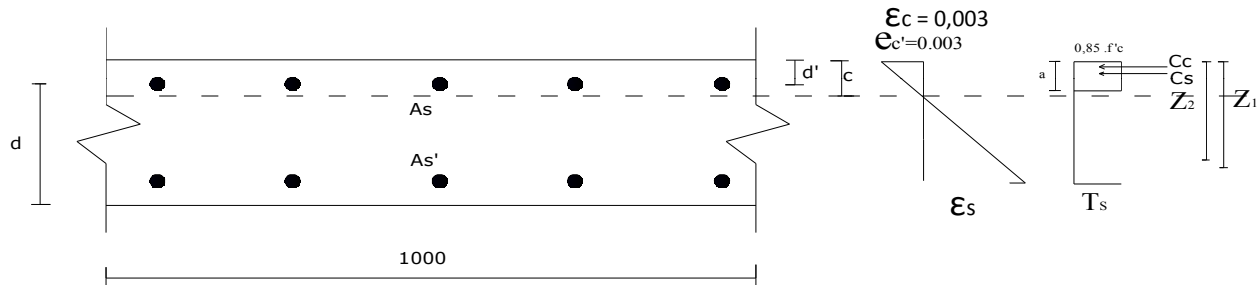
$$d = 220 - 50 - (1/2 \cdot 22) = 159 \text{ mm}$$

Diambil D16 dengan jarak 150 mm

$$A_s = (1/4 \times \pi \times 22^2 \times 1000) / 150 = 2532.93 \text{ mm}^2$$

Mencari letak garis netral

(dimisalkan garis netral  $> d'$ )



Gambar 3.2 Diagram tegangan Pelat (momen positif)

$$f_s' = \frac{c - d'}{c} \times 0.003 \times 200000 = \frac{c - d'}{c} \times 600$$

$$f_s = \frac{d - c}{c} \times 0.003 \times 200000 = \frac{d - c}{c} \times 600$$

$$\sum H =$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$0.85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot B + A_s' \cdot (f_s' - 0.85 \cdot f_c') - A_s \cdot f_s =$$

$$0.85 \cdot 30 \cdot 0.85 \cdot c \cdot 1000 + 2532.9 \cdot (c-d')/c \times 600 - 0.85 \cdot f_c' \cdot 2532.9 \cdot (c-d')/c \times 600 = 0$$

$$21675 c + 2532.93 \left[ \frac{c - 66}{c} \times 600 - 0.85 \times 30 \right] - 2532.93 \left[ \frac{159 - c}{c} \times 600 \right] = 0$$

$$21675 c^2 + 1455170.2 (c - 66) - 1519760 (159 - c)$$

$$21675 c^2 + 1455170.2 c - 96041233 - 241641840 + 1519760 c$$

$$21675 c^2 + 2974930.2 c - 337683073.2 = 0$$

Dengan menggunakan rumus abc didapatkan :

$$c = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$c_1 = \frac{-2974930 + \sqrt{2974930.2^2 - 4(21675)(-337683073.2)}}{2 \times 21675}$$

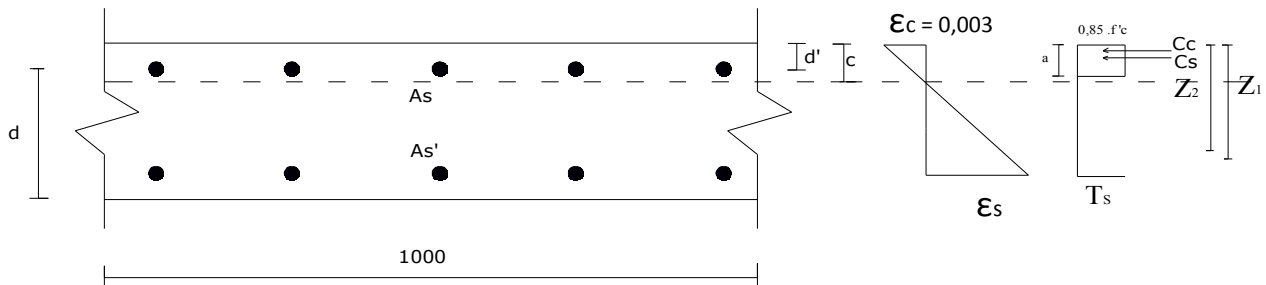
$$= 73.8132$$

$$c_2 = \frac{-3E+06 + \sqrt{2974930.2^2 - 4(21675)(-337683073.2)}}{2 \times 21675}$$

$$= -211.06$$

maka dipakai  $c = 73.8132$

$$a = \beta_1 \cdot c = 0,85 \cdot c = 62.7412$$



Selanjutnya dihitung nilai nilai :

$$f_s' = \frac{c - d'}{c} \times 600 = \frac{73.8132 - 66}{73.813} \times 600 = 63.5108 < f_y = 320 \text{ Mpa}$$

karena  $f_s' < f_y$  maka dipakai  $f_s' = 63.511$

$$f_s = \frac{d - c}{c} \times 600 = \frac{159 - 73.813}{73.813} \times 600 = 692.451 > f_y = 320 \text{ Mpa}$$

karena  $f_s > f_y$  maka dipakai  $f_y = 320 \text{ Mpa}$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b$$

$$= 0,85 \cdot 30 \cdot 62.7412 \cdot 1000$$

$$= 1599901.6 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
C_s &= A_s (f_s' - 0,85 \cdot f_c') \\
&= 2532,93 (63,511 - 0,85 \cdot 30) \\
&= 96278,696 \\
Z_1 &= d - (1/2 \cdot a) \\
&= 159 - 1/2 \cdot 62,7412 \\
&= 127,629 \\
Z_2 &= d - d' \\
&= 159 - 66 \\
&= 93 \\
M_n &= C_c \cdot Z_1 + C_s \cdot Z_2 \\
&= (1599901,6 \cdot 127,629) + (96278,696 \cdot 93) \\
&= 213148367 \text{ N.mm} \\
&= 213,148367 \text{ kN.m} \\
M_r &= \phi M_n = 0,8 \times 213,148367 = 170,51869 \text{ kN.m} \\
M_r &= 170,51869 \text{ kN.m} > M_u = 19,776 \text{ kN.m}
\end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan rangkap : D22 - 150 ( untuk tulangan tarik)  
D22 - 150 ( untuk tulangan tekan)

Direncanakan tulangan bagi  $\phi 10$

$$\begin{aligned}
A_{s_{\text{bagi}}} &= 20\% \cdot A_{s_{\text{perlu}}} \\
&= 506,58667
\end{aligned}$$

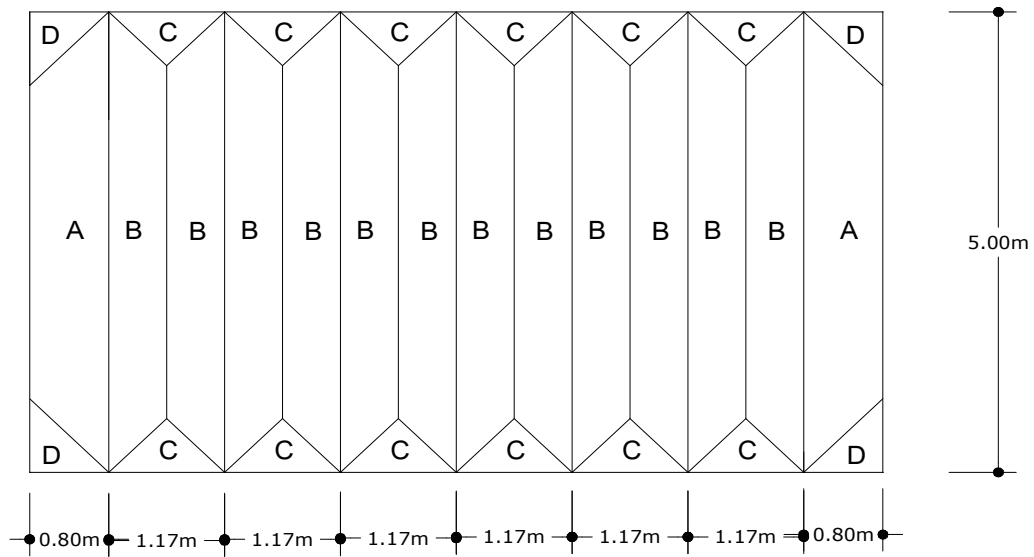
$$A_s \phi 10 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan } n = \frac{A_s \text{ Perlu}}{A_s \phi 10} = \frac{507}{78,5} = 6,45$$

$$\text{Jarak Tulangan } s = \frac{b}{n} = \frac{1000}{6,45} = 155 \text{ mm} \approx 160 \text{ mm}$$

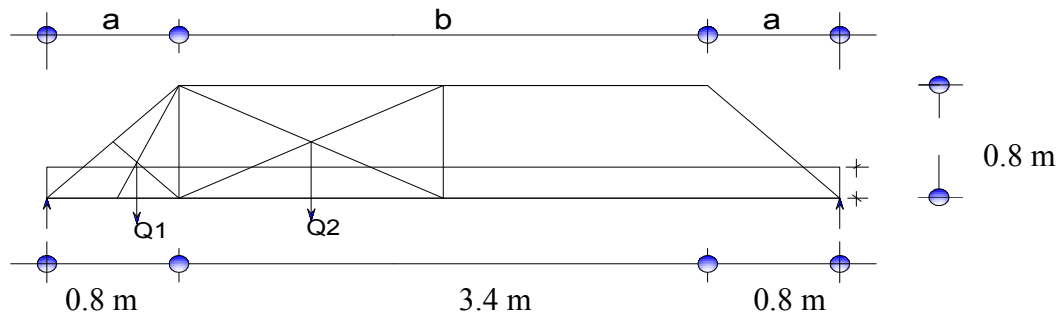
Jadi dipakai tulangan :  $\phi 10$  - 160

### 3.4 Perhitungan Perataan Beban



Gambar 3.5 Perataan Beban Plat Lantai dan Trotoir

#### 1. Perataan Beban Tipe A = Perataan Tipe B



$$Q1 = \frac{1}{2} \times 0.80 \times 0.80 = 0.32$$

$$Q2 = \frac{1}{2} \times 3.4 \times 0.5 = 0.9$$

$$\begin{aligned} R_A = R_B &= Q1 + Q2 \\ &= 0.32 + 0.9 = 1.17 \end{aligned}$$

$$M_1 = (R_A \times 2) - [(Q_1 \times ((1/3) \times a + \frac{1}{2} \times b)) + (Q_2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times b)]$$

$$M_1 = (1.32 \times 2) - [(0,32 \times (8/3 + (0.5 \times 4))) + (0.9 \times 0,5 \times 0,5 \times 3,4)]$$

$$= 0.988$$

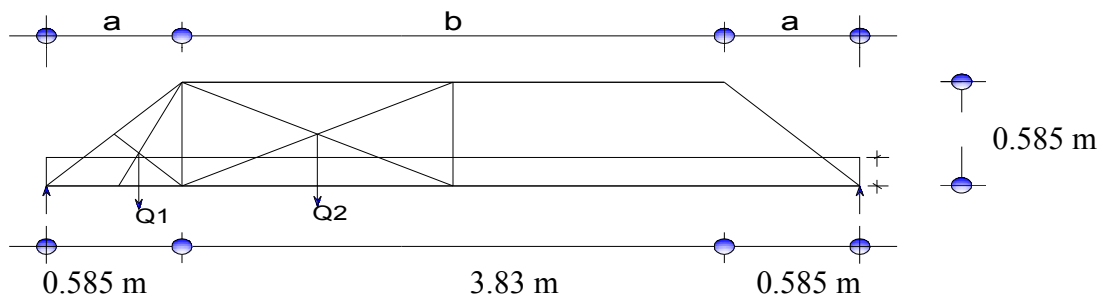
$$M_{II} = \frac{1}{8} \times h \times L^2 = \frac{1}{8} \times h \times 5^2 = 3.125 h$$

$$M_{II} = M_1$$

$$0.988 = 3.125 h$$

$$h = 0.316 \text{ m}$$

## 2. Perataan Beban Tipe B



$$Q_1 = \frac{1}{2} \times 0.59 \times 0.59 = 0.1711125$$

$$Q_2 = \frac{1}{2} \times 3.83 \times 0.59 = 1.12$$

$$R_A = R_B = Q_1 + Q_2$$

$$= 0.171 + 1.12 = 1.29139$$

$$M_1 = (R_A \times 2) - [(Q_1 \times ((1/3) \times a + \frac{1}{2} \times b)) + (Q_2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times b)]$$

$$= (1,29 \times 2) - [(0,17 \times (0,59 + 3,83)) + (1,12 \times 0,5 \times 0,5 \times 3,83)]$$

$$= 1.149$$

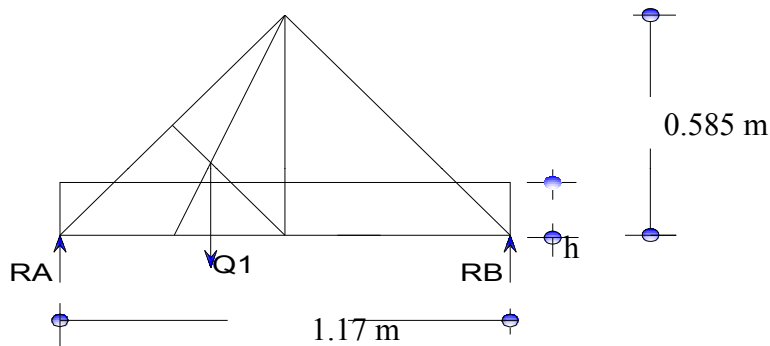
$$M_{II} = \frac{1}{8} \times h \times L^2 = \frac{1}{8} \times h \times 5^2 = 3.125 h$$

$$M_{II} = M_1$$

$$1.149 = 3.125 h$$

$$h = 0.368 \text{ m}$$

### 3. Perataan Beban Tipe C



$$Q_1 = \frac{1}{2} \times 0.585 \text{ m} \times 0.585 \text{ m} = 0.17$$

$$R_A = R_B = 0.1711125$$

$$M_1 = (R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot 1.17) - (Q \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 0.59)$$

$$= (0.17 \cdot 0.5 \cdot 1.17) - (0.17 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.59)$$

$$= 0.085841$$

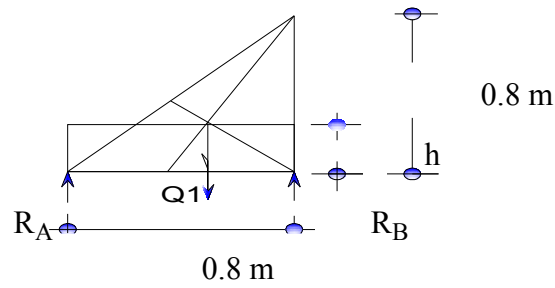
$$M_{II} = \frac{1}{8} \times h \times L^2 = \frac{1}{8} \times h \times 1.17^2 = 0.17111 h$$

$$M_{II} = M_1$$

$$0.086 = 0.17111 h$$

$$h = 0.502 \text{ m}$$

#### 4. Perataan Beban Tipe D



$$Q1 = \frac{1}{2} \times 0.80 \times 0.80 = 0.32$$

$$R_A = R_B = 0.32$$

$$\begin{aligned} M1 &= (R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,8) - (Q \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,8) \\ &= (0,32 \cdot 0,4) - (0,32 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,8) \\ &= 0.04267 \text{ m} \end{aligned}$$

$$M1I = \frac{1}{8} \times h \times L^2 = \frac{1}{8} \times h \times 0.8^2 = 0.08 h$$

$$MII = M1$$

$$0.0427 = 0.08 h$$

$$h = 0.53$$



### 3.5. Perencanaan Gelagar Memanjang

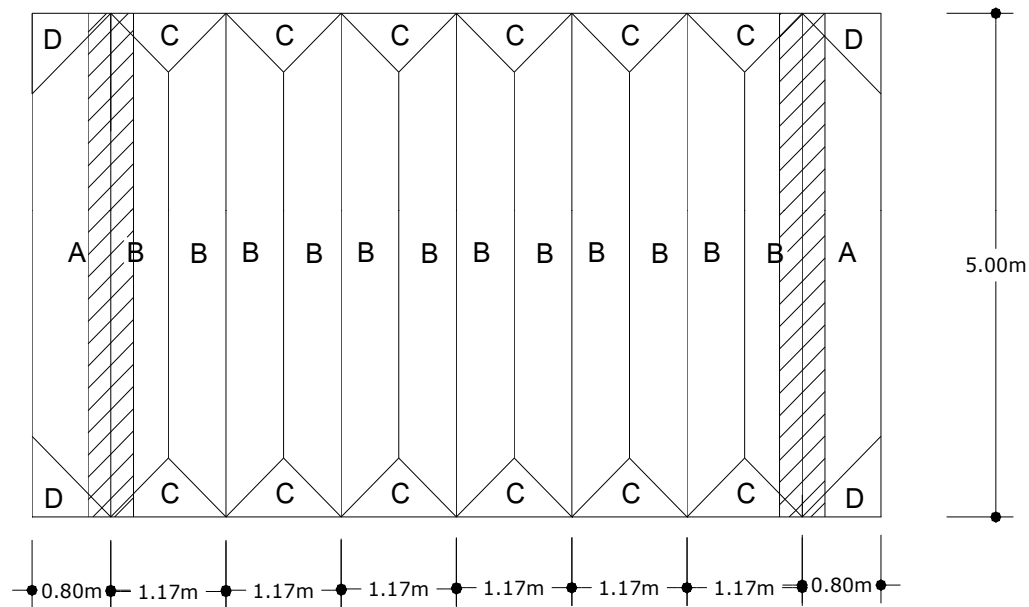
#### 3.5.1 Perencanaan Gelagar memanjang

>> Jarak gelagar memanjang	=	1.17 m
>> Jarak gelagar melintang	=	5 m
>> q trotoir	=	1292.2 kg/m
>> q pelat lantai	=	886.6 kg/m

#### 3.5.2 Perhitungan pembebanan

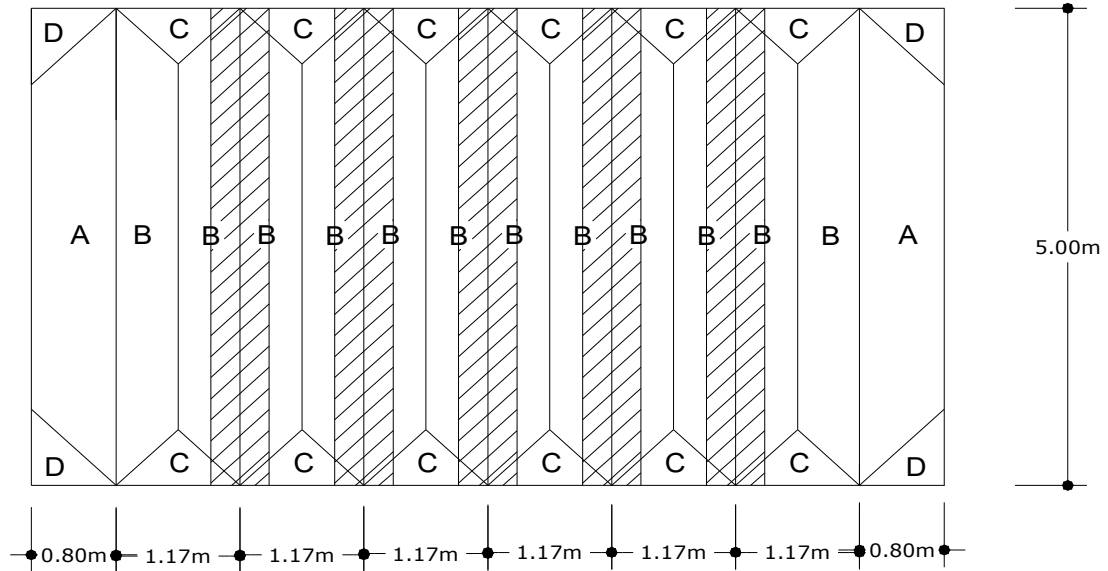
##### A. Beban Mati

\* Akibat berat lantai kendaraan (untuk gelagar tepi)



$$\begin{aligned} q_u &= (\text{peretaan bbn. tipe A} \times q \text{ plat tr}) + (\text{peretaan bbn. tipe B} \times q \text{ lantai kend.}) \\ q_u &= 0.316 \times 1292.2 + 0.368 \times 886.6 \\ &= 734.614 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

\* Akibat berat lantai kendaraan (untuk gelagar tengah)



$q_u =$  (peretaan beban tipe B x q plat lantai kendaraan)

$$q_u = 2 \times 0.368 \times 886.6 = 652.007 \text{ kg/m}$$

B. Beban Hidup “D”

Secara umum beban D akan menentukan dalam perhitungan mulai dari gelagar memanjang bentang sedang sampai bentang panjang dan lebar melintang 1 lajur kendaraan sebesar 2,75 m. (Buku BMS Bag 2, 1992 : 2-24)

$$L = 5 \text{ m} \longrightarrow L \geq 5 \text{ m (Buku BMS Bag 2, 1992 : 2-22)}$$

$$q = 8 \times \left( 0,5 + \frac{15}{L} \right) = 8 \times \left[ 0.5 + \frac{15}{5} \right] \text{ Kpa} = 28.0 \text{ Kpa} = 2800 \text{ kg/m}^2$$

\* Muatan terbagi rata ; factor beban 2,0

$$q = 2800 \text{ kg/m}^2$$

\* Akibat beban garis  $P = 44 \text{ kN/m} = 4400 \text{ kg/m}$ ; factor beban = 2  
(Buku BMS Bag 2, 1992 : 2-22)

$$P_u = 4400 \times 2$$

$$= 8800 \text{ kg/m}$$

\* Faktor beban dinamis / koefisien kejut

Dari gambar 2.8 hal. 2-29 buku BMS, untuk bentang 60 m didapat nilai

$$DLA = (0.525 - 0.0025 \times 60) = 0.375$$

**Table 2.12 - Dynamic Allowance for "D" Lane KEL**

Equivalent Span $L_E$ (m)	DLA (for both limit states)
$L_E \leq 50$	0.4
$50 < L_E < 90$	$0.525 - 0.0025 L_E$
$L_E \geq 90$	0.3

**Notes :**

1. For Simple Spans  $L_E = \text{Actual Span Length}$
2. For Continuous Spans  $L_E = \sqrt{L_{av} \cdot L_{max}}$

**where:**

$L_{av}$  = Average span length of continuous spans.  
 $L_{max}$  = Maximum span length of continuous spans.

$$k = 1 + DLA$$

$$= 1 + 0.375 = 1.375$$

\* Perbandingan beban hidup gelagar :

1) Gelagar tepi

$$q_u = (\text{beban hidup trotoir} \times \text{tinggi perataan tipe A} \times \text{factor beban})$$

$$= 1000 \times 0.316 \times 2$$

$$= 632.4267 \text{ kg/m}$$

2) Gelagar tengah

$$q_u = \frac{2800}{2.75}$$

$$= 1018.1818 \text{ kg/m}$$

$$p_u = \frac{8800}{2.75}$$

$$= 3200.0 \text{ kg}$$

### 3.5.3 Perhitungan statika

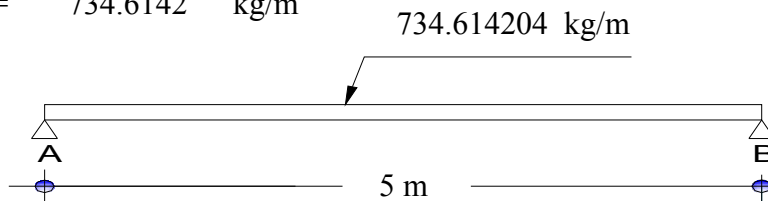
Merupakan perhitungan momen yang terjadi ditengah-tengah gelagar memanjang.

#### a. Gelagar tepi

\* Akibat beban mati

qu = beban mati akibat berat lantai kendaraan untuk gelagar tepi

$$qu = 734.6142 \text{ kg/m}$$



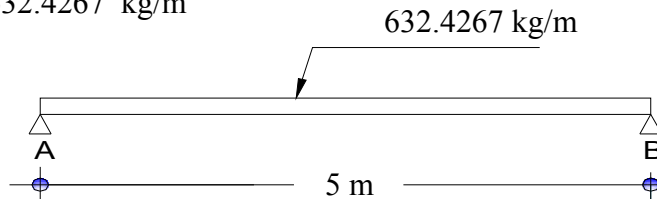
$$\begin{aligned} R_A = R_B &= \frac{1}{2} \times 734.61 \times 5 \\ &= 1836.5355 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$M_u = \frac{1}{8} \times qu \times L^2 = \frac{1}{8} \times 734.61 \times 5^2 = 2295.66939 \text{ kgm}$$

\* Akibat beban hidup

qu = beban hidup akibat berat lantai kendaraan untuk gelagar tepi

$$qu = 632.4267 \text{ kg/m}$$



$$\begin{aligned} R_A = R_B &= \frac{1}{2} \times 632.427 \times 5 \\ &= 1581.0667 \text{ kg} \end{aligned}$$

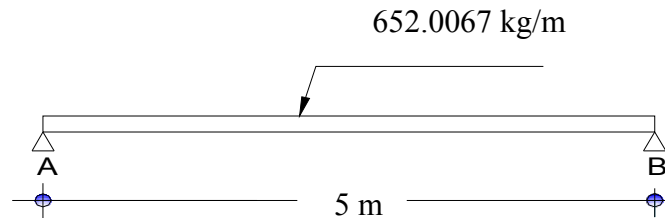
$$M_u = \frac{1}{8} \times qu \times L^2 = \frac{1}{8} \times 632.427 \times 5^2 = 1976.3 \text{ kgm}$$

#### b. Gelagar tengah

\* Akibat beban mati

qu = beban mati akibat berat lantai kendaraan untuk gelagar tengah

$$qu = 652.007 \text{ kg/m}$$



$$RA = RB = \frac{1}{2} \times 652.007 \times 5$$

$$= 1630.02 \text{ kg}$$

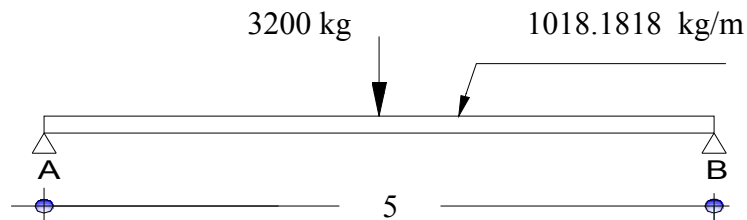
$$Mu = \frac{1}{8} \times qu \times L^2 = \frac{1}{8} \times 652.007 \times 5^2 = 2037.52084 \text{ kgm}$$

\* Akibat beban ( D ) atau jalur

b. gelagar tengah

$$Pu = 3200.0 \text{ kg}$$

$$qu = 1018.1818 \text{ kg/m}$$



$$RA = RB = \frac{1}{2} \times \left[ 1018 \times 5 + 3200 \right]$$

$$= 4145.4545 \text{ kg}$$

$$Mu = \left[ \frac{1}{8} \times qu \times L^2 \right]$$

$$= \left[ \frac{1}{8} \times 1018.1818 \times 5 \right]$$

$$= 3181.818182 \text{ kgm}$$

### Momen total

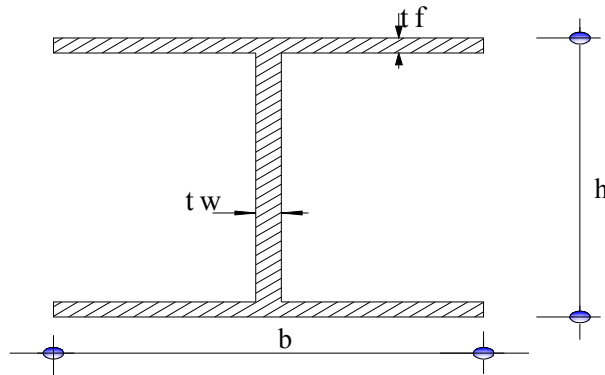
- gelagar tepi	=	2295.67 + 1976.33	=	4272.00	Kgm
- gelagar tengah	=	2037.52 + 3181.8	=	5219.34	Kgm

### Gaya geser total

- gelagar tepi	=	1836.54 + 1581.07	=	3417.60	Kg
- gelagar tengah	=	1630.02 + 4145.5	=	5775.47	Kg

### 3.5.4 Perencanaan dimensi gelagar memanjang

Dipilih profil W250X250X72



$A = 922$	$\text{cm}^2$	$b = 250$	$\text{mm}$
$I_x = 5146$	$\text{cm}^4$	$t_f = 14$	$\text{mm}$
$I_y = 3650$	$\text{cm}^4$	$h = 250$	$\text{mm}$
$t_w = 9$	$\text{mm}$	$L = 5$	$\text{m}$

$$\text{Mu total} = 5219.34 \text{ kgm} = 5.21934 \text{ ton.m}$$

#### Desain Struktur Sebelum Komposit :

Tahanan balok dalam desain LRFD harus memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$\phi M_n > M_u$$

Dengan :  $\phi = 0,90$

$M_n$  = tahanan momen nominal

$M_u$  = momen lentur akibat beban terfaktor

(Setiawan, Agus. 2008 .Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD. Penerbit Erlangga hal.85)

$$\begin{aligned} \text{Beban konstruksi , } q_u &= \text{BJ baja} \times A = 7850 \times 0.0922 \\ &= 723.77 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_u &= 1/8 \cdot q_u \cdot L^2 = 1/8 \times 723.77 \times 5^2 \\ &= 2261.781 \text{ kg.m} \\ &= 2.262 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

$$M_u / \phi = 2.51309 \text{ ton.m}$$

$$\lambda_f = \frac{b}{2 \cdot t_f} = \frac{250}{2 \cdot 14} = 8.93 < \lambda_f = \frac{170}{\sqrt{F_y}} = 9.503$$

$$\lambda_w = \frac{b}{2 \cdot t_w} = \frac{250}{2 \cdot 9} = 13.9 < \lambda_f = \frac{1680}{\sqrt{F_y}} = 93.9$$

Penampang kompak !

$$Z_x = b \cdot t_f \cdot (h - t_f) + \frac{1}{4} \cdot t_w \cdot (h - 2 \cdot t_f)^2$$

$$Z_x = 250 \cdot 14 \cdot (250 - 14) + \frac{1}{4} \cdot 9 \cdot (250 - 2 \cdot 14)^2 = 824798.5 \text{ mm}^2$$

$$M_n = Z_x \cdot f_y$$

$$= 824798.5 \cdot 320$$

$$= 263935520 \text{ N/mm}$$

$$= 26.393552 \text{ ton/m}$$

$$M_n ( = 26.393552 \text{ ton/m} ) > ( M_u / \phi = 2.513 \text{ ton/m} ) \dots \text{ (OK)}$$

> Kontrol Lendutan

$$f_{ijin} = \frac{1}{240} \cdot L \quad ( L = 5 \text{ m} = 500 \text{ cm} )$$

$$= \frac{1}{240} \cdot 500 \text{ cm}$$

$$= 2.0833333 \text{ cm}$$

$$f_{ada} = \frac{5 \cdot Q_u \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = \frac{5 \cdot M \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_x} \quad (\text{Setiawan, Agus. 2008 .Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD. Penerbit Erlangga hal.89})$$

$$= \frac{5 \cdot 226178.13 \cdot 500^2}{48 \cdot 2100000 \cdot 5146}$$

$$= 0.545042 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} > f_{ada}$$

$$2.0833333 \text{ cm} > 0.54504 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{ (OK)}$$

### Desain Balok Sesudah Komposit :

> Perhitungan beff

$$L = 500 \text{ cm}$$

$$be < \frac{1}{4} \cdot L$$

$$< \frac{1}{4} \times 500$$

$$< 125$$

$$be < s \quad \quad \quad s = \text{jarak antar gelagar memanjang}$$

$$< 117 \text{ cm}$$

$$be < \frac{1}{2} \cdot skiri + \frac{1}{2} \cdot skanan$$

$$< \frac{1}{2} \cdot 117 + \frac{1}{2} \cdot 117$$

$$< 117$$

Jadi  $b_{eff}$  diambil sebesar 117 cm = 1170 mm

Misalkan sumbu netral plastis jatuh di pelat beton, maka tinggi tegangan tekan pada balok beton adalah :

$$\begin{aligned} a &= \frac{A \cdot f_s}{0,85 \cdot f'c \cdot be} \\ &= \frac{212 \cdot 320}{0,85 \cdot 30 \cdot 1170} \\ &= 9.8891 \text{ mm} < 220 \text{ mm} \end{aligned}$$

Karena nilai  $a <$  tebal Pelat maka sumbu netral plastis jatuh pada pelat beton, dan sesuai dengan asumsi semula.

Kuat lentur nominal balok komposit :

$$\begin{aligned} Mn &= As \cdot Fy ( d/2 + t - a/2) \\ &= 92200 \times 320 ( 125 + 220 - 4.945 ) \\ &= 10032996639 \text{ Nmm} \\ &= 1003.2997 \text{ ton.m} \\ Mn ( &= 1003.299664 \text{ ton/m} ) > ( Mu/\emptyset = 5.219 \text{ ton/m} ) \quad \dots \text{(OK)} \end{aligned}$$



> Perhitungan Jumlah Stud

Karena kuat lentur balok komposit cukup besar dibandingkan momen lentur akibat beban, maka akan lebih menguntungkan jika digunakan aksi komposit parsial. Terlebih dahulu dihitung jumlah penghubung geser yang diperlukan untuk menimbulkan aksi komposit penuh.

Untuk komposit penuh:

$$C = V_h = A_s \cdot f_y = 295040 \text{ N}$$

Dipakai stud  $\Phi = 22 \text{ mm}$ ,  $A_{sc} = 3,79 \text{ cm}^2$ ,  $f_u = 350 \text{ Mpa}$

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \cdot \sqrt{f'_c} \\ &= 4700 \cdot \sqrt{30} \\ &= 25742.96 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$Q_n$  = kekuatan geser 1 stud

$$\begin{aligned} &= 0,5 \times A_{sc} \times \sqrt{f'_c \cdot E_c} \\ &= 0,5 \times 379 \times \sqrt{30 \cdot 25742,960} \\ &= 166532.53 \text{ N} \end{aligned}$$

▪ Jumlah Stud

$$\begin{aligned} n &= \frac{V_h}{Q_n} \\ &= \frac{295040}{166532.53} = \\ &= 1.77 \approx 10 \text{ buah} \quad (\text{untuk setengah bentang}) \end{aligned}$$

▪ Jarak antar stud arah memanjang

Untuk keseluruhan bentang dipasang 20 buah stud, jika pada tiap penampang melintang dipasang 2 buah stud maka jarak antar stud adalah :

$$\frac{500}{10} = 50 \text{ cm}$$

$$\sum Q_n = 10 \times 166532.5 = 1665325.31 \text{ N}$$

Karena  $A_s \cdot f_y = 22128000 > \sum Q_n$  maka ada bagian dari profil baja yang ada dalam tekan.

Keseimbangan gaya yang terjadi:

$$\sum Q_n + C_f = T_{\max} - C_f$$

$$1665325.3 + C_f = 295040 - C_f$$

$$2 \cdot C_f = 1370285$$

$$C_f = 685142.7 \text{ N}$$

Letak sumbu netral plastis dihitung dari sebelah atas flens tekan adalah :

$$\frac{C_f}{b_f \cdot x \cdot f_y} = \frac{685142.655}{250 \times 320} = 8.56428 \text{ mm } (< t_f = 14)$$

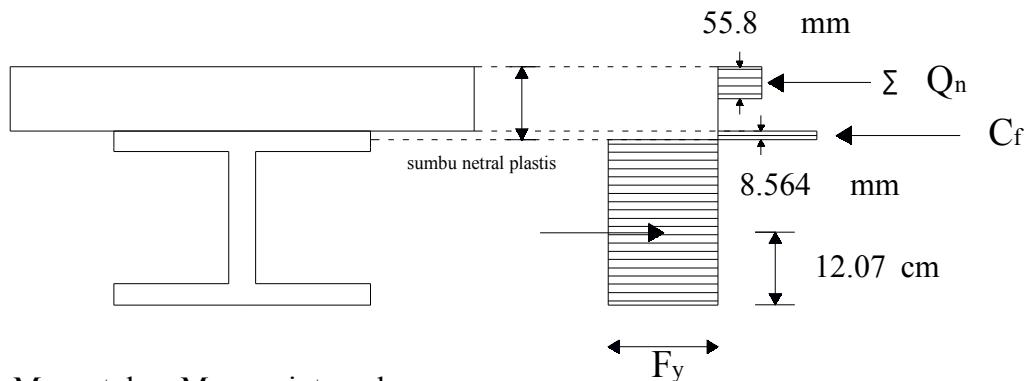
Maka dari hitungan tersebut dapat dikatakan bahwa sumbu netral plastis jatuh pada flens tekan.

	Luas	Lengan	A x y ( cm <sup>2</sup> )
Profil WF	922	12.5	11525.0
Flens	35	0.7	24.5
	957		11549.5

$$y = \frac{11549.5}{957} = 12.07 \text{ cm}$$

besarnya  $\alpha$  dihitung dengan persamaan

$$\alpha = \frac{\sum Q_n}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot e} = \frac{1665325.31}{0.85 \times 30 \times 1170} = 55.8 \text{ mm}$$



Menentukan Momen internal :

$$\begin{aligned} \sum Q_n (M_{n1}) &= \sum Q_n (d - 147 + t_s - a/2) \\ &= 1665325.3 (250 - 147 + 220 - 55.8/2) \\ &= 491422642.8 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Q_n (M_{n2}) &= \sum Q_n (d - 147 + 0.85/2) \\ &= 1665325.3 (250 - 147 - 8.56/2) \\ &= 164397348.1 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} = 655819990.9 \text{ Nmm} = 65.582 \text{ ton.m}$$

$$\phi_b \cdot M_n = 0.85 \times 65.582 = 55.7447 \text{ ton.m} > M_u = 5.219339 \text{ ton.m} \dots \text{ (OK)}$$

### 3.6 Perencanaan Gelagar Melintang

#### 3.6.1 Perhitungan Pembebanan

A) Beban mati

\* Berat lantai kendaraan

$$\begin{aligned}q_u &= (\text{perataan beban } C \times 2) \times q_u \text{ lantai kendaraan} \\ &= (0.08584144 \times 2) \times 886.6 \\ &= 152.21 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

\* Berat lantai trotoir

$$\begin{aligned}q_u &= (\text{perataan beban } D \times 2) \times q_u \text{ trotoir} \\ &= (0.53333333 \times 2) \times 1292.2 \\ &= 1378.35 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

\* Berat gelagar memanjang (Faktor beban 1,1; BMS bagian 2, 1992 : 2-14)

$$\begin{aligned}\text{berat jenis baja} &= 7850 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{luas penampang baja} &= 0.0922 \text{ m}^2 \\ L &= 5.00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_u &= B_J \times A \times L \times 1.1 \\ &= 7850.0 \times 0.0922 \times 5.0 \times 1.1 = 3980.7 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_u \text{ (tengah) total} &= \frac{P_u}{2} + 1630.02 = \frac{3980.74}{2} + 1630.017 \\ &= 3620.384171 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_u \text{ (tepi) total} &= \frac{P_u}{2} + 1836.54 = \frac{3980.74}{2} + 1836.536 \\ &= 3826.903009 \text{ kg}\end{aligned}$$

B) Beban hidup

Dari gambar 2.8 hal. 2-29 buku BMS, untuk bentang 50 m didapat nilai

$$DLA = (0.525 - 0.0025 \times 50) = 0.375$$

$$\begin{aligned}k &= 1 + DLA \\ &= 1 + 0.375 = 1.375\end{aligned}$$

Table 2.12 - Dynamic Allowance for "D" Lane KEL

Equivalent Span $L_E$ (m)	DLA (for both limit states)
$L_E \leq 50$	0.4
$50 < L_E < 90$	$0.525 - 0.0025 L_E$
$L_E \geq 90$	0.3

Notes :

- For Simple Spans  $L_E =$  Actual Span Length
- For Continuous Spans  $L_E = \sqrt{L_{av} \cdot L_{max}}$

where:

$L_{av}$  = Average span length of continuous spans.  
 $L_{max}$  = Maximum span length of continuous spans.

\* Beban terbagi rata

$$L = 8.6 \text{ m}$$

$$q = 8 \times \left( 0,5 + \frac{15}{L} \right)$$

$$= 8 \times 0.5 + \frac{15}{8.6} \text{ Kpa}$$

$$= 18.0 \text{ Kpa} = 1795 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{100\%} = \frac{1795}{2.75} \times 0.086 \times 2 \times 100\% \times 2 = 224.167745 \text{ kg/m}$$

$$q_{50\%} = \frac{1795}{2.75} \times 0.086 \times 2 \times 50\% \times 2 = 112.083873 \text{ kg/m}$$

\* Beban Garis,  $p = 44 \text{ KN/m} = 4400 \text{ kg/m}$  (BMS bagian 2, Hal. 2-14)

$$P_{100\%} = \frac{4400}{2.75} \times k \times 2 \times 100\%$$

$$= \frac{4400}{2.75} \times 1.38 \times 2 \times 100\% = 4400 \text{ kg/m}$$

$$P_{50\%} = \frac{4400}{2.75} \times k \times 2 \times 50\%$$

$$= \frac{4400}{2.75} \times 1.38 \times 2 \times 50\% = 2200 \text{ kg/m}$$

\* Beban Hidup "D", factor beban = 2,0, lalu lintas rencana harus mempunyai lebar 2,75 (BMS bagian 2, Hal. 2-14)

$$D_{100\%} = 224.168 + 4400 = 4624.168 \text{ kg/m}$$

$$D_{50\%} = 112.084 + 2200 = 2312.084 \text{ kg/m}$$

\* Beban Truk "T" (Beban Gandar)

Beban truk diambil sebesar  $T = 7$  ton, Faktor beban = 2,0 (lebar gandar = 1,75 m), (BM bagian 2 hal 27)

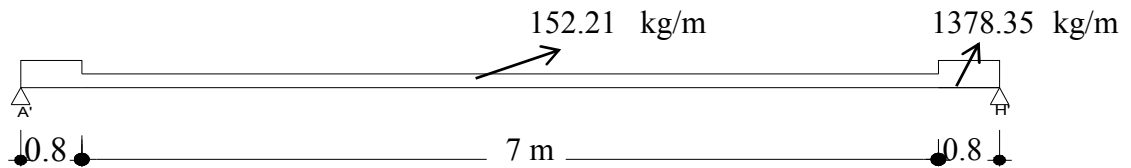
$$\begin{aligned} T_u &= 10 \times 2 \\ &= 20 \text{ t} = 20000 \text{ kg} \end{aligned}$$

\* Beban hidup trotoir, factor beban = 2.0

$$\begin{aligned} q &= 5 \text{ Kpa} = 500 \text{ kg/m}^2 \\ q_u &= 500 \times 2 \times 0.5 \times 2 \\ &= 1000 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

### 3.6.2 Perhitungan Statika

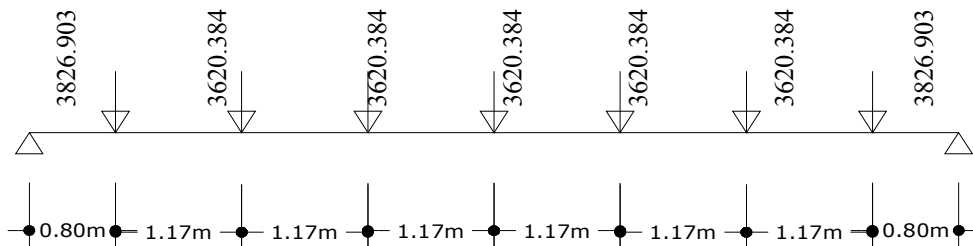
\* Momen akibat berat lantai kendaraan, lantai trotoir.



$$\begin{aligned} R_A &= (1378.347 \times 0.8) + (152.21 \times 3.5) \\ &= 1635.426 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{u1} &= (1635.42646 \times 3.9) - (1378.3 \times 0.5 \times 3.90) - (152.21 \times 4.3 \times 2.2) \\ &= 2283.168 \text{ kgm} \end{aligned}$$

\* Momen akibat pembebanan gelagar memanjang (mati)



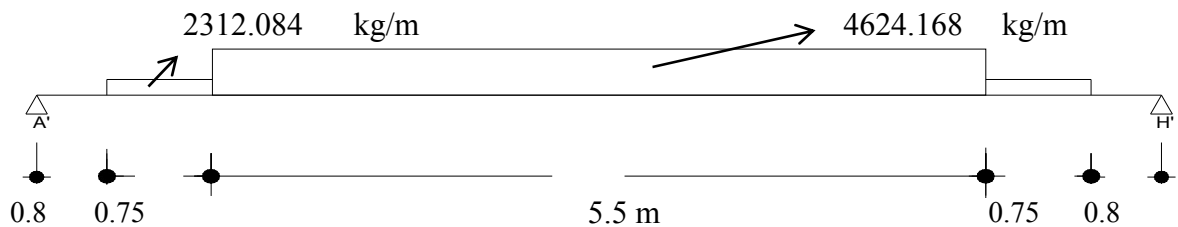
$$R_A = \frac{1}{2} \times 3620.38 \times 7 + 3826.90 \times 2$$

$$= 16498.24761 \text{ kg}$$

$$M_{u2} = (16498.2476 \times 4.31) - (3620.38 \times 3.51) - (3620.38 \times 2.34) - (3620.38 \times 1.17)$$

$$= 54164.05 \text{ kgm}$$

\* Momen akibat beban hidup "D"



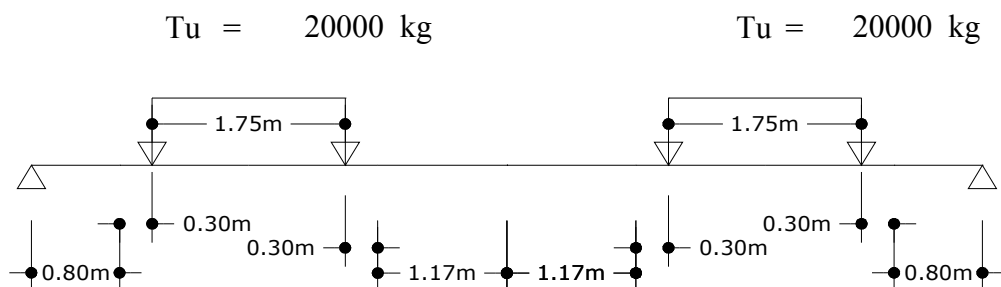
$$R_A = (2312.083873 \times 0.75) + (4624.168 \times 2.75)$$

$$= 14450.5242 \text{ kg}$$

$$M_{u4} = (14450.5242 \times 4.3) - (2312.084 \times 0.75 \times 3.125) - (4624.168 \times 2.75 \times 1.375)$$

$$= 39233.173 \text{ kgm}$$

\* Momen akibat beban truk "T"



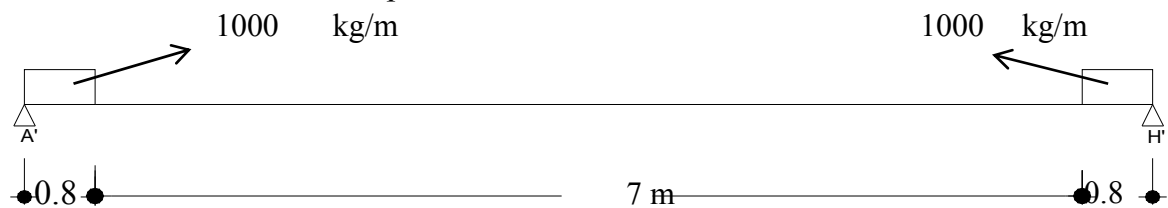
$$RA = \frac{1}{2} \times ( Tu \times 4 ) = \frac{1}{2} \times ( 20000 \times 4 )$$

$$= 40000 \text{ kg}$$

$$M_{u5} = ( 40000 \times 4.31 ) - ( 20000 \times 3.22 ) - ( 20000 \times 1.47 )$$

$$= 78600 \text{ kgm}$$

\* Momen akibat beban hidup trotoir



$$RA = \frac{1}{2} \times ( 1000.0 \times 0.80 \times 2 )$$

$$= 800 \text{ kg}$$

$$M_{u6} = ( 800 \times 4.30 ) - ( 1000 \times 0.8 \times 3.9 )$$

$$= 320.0 \text{ kgm}$$

Karena momen akibat beban truk > momen akibat beban hidup “D”, maka diambil momen akibat beban truk.

Jadi momen yang terjadi pada gelagar melintang :

$$Mu \text{ total} = Mu1 + Mu2 + MU4 + MU5$$

$$= 2283.17 + 54164.05 + 78600 + 320$$

$$= 135367.22 \text{ kgm}$$

$$Vu \text{ total} = Ra1 + Ra2 + Ra4 + Ra5$$

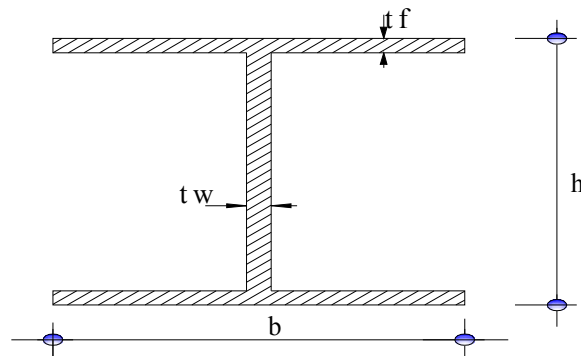
$$= 1635.43 + 16498.2476 + 40000 + 320.0$$

$$= 58453.67 \text{ kg}$$



### 3.6.3 Perencanaan dimensi gelagar melintang

Dipilih profil WF 300X300X84



$A = 1077$	$\text{cm}^2$	$b = 300$	$\text{mm}$
$I_x = 51033$	$\text{cm}^4$	$t_f = 12$	$\text{mm}$
$I_y = 55200$	$\text{cm}^4$	$h = 300$	$\text{mm}$
$t_w = 12$	$\text{mm}$	$L = 8.6$	$\text{mm}$

$$M_u \text{ total} = 135367.22 \text{ kgm} = 135.367 \text{ ton.m}$$

Desain Struktur Sebelum Komposit :

Tahanan balok dalam desain LRFD harus memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$\phi M_n > M_u$$

Dengan :  $\phi = 0,90$

$M_n$  = tahanan momen nominal

$M_u$  = momen lentur akibat beban terfaktor

(Setiawan, Agus. 2008 .Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD. Penerbit Erlangga hal.85)

$$\begin{aligned} \text{Beban konstruksi } , q_u &= B_j \text{ baja} \times A = 7850 \times 0.1077 \\ &= 845.445 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_u &= 1/8 \cdot q_u \cdot L^2 = 1/8 \times 845.445 \times 8.6^2 \\ &= 7816.139 \text{ kg.m} \\ &= 7.816 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

$$M_u / \phi = 8.685 \text{ ton.m}$$

$$\lambda_f = \frac{b}{2 \cdot t_f} = \frac{300}{2 \cdot 12} = 12.5 < \lambda_f = \frac{170}{\sqrt{F_y}} = 9.503$$

$$\lambda_w = \frac{b}{2 \cdot t_w} = \frac{300}{2 \cdot 12} = 12.5 < \lambda_f = \frac{1680}{\sqrt{F_y}} = 93.9$$

Penampang kompak !

$$Z_x = b \cdot t_f \cdot (h - t_f) + \frac{1}{4} \cdot t_w \cdot (h - 2 \cdot t_f)^2$$

$$Z_x = 300 \cdot 12 \cdot (300 - 12) + \frac{1}{4} \cdot 12 \cdot (300 - 2 \cdot 12)^2 = 8632005 \text{ mm}^2$$

$$M_n = Z_x \cdot f_y$$

$$= 8632005 \cdot 320$$

$$= 2762241600 \text{ N/mm}$$

$$= 276.22416 \text{ ton/m}$$

$$M_n (= 276.22416 \text{ ton/m}) > (M_u / \phi = 8.685 \text{ ton/m}) \dots \text{(OK)}$$

>Kontrol Lendutan

$$f_{ijin} = \frac{1}{240} \cdot L \quad (L = 8.6 \text{ m} = 860 \text{ cm})$$

$$= \frac{1}{240} \cdot 860$$

$$= 3.5833333 \text{ cm}$$

$$f_{ada} = \frac{5 \cdot Q_u \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = \frac{5 \cdot M \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_x} \quad (\text{Setiawan, Agus. 2008. Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD. Penerbit Erlangga hal.89})$$

$$= \frac{5 \cdot 868459.9 \cdot 860^2}{48 \cdot 2100000 \cdot 51033}$$

$$= 0.624317 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} > f_{ada}$$

$$3.58 \text{ cm} > 0.62432 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{(OK)}$$

### Desain Balok Sesudah Komposit :

> Perhitungan beff

$$\begin{aligned}L &= 860 \text{ cm} \\be &< \frac{1}{4} \cdot L \\ &< \frac{1}{4} \times 860 \text{ cm} \\ &< 215 \text{ cm}\end{aligned}$$

Misalkan sumbu netral plastis jatuh di pelat beton, maka tinggi tegangan tekan pada balok beton adalah :

$$\begin{aligned}a &= \frac{A \cdot f_s}{0,85 \cdot f'c \cdot be} \\ &= \frac{1077 \times 320}{0,85 \times 30 \times 215} \\ &= 62.861833 \text{ mm}\end{aligned}$$

Karena nilai  $a <$  tebal Pelat maka sumbu netral plastis jatuh pada pelat beton, dan sesuai dengan asumsi semula.

Kuat lentur nominal balok komposit :

$$\begin{aligned}Mn &= As \cdot Fy ( d/2 + t - a/2) \\ &= 107700 \times 320 ( 150 + 220 - 31.43 ) \\ &= 11668444892 \text{ Nmm} \\ &= 1166.8445 \text{ ton.m} \\ Mn ( &= 1166.844489 \text{ ton/m} ) > ( Mu/ \emptyset = 135.4 \text{ ton/m} ) \quad \dots \text{(OK)}\end{aligned}$$

### **Perhitungan Jumlah Stud**

Karena kuat lentur balok komposit cukup besar dibandingkan momen lentur akibat beban , maka akan lebih menguntungkan jika digunakan aksi komposit parsial. Terlebih dahulu dihitung jumlah penghubung geser yang diperlukan untuk menimbulkan aksi komposit penuh.

Untuk komposit penuh:

$$C = V_h = A_s \cdot f_y = . 320 = 344640 \quad \text{N}$$

Dipakai stud  $\Phi = 25 \text{ mm}$ ,  $A_{sc} = 490 \text{ mm}^2$ ,  $f_u = 350 \text{ Mpa}$

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \cdot \sqrt{f'c} \\ &= 4700 \cdot \sqrt{30} \\ &= 25742.96 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$Q_n$  = kekuatan geser 1 stud

$$\begin{aligned} &= 0,5 \times A_{sc} \times \sqrt{f'c \cdot E_c} \\ &= 0,5 \times 490 \times \sqrt{30 \cdot 25742,96} \\ &= 215305.91 \quad \text{N} \end{aligned}$$

#### ▪ Jumlah Stud

$$\begin{aligned} n &= \frac{V_h}{Q_n} \\ &= \frac{344640}{215305.91} \\ &= 1.60 \approx 20 \quad \text{buah} \quad (\text{untuk setengah bentang}) \end{aligned}$$

#### ▪ Jarak antar stud arah memanjang

Untuk keseluruhan bentang dipasang 40 buah stud, jika pada tiap penampang melintang dipasang 2 buah stud maka jarak antar stud adalah :

$$\frac{860}{20} = 43 \quad \text{cm}$$

$$\sum Q_n = 20 \times 215305.9 = 4306118.22 \quad \text{N}$$

Karena  $A_s \cdot f_y = 34464000 > \sum Q_n$  maka ada bagian dari profil baja yang ada dalam tekan.

Keseimbangan gaya yang terjadi:

$$\sum Q_n + C_f = T_{\max} - C_f$$

$$4306118.2 + C_f = 344640 - C_f$$

$$2 \cdot C_f = 3961478$$

$$C_f = 1980739 \text{ N}$$

Letak sumbu netral plastis dihitung dari sebelah atas flens tekan adalah :

$$\frac{C_f}{b_f \cdot x \cdot f_y} = \frac{1980739 \cdot 108}{300 \times 320} = 20.6327 \text{ mm } (< t_f = 12 \text{ )}$$

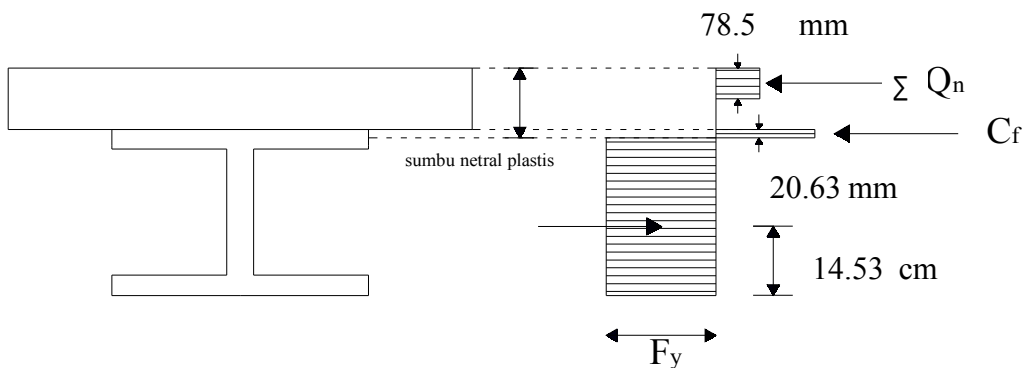
Maka dari hitungan tersebut dapat dikatakan bahwa sumbu netral plastis jatuh pada flens tekan.

	Luas	Lengan	A x y ( cm <sup>2</sup> )
Profil WF	1077	15.0	16155.0
Flens	36	0.6	21.6
	1113		16176.6

$$y = \frac{16176.6}{1113} = 14.53 \text{ cm}$$

besarnya  $\alpha$  dihitung dengan persamaan

$$\alpha = \frac{\sum Q_n}{0.85 \cdot f'_{c.be}} = \frac{4306118.216}{0.85 \times 30 \times 2150} = 78.5 \text{ mm}$$



Menentukan Momen internal :

$$\begin{aligned}
 \sum Q_n (M_{n1}) &= \sum Q_n (d - 147 + t_s / 2) \\
 &= 4306118.2 ( 300 - 147 + 20.63 / 2 ) \\
 &= 1437074442 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum Q_n (M_{n2}) &= \sum Q_n (d - 147 - t_s / 2) \\
 &= 4306118.2 ( 300 - 147 - 20.63 / 2 ) \\
 &= 614412666.4 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} = 2051487108 \text{ Nmm} = 205.1487 \text{ ton.m}$$

$$\phi_b M_n = 0.85 \times 205.1487 = 174.376 \text{ ton.m} > M_u = 135.3672 \text{ ton.m} \dots \text{ (OK)}$$

### 3.7 Pembebanan untuk analisis 3D gelagar induk

#### 3.7.1 Pembebanan pada Trotoir

##### A. Beban mati

- Beban Mati

- Bs. Plat beton	= 0,37 x 2400 x 1,3	= 1154,4 kg/m <sup>2</sup>
- Tegel	= 0,03 x 2200 x 1,3	= 85,8 kg/m <sup>2</sup>
- Spesi	= 0,02 x x 2000 x1,3	= <u>52 kg/m<sup>2</sup></u> +
		1292.2 kg/m <sup>2</sup>

##### B. Beban Hidup

- Beban Hidup Trotoir

Konstruksi trotoir harus diperhitungkan terhadap beban hidup sebesar

$$q = 5 \text{ kpa} = 500 \text{ kg/m}^2 \text{ faktor beban } 2,0 \text{ (RSNI T-02-2005 halaman 27)}$$

$$qu_2 = 500 \times 1 \times 2,0 = 1000 \text{ kg/m}$$

- Beban hidup pada kerb

Sepanjang bagian atas lantai trotoir harus diperhitungkan terhadap beban yang bekerja secara horizontal sebesar  $q = 15 \text{ kN/m}$  1500 kg/m.

(Ket: BMS bagian 2 halaman 2-67)

### 3.7.2 Pembebanan Plat Lantai Kendaraan

#### A. Beban Mati

$$\text{- Bs. Plat beton} = 0,22 \times 1,0 \times 2400 \times 1,3 = 686,4 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{- Bs. Lapisan aspal} = 0,07 \times 1,0 \times 2200 \times 1,3 = 200,2 \text{ kg/m}^2$$

$$886,6 \text{ kg/m}$$

#### B. Berat hidup air hujan

$$0,1 \times 1,0 \times 1000 = 100 \text{ kg/m}$$

#### C. Beban hidup kendaraan

- Faktor beban dinamik/koeffisien kejut

Dari gambar 2.8 buku BMS bagian 2 hal. 2-21, didapatkan nilai dari

$$DLA = 0,525 - 0,0025 \cdot L_E = 0,525 - 0,0025 \cdot 50 = 0,4$$

$$k = 1 + DLA$$

$$= 1 + 0,45 = 1,4$$

- Beban terbagi rata

$$L = 50 \text{ m} \longrightarrow L \geq 30 \text{ m}$$

$$q = 8 \cdot \left( 0,5 + \frac{15}{L} \right)$$

$$= 8 \cdot \left( 0,5 + \frac{15}{50} \right)$$

$$= 6,4 \text{ Kpa} = 640 \text{ kg/m}$$



$$q_{100\%} = \frac{640}{2,75} \times 100\% = 232.7 \text{ kg/m}$$

$$q_{50\%} = \frac{640}{2,75} \times 50\% = 116.4 \text{ kg/m}$$

- Beban Garis,  $p = 44 \text{ KN/m} - 4400 \text{ kg/m}$  (BMS bagian 2, Hal. 2-14)

$$P_{100\%} = \frac{4400}{2,75} \times k \times 100\%$$
$$= \frac{4400}{2,75} \times 1,4 \times 100\%$$

$$= 3136 \text{ kg/m}$$

$$P_{50\%} = \frac{4400}{2,75} \times k \times 50\%$$
$$= \frac{4400}{2,75} \times 1,4 \times 50\%$$

$$= 1568 \text{ kg/m}$$

- Beban Hidup “D”, factor beban = 2,0, lalu lintas rencana harus mempunyai lebar 2,75 (BMS bagian 2, Hal. 2-21)

$$D_{100\%} = (232.7 + 3136) \times 2,0$$
$$= 6737.4 \text{ kg/m}$$

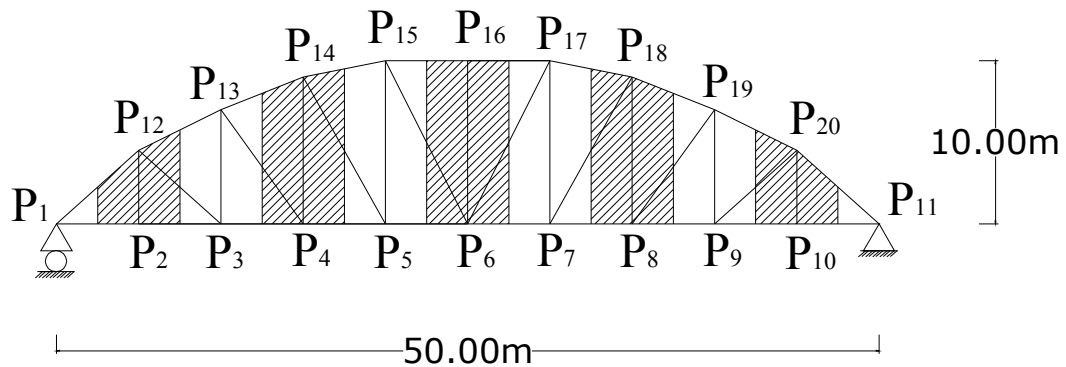
$$D_{50\%} = (116.4 + 1568) \times 2,0$$
$$= 3368.7 \text{ kg/m}$$

### 3.7.3 Beban Angin

Gaya angin pada bangunan atas jembatan tergantung pada:

- Luas ekuivalen rangka terluar sebesar 30% luasnya
- Tekanan angin rencana yang didapat dari tabel BMS hal.2 – 22

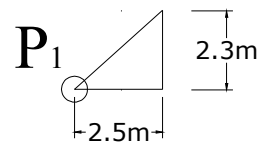
sebesar 1,85 kPa = 18.5 Kg/m<sup>2</sup>



Gaya yang terjadi pada titik :

$$P_1 = \text{Luas daerah A} \times 18.5 \times 30\%$$

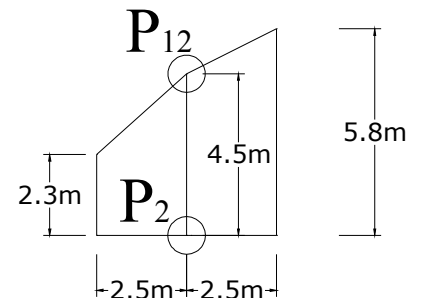
$$= 0.5 \times 4.25 \times 3.5 \times 18.5 \times 30 / 100 = 15.956 \text{ Kg}$$



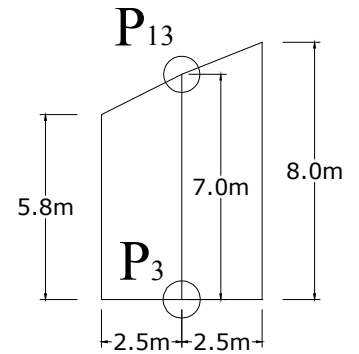
$$P_2 = P_{12} = \frac{\text{Luas daerah B} \times 18.5 \times 30\%}{2}$$

$$= \frac{21.375 \times 18.5 \times 30\%}{2}$$

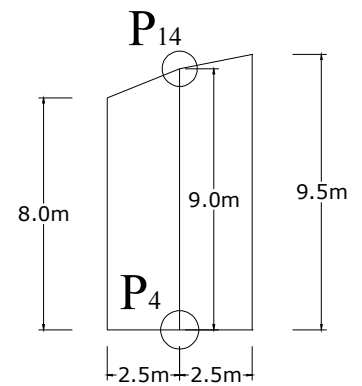
$$= 59.316 \text{ kg}$$



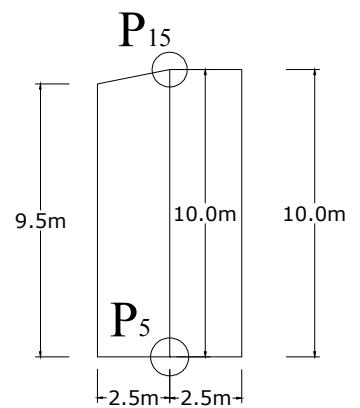
$$\begin{aligned}
 P_3 = P_{13} &= \frac{\text{Luas daerah C} \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= \frac{34.75 \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= 96.431 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



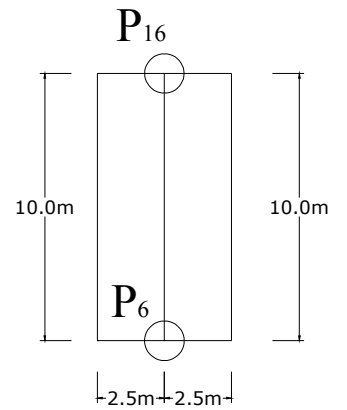
$$\begin{aligned}
 P_4 = P_{14} &= \frac{\text{Luas daerah D} \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= \frac{44.375 \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= 123.14 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 P_5 = P_{15} &= \frac{\text{Luas daerah E} \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= \frac{49.375 \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= 137.02 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



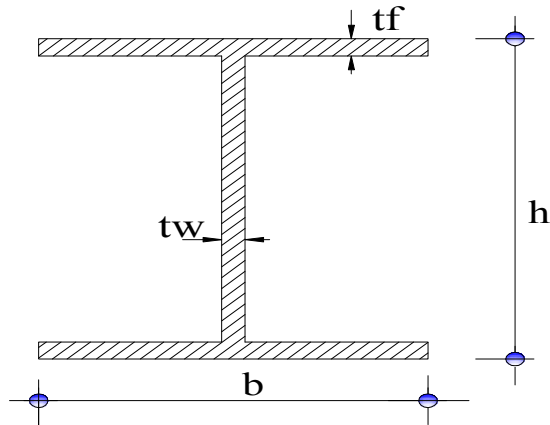
$$\begin{aligned}
 P_6 = P_{16} &= \frac{\text{Luas daerah F} \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= \frac{50 \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= 138.75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



### 3.8 Perencanaan Dimensi Profil Gelagar Induk

#### Perencanaan Dimensi Batang Tekan ( Batang no . 1)

Dimensi Batang Profil WF300X300X142



$t_w =$	20 mm	$b =$	300 mm
$A =$	180 cm <sup>2</sup>	$t_f =$	20 mm
$I_x =$	24266 cm <sup>4</sup>	$h =$	300 mm
$I_y =$	99400 cm <sup>4</sup>		

$$L = 10.0 \text{ m} = 1000 \text{ cm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor = 2307.00 kg

\*\* Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{24266}{180}} = 11.6108 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{99400}{180}} = 23.4994 \text{ cm}$$

\*\* Menghitung parameter kerampingan  $\lambda_c$

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 E}}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 338)

Dimana :

$\frac{K.L}{r}$  = rasio kerampingan efektif

k = factor panjang efektif sendi- sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau = 1000 cm

ry = radius girasi arah sumbu y

rx = radius girasi arah sumbu x

Fy = 3200 kg/cm<sup>2</sup>

I = momen inersia

E = modulus elastisitas baja  $2,1 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup> =  $2,1 \times 10^5$  Mpa

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 . E}} \\ &= \frac{1 \times 1000}{11.610819} \times \sqrt{\frac{3200}{\pi^2 . 2,1 \times 10^6}} \\ &= 1.07071 \end{aligned}$$

\*\* Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr)

$$\begin{aligned} \lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow w &= 1.3 \times \lambda_c^2 \\ &= 1.3 \times 1.07071 = 1.3384 \end{aligned}$$

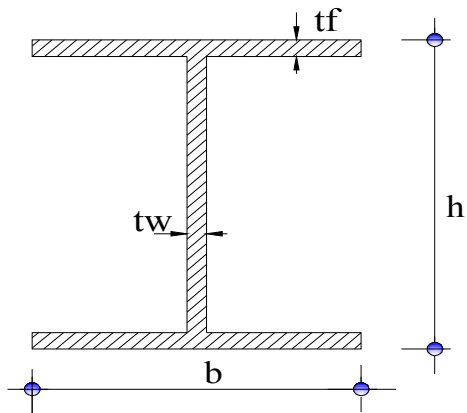
maka  $\phi_c \times P_n \geq P_u$

$\phi_c \times (F_y/w) \times A_g \geq P_u$

$$\begin{aligned} 0.9 \times 2390.9314 \times 180 &\geq 2307.0 \text{ kg} \\ 365812.5 \text{ kg} &\geq 2307.0 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Profil Aman} \end{aligned}$$

## Perencanaan Dimensi Batang Tarik (batang 5)

Dimensi Batang Profil WF300X300X142



$$\begin{aligned} tw &= 20 \text{ mm} & b &= 300 \text{ mm} \\ A &= 180 \text{ cm}^2 & tf &= 20 \text{ mm} \\ I_x &= 24266 \text{ cm}^4 & h &= 300 \text{ mm} \\ I_y &= 99400 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$L = 4.5 \text{ m} = 450 \text{ cm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$   
(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor = 65725.0 kg

$$\text{Lebar lubang baut} = 1.9 + 0.1 = 2 \text{ cm}$$

\* Cek rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300 \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 92})$$

Dimana :

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 450 \text{ cm}$$

$r$  = radius girasi terkecil

$$\frac{L}{r} = \frac{450}{20} = 22.5 \leq 300$$

\* Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - 4 \cdot [(\text{lebar lubang baut}) \times (\text{tebal flens})] \\ &= 180 - 4 ( 2 \times 2.00 ) \\ &= 164.00 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

**Perencanaan Desain Kekuatan Bahan Terdiri atas 2 kriteria, yaitu :**

a. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 95})$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \phi_t &= \text{factor resistensi} \\ &= 0.9 \text{ untuk keadaan batas leleh} \\ F_y &= \text{tegangan leleh baja} \\ A_g &= \text{luas penampang bruto} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.9 \times 3200 \times 180.00 \\ &= 518400.0 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_e \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 95})$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \phi_t &= \text{factor resistensi} \\ &= 0.75 \text{ untuk keadaan batas leleh} \\ F_y &= \text{tegangan tarik baja: } 3200 \text{ kg/cm}^2 \\ A_e &= \text{luas efektif penampang : } 0.85 \times A_n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.75 \times 3200 \times ( 0.85 \times 164.00 ) \\ &= 334560 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dari hasil 2 kriteria diatas diambil kekuatan desain yang lebih kecil yaitu

$$\phi_t \cdot T_n = 334560 \text{ kg}$$

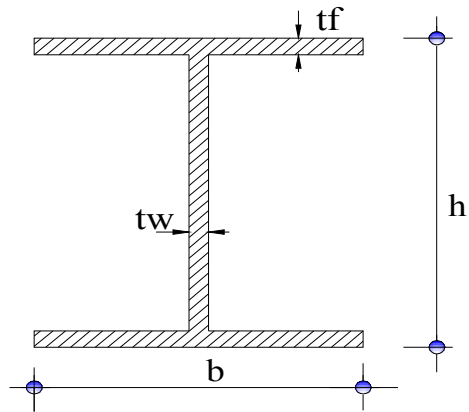
Maka :

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &\geq T_u \\ 334560 \text{ kg} &> 65725.0 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Profil Aman} \end{aligned}$$



## Perencanaan Dimensi Batang Tarik (batang 10)

Dimensi Batang Profil WF300X300X142



$t_w =$	20 mm	$b =$	300 mm
$A =$	180 cm <sup>2</sup>	$t_f =$	20 mm
$I_x =$	24266 cm <sup>4</sup>	$h =$	300 mm
$I_y =$	99400 cm <sup>4</sup>		

$$L = 5.0 \text{ m} = 500 \text{ cm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$   
(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor = 138705 kg

$$\text{Lebar lubang baut} = 1.9 + 0.1 = 2 \text{ cm}$$

\* Cek rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300 \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 92})$$

Dimana :

$L$  = panjang batang yang ditinjau = 500 cm

$r$  = radius girasi terkecil

$$\frac{L}{r} = \frac{500}{20} = 25 \leq 300$$

\* Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - 4 \cdot [(\text{lebar lubang baut}) \times (\text{tebal flens})] \\ &= 180 - 4 ( 2 \times 2.00 ) \\ &= 164.0 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

**Perencanaan Desain Kekuatan Bahan Terdiri atas 2 kriteria, yaitu :**

a. Didasarkan pada pelepasan penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 95})$$

Dimana :

$\phi_t$  = factor resistensi  
= 0.9 untuk keadaan batas leleh  
 $F_y$  = tegangan leleh baja  
 $A_g$  = luas penampang bruto

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.9 \times 3200 \times 180.00 \\ &= 518400.0 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_e \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 95})$$

Dimana :

$\phi_t$  = factor resistensi  
= 0.75 untuk keadaan batas leleh  
 $F_y$  = tegangan tarik baja:  $3200 \text{ kg/cm}^2$   
 $A_e$  = luas efektif penampang :  $0.85 \times A_n$

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.75 \times 3200 \times ( 0.85 \times 164.00 ) \\ &= 334560 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dari hasil 2 kriteria diatas diambil kekuatan desain yang lebih kecil yaitu

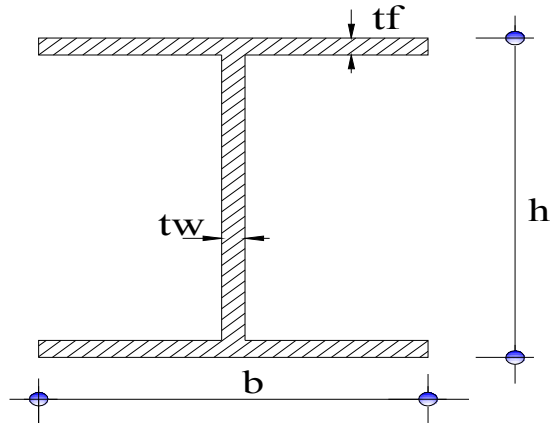
$$\phi_t \cdot T_n = 334560 \text{ kg}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &\geq T_u \\ 334560 \text{ kg} &> 138705.0 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Profil Aman} \end{aligned}$$

## Perencanaan Dimensi Batang Tekan ( Batang no . 11)

Dimensi Batang Profil WF300X300X142



$t_w =$	20 mm	$b =$	300 mm
$A =$	180 cm <sup>2</sup>	$t_f =$	20 mm
$I_x =$	24266 cm <sup>4</sup>	$h =$	300 mm
$I_y =$	99400 cm <sup>4</sup>		

$$L = 6.7 \text{ m} = 673 \text{ cm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$   
(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor = 401473 kg

\*\* Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{24266}{180}} = 11.6108 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{99400}{180}} = 23.4994 \text{ cm}$$

\*\* Menghitung parameter kerampingan  $\lambda_c$

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 \cdot E}} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 338})$$

Dimana :

- $\frac{K.L}{r}$  = rasio kerampingan efektif  
 k = factor panjang efektif sendi- sendi = 1  
 L = panjang batang yang ditinjau = 673 cm  
 ry = radius girasi arah sumbu y  
 rx = radius girasi arah sumbu x  
 Fy = 3200 kg/cm<sup>2</sup>  
 I = momen inersia  
 E = modulus elastisitas baja 2,1 x 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup> = 2,1 x 10<sup>5</sup> Mpa

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 \cdot E}}$$

$$= \frac{1 \times 673}{11.610819} \times \sqrt{\frac{3200}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}}$$

$$= 0.72059$$

\*\* Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr)

$$\lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow w = 1.3 \times \lambda_c^2$$

$$= 1.3 \times 0.72059 = 0.9007$$

maka  $\phi_c \times P_n \geq P_u$

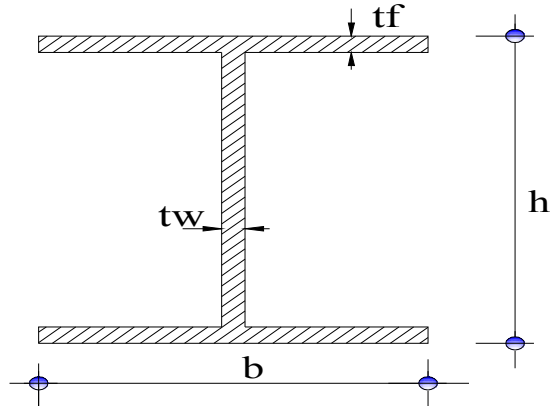
$$\phi_c \times (F_y/w) \times A_g \geq P_u$$

$$0.9 \times 3552.647 \times 180 \geq 401473.0 \text{ kg}$$

$$543554.98 \text{ kg} \geq 401473.0 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Profil Aman}$$

**Perencanaan Dimensi Batang Tekan ( Batang no . 12)**

Dimensi Batang Profil WF300X300X142



$t_w =$	20 mm	$b =$	300 mm
$A =$	180 cm <sup>2</sup>	$t_f =$	20 mm
$I_x =$	24266 cm <sup>4</sup>	$h =$	300 mm
$I_y =$	99400 cm <sup>4</sup>		

$L = 5.6 \text{ m} = 559 \text{ cm}$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$   
(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor = 384239 kg

\*\* Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{24266}{180}} = 11.6108 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{99400}{180}} = 23.4994 \text{ cm}$$

\*\* Menghitung parameter kerampingan  $\lambda_c$

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 \cdot E}} \quad \text{(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 338)}$$

Dimana :

- $\frac{K.L}{r}$  = rasio kerampingan efektif
- k = factor panjang efektif sendi- sendi = 1
- L = panjang batang yang ditinjau = 559 cm
- ry = radius girasi arah sumbu y
- rx = radius girasi arah sumbu x
- Fy = 3200 kg/cm<sup>2</sup>
- I = momen inersia
- E = modulus elastisitas baja  $2,1 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup> =  $2,1 \times 10^5$  Mpa

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 . E}}$$

$$= \frac{1 \times 559}{11.610819} \times \sqrt{\frac{3200}{\pi^2 . 2,1 \times 10^6}}$$

$$= 0.59853$$

\*\* Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr)

$$\lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow w = 1.3 \times \lambda_c^2$$

$$= 1.3 \times 0.59853 = 0.7482$$

maka  $\phi_c \times P_n \geq P_u$

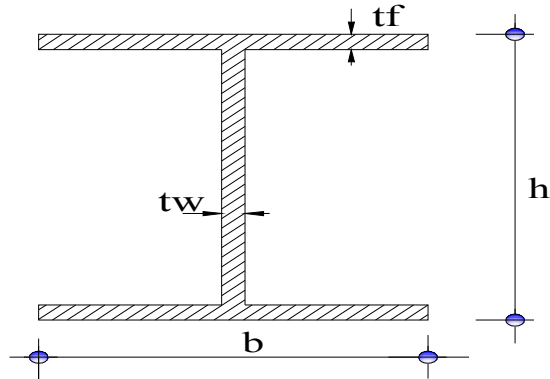
$$\phi_c \times (F_y/w) \times A_g \geq P_u$$

$$0.9 \times 4277.1581 \times 180 \geq 384239.0 \text{ kg}$$

$$654405.2 \text{ kg} \geq 384239.0 \text{ kg} \dots \dots \dots \text{ Profil Aman}$$

### Perencanaan Dimensi Batang Tekan ( Batang no . 13)

Dimensi Batang Profil WF300X300X142



$t_w =$	20 mm	$b =$	300 mm
$A =$	180 cm <sup>2</sup>	$t_f =$	20 mm
$I_x =$	24266 cm <sup>4</sup>	$h =$	300 mm
$I_y =$	99400 cm <sup>4</sup>		

$$L = 5.4 \text{ m} = 538 \text{ cm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$   
(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor = 378475.0 kg

\*\* Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{24266}{180}} = 11.6108 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{99400}{180}} = 23.4994 \text{ cm}$$

\*\* Menghitung parameter kerampingan  $\lambda_c$

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 \cdot E}} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 338})$$

Dimana :

- $\frac{K.L}{r}$  = rasio kerampingan efektif
- k = factor panjang efektif sendi- sendi = 1
- L = panjang batang yang ditinjau = 538 cm
- ry = radius girasi arah sumbu y
- rx = radius girasi arah sumbu x
- Fy = 3200 kg/cm<sup>2</sup>
- I = momen inersia
- E = modulus elastisitas baja  $2,1 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup> =  $2,1 \times 10^5$  Mpa

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 . E}}$$

$$= \frac{1 \times 538}{11.610819} \times \sqrt{\frac{3200}{\pi^2 . 2,1 \times 10^6}}$$

$$= 0.57604$$

\*\* Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr)

$$\lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow w = 1.3 \times \lambda_c^2$$

$$= 1.3 \times 0.57604 = 0.7201$$

maka  $\phi_c \times P_n \geq P_u$

$$\phi_c \times (F_y/w) \times A_g \geq P_u$$

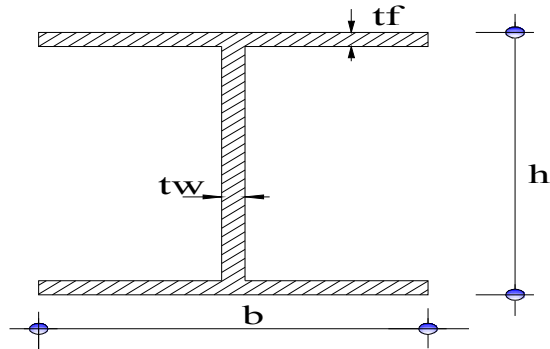
$$0.9 \times 4444.1104 \times 180 \geq 378475.0 \text{ kg}$$

$$679948.89 \text{ kg} \geq 378475.0 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Profil Aman}$$



## Perencanaan Dimensi Batang Tekan ( Batang no . 14)

Dimensi Batang Profil WF300X300X142



$$\begin{array}{ll} tw = & 20 \text{ mm} & b = & 300 \text{ mm} \\ A = & 180 \text{ cm}^2 & tf = & 20 \text{ mm} \\ I_x = & 24266 \text{ cm}^4 & h = & 300 \text{ mm} \\ I_y = & 99400 \text{ cm}^4 & & \end{array}$$

$$L = 5.1 \text{ m} = 509 \text{ cm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$   
(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor = 369039.0 kg

\*\* Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{24266}{180}} = 11.6108 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{99400}{180}} = 23.4994 \text{ cm}$$

\*\* Menghitung parameter kerampingan  $\lambda_c$

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2.E}} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 338})$$

Dimana :

- $\frac{K.L}{r}$  = rasio kerampingan efektif
- k = factor panjang efektif sendi- sendi = 1
- L = panjang batang yang ditinjau = 509 cm
- ry = radius girasi arah sumbu y
- rx = radius girasi arah sumbu x
- Fy = 3200 kg/cm<sup>2</sup>
- I = momen inersia
- E = modulus elastisitas baja  $2,1 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup> =  $2,1 \times 10^5$  Mpa

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2.E}} \\ &= \frac{1 \times 509}{11.610819} \times \sqrt{\frac{3200}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}} \\ &= 0.54499 \end{aligned}$$

\*\* Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr)

$$\begin{aligned} \lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow w &= 1.3 \times \lambda_c^2 \\ &= 1.3 \times 0.54499 = 0.6812 \end{aligned}$$

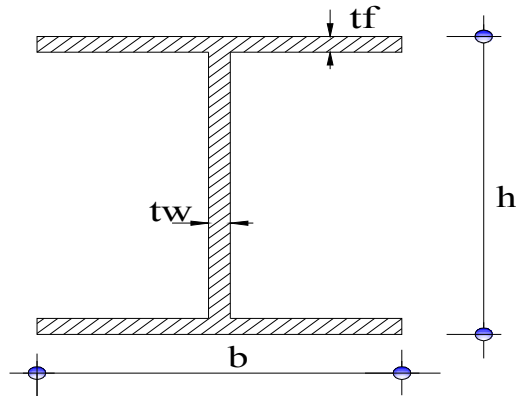
$$\text{maka } \phi_c \times P_n \geq P_u$$

$$\phi_c \times (F_y/w) \times A_g \geq P_u$$

$$\begin{aligned} 0.9 \times 4697.3112 \times 180 &\geq 369039.0 \text{ kg} \\ 718688.61 \text{ kg} &\geq 369039.0 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman} \end{aligned}$$

## Perencanaan Dimensi Batang Tekan ( Batang no . 15)

Dimensi Batang Profil WF300X300X142



$$\begin{array}{ll} tw = & 20 \text{ mm} & b = & 300 \text{ mm} \\ A = & 180 \text{ cm}^2 & tf = & 20 \text{ mm} \\ I_x = & 24266 \text{ cm}^4 & h = & 300 \text{ mm} \\ I_y = & 99400 \text{ cm}^4 & & \end{array}$$

$$L = 5.0 \text{ m} = 500 \text{ cm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$   
(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor = 318744.0 kg

\*\* Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{24266}{180}} = 11.6108 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{99400}{180}} = 23.4994 \text{ cm}$$

\*\* Menghitung parameter kerampingan  $\lambda_c$

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 \cdot E}} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 338})$$

Dimana :

- $\frac{K.L}{r}$  = rasio kerampingan efektif
- k = factor panjang efektif sendi- sendi = 1
- L = panjang batang yang ditinjau = 500 cm
- ry = radius girasi arah sumbu y
- rx = radius girasi arah sumbu x
- Fy = 3200 kg/cm<sup>2</sup>
- I = momen inersia
- E = modulus elastisitas baja 2,1 x 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup> = 2,1 x 10<sup>5</sup> Mpa

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 . E}} \\ &= \frac{1 \times 500}{11.610819} \times \sqrt{\frac{3200}{\pi^2 . 2,1 \times 10^6}} \\ &= 0.53536 \end{aligned}$$

\*\* Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr)

$$\begin{aligned} \lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow w &= 1.3 \times \lambda_c^2 \\ &= 1.3 \times 0.53536 = 0.6692 \end{aligned}$$

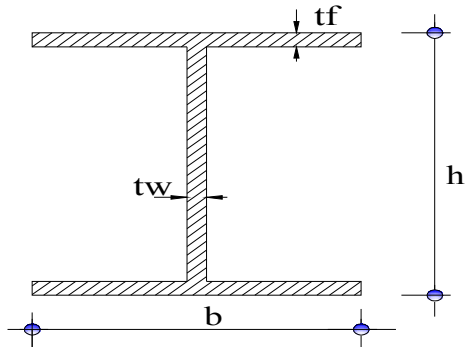
$$\text{maka } \phi_c \times P_n \geq P_u$$

$$\phi_c \times (F_y/w) \times A_g \geq P_u$$

$$\begin{aligned} 0.9 \times 4781.8628 \times 180 &\geq 318744.0 \text{ kg} \\ 731625.01 \text{ kg} &\geq 318744.0 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Profil Aman} \end{aligned}$$

## Perencanaan Dimensi Batang Tarik (batang 19)

Dimensi Batang Profil WF300X300X142



$$\begin{array}{ll} tw = & 20 \text{ mm} & b = & 300 \text{ mm} \\ A = & 180 \text{ cm}^2 & tf = & 20 \text{ mm} \\ I_x = & 24266 \text{ cm}^4 & h = & 300 \text{ mm} \\ I_y = & 99400 \text{ cm}^4 & & \end{array}$$

$$L = 6.7 \text{ m} = 672 \text{ cm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$   
(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor  $P_u = 72691.0 \text{ kg}$

$$\text{Lebar lubang baut} = 1.9 + 0.1 = 2 \text{ cm}$$

\* Cek rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300 \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 92})$$

Dimana :

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 672 \text{ cm}$$

$r$  = radius girasi terkecil

$$\frac{L}{r} = \frac{672}{20} = 33.6 \leq 300$$

\* Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - 4 \cdot [(\text{lebar lubang baut}) \times (\text{tebal flens})] \\ &= 180 - 4 ( 2 \times 2.00 ) \\ &= 164.00 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

**Perencanaan Desain Kekuatan Bahan Terdiri atas 2 kriteria, yaitu :**

a. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 95})$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \phi_t &= \text{factor resistensi} \\ &= 0.9 \quad \text{untuk keadaan batas leleh} \\ F_y &= \text{tegangan leleh baja} \\ A_g &= \text{luas penampang bruto} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.9 \times 3200 \times 180.00 \\ &= 518400.0 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

b. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_e \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 95})$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \phi_t &= \text{factor resistensi} \\ &= 0.75 \quad \text{untuk keadaan batas leleh} \\ F_y &= \text{tegangan tarik baja: } 3200 \text{ kg/cm}^2 \\ A_e &= \text{luas efektif penampang : } 0.85 \times A_n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.75 \times 3200 \times (0.85 \times 164.00) \\ &= 334560 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

Dari hasil 2 kriteria diatas diambil kekuatan desain yang lebih kecil yaitu

$$\phi_t \cdot T_n = 334560 \quad \text{kg}$$

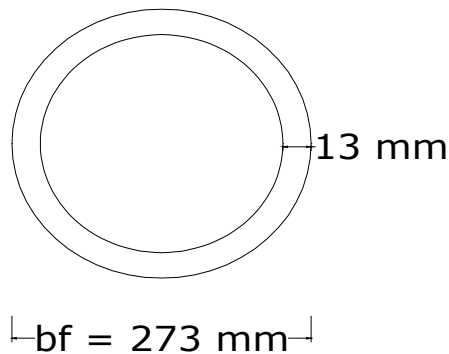
Maka :

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &\geq T_u \\ 334560 \text{ kg} &> 72691.0 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Profil Aman} \end{aligned}$$

### 3.3.2 Ikatan Angin

#### Perencanaan Dimensi Batang Tekan ( Batang no . 107)

Dimensi Batang Profil Pipe X100



$$\begin{aligned} A &= 103 \text{ cm}^2 & b &= 273 \text{ mm} \\ I_x &= 17644 \text{ cm}^4 & t &= 13 \text{ mm} \\ I_y &= 88241 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$L = 6.7 \text{ m} = 672 \text{ cm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$   
(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor = 77900.0 kg

\*\* Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{17644}{103}} = 13.0882 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{88241}{103}} = 29.2696 \text{ cm}$$

\*\* Menghitung parameter kerampingan  $\lambda_c$

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2.E}} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 338})$$

Dimana :

$$\frac{K.L}{r} = \text{rasio kerampingan efektif}$$

$$k = \text{factor panjang efektif sendi- sendi} = 1$$

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 672 \text{ cm}$$

$$r_y = \text{radius girasi arah sumbu y}$$

$$r_x = \text{radius girasi arah sumbu x}$$

$$F_y = 3200 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = \text{momen inersia}$$

$$E = \text{modulus elastisitas baja } 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 = 2,1 \times 10^5 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2.E}} \\ &= \frac{1 \times 672}{13.0882} \times \sqrt{\frac{3200}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}} \\ &= 0.6383 \end{aligned}$$

\*\* Menghitung tegangan kritis penampang ( $F_{cr}$ )

$$\begin{aligned} \lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow w &= 1.3 \times \lambda_c^2 \\ &= 1.3 \times 0.6383 = 0.7979 \end{aligned}$$

$$\text{maka } \phi_c \times P_n \geq P_u$$

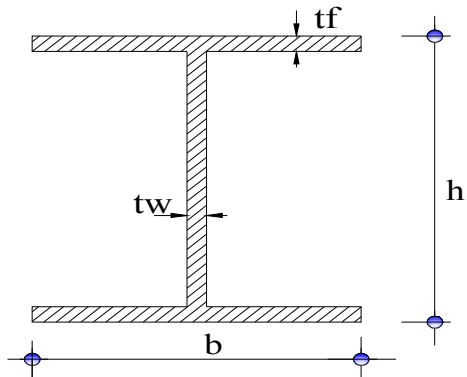
$$\phi_c \times (F_y/w) \times A_g \geq P_u$$

$$\begin{aligned} 0.9 \times 4010.6514 \times 103 &\geq 77900.0 \text{ kg} \\ 351132.53 \text{ kg} &\geq 77900.0 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Profil Aman} \end{aligned}$$



## Perencanaan Dimensi Batang Tarik (batang 19)

Dimensi Batang Profil WF300X300X142



$$t_w = 20 \text{ mm}$$

$$A = 180 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 24266 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 99400 \text{ cm}^4$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$t_f = 20 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$L = 6.7 \text{ m} = 672 \text{ cm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$   
(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor  $P_u = 72691.0 \text{ kg}$

$$\text{Lebar lubang baut} = 1.9 + 0.1 = 2 \text{ cm}$$

\* Cek rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300 \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 92})$$

Dimana :

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 672 \text{ cm}$$

$r$  = radius girasi terkecil

$$\frac{L}{r} = \frac{672}{20} = 33.6 \leq 300$$

\* Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - 4 \cdot [(\text{lebar lubang baut}) \times (\text{tebal flens})] \\ &= 180 - 4 ( 2 \times 2.00 ) \\ &= 164.00 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

**Perencanaan Desain Kekuatan Bahan Terdiri atas 2 kriteria, yaitu :**

a. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 95})$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \phi_t &= \text{factor resistensi} \\ &= 0.9 \quad \text{untuk keadaan batas leleh} \end{aligned}$$

$F_y$  = tegangan leleh baja

$A_g$  = luas penampang bruto

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.9 \times 3200 \times 180.00 \\ &= 518400.0 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

b. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_e \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 95})$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \phi_t &= \text{factor resistensi} \\ &= 0.75 \quad \text{untuk keadaan batas leleh} \end{aligned}$$

$F_y$  = tegangan tarik baja:  $3200 \text{ kg/cm}^2$

$A_e$  = luas efektif penampang :  $0.85 \times A_n$

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.75 \times 3200 \times (0.85 \times 164.00) \\ &= 334560 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

Dari hasil 2 kriteria diatas diambil kekuatan desain yang lebih kecil yaitu

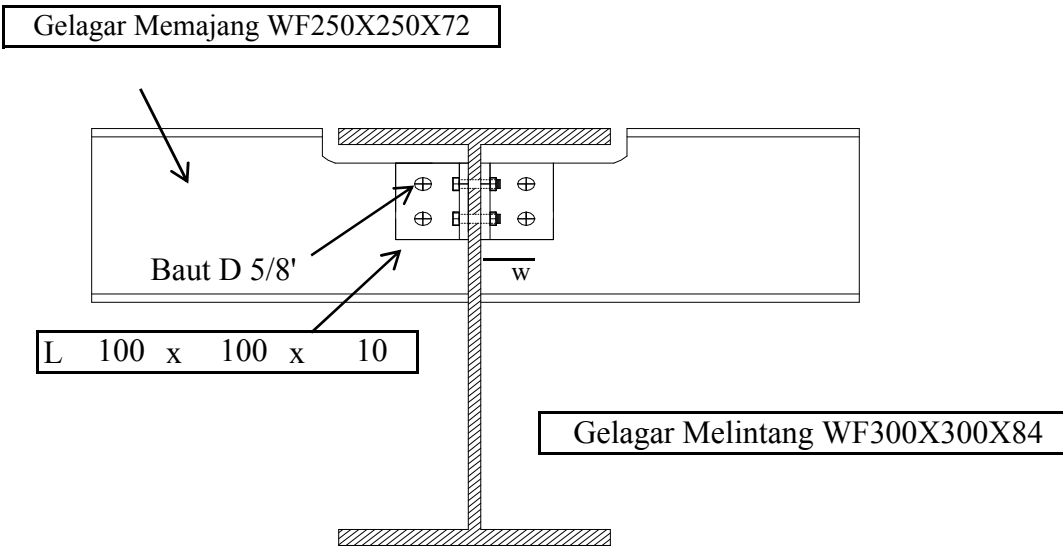
$$\phi_t \cdot T_n = 334560 \quad \text{kg}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &\geq T_u \\ 334560 \quad \text{kg} &> 72691.0 \quad \text{kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman} \end{aligned}$$

### 3.9 Perencanaan Sambungan

#### 3.9.1 Sambungan Gelagar Memanjang dan Melintang



Gambar 3.19 Sambungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang

Direncanakan baut A490 dengan diameter  $D = 5/8 \text{ inch} = 1.59 \text{ cm}$   
kekuatan tarik baut,  $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342.5 \text{ N/mm}^2$

\*\* Besarnya gaya geser yang bekerja pada gelagar memanjang akibat berat sendiri maupun akibat beban luar adalah

$$P_u = 5775.47 \text{ kg} \quad (\text{gaya yang bekerja pada gelagar memanjang})$$

\*\* Luas Baut :

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 1.59^2 \\ &= 1.978 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

\*\* Sambungan irisan tunggal (pada gelagar melintang)

\* Kekuatan tarik desain :

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \times (0.75 \times F_u^b) \times A_b \\ &= 0.75 \times (0.75 \times 10342.5) \times 1.978 \\ &= 11509.20 \text{ kg} \end{aligned}$$

\* Kekuatan geser desain :

Banyaknya bidang geser yang terlibat adalah 1 karena merupakan sambungan irisan tunggal, sehingga  $m = 1$

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \times (0.60 \times F_u^b) \times m \times A_b \\ &= 0.65 \times (0.6 \times 10342.5) \times 1 \times 1.978 \\ &= 7979.7 \text{ kg}\end{aligned}$$

\* Kekuatan tumpu desain

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar melintang yaitu 2 cm

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \cdot (2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \\ &= 0.75 \times (2.4 \times 1.59 \times 2.00 \times 5200) \\ &= 29718.00 \text{ kg}\end{aligned}$$

\* Kekuatan nominal :

$$\begin{aligned}T_n &= 0.6 \times F_y \times A \\ &= 0.6 \times 3200 \times 345.8 \\ &= 663936.00 \text{ kg} > P_u = 5775.47 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}\end{aligned}$$

\* Momen ultimate :

$$\begin{aligned}M_u &= P_u \cdot W \quad (w = \text{titik perlemahan}) = 2.52 \text{ cm} \\ &= 5775.47 \times 2.52 \\ &= 14554.18747\end{aligned}$$

\* Jumlah baut : (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 201)

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot M_u}{R \cdot P}}$$

dimana :  $M_u$  = Momen Ultimate

$R = \phi R_n$  (kekuatan geser desain yang menentukan)

$P =$  Jarak minimum sumbu baut = 6 cm

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot M_u}{R \cdot P}} = \sqrt{\frac{6 \times 14554.187}{7979.713 \times 6}} = 1.35 \text{ buah} \approx 4 \text{ buah}$$

\* Ketebalan plat yang digunakan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{5775.4712 / 4}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.12 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 100 x 100 x 10

\* Kekuatan geser desain > beban geser terfaktor baut

$$\phi \cdot Rn > Rut$$

$$Ru_t = \frac{Pu}{n}$$

$$= \frac{5775.47}{4}$$

$$= 1443.8678 \text{ kg} < \phi \cdot Rn = 7979.71 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Ok}$$

\*\* Sambungan irisan ganda (pada gelagar memanjang)

\* Kekuatan tarik desain (LRFD, hal : 100) :

$$\begin{aligned} \phi Rn &= \phi \cdot (0.75 \cdot Fu^b) \cdot Ab \\ &= 0.75 \times (0.75 \times 10342.5) \times 1.978 \\ &= 11509.20 \text{ kg} \end{aligned}$$

\* Kekuatan geser desain :

Banyaknya bidang geser yang terlibat adalah 2 karena merupakan sambungan irisan ganda, sehingga  $m = 2$

$$\begin{aligned} \phi Rn &= \phi \times (0.75 \times Fu^b) \times m \times Ab \\ &= 0.65 \times (0.6 \times 10342.5) \times 2 \times 1.978 \\ &= 15959.43 \text{ kg} \end{aligned}$$

\* Kekuatan tumpu desain :

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar memanjang yaitu 1,0 cm (Salmon : 134).

$$\begin{aligned} \phi Rn &= \phi \cdot (2.4 \cdot d \cdot t \cdot Fu) \\ &= 0.75 \times (2.4 \times 1.59 \times 1 \times 5200) \\ &= 14859.00 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$Fu = \text{Tegangan tarik putus} = 5200 \text{ kg/cm}^2$$

\* Kekuatan nominal :

$$\begin{aligned} T_n &= 0.6 \times F_y \times A \\ &= 0.6 \times 3200 \times 345.80 \\ &= 663936.00 \text{ kg} > T_u = 5775.47 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

\* Momen ultimate :

$$\begin{aligned} M_u &= P_u \cdot W \quad (w = \text{titik perlemahan}) \\ &= 5775.47 \times 2.52 \\ &= 14554.18747 \text{ kg} \end{aligned}$$

\* Jumlah baut :

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot M_u}{R \cdot P}}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku Jilid 1, 1992 : 201)  
dimana :  $M_u$  = Momen Ultimate  
 $R = \phi R_n$  (kekuatan desain yang menentukan)  
 $P$  = Jarak minimum sumbu baut = 4 cm

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot M_u}{R \cdot P}} = \sqrt{\frac{6 \times 14554.187}{11509.2 \times 4}} = 1.38 \text{ buah} \approx 3 \text{ buah}$$

\* Ketebalan plat yang digunakan adalah :

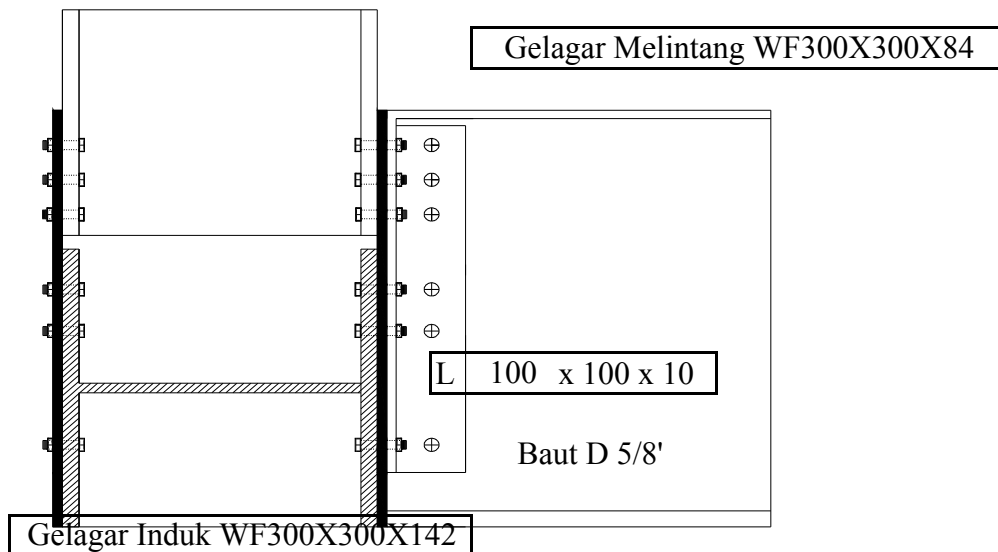
$$t = \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L} = \frac{5775.4712 / 3}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.16043 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 100 x 100 x 10

\* Kekuatan geser desain > beban geser terfaktor baut

$$\begin{aligned} \phi \cdot R_n &> R_{ut} \\ R_{ut} &= \frac{P_u}{n} \\ &= \frac{5775.47}{3} \\ &= 1925.1571 \text{ kg} > \phi \cdot R_n = 7979.71 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

### 3.9.2 Sambungan Gelagar Melintang dan Gelagar Induk



Gambar 3.20 Sambungan Gelagar Melintang dan Gelagar Induk

Direncanakan baut A490 dengan diameter  $D = 5/8 \text{ inch} = 1.59 \text{ cm}$   
 kekuatan tarik baut,  $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342.5 \text{ N/mm}^2$

\* Gaya geser yang bekerja pada gelagar melintang

$$D_{\max} = 58438.13 \text{ kg}$$

\*\* Luas Baut :

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 1.59^2 \\ &= 1.978 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

\*\* Sambungan irisan tunggal (pada gelagar Induk)

\* Kekuatan tarik desain :

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \times (0.75 \times F_u^b) \times A_b \\ &= 0.75 \times (0.75 \times 10342.5) \times 1.978 \\ &= 11509.20 \text{ kg} \end{aligned}$$

\* Kekuatan geser desain :

Banyaknya bidang geser yang terlibat adalah 1 karena merupakan sambungan irisan tunggal, sehingga  $m = 1$

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \times (0.75 \times F_u^b) \times m \times A_b \\ &= 0.65 \times (0.6 \times 10342.5) \times 1 \times 1.978 \\ &= 7979.71 \text{ kg}\end{aligned}$$

\* Kekuatan tumpu desain

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar melintang yaitu 7.5 cm

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \cdot (2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \\ &= 0.75 \times (2.4 \times 1.59 \times 7.50 \times 5200) \\ &= 111442.50 \text{ kg}\end{aligned}$$

\* Kekuatan nominal :

$$\begin{aligned}T_n &= 0.6 \times F_y \times A \\ &= 0.6 \times 3200 \times 345 \\ &= 662400.00 \text{ kg} > P_u = 58438.13 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Ok}\end{aligned}$$

Aug adalah luas badan gelagar yang bersangkutan

\* Momen ultimate :

$$\begin{aligned}M_u &= P_u \cdot W \quad (w = \text{titik perlemahan}) \\ &= 58438.13 \times 2.52 \\ &= 147264.095\end{aligned}$$

\* Jumlah baut :

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot M_u}{R \cdot P}} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku Jilid 1, 1992 : 201})$$

dimana :  $M_u = \text{Momen Ultimate}$   
 $R = \phi R_n$  (kekuatan desain yang menentukan)  
 $P = \text{Jarak minimum sumbu baut} = 5 \text{ cm}$

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot M_u}{R \cdot P}} = \sqrt{\frac{6 \times 147264.1}{11509.2 \times 5}} = 3.92 \text{ buah} \approx 8 \text{ buah}$$

maka di pasang 16 ( 8 buah pada tiap sisi )

\* Ketebalan plat yang digunakan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L} = \frac{58438.133 / 8}{0.75 \times 3200 \times 8.6} = 0.35391 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 100 x 100 x 10



\*\* Kontrol terhadap kekuatan desain antara geser dan tarik :

\* Kekuatan tarik desain > beban tarik terfaktor baut

\* Kekuatan geser desain > beban geser terfaktor baut

$$\phi \cdot R_n > R_{ut}$$

$$R_{ut} = \frac{P_u}{n}$$

$$= \frac{58438.13}{8}$$

$$= 7304.7666 \text{ kg} < \phi \cdot R_n = 7979.71 \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{Ok})$$

\*\* Sambungan irisan ganda (pada gelagar melintang)

\* Kekuatan tarik desain:

$$\phi R_n = \phi \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot A_b$$

$$= 0,75 \cdot (0,75 \cdot 10342,5) \cdot 1,978$$

$$= 11509,20 \text{ kg}$$

\* Kekuatan geser desain :

Banyaknya bidang geser yang terlibat adalah 2 karena merupakan sambungan irisan ganda, sehingga  $m = 2$

$$\phi R_n = \phi \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

$$= 0,65 \cdot (0,6 \cdot 10342,5) \cdot 2 \cdot 1,978$$

$$= 15959,43 \text{ kg}$$

\* Kekuatan tumpu desain :

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar memanjang yaitu 3,2 cm

$$\phi R_n = \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u)$$

$$= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 1,98 \cdot 3,2 \cdot 5200)$$

$$= 59254,72 \text{ kg}$$

$$F_u = \text{Tegangan tarik putus} = 3200 \text{ kg/cm}^2$$

\* Kekuatan nominal :

$$T_n = 0,6 \cdot F_y \cdot A$$

$$= 0,6 \cdot 3200 \cdot 345$$

$$= 662400 \text{ kg} > P_u = 58438,13 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

\* Momen ultimate :

$$\begin{aligned} Mu &= Pu \cdot W && (w = \text{titik perlemahan}) = 2.52 \text{ cm} \\ &= 58438.13 \times 2.52 \\ &= 147264.095 \text{ kg} \end{aligned}$$

\* Jumlah baut :

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot Mu}{R \cdot P}} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku Jilid 1, 1992 : 201})$$

dimana : Mu = Momen Ultimate

R =  $\phi$  Rn (kekuatan desain yang menentukan)

P = Jarak minimum sumbu baut = 5 cm

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot Mu}{R \cdot P}} = \sqrt{\frac{6 \times 147264.1}{11509.2 \times 5}} = 3.92 \text{ buah} \approx 6 \text{ buah}$$

\* Ketebalan plat yang digunakan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{58438.133 / 6}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.41623 \text{ cm} \approx 2 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 110 x 110 x 10

\*\* Kontrol terhadap kekuatan desain antara geser dan tarik :

\* Kekuatan geser desain > beban geser terfaktor baut

$\phi \cdot Rn > Ru_t$

$$\begin{aligned} Ru_t &= \frac{Pu}{n} \\ &= \frac{58438.13}{6} \end{aligned}$$

$$= 9739.6888 \text{ kg} < \phi \cdot Rn = 15959.43 \text{ kg} \dots \dots \dots \text{ Ok}$$

### 3.9.3 Sambungan Batang Gelagar Induk WF 21X182

\* Perhitungan kekuatan Baut

Digunakan baut A490 dengan diameter,  $d = 3/4$  inch      19.1 mm      Kekuatan  
kekuatan tarik baut,  $F_u^b = 150$  ksi      =      10342.5 N/mm<sup>2</sup>

\*\* Luas Baut :

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 1.91 \\ &= 2.864 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

\* Kekuatan geser desain :

Banyaknya bidang geser yang terlibat adalah      1 karena merupakan sambungan  
iris tunggal, sehingga  $m = 1$

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \times (0.75 \times F_u^b) \times m \times A_b \\ &= 0.65 \times (0.6 \times 10342.5) \times 1 \times 2.864 \\ &= 11551.18 \text{ kg} \end{aligned}$$

\* Kekuatan tumpu desain

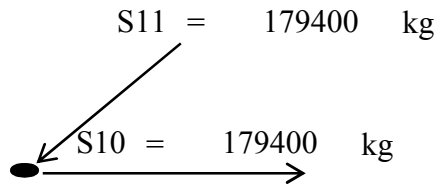
$$\begin{aligned} \text{Tebal plat simpul} &= 2.25 \text{ cm} \\ \text{Diameter lubang} &= 1.91 + 0.1 \\ &= 2.01 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \cdot (2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \quad ( \phi = 0.75 \quad F_u = 5200 \text{ kg/cm}^2 ) \\ &= 0.75 \times (2.4 \times 2.01 \times 2.25 \times 5200) \\ &= 42330.60 \text{ kg} \end{aligned}$$

Gaya nominal pada tiap batang

$$\begin{aligned} P_n &= A_g \times F_u \\ &= 345 \times 520 \\ &= 179400 \text{ Kg} \end{aligned}$$

**\*\* Joint A**



**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S11**

$$NS_1 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi.Fu.L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 5200 \times 5} = 0.575 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.575 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 2.393 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\* Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ cm} \quad \text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S10**

$$NS_1 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi.Fu.L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 5200 \times 9} = 0.31944 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.31944 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 2.393 \text{ cm} \end{aligned}$$

\*\* Jarak antar baut

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ cm} \quad \text{diambil } L = 18 \text{ cm} \end{aligned}$$

**kontrol pelat simpul :**

$$\begin{aligned} \text{Diameter baut yang digunakan, } D = \frac{3}{4} \text{ inch} &= 1.91 \text{ cm} \\ \text{Kekuatan tarik baut A490, } Fu^b = 150 \text{ ksi} &= 10342.5 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Tegangan plat Bj 52, } fy &= 3200 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Diameter lubang } \frac{3}{4} &= 1.91 + 0.1 = 2.01 \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 72 \\ &= 144 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : t = tebal plat simpul 2 cm

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_n &= (b - n \times d) \times t \\ &= (72 - (3 \times 2.01)) \times 2 \\ &= 131.94 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

menentukan letak titik berat

$$\begin{aligned} A_n \times y_a &= ((8 \times 2) \times 4) + ((10 \times 2) \times 15) \\ &\quad + ((35 \times 2) \times 39.5) + ((13 \times 2) \times 65.5) \\ &= 4832 \\ y_a &= \frac{4832.000}{131.94} \\ y_a &= 36.623 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_b &= 72 - 36.623 \\ &= 35.377 \text{ cm} \end{aligned}$$

- *Batang no.11*

$$p_{11} = \frac{453640}{2} = 226820$$

$$\begin{aligned} D_{11} &= 226820 \times \cos 0^\circ \\ &= 226820 \times 1 \\ &= 226820 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{11} &= 453640 \times \sin 0^\circ \\ &= 453640 \times 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

- *Batang no.10*

$$P_{10} = \frac{453640}{2} = 226820$$

$$\begin{aligned} D_{10} &= 226820 \times \cos 42^\circ \\ &= 226820 \times 0.74 \\ &= 168560.11 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{10} &= 226820 \times \sin 42^\circ \\ &= 226820 \times 0.66913 \\ &= 151772.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{total}} &= 0 + 151772.2 \\ &= 151772.204 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{\text{total}} &= 226820 - 168560.11 \\ &= 395380.109 \text{ kg} \end{aligned}$$

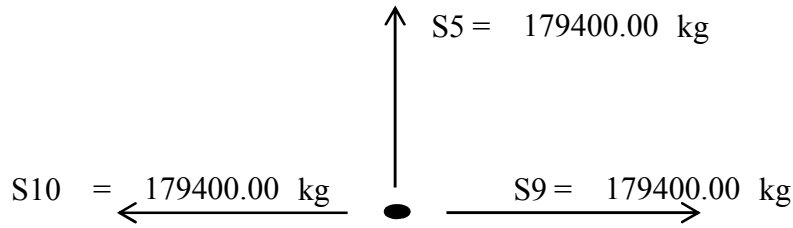
Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} M_u &= D_{11} \times Y_a - D_{10} \times Y_b \\ &= 226820.00 \times 36.62 - 168560.11 \times 35.4 \\ &= 2343562 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_x &= \frac{1}{6} \times t \times h^2 \\
 &= \frac{1}{6} \times 2 \times 72^2 \\
 &= 1728.00 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{cr} &= \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} \\
 &= \frac{151772.2}{131.94} + \frac{2343562.1}{1728.00} \\
 &= 2506.54 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3200 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

**\*\* Joint C**



**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S10**

$$NS10 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\* Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S5**

$$NS5 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$



Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

\*\* Jarak antar baut

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S9**

$$NS9 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

\*\* Jarak tepi baut

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

\*\* Jarak antar baut

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**kontrol pelat simpul :**

$$\begin{aligned} \text{Diameter baut yang digunakan, } D = \frac{3}{4} \text{ inch} &= 1.91 \text{ cm} \\ \text{Kekuatan tarik baut A490, } F_u^b = 150 \text{ ksi} &= 10342.5 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Tegangan plat Bj 52, } f_y &= 3200 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Diameter lubang } \frac{3}{4} &= 1.91 + 0.1 = 2.01 \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 88 \\ &= 176 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana :  $t$  = tebal plat simpul = 2 cm

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_n &= (b - n \times d) \times t \\ &= (88 - 4 \times 2.01) \times 2 \\ &= 159.92 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_n \times y_a &= ((4 \times 2) \times 2) + ((20 \times 2) \times 11) \\ &+ ((37 \times 2) \times 46.5) + ((13 \times 2) \times 73.5) \\ &+ ((5 \times 2) \times 85.5) \end{aligned}$$

$$= 6663$$

$$y_a = \frac{6663.000}{159.92}$$

$$y_a = 41.665$$

$$\begin{aligned} y_b &= 88 - 41.665 \\ &= 46.335 \text{ cm} \end{aligned}$$

- *Batang no.5*

$$P_5 = \frac{72190}{2} = 36095$$

$$\begin{aligned} D_5 &= 36095 \times \cos 54^\circ \\ &= 36095 \times 0.59 \\ &= 21216.109 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N5 &= 36095 \times \sin 54^\circ \\
 &= 36095 \times 0.80902 \\
 &= 29201.468
 \end{aligned}$$

- *Batang no.9*

$$P9 = \frac{63423}{2} = 31711.5$$

$$\begin{aligned}
 D9 &= 31711.5 \times \cos 36^\circ \\
 &= 31711.5 \times 0.81 \\
 &= 25655.142 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N9 &= 31711.5 \times \sin 36^\circ \\
 &= 31711.5 \times 0.58779 \\
 &= 18639.552
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{\text{total}} &= 29201.4684 - 18639.552 \\
 &= 10561.9164 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{\text{total}} &= 21216.1087 + 25655.142 \\
 &= 46871.2511 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

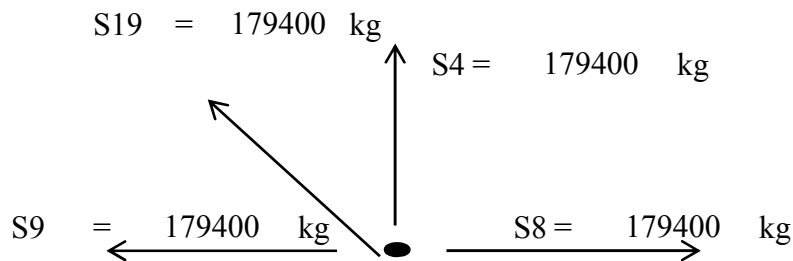
Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned}
 Mu &= D5 \times Ya - D9 \times Yb \\
 &= 21216.11 \times 41.66 - 25655.14 \times 46.3 \\
 &= 2072702 \text{ kgcm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Zx &= \frac{1}{6} \times t \times h^2 \\
 &= \frac{1}{6} \times 2 \times 88^2 \\
 &= 2581.33 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{cr} &= \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} \\
 &= \frac{10561.916}{159.92} + \frac{2072702.0}{2581.33} \\
 &= 869.00 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3200 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

**\*\* Joint D**



**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S9**

$$NS_{10} = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned}
 &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\
 &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 7 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 7} = 0.66741 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.66741 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{D_b}{2} \\
 &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\
 &\geq 3.291 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

**\*\* Jarak antar baut**

$$\begin{aligned}
 &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\
 &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 18 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S4**

$$NS5 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi.Fu.L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\* Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S8**

$$NS9 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 7 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi.Fu.L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 7} = 0.66741 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.66741 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

\*\* Jarak antar baut

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 18 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S19**

$$NS9 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

\*\* Jarak tepi baut

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

\*\* Jarak antar baut

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**kontrol pelat simpul :**

$$\text{Diameter baut yang digunakan, } D = \frac{3}{4} \text{ inch} = 1.91 \text{ cm}$$

$$\text{Kekuatan tarik baut A490, } Fu^b = 150 \text{ ksi} = 10342.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tegangan plat Bj 52, } fy = 3200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Diameter lubang } \frac{3}{4} = 1.91 + 0.1 = 2.01 \text{ cm}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} Ag &= t \times b \\ &= 2 \times 91 \\ &= 182 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana :  $t =$  tebal plat simpul  $2 \text{ cm}$

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_n &= (b - n \times d) \times t \\ &= (91 - 3 \times 2.01) \times 2 \\ &= 169.94 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

menentukan letak titik berat

$$\begin{aligned} A_n \times y_a &= ((24 \times 2) \times 12) + ((10 \times 2) \times 31) \\ &\quad + ((42 \times 2) \times 59) + ((9 \times 2) \times 86.5) \\ &= 7709 \end{aligned}$$

$$y_a = \frac{7709.000}{169.94}$$

$$y_a = 45.363$$

$$\begin{aligned} y_b &= 91 - 45.363 \\ &= 45.637 \text{ cm} \end{aligned}$$

• *Batang no.19*

$$P_{19} = \frac{72691}{2} = 36345.5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} D_{19} &= 72691 \times \cos 0^\circ \\ &= 72691 \times 1 \\ &= 72691 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{19} &= 72691 \times \sin 0^\circ \\ &= 72691 \times 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

• *Batang no.9*

$$P_{10} = \frac{63432}{2} = 31716 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} D_{10} &= 31716 \times \cos 42^\circ \\ &= 31716 \times 0.74 \\ &= 23569.581 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{10} &= 31716 \times \sin 42^\circ \\
 &= 31716 \times 0.66913 \\
 &= 21222.146
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{total} &= 0 - 21222.146 \\
 &= -21222.146 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{total} &= 72691 + 23569.581 \\
 &= 96260.5813 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Momen yang terjadi akibat gaya geser

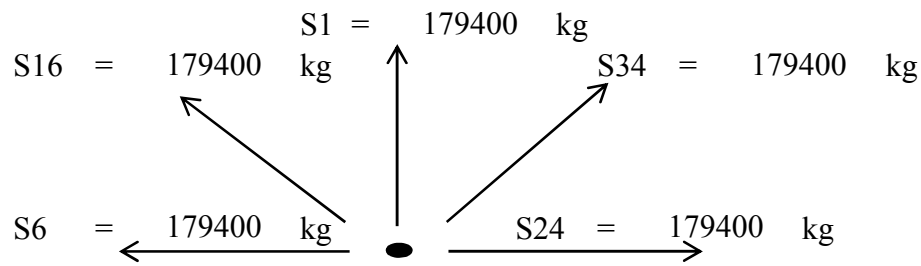
$$\begin{aligned}
 M_u &= D_{11} \times Y_a - D_{10} \times Y_b \\
 &= 72691.00 \times 45.36 - 23569.58 \times 45.6 \\
 &= 2221843 \text{ kgcm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_x &= \frac{1}{6} \times t \times h^2 \\
 &= \frac{1}{6} \times 2 \times 91^2 \\
 &= 2760.33 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{cr} &= \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} \\
 &= \frac{-21222.15}{169.94} + \frac{2221842.5}{2760.33} \\
 &= 680.04 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3200 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$



**\*\* Joint F**



**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S6**

$$NS6 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned}
 &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\
 &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\
 &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\
 &\geq 3.291 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

**\*\* Jarak antar baut**

$$\begin{aligned}
 &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\
 &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 18 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S1**

$$NS1 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned}
 &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\
 &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

\*\* Jarak antar baut

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 18 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S24**

$$NS9 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

\*\* Jarak tepi baut

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

\*\* Jarak antar baut

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 18 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S16**

$$NS9 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi.Fu.L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\* Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 1.9 - 200 \\ &= 5.73 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S34**

$$NS24 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi.Fu.L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

\*\* Jarak antar baut

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**kontrol pelat simpul :**

$$\begin{aligned} \text{Diameter baut yang digunakan, } D = \frac{3}{4} \text{ inch} &= 1.91 \text{ cm} \\ \text{Kekuatan tarik baut A490, } Fu^b = 150 \text{ ksi} &= 10342.5 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Tegangan plat Bj 52, } fy &= 3200 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Diameter lubang } \frac{3}{4} &= 1.91 + 0.1 = 2.01 \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 80 \\ &= 160 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : t = tebal plat simpul = 2 cm

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_n &= (b - n \times d) \times t \\ &= (80 - 3 \times 2.01) \times 2 \\ &= 147.94 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

menentukan letak titik berat

$$\begin{aligned} A_n \times y_a &= ((11 \times 2) \times 5.5) + ((29 \times 2) \times 27.5) \\ &\quad + ((10 \times 2) \times 49) + ((23 \times 2) \times 68.5) \\ &= 5847 \\ y_a &= \frac{5847.000}{147.94} \\ y_a &= 39.523 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_b &= 80 - 39.523 \\ &= 40.477 \text{ cm} \end{aligned}$$

- *Batang no.34*

$$P_{34} = \frac{46685}{2} = 23342.5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} D_{34} &= 23342.5 \times \cos 0^\circ \\ &= 23342.5 \times 1 \\ &= 23342.5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{34} &= 23342.5 \times \sin 0^\circ \\ &= 23342.5 \times 0 \\ &= 0 \text{ kg} \end{aligned}$$

- *Batang no.24*

$$P_{24} = \frac{62931}{2} = 31465.5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} D_{24} &= 31465.5 \times \cos 63^\circ \\ &= 31465.5 \times 0.45 \\ &= 14285.038 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{24} &= 31465.5 \times \sin 63^\circ \\ &= 31465.5 \times 0.89101 \\ &= 28035.966 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{total}} &= 0 + 28035.966 \\ &= 28035.9658 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{\text{total}} &= 23342.5 + 14285.038 \\ &= 37627.5381 \text{ kg} \end{aligned}$$

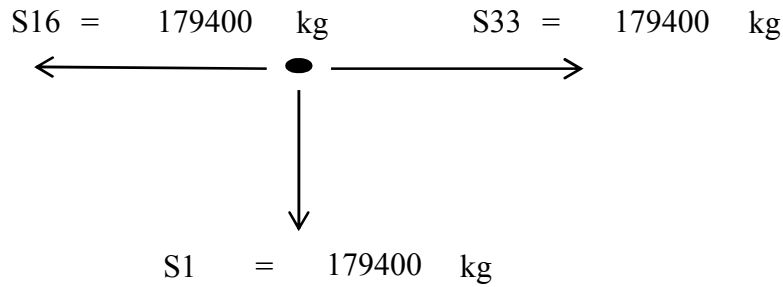
Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} \mu &= D11 \times Y_a - D10 \times Y_b \\ &= 23342.50 \times 39.52 - 14285.04 \times 40.5 \\ &= 1500779 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_x &= \frac{1}{6} \times t \times h^2 \\ &= \frac{1}{6} \times 2 \times 80^2 \\ &= 2133.33 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cr} &= \frac{N_u}{A_n} + \frac{\mu}{Z_x} \\ &= \frac{28035.966}{147.94} + \frac{1500779}{2133.33} \\ &= 893.00 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3200 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok} \end{aligned}$$

**\*\* Joint E**



**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S1**

$$NS9 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\* Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S33**

$$NS5 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**\*\* Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi.Fu.L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

\*\* Jarak antar baut

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**\*\*Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S16**

$$NS9 = \frac{179400.00}{11551.18} = 15.5 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

\*\* Jarak tepi baut

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 19.1 - 200 \\ &= 28.65 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi.Fu.L} = \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 5} = 0.93438 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.93438 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{179400 / 16}{0.75 \times 3200 \times 2.00} + \frac{1.91}{2} \\ &\geq 3.291 \text{ cm} \end{aligned}$$

\*\* Jarak antar baut

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 19.1 - 200 \\ &= 57.3 - 200 \text{ mm} \quad \text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$



**kontrol pelat simpul :**

$$\begin{aligned} \text{Diameter baut yang digunakan, } D = \frac{3}{4} \text{ inch} &= 1.91 \text{ cm} \\ \text{Kekuatan tarik baut A490, } F_u^b = 150 \text{ ksi} &= 10342.5 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Tegangan plat Bj 52, } f_y &= 3200 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Diameter lubang } \frac{3}{4} &= 1.91 + 0.1 = 2.01 \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 86 \\ &= 172 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana :  $t$  = tebal plat simpul = 2 cm

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_n &= (b - n \times d) \times t \\ &= (86 - 4 \times 2.01) \times 2 \\ &= 155.92 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

menentukan letak titik berat

$$\begin{aligned} A_n \times y_a &= ((6 \times 2) \times 3) + ((13 \times 2) \times 14.5) \\ &+ ((35 \times 2) \times 40.5) + ((20 \times 2) \times 70) \\ &+ ((4 \times 2) \times 84) \end{aligned}$$

$$= 3920$$

$$y_a = \frac{3920.000}{155.92}$$

$$y_a = 25.141$$

$$\begin{aligned} y_b &= 86 - 25.141 \\ &= 60.859 \text{ cm} \end{aligned}$$

• *Batang no.33*

$$P_{33} = \frac{388833}{2} = 194416.5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} D_{33} &= 194416.5 \times \cos 36^\circ \\ &= 194416.5 \times 0.81 \\ &= 157286.25 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{33} &= 194416.5 \times \sin 36^\circ \\
 &= 194416.5 \times 0.58779 \\
 &= 114275.15
 \end{aligned}$$

• *Batang no.1*

$$P1 = \frac{4246}{2} = 2123 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 D1 &= 2123 \times \cos 54^\circ \\
 &= 2123 \times 0.59 \\
 &= 1247.8681 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N1 &= 2123 \times \sin 54^\circ \\
 &= 2123 \times 0.80902 \\
 &= 1717.5431 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{total} &= 114275.152 - 1717.5431 \\
 &= 112557.608 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{total} &= 157286.252 + 1247.8681 \\
 &= 158534.121 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Momen yang terjadi akibat gaya geser

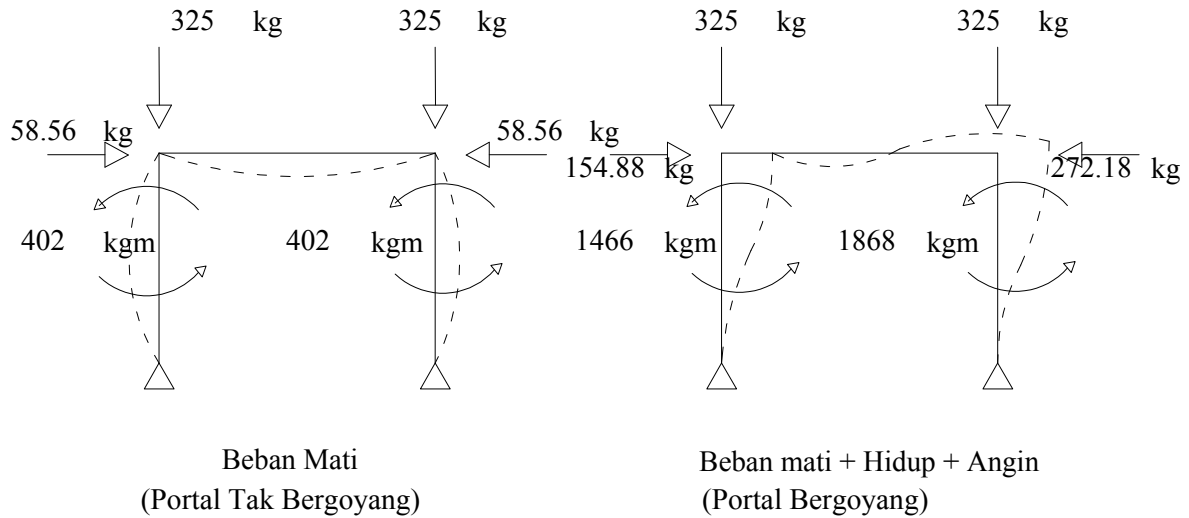
$$\begin{aligned}
 Mu &= D_{33} \times Y_a - D1 \times Y_b \\
 &= 157286.25 \times 25.14 - 1247.87 \times 60.9 \\
 &= 3878405 \text{ kgcm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_x &= \frac{1}{6} \times t \times h^2 \\
 &= \frac{1}{6} \times 2 \times 86^2 \\
 &= 2465.33 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{cr} &= \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} \\
 &= \frac{112557.61}{155.92} + \frac{3878405}{2465.33} \\
 &= 2295.07 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3200 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

### 3.10. Kontrol Elemen Portal

Diketahui :  
 ( hasil Perhitungan yang di dapat dari program staad pro)

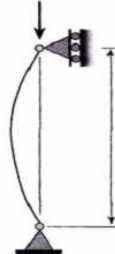





L kolom = 700 cm	Iy kolom = 20104 cm <sup>4</sup>
L balok = 900 cm	Ag balok = 212 cm <sup>2</sup>
Ix kolom = 12929 cm <sup>4</sup>	Ag kolom = 345 cm <sup>2</sup>

#### 3.10.1 Kontrol Elemen Portal Tak Bergoyang

##### a. Aksi Kolom

Faktor Panjang Efektif  $k_y$  ditentukan dengan tabel berikut ini:

(a) Kolom sendi-sendi	(b) Kolom jepit-bebas	(c) Kolom jepit-jepit	(d) Kolom jepit-sendi
$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$	$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{4 L^2}$	$P_{cr} = \frac{4 \pi^2 EI}{L^2}$	$P_{cr} = \frac{2,046 \pi^2 EI}{L^2}$
			
$L_e = L$	$L_e = 2 L$	$L_e = 0,5 L$	$L_e = 0,699 L$
$K = 1$	$K = 2$	$K = 0,5$	$K = 0,699$

Dalam arah y kolom diasumsikan tertumpu jepit di ujung atas dan sendi bawahnya, sehingga  $k_y = 0.699$

\*\* Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{12929}{345}} = 6.1217 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{20104}{345}} = 7.6336 \text{ cm}$$

$$\frac{k_y \cdot L_y}{r_y} = \frac{0.70 \cdot 700}{6.1217} = 79.929$$

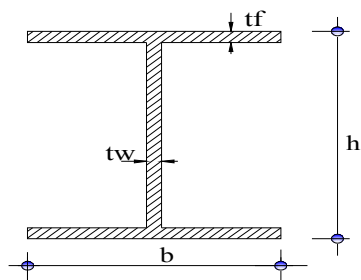
$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{1}{\pi} \times \frac{k_y \cdot L_x}{r_x} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \\ &= \frac{1}{\pi} \times 79.929 \sqrt{\frac{320}{200000}} \\ &= 1.0182 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{1.43}{1.6 - 0.67 \cdot \lambda_c} \\ &= \frac{1.43}{1.6 - 0.67 \cdot 1.02} \\ &= 0.8938 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_n &= A_g \cdot f_{cr} \\ &= 345 \times 320 / 0.89 \\ &= 123524 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\phi \cdot N_n = 0.85 \times 123524 = 104996 \text{ kg} > N_u = 325 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{OK})$$

**b. Aksi Balok**



$$\begin{aligned} b &= 265 \text{ mm} \\ h &= 225 \text{ mm} \\ t_f &= 32 \text{ mm} \\ t_w &= 19 \text{ mm} \end{aligned}$$

Periksa apakah W10x112 kompak atau tidak :

$$\begin{aligned} \lambda_f &= \frac{b}{2 t_f} = \frac{265}{2 \times 32} = 4.14 < \lambda_f = \frac{170}{\sqrt{F_y}} = 9.5 \\ \lambda_w &= \frac{b}{2 t_w} = \frac{265}{2 \times 19} = 6.97 < \lambda_f = \frac{1680}{\sqrt{F_y}} = 93.9 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \lambda_f \\ \lambda_w \end{aligned}} \right\} \text{Penampang kompak !}$$

$$Z_x = b \cdot t_f \cdot (h - t_f) + \frac{1}{4} \cdot t_w \cdot (h - 2 t_f)^2$$

$$Z_x = 265 \cdot 32 (289 - 32) + \frac{1}{4} \cdot 19 (265 - 2 \cdot 32)^2 = 2161162.75 \text{ mm}^2$$

$$M_n = Z_x \cdot f_y$$

$$= 2161162.8 \times 320$$

$$= 691572080 \text{ N/mm}$$

$$= 69157.208 \text{ kg/m}$$

$$M_u / \phi = 402 \text{ kg/m}$$

$$= 473 \text{ kg/m}$$

$$M_n ( = 69157.208 \text{ kg/m} ) > ( M_u / \phi = 473 \text{ kg/m} ) \dots (\text{OK})$$

### c. Perbesaran Momen

Rasio kelangsingan  $kL/r$  yang diperhitungkan dalam perbesaran momen harus berhubungan dengan sumbu lenturnya, dalam perencanaan portal ini sumbu lenturnya adalah sumbu x, sehingga :

$$k_x = 0.5 \text{ (jepit - jepit)}$$

\*\* Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{12929}{345}} = 6.1217 \text{ cm}$$

$$\frac{k_x \cdot L_x}{r_x} = \frac{0.65 \cdot 900}{6.121712368} = 95.56$$

$$C_m = 0.6 - 0.4 \left[ \frac{M_1}{M_2} \right]$$

$$= 0.6 - 0.4 \left[ \frac{402}{402} \right]$$

$$= 0.2$$

$$N_{el} = \frac{\pi^2 E \cdot A_g}{(k \cdot L/r)^2}$$

$$= \frac{\pi^2 \times 200000 \times 345}{95.561^2}$$

$$= 74497.637$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - N_u/N_{el}}$$

$$= \frac{0.2}{1 - 325 / 74497.6}$$

$$= 0.2009 < 1.00$$

$$\text{Ambil } \delta_b = 1.00$$

**d. Kontrol Perbesaran Momen**

$$\begin{aligned}
 M_{ux} &= \delta_b \cdot M_{ntu} \\
 &= 1.00 \cdot 402 \\
 &= 402 \text{ ton.m}
 \end{aligned}$$

$$\frac{N_u}{\phi \cdot N_n} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_{ux}}{\phi \cdot M_{nx}} \right) \leq 1.00$$

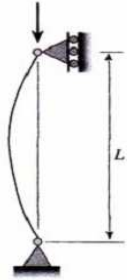



$$\frac{325}{0.85 \times 123524} + \frac{8}{9} \left( \frac{402}{0.85 \times 472.94} \right) \leq 1.00$$

$$0.892 < 1.00 \text{ .....(OK)}$$

**3.10.1 Kontrol Elemen Portal Tak Bergoyang**

**a. Aksi Kolom**

Faktor Panjang Efektif  $k_y$  ditentukan dengan tabel berikut ini:

(a) Kolom sendi-sendi	(b) Kolom jepit-bebas	(c) Kolom jepit-jepit	(d) Kolom jepit-sendi
$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$	$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{4 L^2}$	$P_{cr} = \frac{4 \pi^2 EI}{L^2}$	$P_{cr} = \frac{2,046 \pi^2 EI}{L^2}$
			
$L_e = L$	$L_e = 2 L$	$L_e = 0,5 L$	$L_e = 0,699 L$
$K = 1$	$K = 2$	$K = 0,5$	$K = 0,699$

Dalam arah y kolom diasumsikan tertumpu sendi di ujung atas dan bawahnya, sehingga  $k_y = 0.699$

\*\* Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{12929}{345}} = 6.1217 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{20104}{345}} = 7.6336 \text{ cm}$$

$$\frac{k_y \cdot L_y}{r_y} = \frac{0.69 \cdot 700}{6.121712368} = 78.899$$

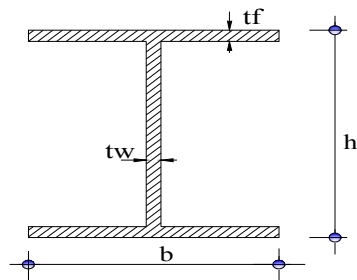
$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{1}{\pi} \times \frac{k_y \cdot L_x}{r_x} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \\ &= \frac{1}{\pi} \times 78.899 \sqrt{\frac{320}{200000}} \\ &= 1.0051 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{1.43}{1.6 - 0,67 \cdot \lambda_c} \\ &= \frac{1.43}{1.6 - 0,67 \cdot 1.01} \\ &= 0.8938 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_n &= A_g \cdot f_{cr} \\ &= 345 \times 320 / 0.89 \\ &= 123524 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\phi \cdot N_n = 0.85 \times 123524 = 104996 \text{ ton} > N_u = 325 \text{ .....(OK)}$$

### b. Aksi Balok



$$\begin{aligned} b &= 265 \text{ mm} \\ h &= 225 \text{ mm} \\ tf &= 32 \text{ mm} \\ tw &= 19 \text{ mm} \end{aligned}$$

Periksa apakah W10x112 kompak atau tidak :

$$\lambda_f = \frac{b}{2 \cdot tf} = \frac{265}{2 \times 32} = 4.14 < \lambda_{fc} = \frac{170}{\sqrt{F_y}} = 9.5$$

$$\lambda_w = \frac{b}{2 \cdot tw} = \frac{265}{2 \times 19} = 6.97 < \lambda_{wc} = \frac{1680}{\sqrt{F_y}} = 93.9$$

Penampang kompak !

$$\begin{aligned} Z_x &= b \cdot tf \cdot (h - tf) + \frac{1}{4} \cdot tw \cdot (h - 2 \cdot tf)^2 \\ Z_x &= 265 \cdot 32 \cdot (289 - 32) + \frac{1}{4} \cdot 19 \cdot (265 - 2 \cdot 32)^2 = 2161162.75 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_n &= Z_x \cdot f_y \\
&= 2161162.8 \times 320 \\
&= 691572080 \quad \text{N/mm} \\
&= 69157.208 \quad \text{kg/m}
\end{aligned}$$

$$M_n ( = 69157.208 \text{ kg/m} ) > ( M_u / \phi = 1466 \text{ kg/m} ) \quad \dots \text{(OK)}$$

### c. Perbesaran Momen, $\delta_b$

Rasio kelangsingan  $kL/r$  yang diperhitungkan dalam perbesaran momen harus berhubungan dengan sumbu lenturnya, dalam perencanaan portal ini sumbu lenturnya adalah sumbu x, sehingga :

$$k_x = 0,699 \text{ (jepit - jepit)}$$

\*\* Menghitung radius girasi ( $r$ )

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{12929}{345}} = 6.1217 \text{ cm}$$

$$\frac{k_x \cdot L_x}{r_x} = \frac{0.67 \cdot 321}{12} = 17.896$$

$$\begin{aligned}
C_m &= 0.6 - 0.4 \left\{ \frac{M_1}{M_2} \right\} \\
&= 0.6 - 0.4 \left\{ \frac{1868}{1466} \right\} \\
&= 0.0903
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_{el} &= \frac{\pi^2 E \cdot A_g}{(k \cdot L/r)^2} \\
&= \frac{\pi^2 \times 200000 \times 345}{17.896^2} \\
&= 2124264.4
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\delta_b &= \frac{C_m}{1 - N_u/N_{el}} \\
&= \frac{0.090313779}{1 - 123 / 2124264} \\
&= 0.0903 < 1.00
\end{aligned}$$

$$\text{Ambil } \delta_b = 1.00$$



**d. Perbesaran Momen,  $\delta_s$**

$$N_u = 325 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} N_{el} &= \frac{\pi^2 E \cdot A_g}{(k \cdot L/r)^2} \\ &= \frac{\pi^2 \times 200000 \times 345}{17.896^2} \\ &= 2124264.4 \end{aligned}$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - (N_u/N_{el})} = 1.00015$$

**e. Kontrol Perbesaran Momen**

$$\begin{aligned} M_{ux} &= \delta_b \cdot M_{ntu} + \delta_s \cdot M_{itu} \\ &= 1.00 \cdot 402 + 1.0002 \cdot 1466 \\ &= 1868.2 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

$$\frac{N_u}{\phi \cdot N_n} + \frac{8}{9} \left[ \frac{M_{ux}}{\phi \cdot M_{nx}} \right] \leq 1.00$$

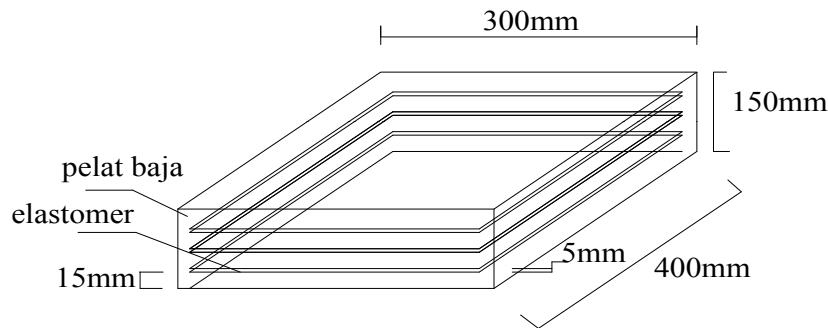
$$\frac{325}{0.85 \times 123524} + \frac{8}{9} \left[ \frac{1868.224324}{0.85 \times 69157} \right] \leq 1.00$$

$$0.0313 < 1.00 \text{ .....(OK)}$$

### 3.11 Perletakan Bearing Pet (Elastomer)

#### Perencanaan Elastomer

- \* Durometer hardness IRHD = 70
- \* Shear modulus, G = 1.2 Mpa (BMS Tabel 8.1)
- \* Bulk modulus, B = 2000 Mpa (BMS Tabel 8.1)
- \* Panjang perletak, a = 400 mm
- \* Lebar perletakan, b = 300 mm
- \* Tebal selimut, tc = 30 mm
- \* Tebal lapisan dalam, t1 = 30 mm
- \* Tebal pelat baja, ts = 10 mm
- \* Side cover thickness, tsc = 10 mm
- \* Luas daerah total karet, Ar =  $\{(a - 2 \cdot tsc) \times (b - 2 \cdot tsc)\}$   
 $= \{(400 - 20) \times (300 - 2 \times 10)\}$   
 $= 106400 \text{ mm}^2$



Gambar Bearing pet (Elastomer)

#### Kontrol Elastomer :

##### 1. Faktor bentuk

$$S = \frac{Ar}{P \cdot te} \quad (\text{berdasarkan BMS pasal 8.3.5})$$

- Dimana: Ar = Luas permukaan terikat  
P = Keliling permukaan terikat  
te = Tebal efektif lapisan elastomer

$$t1 = 30 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{ untuk tebal lapisan dalam}$$

$$= 1.4 \times tc$$

$$= 1.4 \times 30 = 42 \text{ mm} \text{ untuk lapisan selimut}$$

Syarat perletakan lamina  $4 < S < 12$

Faktor bentuk  $S = \frac{106400}{\{ 2 \times (1400 + 680) \} \times 30}$   
 $= 0.853 \dots \dots \dots \text{ok}$

## 2. Persyaratan perencanaan (berdasarkan BMS pasal 8.3.6)

### A. Regangan geser tekan $\epsilon_c$

$$\delta a = \frac{H_a \cdot t}{A_r \cdot G}$$

$$\delta b = \frac{H_b \cdot t}{A_r \cdot G}$$

Dimana :

$\delta a = \delta b$  = simpangan geser max. tangensial pada permukaan tumpuandalam arah dimensi a dan b akibat gerakan struktur dan gaya tangensial.

$A_r$  = seluruh luas daerah untuk lapis tak terikat

$G$  = modulus geser (Mpa)

$t$  = tebal total elastomer (mm)

$H_a$  = P gempa longitudinal (N)

$H_b$  = gempa transversal (N)

$$\delta a = \frac{1748.5 \times 150}{1E+05 \times 1.2} = 2.0542 \text{ mm}$$

$$\delta a = \frac{614 \times 150}{1E+05 \times 1.2} = 0.721 \text{ mm}$$

$A_{eff}$  = luas daerah efektif perletakan ....(berdasarkan BMS pasal 8.3.6.1.d)

$$= A \left( 1 - \frac{\delta a}{a} - \frac{\delta b}{b} \right)$$

$$= 406640 \cdot x \left( 1 - \frac{30.313}{600} - \frac{16.726}{700} \right) = 106145 \text{ mm}^2$$

$$\epsilon_c = \frac{V_{max}}{3 \cdot A_{eff} \cdot G \cdot (1 + 2 \cdot S^2)}$$

$$= \frac{337065}{3 \times 106145 \times 1.2 \times (1 + 2 \times 0.8526^2)}$$

$$= 0.359$$

$$\epsilon_{sc} = 6 \cdot S \cdot \epsilon_c$$

$$= 6 \times 0.853 \times 0.3595$$

$$= 1.839$$

B. Regangan geser torsi  $\epsilon_{sr}$

Gaya vertikal  $V_{max}$  bekerja pada pusat luasan Elastomer dan momen = 0

maka :  $\alpha_a = \alpha_b = 0$

$\epsilon_{sr} = 0$  ....(berdasarkan BMS pasal 8.3.6.3)

A. Regangan geser tangensial  $\epsilon_{sh}$

$$\epsilon_{sh} = \frac{\delta a}{t} = \frac{30 \cdot 314}{150} = 0.02$$

Untuk membatasi distorsi tangensial dan agar ujung perletakan menggelinging seminimum mungkin atas kecenderungan pelat baja untuk melentur, syarat yang harus dipenuhi adalah pasal (8.3.6.3) ; nilai regangan geser maksimum ijin :

$$A_{eff} \geq 0,9 \cdot A_r$$

$$106145.3 \text{ mm}^2 \geq 0.9 \times 106400 = 95760 \text{ mm}^2 \dots\dots \text{Ok } 2a!!!$$

$$\text{Dan } \epsilon_{sh} \leq 0,7$$

$$0 \leq 0.7 \dots\dots\dots \text{Ok } 2b!!!$$

Syarat untuk menjamin bahwa regangan geser total yang berkembang tidak berlebihan berdasarkan pasal 8.3.6.1 adalah :

$$\epsilon_{sh} + \epsilon_{sr} + \epsilon_{sc} \leq \frac{2,6}{\sqrt{G}} = \frac{2,6}{\sqrt{1,2}}$$

$$0 + 0 + 1.8 \leq 2.38$$

$$1.861 \leq 2.38$$

Ok

3. Persyaratan tegangan tekan rata-rata (berdasarkan BMS pasal 8.3.6.2)

$$\frac{V_{max}}{A_r} \leq 15 \text{ Mpa} \quad \text{Perletakan laminasi}$$

$$\frac{337065}{106400} = 3.2 \leq 15 \text{ Mpa} \quad \text{Ok}$$

4. Persyaratan stabilitas perletakan (berdasarkan BMS pasal 8.3.6.5)

$$\frac{V_{max}}{A_{eff}} \leq \frac{2 \cdot b \cdot G \cdot S}{3 \cdot t}$$

$$\frac{337065}{106145.326} \text{ N/mm}^2 \leq \frac{2 \times 700 \times 1.2 \times 0.9}{3 \times 95}$$

$$3.176 \text{ N/mm}^2 \leq 5.026 \text{ N/mm}^2$$

Ok

5. Persyaratan tebal minimum pelat baja (berdasarkan BMS pasal 8.3.6.6)

Tebal baja  $t_s = 5$  mm dengan Bj 52 dan  $F_y = 360$  Mpa

Syarat 1 :

$$t_s \geq 3 \text{ mm}$$

$$5 \text{ mm} \geq 3 \text{ mm}$$

Ok.5a!!!

$$t_s \geq \frac{3V \max .t1}{Ar.Fy}$$

$$t_s \geq \frac{3 \times 337065}{106400 \times 360} \times 15$$

$$5 \text{ mm} \geq 0.39599 \text{ mm}$$

Ok

## **BAB IV**

### **PENUTUP**

#### **4.1 Kesimpulan**

Dari hasil perencanaan dan analisa pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada perencanaan plat lantai kendaraan dan trotoir :
  - Tabal plat beton : 220 mm
  - Dipakai tulangan pokok : D22 – 400 mm
  - Dipakai tulangan bagi :  $\phi$  10 – 400 mm
2. Pada perencanaan gelagar memanjang :
  - Dipakai profil : W10X112
  - Berat total profil : 50546 kg
3. Pada perencanaan gelagar melintang :
  - Dipakai profil : W12X336
  - Berat total profil : 35487 kg
4. Pada perencanaan gelagar induk :
  - Dipakai profil : W21X182
  - Berat total profil : 135557 kg

5. Pada perencanaan ikatan angin atas :
  - Dipakai profil : PIPX100
  - Berat total profil : 10348 kg
6. Pada perencanaan sambungan baut pada gelagar melintang:
  - Pada irisan ganda : 6 buah
  - Pada irisan tunggal : 16 buah
7. Pada perencanaan sambungan baut pada gelagar memanjang:
  - Pada irisan ganda : 3 buah
  - Pada irisan tunggal : 4 buah
8. Pada perencanaan sambungan baut pada gelagar induk:
  - Pada simpul A = 32 buah
  - Pada simpul B = 64 buah
  - Pada simpul C = 48 buah
  - Pada simpul D = 64 buah
  - Pada simpul E = 48 buah
  - Pada simpul F = 80 buah

Berdasarkan hasil uraian diatas, maka penyusun dapat menyimpulkan :

1. Pada perencanaan Jembatan tipe Parker Truss, dengan menggunakan metode LRFD dihasilkan konstruksi yang kuat dalam menahan beban ultimate dengan lendutan pada gelagar melintang sebesar 1,78 cm dan gelagar memanjang sebesar 0,1 cm.

2. Pada perencanaan jembatan tipe parker Truss digunakan program Staad Pro 2004 dalam menganalisa struktur, dari hasil analisa diperoleh hasil output yang lengkap berupa gaya batang, momen yang terjadi dan reaksi tumpuan.

#### **4.2 Saran**

Saran penulis adalah sebagai berikut :

1. Jembatan dengan bentang panjang 50 m sebaiknya menggunakan jembatan pelengkung tipe Parker Truss karena geometris pelengkung yang parabolic dapat mendistribusikan tegangan lebih merata.
2. Analisa struktur jembatan sebaiknya dilakukan dengan 3D dengan menggunakan program bantu STAAD PRO 2004.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*.  
SNI - 03 - 2847 - 2002. Bandung: Badan Standardisasi Nasional
- Anonim. 2005. *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan RSNI T-03-2005*  
Bandung: Badan Standardisasi Nasional
- Anonim. 1992. *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS 1992*. Jakarta:  
Departemen Pekerjaan Umum
- Salmon, CG. Jhonson, JE. 1992. *Struktur Baja Desain Dan Perilaku Jilid I*.  
Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Stryuk, H.J. Van Deer Veen, H.K.J.W, 1995. *DJembatan*, Jakarta: PT. Pradnya  
Paramita
- Setiawan , Agus . 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan metode LRFD*.  
Semarang: PT Gelora Aksara Pratama

# **LAMPIRAN**

STAAD SPACE

START JOB INFORMATION

ENGINEER DATE 03-Jul-14

END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 79

UNIT METER KG

JOINT COORDINATES

1 25 0 0; 2 25 10 0; 3 20 0 0; 4 20 10 0; 5 15 0 0; 6 15 9 0; 7 10 0 0;  
8 10 7 0; 9 5 0 0; 10 5 4.5 0; 11 0 0 0; 12 30 0 0; 13 30 10 0; 14 35 0 0;  
15 35 9 0; 16 40 0 0; 17 40 7 0; 18 45 0 0; 19 45 4.5 0; 20 50 0 0; 21 25 0 -9;  
22 25 10 -9; 23 20 0 -9; 24 20 10 -9; 25 15 0 -9; 26 15 9 -9; 27 10 0 -9;  
28 10 7 -9; 29 5 0 -9; 30 5 4.5 -9; 31 0 0 -9; 32 30 0 -9; 33 30 10 -9;  
34 35 0 -9; 35 35 9 -9; 36 40 0 -9; 37 40 7 -9; 38 45 0 -9; 39 45 4.5 -9;  
40 50 0 -9; 41 10 7 -4.5; 42 15 9 -4.5; 43 20 10 -4.5; 44 25 10 -4.5;  
45 30 10 -4.5; 46 35 9 -4.5; 47 40 7 -4.5; 48 25 0 -8.8; 49 20 0 -8.8;  
50 15 0 -8.8; 51 10 0 -8.8; 52 5 0 -8.8; 53 0 0 -8.8; 54 30 0 -8.8;  
55 35 0 -8.8; 56 40 0 -8.8; 57 45 0 -8.8; 58 50 0 -8.8; 59 25 0 -0.2;  
60 20 0 -0.2; 61 15 0 -0.2; 62 10 0 -0.2; 63 5 0 -0.2; 64 0 0 -0.2;  
65 30 0 -0.2; 66 35 0 -0.2; 67 40 0 -0.2; 68 45 0 -0.2; 69 50 0 -0.2;  
70 25 0 -8; 71 20 0 -8; 72 15 0 -8; 73 10 0 -8; 74 5 0 -8; 75 0 0 -8;  
76 30 0 -8; 77 35 0 -8; 78 40 0 -8; 79 45 0 -8; 80 50 0 -8; 81 25 0 -1;  
82 20 0 -1; 83 15 0 -1; 84 10 0 -1; 85 5 0 -1; 86 0 0 -1; 87 30 0 -1;  
88 35 0 -1; 89 40 0 -1; 90 45 0 -1; 91 50 0 -1; 92 0 0 -2.16667;  
93 0 0 -3.33333; 94 0 0 -4.5; 95 0 0 -5.66667; 96 0 0 -6.83333;  
97 5 0 -6.83333; 98 10 0 -6.83333; 99 15 0 -6.83333; 100 20 0 -6.83333;  
101 25 0 -6.83333; 102 30 0 -6.83333; 103 35 0 -6.83333; 104 40 0 -6.83333;  
105 45 0 -6.83333; 106 50 0 -6.83333; 107 5 0 -5.66667; 108 10 0 -5.66667;  
109 15 0 -5.66667; 110 20 0 -5.66667; 111 25 0 -5.66667; 112 30 0 -5.66667;  
113 35 0 -5.66667; 114 40 0 -5.66667; 115 45 0 -5.66667; 116 50 0 -5.66667;  
117 5 0 -4.5; 118 10 0 -4.5; 119 15 0 -4.5; 120 20 0 -4.5; 121 25 0 -4.5;  
122 30 0 -4.5; 123 35 0 -4.5; 124 40 0 -4.5; 125 45 0 -4.5; 126 50 0 -4.5;  
127 50 0 -3.33333; 128 50 0 -2.16667; 129 25 0 -3.33333; 130 25 0 -2.16667;  
131 20 0 -3.33333; 132 20 0 -2.16667; 133 15 0 -3.33333; 134 15 0 -2.16667;  
135 10 0 -3.33333; 136 10 0 -2.16667; 137 5 0 -3.33333; 138 5 0 -2.16667;  
139 30 0 -3.33333; 140 30 0 -2.16667; 141 35 0 -3.33333; 142 35 0 -2.16667;  
143 40 0 -3.33333; 144 40 0 -2.16667; 145 45 0 -3.33333; 146 45 0 -2.16667;  
147 0 0 -1.75; 148 0 0 -7.25; 149 5 0 -1.75; 150 5 0 -7.25; 151 10 0 -1.75;  
152 10 0 -7.25; 153 15 0 -1.75; 154 15 0 -7.25; 155 20 0 -1.75; 156 20 0 -7.25;  
157 25 0 -1.75; 158 25 0 -7.25; 159 30 0 -1.75; 160 30 0 -7.25; 161 35 0 -1.75;  
162 35 0 -7.25; 163 40 0 -1.75; 164 40 0 -7.25; 165 45 0 -1.75; 166 45 0 -7.25;  
167 50 0 -1.75; 168 50 0 -7.25; 169 1 0 -8.8; 170 0.999999 0 -8.4;  
171 0 0 -8.4; 172 2 0 -8.8; 173 2 0 -8.4; 174 3 0 -8.8; 175 3 0 -8.4;  
176 4 0 -8.8; 177 4 0 -8.4; 178 5 0 -8.4; 179 6 0 -8.8; 180 6 0 -8.4;  
181 7 0 -8.8; 182 7 0 -8.4; 183 8 0 -8.8; 184 8 0 -8.4; 185 9 0 -8.8;  
186 9 0 -8.4; 187 10 0 -8.4; 188 11 0 -8.8; 189 11 0 -8.4; 190 12 0 -8.8;  
191 12 0 -8.4; 192 13 0 -8.8; 193 13 0 -8.4; 194 14 0 -8.8; 195 14 0 -8.4;  
196 15 0 -8.4; 197 16 0 -8.8; 198 16 0 -8.4; 199 17 0 -8.8; 200 17 0 -8.4;  
201 18 0 -8.8; 202 18 0 -8.4; 203 19 0 -8.8; 204 19 0 -8.4; 205 20 0 -8.4;  
206 21 0 -8.8; 207 21 0 -8.4; 208 22 0 -8.8; 209 22 0 -8.4; 210 23 0 -8.8;  
211 23 0 -8.4; 212 24 0 -8.8; 213 24 0 -8.4; 214 25 0 -8.4; 215 26 0 -8.8;  
216 26 0 -8.4; 217 27 0 -8.8; 218 27 0 -8.4; 219 28 0 -8.8; 220 28 0 -8.4;  
221 29 0 -8.8; 222 29 0 -8.4; 223 30 0 -8.4; 224 31 0 -8.8; 225 31 0 -8.4;  
226 32 0 -8.8; 227 32 0 -8.4; 228 33 0 -8.8; 229 33 0 -8.4; 230 34 0 -8.8;  
231 34 0 -8.4; 232 35 0 -8.4; 233 36 0 -8.8; 234 36 0 -8.4; 235 37 0 -8.8;  
236 37 0 -8.4; 237 38 0 -8.8; 238 38 0 -8.4; 239 39 0 -8.8; 240 39 0 -8.4;  
241 40 0 -8.4; 242 41 0 -8.8; 243 41 0 -8.4; 244 42 0 -8.8; 245 42 0 -8.4;  
246 43 0 -8.8; 247 43 0 -8.4; 248 44 0 -8.8; 249 44 0 -8.4; 250 45 0 -8.4;  
251 46 0 -8.8; 252 46 0 -8.4; 253 47 0 -8.8; 254 47 0 -8.4; 255 48 0 -8.8;  
256 48 0 -8.4; 257 49 0 -8.8; 258 49 0 -8.4; 259 50 0 -8.4; 260 0.999999 0 -8;  
261 2 0 -8; 262 3 0 -8; 263 4 0 -8; 264 6 0 -8; 265 7 0 -8; 266 8 0 -8;  
267 9 0 -8; 268 11 0 -8; 269 12 0 -8; 270 13 0 -8; 271 14 0 -8; 272 16 0 -8;  
273 17 0 -8; 274 18 0 -8; 275 19 0 -8; 276 21 0 -8; 277 22 0 -8; 278 23 0 -8;  
279 24 0 -8; 280 26 0 -8; 281 27 0 -8; 282 28 0 -8; 283 29 0 -8; 284 31 0 -8;  
285 32 0 -8; 286 33 0 -8; 287 34 0 -8; 288 36 0 -8; 289 37 0 -8; 290 38 0 -8;  
291 39 0 -8; 292 41 0 -8; 293 42 0 -8; 294 43 0 -8; 295 44 0 -8; 296 46 0 -8;  
297 47 0 -8; 298 48 0 -8; 299 49 0 -8; 300 0.999999 0 -7.625; 301 0 0 -7.625;  
302 2 0 -7.625; 303 3 0 -7.625; 304 4 0 -7.625; 305 5 0 -7.625; 306 6 0 -7.625;  
307 7 0 -7.625; 308 8 0 -7.625; 309 9 0 -7.625; 310 10 0 -7.625;

311 11 0 -7.625; 312 12 0 -7.625; 313 13 0 -7.625; 314 14 0 -7.625;  
315 15 0 -7.625; 316 16 0 -7.625; 317 17 0 -7.625; 318 18 0 -7.625;  
319 19 0 -7.625; 320 20 0 -7.625; 321 21 0 -7.625; 322 22 0 -7.625;  
323 23 0 -7.625; 324 24 0 -7.625; 325 25 0 -7.625; 326 26 0 -7.625;  
327 27 0 -7.625; 328 28 0 -7.625; 329 29 0 -7.625; 330 30 0 -7.625;  
331 31 0 -7.625; 332 32 0 -7.625; 333 33 0 -7.625; 334 34 0 -7.625;  
335 35 0 -7.625; 336 36 0 -7.625; 337 37 0 -7.625; 338 38 0 -7.625;  
339 39 0 -7.625; 340 40 0 -7.625; 341 41 0 -7.625; 342 42 0 -7.625;  
343 43 0 -7.625; 344 44 0 -7.625; 345 45 0 -7.625; 346 46 0 -7.625;  
347 47 0 -7.625; 348 48 0 -7.625; 349 49 0 -7.625; 350 50 0 -7.625;  
351 0.999999 0 -7.25; 352 2 0 -7.25; 353 3 0 -7.25; 354 4 0 -7.25;  
355 6 0 -7.25; 356 7 0 -7.25; 357 8 0 -7.25; 358 9 0 -7.25; 359 11 0 -7.25;  
360 12 0 -7.25; 361 13 0 -7.25; 362 14 0 -7.25; 363 16 0 -7.25; 364 17 0 -7.25;  
365 18 0 -7.25; 366 19 0 -7.25; 367 21 0 -7.25; 368 22 0 -7.25; 369 23 0 -7.25;  
370 24 0 -7.25; 371 26 0 -7.25; 372 27 0 -7.25; 373 28 0 -7.25; 374 29 0 -7.25;  
375 31 0 -7.25; 376 32 0 -7.25; 377 33 0 -7.25; 378 34 0 -7.25; 379 36 0 -7.25;  
380 37 0 -7.25; 381 38 0 -7.25; 382 39 0 -7.25; 383 41 0 -7.25; 384 42 0 -7.25;  
385 43 0 -7.25; 386 44 0 -7.25; 387 46 0 -7.25; 388 47 0 -7.25; 389 48 0 -7.25;  
390 49 0 -7.25; 391 0.999999 0 -7.04167; 392 0 0 -7.04167; 393 2 0 -7.04167;  
394 3 0 -7.04167; 395 4 0 -7.04167; 396 5 0 -7.04167; 397 6 0 -7.04167;  
398 7 0 -7.04167; 399 8 0 -7.04167; 400 9 0 -7.04167; 401 10 0 -7.04167;  
402 11 0 -7.04167; 403 12 0 -7.04167; 404 13 0 -7.04167; 405 14 0 -7.04167;  
406 15 0 -7.04167; 407 16 0 -7.04167; 408 17 0 -7.04167; 409 18 0 -7.04167;  
410 19 0 -7.04167; 411 20 0 -7.04167; 412 21 0 -7.04167; 413 22 0 -7.04167;  
414 23 0 -7.04167; 415 24 0 -7.04167; 416 25 0 -7.04167; 417 26 0 -7.04167;  
418 27 0 -7.04167; 419 28 0 -7.04167; 420 29 0 -7.04167; 421 30 0 -7.04167;  
422 31 0 -7.04167; 423 32 0 -7.04167; 424 33 0 -7.04167; 425 34 0 -7.04167;  
426 35 0 -7.04167; 427 36 0 -7.04167; 428 37 0 -7.04167; 429 38 0 -7.04167;  
430 39 0 -7.04167; 431 40 0 -7.04167; 432 41 0 -7.04167; 433 42 0 -7.04167;  
434 43 0 -7.04167; 435 44 0 -7.04167; 436 45 0 -7.04167; 437 46 0 -7.04167;  
438 47 0 -7.04167; 439 48 0 -7.04167; 440 49 0 -7.04167; 441 50 0 -7.04167;  
442 0.999999 0 -6.83333; 443 2 0 -6.83333; 444 3 0 -6.83333; 445 4 0 -6.83333;  
446 6 0 -6.83333; 447 7 0 -6.83333; 448 8 0 -6.83333; 449 9 0 -6.83333;  
450 11 0 -6.83333; 451 12 0 -6.83333; 452 13 0 -6.83333; 453 14 0 -6.83333;  
454 16 0 -6.83333; 455 17 0 -6.83333; 456 18 0 -6.83333; 457 19 0 -6.83333;  
458 21 0 -6.83333; 459 22 0 -6.83333; 460 23 0 -6.83333; 461 24 0 -6.83333;  
462 26 0 -6.83333; 463 27 0 -6.83333; 464 28 0 -6.83333; 465 29 0 -6.83333;  
466 31 0 -6.83333; 467 32 0 -6.83333; 468 33 0 -6.83333; 469 34 0 -6.83333;  
470 36 0 -6.83333; 471 37 0 -6.83333; 472 38 0 -6.83333; 473 39 0 -6.83333;  
474 41 0 -6.83333; 475 42 0 -6.83333; 476 43 0 -6.83333; 477 44 0 -6.83333;  
478 46 0 -6.83333; 479 47 0 -6.83333; 480 48 0 -6.83333; 481 49 0 -6.83333;  
482 0.999999 0 -6.44444; 483 0 0 -6.44444; 484 2 0 -6.44444; 485 3 0 -6.44444;  
486 4 0 -6.44444; 487 5 0 -6.44444; 488 6 0 -6.44444; 489 7 0 -6.44444;  
490 8 0 -6.44444; 491 9 0 -6.44444; 492 10 0 -6.44444; 493 11 0 -6.44444;  
494 12 0 -6.44444; 495 13 0 -6.44444; 496 14 0 -6.44444; 497 15 0 -6.44444;  
498 16 0 -6.44444; 499 17 0 -6.44444; 500 18 0 -6.44444; 501 19 0 -6.44444;  
502 20 0 -6.44444; 503 21 0 -6.44444; 504 22 0 -6.44444; 505 23 0 -6.44444;  
506 24 0 -6.44444; 507 25 0 -6.44444; 508 26 0 -6.44444; 509 27 0 -6.44444;  
510 28 0 -6.44444; 511 29 0 -6.44444; 512 30 0 -6.44444; 513 31 0 -6.44444;  
514 32 0 -6.44444; 515 33 0 -6.44444; 516 34 0 -6.44444; 517 35 0 -6.44444;  
518 36 0 -6.44444; 519 37 0 -6.44444; 520 38 0 -6.44444; 521 39 0 -6.44444;  
522 40 0 -6.44444; 523 41 0 -6.44444; 524 42 0 -6.44444; 525 43 0 -6.44444;  
526 44 0 -6.44444; 527 45 0 -6.44444; 528 46 0 -6.44444; 529 47 0 -6.44444;  
530 48 0 -6.44444; 531 49 0 -6.44444; 532 50 0 -6.44444;  
533 0.999999 0 -6.05556; 534 0 0 -6.05556; 535 2 0 -6.05556; 536 3 0 -6.05556;  
537 4 0 -6.05556; 538 5 0 -6.05556; 539 6 0 -6.05556; 540 7 0 -6.05556;  
541 8 0 -6.05556; 542 9 0 -6.05556; 543 10 0 -6.05556; 544 11 0 -6.05556;  
545 12 0 -6.05556; 546 13 0 -6.05556; 547 14 0 -6.05556; 548 15 0 -6.05556;  
549 16 0 -6.05556; 550 17 0 -6.05556; 551 18 0 -6.05556; 552 19 0 -6.05556;  
553 20 0 -6.05556; 554 21 0 -6.05556; 555 22 0 -6.05556; 556 23 0 -6.05556;  
557 24 0 -6.05556; 558 25 0 -6.05556; 559 26 0 -6.05556; 560 27 0 -6.05556;  
561 28 0 -6.05556; 562 29 0 -6.05556; 563 30 0 -6.05556; 564 31 0 -6.05556;  
565 32 0 -6.05556; 566 33 0 -6.05556; 567 34 0 -6.05556; 568 35 0 -6.05556;  
569 36 0 -6.05556; 570 37 0 -6.05556; 571 38 0 -6.05556; 572 39 0 -6.05556;  
573 40 0 -6.05556; 574 41 0 -6.05556; 575 42 0 -6.05556; 576 43 0 -6.05556;  
577 44 0 -6.05556; 578 45 0 -6.05556; 579 46 0 -6.05556; 580 47 0 -6.05556;  
581 48 0 -6.05556; 582 49 0 -6.05556; 583 50 0 -6.05556;  
584 0.999999 0 -5.66667; 585 2 0 -5.66667; 586 3 0 -5.66667; 587 4 0 -5.66667;

588 6 0 -5.66667; 589 7 0 -5.66667; 590 8 0 -5.66667; 591 9 0 -5.66667;  
592 11 0 -5.66667; 593 12 0 -5.66667; 594 13 0 -5.66667; 595 14 0 -5.66667;  
596 16 0 -5.66667; 597 17 0 -5.66667; 598 18 0 -5.66667; 599 19 0 -5.66667;  
600 21 0 -5.66667; 601 22 0 -5.66667; 602 23 0 -5.66667; 603 24 0 -5.66667;  
604 26 0 -5.66667; 605 27 0 -5.66667; 606 28 0 -5.66667; 607 29 0 -5.66667;  
608 31 0 -5.66667; 609 32 0 -5.66667; 610 33 0 -5.66667; 611 34 0 -5.66667;  
612 36 0 -5.66667; 613 37 0 -5.66667; 614 38 0 -5.66667; 615 39 0 -5.66667;  
616 41 0 -5.66667; 617 42 0 -5.66667; 618 43 0 -5.66667; 619 44 0 -5.66667;  
620 46 0 -5.66667; 621 47 0 -5.66667; 622 48 0 -5.66667; 623 49 0 -5.66667;  
624 1 0 -5.27778; 625 0 0 -5.27778; 626 2 0 -5.27778; 627 3 0 -5.27778;  
628 4 0 -5.27778; 629 5 0 -5.27778; 630 6 0 -5.27778; 631 7 0 -5.27778;  
632 8 0 -5.27778; 633 9 0 -5.27778; 634 10 0 -5.27778; 635 11 0 -5.27778;  
636 12 0 -5.27778; 637 13 0 -5.27778; 638 14 0 -5.27778; 639 15 0 -5.27778;  
640 16 0 -5.27778; 641 17 0 -5.27778; 642 18 0 -5.27778; 643 19 0 -5.27778;  
644 20 0 -5.27778; 645 21 0 -5.27778; 646 22 0 -5.27778; 647 23 0 -5.27778;  
648 24 0 -5.27778; 649 25 0 -5.27778; 650 26 0 -5.27778; 651 27 0 -5.27778;  
652 28 0 -5.27778; 653 29 0 -5.27778; 654 30 0 -5.27778; 655 31 0 -5.27778;  
656 32 0 -5.27778; 657 33 0 -5.27778; 658 34 0 -5.27778; 659 35 0 -5.27778;  
660 36 0 -5.27778; 661 37 0 -5.27778; 662 38 0 -5.27778; 663 39 0 -5.27778;  
664 40 0 -5.27778; 665 41 0 -5.27778; 666 42 0 -5.27778; 667 43 0 -5.27778;  
668 44 0 -5.27778; 669 45 0 -5.27778; 670 46 0 -5.27778; 671 47 0 -5.27778;  
672 48 0 -5.27778; 673 49 0 -5.27778; 674 50 0 -5.27778; 675 1 0 -4.88889;  
676 0 0 -4.88889; 677 2 0 -4.88889; 678 3 0 -4.88889; 679 4 0 -4.88889;  
680 5 0 -4.88889; 681 6 0 -4.88889; 682 7 0 -4.88889; 683 8 0 -4.88889;  
684 9 0 -4.88889; 685 10 0 -4.88889; 686 11 0 -4.88889; 687 12 0 -4.88889;  
688 13 0 -4.88889; 689 14 0 -4.88889; 690 15 0 -4.88889; 691 16 0 -4.88889;  
692 17 0 -4.88889; 693 18 0 -4.88889; 694 19 0 -4.88889; 695 20 0 -4.88889;  
696 21 0 -4.88889; 697 22 0 -4.88889; 698 23 0 -4.88889; 699 24 0 -4.88889;  
700 25 0 -4.88889; 701 26 0 -4.88889; 702 27 0 -4.88889; 703 28 0 -4.88889;  
704 29 0 -4.88889; 705 30 0 -4.88889; 706 31 0 -4.88889; 707 32 0 -4.88889;  
708 33 0 -4.88889; 709 34 0 -4.88889; 710 35 0 -4.88889; 711 36 0 -4.88889;  
712 37 0 -4.88889; 713 38 0 -4.88889; 714 39 0 -4.88889; 715 40 0 -4.88889;  
716 41 0 -4.88889; 717 42 0 -4.88889; 718 43 0 -4.88889; 719 44 0 -4.88889;  
720 45 0 -4.88889; 721 46 0 -4.88889; 722 47 0 -4.88889; 723 48 0 -4.88889;  
724 49 0 -4.88889; 725 50 0 -4.88889; 726 0.999999 0 -4.5; 727 2 0 -4.5;  
728 3 0 -4.5; 729 4 0 -4.5; 730 6 0 -4.5; 731 7 0 -4.5; 732 8 0 -4.5;  
733 9 0 -4.5; 734 11 0 -4.5; 735 12 0 -4.5; 736 13 0 -4.5; 737 14 0 -4.5;  
738 16 0 -4.5; 739 17 0 -4.5; 740 18 0 -4.5; 741 19 0 -4.5; 742 21 0 -4.5;  
743 22 0 -4.5; 744 23 0 -4.5; 745 24 0 -4.5; 746 26 0 -4.5; 747 27 0 -4.5;  
748 28 0 -4.5; 749 29 0 -4.5; 750 31 0 -4.5; 751 32 0 -4.5; 752 33 0 -4.5;  
753 34 0 -4.5; 754 36 0 -4.5; 755 37 0 -4.5; 756 38 0 -4.5; 757 39 0 -4.5;  
758 41 0 -4.5; 759 42 0 -4.5; 760 43 0 -4.5; 761 44 0 -4.5; 762 46 0 -4.5;  
763 47 0 -4.5; 764 48 0 -4.5; 765 49 0 -4.5; 766 0.999999 0 -4.11111;  
767 0 0 -4.11111; 768 2 0 -4.11111; 769 3 0 -4.11111; 770 4 0 -4.11111;  
771 5 0 -4.11111; 772 6 0 -4.11111; 773 7 0 -4.11111; 774 8 0 -4.11111;  
775 9 0 -4.11111; 776 10 0 -4.11111; 777 11 0 -4.11111; 778 12 0 -4.11111;  
779 13 0 -4.11111; 780 14 0 -4.11111; 781 15 0 -4.11111; 782 16 0 -4.11111;  
783 17 0 -4.11111; 784 18 0 -4.11111; 785 19 0 -4.11111; 786 20 0 -4.11111;  
787 21 0 -4.11111; 788 22 0 -4.11111; 789 23 0 -4.11111; 790 24 0 -4.11111;  
791 25 0 -4.11111; 792 26 0 -4.11111; 793 27 0 -4.11111; 794 28 0 -4.11111;  
795 29 0 -4.11111; 796 30 0 -4.11111; 797 31 0 -4.11111; 798 32 0 -4.11111;  
799 33 0 -4.11111; 800 34 0 -4.11111; 801 35 0 -4.11111; 802 36 0 -4.11111;  
803 37 0 -4.11111; 804 38 0 -4.11111; 805 39 0 -4.11111; 806 40 0 -4.11111;  
807 41 0 -4.11111; 808 42 0 -4.11111; 809 43 0 -4.11111; 810 44 0 -4.11111;  
811 45 0 -4.11111; 812 46 0 -4.11111; 813 47 0 -4.11111; 814 48 0 -4.11111;  
815 49 0 -4.11111; 816 50 0 -4.11111; 817 0.999999 0 -3.72222;  
818 0 0 -3.72222; 819 2 0 -3.72222; 820 3 0 -3.72222; 821 4 0 -3.72222;  
822 5 0 -3.72222; 823 6 0 -3.72222; 824 7 0 -3.72222; 825 8 0 -3.72222;  
826 9 0 -3.72222; 827 10 0 -3.72222; 828 11 0 -3.72222; 829 12 0 -3.72222;  
830 13 0 -3.72222; 831 14 0 -3.72222; 832 15 0 -3.72222; 833 16 0 -3.72222;  
834 17 0 -3.72222; 835 18 0 -3.72222; 836 19 0 -3.72222; 837 20 0 -3.72222;  
838 21 0 -3.72222; 839 22 0 -3.72222; 840 23 0 -3.72222; 841 24 0 -3.72222;  
842 25 0 -3.72222; 843 26 0 -3.72222; 844 27 0 -3.72222; 845 28 0 -3.72222;  
846 29 0 -3.72222; 847 30 0 -3.72222; 848 31 0 -3.72222; 849 32 0 -3.72222;  
850 33 0 -3.72222; 851 34 0 -3.72222; 852 35 0 -3.72222; 853 36 0 -3.72222;  
854 37 0 -3.72222; 855 38 0 -3.72222; 856 39 0 -3.72222; 857 40 0 -3.72222;  
858 41 0 -3.72222; 859 42 0 -3.72222; 860 43 0 -3.72222; 861 44 0 -3.72222;  
862 45 0 -3.72222; 863 46 0 -3.72222; 864 47 0 -3.72222; 865 48 0 -3.72222;

866 49 0 -3.72222; 867 50 0 -3.72222; 868 0.999999 0 -3.33333;  
869 2 0 -3.33333; 870 3 0 -3.33333; 871 4 0 -3.33333; 872 6 0 -3.33333;  
873 7 0 -3.33333; 874 8 0 -3.33333; 875 9 0 -3.33333; 876 11 0 -3.33333;  
877 12 0 -3.33333; 878 13 0 -3.33333; 879 14 0 -3.33333; 880 16 0 -3.33333;  
881 17 0 -3.33333; 882 18 0 -3.33333; 883 19 0 -3.33333; 884 21 0 -3.33333;  
885 22 0 -3.33333; 886 23 0 -3.33333; 887 24 0 -3.33333; 888 26 0 -3.33333;  
889 27 0 -3.33333; 890 28 0 -3.33333; 891 29 0 -3.33333; 892 31 0 -3.33333;  
893 32 0 -3.33333; 894 33 0 -3.33333; 895 34 0 -3.33333; 896 36 0 -3.33333;  
897 37 0 -3.33333; 898 38 0 -3.33333; 899 39 0 -3.33333; 900 41 0 -3.33333;  
901 42 0 -3.33333; 902 43 0 -3.33333; 903 44 0 -3.33333; 904 46 0 -3.33333;  
905 47 0 -3.33333; 906 48 0 -3.33333; 907 49 0 -3.33333;  
908 0.999999 0 -2.94444; 909 0 0 -2.94444; 910 2 0 -2.94444; 911 3 0 -2.94444;  
912 4 0 -2.94444; 913 5 0 -2.94444; 914 6 0 -2.94444; 915 7 0 -2.94444;  
916 8 0 -2.94444; 917 9 0 -2.94444; 918 10 0 -2.94444; 919 11 0 -2.94444;  
920 12 0 -2.94444; 921 13 0 -2.94444; 922 14 0 -2.94444; 923 15 0 -2.94444;  
924 16 0 -2.94444; 925 17 0 -2.94444; 926 18 0 -2.94444; 927 19 0 -2.94444;  
928 20 0 -2.94444; 929 21 0 -2.94444; 930 22 0 -2.94444; 931 23 0 -2.94444;  
932 24 0 -2.94444; 933 25 0 -2.94444; 934 26 0 -2.94444; 935 27 0 -2.94444;  
936 28 0 -2.94444; 937 29 0 -2.94444; 938 30 0 -2.94444; 939 31 0 -2.94444;  
940 32 0 -2.94444; 941 33 0 -2.94444; 942 34 0 -2.94444; 943 35 0 -2.94444;  
944 36 0 -2.94444; 945 37 0 -2.94444; 946 38 0 -2.94444; 947 39 0 -2.94444;  
948 40 0 -2.94444; 949 41 0 -2.94444; 950 42 0 -2.94444; 951 43 0 -2.94444;  
952 44 0 -2.94444; 953 45 0 -2.94444; 954 46 0 -2.94444; 955 47 0 -2.94444;  
956 48 0 -2.94444; 957 49 0 -2.94444; 958 50 0 -2.94444;  
959 0.999999 0 -2.55556; 960 0 0 -2.55556; 961 2 0 -2.55556; 962 3 0 -2.55556;  
963 4 0 -2.55556; 964 5 0 -2.55556; 965 6 0 -2.55556; 966 7 0 -2.55556;  
967 8 0 -2.55556; 968 9 0 -2.55556; 969 10 0 -2.55556; 970 11 0 -2.55556;  
971 12 0 -2.55556; 972 13 0 -2.55556; 973 14 0 -2.55556; 974 15 0 -2.55556;  
975 16 0 -2.55556; 976 17 0 -2.55556; 977 18 0 -2.55556; 978 19 0 -2.55556;  
979 20 0 -2.55556; 980 21 0 -2.55556; 981 22 0 -2.55556; 982 23 0 -2.55556;  
983 24 0 -2.55556; 984 25 0 -2.55556; 985 26 0 -2.55556; 986 27 0 -2.55556;  
987 28 0 -2.55556; 988 29 0 -2.55556; 989 30 0 -2.55556; 990 31 0 -2.55556;  
991 32 0 -2.55556; 992 33 0 -2.55556; 993 34 0 -2.55556; 994 35 0 -2.55556;  
995 36 0 -2.55556; 996 37 0 -2.55556; 997 38 0 -2.55556; 998 39 0 -2.55556;  
999 40 0 -2.55556; 1000 41 0 -2.55556; 1001 42 0 -2.55556; 1002 43 0 -2.55556;  
1003 44 0 -2.55556; 1004 45 0 -2.55556; 1005 46 0 -2.55556; 1006 47 0 -2.55556;  
1007 48 0 -2.55556; 1008 49 0 -2.55556; 1009 50 0 -2.55556;  
1010 0.999999 0 -2.16667; 1011 2 0 -2.16667; 1012 3 0 -2.16667;  
1013 4 0 -2.16667; 1014 6 0 -2.16667; 1015 7 0 -2.16667; 1016 8 0 -2.16667;  
1017 9 0 -2.16667; 1018 11 0 -2.16667; 1019 12 0 -2.16667; 1020 13 0 -2.16667;  
1021 14 0 -2.16667; 1022 16 0 -2.16667; 1023 17 0 -2.16667; 1024 18 0 -2.16667;  
1025 19 0 -2.16667; 1026 21 0 -2.16667; 1027 22 0 -2.16667; 1028 23 0 -2.16667;  
1029 24 0 -2.16667; 1030 26 0 -2.16667; 1031 27 0 -2.16667; 1032 28 0 -2.16667;  
1033 29 0 -2.16667; 1034 31 0 -2.16667; 1035 32 0 -2.16667; 1036 33 0 -2.16667;  
1037 34 0 -2.16667; 1038 36 0 -2.16667; 1039 37 0 -2.16667; 1040 38 0 -2.16667;  
1041 39 0 -2.16667; 1042 41 0 -2.16667; 1043 42 0 -2.16667; 1044 43 0 -2.16667;  
1045 44 0 -2.16667; 1046 46 0 -2.16667; 1047 47 0 -2.16667; 1048 48 0 -2.16667;  
1049 49 0 -2.16667; 1050 0.999999 0 -1.95833; 1051 0 0 -1.95833;  
1052 2 0 -1.95833; 1053 3 0 -1.95833; 1054 4 0 -1.95833; 1055 5 0 -1.95833;  
1056 6 0 -1.95833; 1057 7 0 -1.95833; 1058 8 0 -1.95833; 1059 9 0 -1.95833;  
1060 10 0 -1.95833; 1061 11 0 -1.95833; 1062 12 0 -1.95833; 1063 13 0 -1.95833;  
1064 14 0 -1.95833; 1065 15 0 -1.95833; 1066 16 0 -1.95833; 1067 17 0 -1.95833;  
1068 18 0 -1.95833; 1069 19 0 -1.95833; 1070 20 0 -1.95833; 1071 21 0 -1.95833;  
1072 22 0 -1.95833; 1073 23 0 -1.95833; 1074 24 0 -1.95833; 1075 25 0 -1.95833;  
1076 26 0 -1.95833; 1077 27 0 -1.95833; 1078 28 0 -1.95833; 1079 29 0 -1.95833;  
1080 30 0 -1.95833; 1081 31 0 -1.95833; 1082 32 0 -1.95833; 1083 33 0 -1.95833;  
1084 34 0 -1.95833; 1085 35 0 -1.95833; 1086 36 0 -1.95833; 1087 37 0 -1.95833;  
1088 38 0 -1.95833; 1089 39 0 -1.95833; 1090 40 0 -1.95833; 1091 41 0 -1.95833;  
1092 42 0 -1.95833; 1093 43 0 -1.95833; 1094 44 0 -1.95833; 1095 45 0 -1.95833;  
1096 46 0 -1.95833; 1097 47 0 -1.95833; 1098 48 0 -1.95833; 1099 49 0 -1.95833;  
1100 50 0 -1.95833; 1101 0.999999 0 -1.75; 1102 2 0 -1.75; 1103 3 0 -1.75;  
1104 4 0 -1.75; 1105 6 0 -1.75; 1106 7 0 -1.75; 1107 8 0 -1.75; 1108 9 0 -1.75;  
1109 11 0 -1.75; 1110 12 0 -1.75; 1111 13 0 -1.75; 1112 14 0 -1.75;  
1113 16 0 -1.75; 1114 17 0 -1.75; 1115 18 0 -1.75; 1116 19 0 -1.75;  
1117 21 0 -1.75; 1118 22 0 -1.75; 1119 23 0 -1.75; 1120 24 0 -1.75;  
1121 26 0 -1.75; 1122 27 0 -1.75; 1123 28 0 -1.75; 1124 29 0 -1.75;  
1125 31 0 -1.75; 1126 32 0 -1.75; 1127 33 0 -1.75; 1128 34 0 -1.75;  
1129 36 0 -1.75; 1130 37 0 -1.75; 1131 38 0 -1.75; 1132 39 0 -1.75;

1133 41 0 -1.75; 1134 42 0 -1.75; 1135 43 0 -1.75; 1136 44 0 -1.75;  
1137 46 0 -1.75; 1138 47 0 -1.75; 1139 48 0 -1.75; 1140 49 0 -1.75;  
1141 0.999999 0 -1.375; 1142 0 0 -1.375; 1143 2 0 -1.375; 1144 3 0 -1.375;  
1145 4 0 -1.375; 1146 5 0 -1.375; 1147 6 0 -1.375; 1148 7 0 -1.375;  
1149 8 0 -1.375; 1150 9 0 -1.375; 1151 10 0 -1.375; 1152 11 0 -1.375;  
1153 12 0 -1.375; 1154 13 0 -1.375; 1155 14 0 -1.375; 1156 15 0 -1.375;  
1157 16 0 -1.375; 1158 17 0 -1.375; 1159 18 0 -1.375; 1160 19 0 -1.375;  
1161 20 0 -1.375; 1162 21 0 -1.375; 1163 22 0 -1.375; 1164 23 0 -1.375;  
1165 24 0 -1.375; 1166 25 0 -1.375; 1167 26 0 -1.375; 1168 27 0 -1.375;  
1169 28 0 -1.375; 1170 29 0 -1.375; 1171 30 0 -1.375; 1172 31 0 -1.375;  
1173 32 0 -1.375; 1174 33 0 -1.375; 1175 34 0 -1.375; 1176 35 0 -1.375;  
1177 36 0 -1.375; 1178 37 0 -1.375; 1179 38 0 -1.375; 1180 39 0 -1.375;  
1181 40 0 -1.375; 1182 41 0 -1.375; 1183 42 0 -1.375; 1184 43 0 -1.375;  
1185 44 0 -1.375; 1186 45 0 -1.375; 1187 46 0 -1.375; 1188 47 0 -1.375;  
1189 48 0 -1.375; 1190 49 0 -1.375; 1191 50 0 -1.375; 1192 0.999999 0 -1;  
1193 2 0 -1; 1194 3 0 -1; 1195 4 0 -1; 1196 6 0 -1; 1197 7 0 -1; 1198 8 0 -1;  
1199 9 0 -1; 1200 11 0 -1; 1201 12 0 -1; 1202 13 0 -1; 1203 14 0 -1;  
1204 16 0 -1; 1205 17 0 -1; 1206 18 0 -1; 1207 19 0 -1; 1208 21 0 -1;  
1209 22 0 -1; 1210 23 0 -1; 1211 24 0 -1; 1212 26 0 -1; 1213 27 0 -1;  
1214 28 0 -1; 1215 29 0 -1; 1216 31 0 -1; 1217 32 0 -1; 1218 33 0 -1;  
1219 34 0 -1; 1220 36 0 -1; 1221 37 0 -1; 1222 38 0 -1; 1223 39 0 -1;  
1224 41 0 -1; 1225 42 0 -1; 1226 43 0 -1; 1227 44 0 -1; 1228 46 0 -1;  
1229 47 0 -1; 1230 48 0 -1; 1231 49 0 -1; 1232 0.999999 0 -0.6; 1233 0 0 -0.6;  
1234 2 0 -0.6; 1235 3 0 -0.6; 1236 4 0 -0.6; 1237 5 0 -0.6; 1238 6 0 -0.6;  
1239 7 0 -0.6; 1240 8 0 -0.6; 1241 9 0 -0.6; 1242 10 0 -0.6; 1243 11 0 -0.6;  
1244 12 0 -0.6; 1245 13 0 -0.6; 1246 14 0 -0.6; 1247 15 0 -0.6; 1248 16 0 -0.6;  
1249 17 0 -0.6; 1250 18 0 -0.6; 1251 19 0 -0.6; 1252 20 0 -0.6; 1253 21 0 -0.6;  
1254 22 0 -0.6; 1255 23 0 -0.6; 1256 24 0 -0.6; 1257 25 0 -0.6; 1258 26 0 -0.6;  
1259 27 0 -0.6; 1260 28 0 -0.6; 1261 29 0 -0.6; 1262 30 0 -0.6; 1263 31 0 -0.6;  
1264 32 0 -0.6; 1265 33 0 -0.6; 1266 34 0 -0.6; 1267 35 0 -0.6; 1268 36 0 -0.6;  
1269 37 0 -0.6; 1270 38 0 -0.6; 1271 39 0 -0.6; 1272 40 0 -0.6; 1273 41 0 -0.6;  
1274 42 0 -0.6; 1275 43 0 -0.6; 1276 44 0 -0.6; 1277 45 0 -0.6; 1278 46 0 -0.6;  
1279 47 0 -0.6; 1280 48 0 -0.6; 1281 49 0 -0.6; 1282 50 0 -0.6;  
1283 0.999999 0 -0.2; 1284 2 0 -0.2; 1285 3 0 -0.2; 1286 4 0 -0.2;  
1287 6 0 -0.2; 1288 7 0 -0.2; 1289 8 0 -0.2; 1290 9 0 -0.2; 1291 11 0 -0.2;  
1292 12 0 -0.2; 1293 13 0 -0.2; 1294 14 0 -0.2; 1295 16 0 -0.2; 1296 17 0 -0.2;  
1297 18 0 -0.2; 1298 19 0 -0.2; 1299 21 0 -0.2; 1300 22 0 -0.2; 1301 23 0 -0.2;  
1302 24 0 -0.2; 1303 26 0 -0.2; 1304 27 0 -0.2; 1305 28 0 -0.2; 1306 29 0 -0.2;  
1307 31 0 -0.2; 1308 32 0 -0.2; 1309 33 0 -0.2; 1310 34 0 -0.2; 1311 36 0 -0.2;  
1312 37 0 -0.2; 1313 38 0 -0.2; 1314 39 0 -0.2; 1315 41 0 -0.2; 1316 42 0 -0.2;  
1317 43 0 -0.2; 1318 44 0 -0.2; 1319 46 0 -0.2; 1320 47 0 -0.2; 1321 48 0 -0.2;  
1322 49 0 -0.2;

MEMBER INCIDENCES

1 1 2; 2 3 4; 3 5 6; 4 7 8; 5 9 10; 6 1 3; 7 3 5; 8 5 7; 9 7 9; 10 9 11;  
11 11 10; 12 10 8; 13 8 6; 14 6 4; 15 4 2; 16 1 4; 17 3 6; 18 5 8; 19 7 10;  
20 12 13; 21 14 15; 22 16 17; 23 18 19; 24 1 12; 25 12 14; 26 14 16; 27 16 18;  
28 18 20; 29 20 19; 30 19 17; 31 17 15; 32 15 13; 33 13 2; 34 1 13; 35 12 15;  
36 14 17; 37 16 19; 38 1 59; 39 2 44; 40 3 60; 41 4 43; 42 5 61; 43 6 42;  
44 7 62; 45 8 41; 46 9 63; 47 11 64; 48 12 65; 49 13 45; 50 14 66; 51 15 46;  
52 16 67; 53 17 47; 54 18 68; 55 20 69; 56 21 22; 57 23 24; 58 25 26; 59 27 28;  
60 29 30; 61 21 23; 62 23 25; 63 25 27; 64 27 29; 65 29 31; 66 31 30; 67 30 28;  
68 28 26; 69 26 24; 70 24 22; 71 21 24; 72 23 26; 73 25 28; 74 27 30; 75 32 33;  
76 34 35; 77 36 37; 78 38 39; 79 21 32; 80 32 34; 81 34 36; 82 36 38; 83 38 40;  
84 40 39; 85 39 37; 86 37 35; 87 35 33; 88 33 22; 89 21 33; 90 32 35; 91 34 37;  
92 36 39; 93 41 28; 96 42 26; 97 43 24; 98 44 22; 99 45 33; 100 46 35;  
101 47 37; 102 28 42; 103 42 8; 104 26 43; 105 43 6; 106 24 44; 107 44 4;  
108 33 44; 109 44 13; 110 35 45; 111 45 15; 112 37 46; 113 46 17; 116 48 21;  
117 49 23; 118 50 25; 119 51 27; 120 52 29; 121 53 31; 122 54 32; 123 55 34;  
124 56 36; 125 57 38; 126 58 40; 127 48 212; 128 49 203; 129 50 194;  
130 51 185; 131 52 176; 132 48 215; 133 54 224; 134 55 233; 135 56 242;  
136 57 251; 137 59 1257; 138 60 1252; 139 61 1247; 140 62 1242; 141 63 1237;  
142 64 1233; 143 65 1262; 144 66 1267; 145 67 1272; 146 68 1277; 147 69 1282;  
148 59 1302; 149 60 1298; 150 61 1294; 151 62 1290; 152 63 1286; 153 59 1303;  
154 65 1307; 155 66 1311; 156 67 1315; 157 68 1319; 158 70 214; 159 71 205;  
160 72 196; 161 73 187; 162 74 178; 163 75 171; 164 76 223; 165 77 232;  
166 78 241; 167 79 250; 168 80 259; 169 70 279; 170 71 275; 171 72 271;  
172 73 267; 173 74 263; 174 70 280; 175 76 284; 176 77 288; 177 78 292;  
178 79 296; 179 81 1166; 180 82 1161; 181 83 1156; 182 84 1151; 183 85 1146;

184 86 1142; 185 87 1171; 186 88 1176; 187 89 1181; 188 90 1186; 189 91 1191;  
190 81 1211; 191 82 1207; 192 83 1203; 193 84 1199; 194 85 1195; 195 81 1212;  
196 87 1216; 197 88 1220; 198 89 1224; 199 90 1228; 200 92 960; 201 93 818;  
202 94 676; 203 95 534; 204 96 392; 205 97 396; 206 96 442; 207 98 401;  
208 97 446; 209 99 406; 210 98 450; 211 100 411; 212 99 454; 213 101 416;  
214 100 458; 215 102 421; 216 101 462; 217 103 426; 218 102 466; 219 104 431;  
220 103 470; 221 105 436; 222 104 474; 223 106 441; 224 105 478; 225 107 538;  
226 95 584; 227 108 543; 228 107 588; 229 109 548; 230 108 592; 231 110 553;  
232 109 596; 233 111 558; 234 110 600; 235 112 563; 236 111 604; 237 113 568;  
238 112 608; 239 114 573; 240 113 612; 241 115 578; 242 114 616; 243 116 583;  
244 115 620; 245 117 680; 246 94 726; 247 118 685; 248 117 730; 249 119 690;  
250 118 734; 251 120 695; 252 119 738; 253 121 700; 254 120 742; 255 122 705;  
256 121 746; 257 123 710; 258 122 750; 259 124 715; 260 123 754; 261 125 720;  
262 124 758; 263 126 725; 264 125 762; 265 127 867; 266 93 868; 267 128 1009;  
268 92 1010; 269 129 842; 270 130 984; 271 131 837; 272 132 979; 273 133 832;  
274 134 974; 275 135 827; 276 136 969; 277 137 822; 278 138 964; 279 139 847;  
280 140 989; 281 141 852; 282 142 994; 283 143 857; 284 144 999; 285 145 862;  
286 146 1004; 287 145 904; 288 143 900; 289 141 896; 290 139 892; 291 129 888;  
292 131 884; 293 133 880; 294 135 876; 295 137 872; 296 146 1046; 297 144 1042;  
298 142 1038; 299 140 1034; 300 130 1030; 301 132 1026; 302 134 1022;  
303 136 1018; 304 138 1014; 305 147 1051; 306 148 301; 307 149 1055;  
308 150 305; 309 151 1060; 310 152 310; 311 153 1065; 312 154 315;  
313 155 1070; 314 156 320; 315 157 1075; 316 158 325; 317 159 1080;  
318 160 330; 319 161 1085; 320 162 335; 321 163 1090; 322 164 340;  
323 165 1095; 324 166 345; 325 167 1100; 326 168 350; 327 169 53; 328 171 53;  
330 172 169; 332 174 172; 334 176 174; 336 178 52; 338 179 52; 340 181 179;  
342 183 181; 344 185 183; 346 187 51; 348 188 51; 350 190 188; 352 192 190;  
354 194 192; 356 196 50; 358 197 50; 360 199 197; 362 201 199; 364 203 201;  
366 205 49; 368 206 49; 370 208 206; 372 210 208; 374 212 210; 376 214 48;  
378 215 217; 380 217 219; 382 219 221; 384 221 54; 386 223 54; 388 224 226;  
390 226 228; 392 228 230; 394 230 55; 396 232 55; 398 233 235; 400 235 237;  
402 237 239; 404 239 56; 406 241 56; 408 242 244; 410 244 246; 412 246 248;  
414 248 57; 416 250 57; 418 251 253; 420 253 255; 422 255 257; 424 257 58;  
426 259 58; 428 260 75; 430 261 260; 432 262 261; 434 263 262; 437 264 74;  
439 265 264; 441 266 265; 443 267 266; 446 268 73; 448 269 268; 450 270 269;  
452 271 270; 455 272 72; 457 273 272; 459 274 273; 461 275 274; 464 276 71;  
466 277 276; 468 278 277; 470 279 278; 473 280 281; 475 281 282; 477 282 283;  
479 283 76; 482 284 285; 484 285 286; 486 286 287; 488 287 77; 491 288 289;  
493 289 290; 495 290 291; 497 291 78; 500 292 293; 502 293 294; 504 294 295;  
506 295 79; 509 296 297; 511 297 298; 513 298 299; 515 299 80; 518 301 75;  
523 305 74; 529 310 73; 535 315 72; 541 320 71; 547 325 70; 553 330 76;  
559 335 77; 565 340 78; 571 345 79; 577 350 80; 629 392 148; 634 396 150;  
640 401 152; 646 406 154; 652 411 156; 658 416 158; 664 421 160; 670 426 162;  
676 431 164; 682 436 166; 688 441 168; 690 442 443; 692 443 444; 694 444 445;  
696 445 97; 699 446 447; 701 447 448; 703 448 449; 705 449 98; 708 450 451;  
710 451 452; 712 452 453; 714 453 99; 717 454 455; 719 455 456; 721 456 457;  
723 457 100; 726 458 459; 728 459 460; 730 460 461; 732 461 101; 735 462 463;  
737 463 464; 739 464 465; 741 465 102; 744 466 467; 746 467 468; 748 468 469;  
750 469 103; 753 470 471; 755 471 472; 757 472 473; 759 473 104; 762 474 475;  
764 475 476; 766 476 477; 768 477 105; 771 478 479; 773 479 480; 775 480 481;  
777 481 106; 780 483 96; 785 487 97; 791 492 98; 797 497 99; 803 502 100;  
809 507 101; 815 512 102; 821 517 103; 827 522 104; 833 527 105; 839 532 106;  
841 534 483; 846 538 487; 852 543 492; 858 548 497; 864 553 502; 870 558 507;  
876 563 512; 882 568 517; 888 573 522; 894 578 527; 900 583 532; 902 584 585;  
904 585 586; 906 586 587; 908 587 107; 911 588 589; 913 589 590; 915 590 591;  
917 591 108; 920 592 593; 922 593 594; 924 594 595; 926 595 109; 929 596 597;  
931 597 598; 933 598 599; 935 599 110; 938 600 601; 940 601 602; 942 602 603;  
944 603 111; 947 604 605; 949 605 606; 951 606 607; 953 607 112; 956 608 609;  
958 609 610; 960 610 611; 962 611 113; 965 612 613; 967 613 614; 969 614 615;  
971 615 114; 974 616 617; 976 617 618; 978 618 619; 980 619 115; 983 620 621;  
985 621 622; 987 622 623; 989 623 116; 992 625 95; 997 629 107; 1003 634 108;  
1009 639 109; 1015 644 110; 1021 649 111; 1027 654 112; 1033 659 113;  
1039 664 114; 1045 669 115; 1051 674 116; 1053 676 625; 1058 680 629;  
1064 685 634; 1070 690 639; 1076 695 644; 1082 700 649; 1088 705 654;  
1094 710 659; 1100 715 664; 1106 720 669; 1112 725 674; 1114 726 727;  
1116 727 728; 1118 728 729; 1120 729 117; 1123 730 731; 1125 731 732;  
1127 732 733; 1129 733 118; 1132 734 735; 1134 735 736; 1136 736 737;  
1138 737 119; 1141 738 739; 1143 739 740; 1145 740 741; 1147 741 120;



1150 742 743; 1152 743 744; 1154 744 745; 1156 745 121; 1159 746 747;  
1161 747 748; 1163 748 749; 1165 749 122; 1168 750 751; 1170 751 752;  
1172 752 753; 1174 753 123; 1177 754 755; 1179 755 756; 1181 756 757;  
1183 757 124; 1186 758 759; 1188 759 760; 1190 760 761; 1192 761 125;  
1195 762 763; 1197 763 764; 1199 764 765; 1201 765 126; 1204 767 94;  
1209 771 117; 1215 776 118; 1221 781 119; 1227 786 120; 1233 791 121;  
1239 796 122; 1245 801 123; 1251 806 124; 1257 811 125; 1263 816 126;  
1265 818 767; 1270 822 771; 1276 827 776; 1282 832 781; 1288 837 786;  
1294 842 791; 1300 847 796; 1306 852 801; 1312 857 806; 1318 862 811;  
1324 867 816; 1326 868 869; 1328 869 870; 1330 870 871; 1332 871 137;  
1335 872 873; 1337 873 874; 1339 874 875; 1341 875 135; 1344 876 877;  
1346 877 878; 1348 878 879; 1350 879 133; 1353 880 881; 1355 881 882;  
1357 882 883; 1359 883 131; 1362 884 885; 1364 885 886; 1366 886 887;  
1368 887 129; 1371 888 889; 1373 889 890; 1375 890 891; 1377 891 139;  
1380 892 893; 1382 893 894; 1384 894 895; 1386 895 141; 1389 896 897;  
1391 897 898; 1393 898 899; 1395 899 143; 1398 900 901; 1400 901 902;  
1402 902 903; 1404 903 145; 1407 904 905; 1409 905 906; 1411 906 907;  
1413 907 127; 1416 909 93; 1421 913 137; 1427 918 135; 1433 923 133;  
1439 928 131; 1445 933 129; 1451 938 139; 1457 943 141; 1463 948 143;  
1469 953 145; 1475 958 127; 1477 960 909; 1482 964 913; 1488 969 918;  
1494 974 923; 1500 979 928; 1506 984 933; 1512 989 938; 1518 994 943;  
1524 999 948; 1530 1004 953; 1536 1009 958; 1538 1010 1011; 1540 1011 1012;  
1542 1012 1013; 1544 1013 138; 1547 1014 1015; 1549 1015 1016; 1551 1016 1017;  
1553 1017 136; 1556 1018 1019; 1558 1019 1020; 1560 1020 1021; 1562 1021 134;  
1565 1022 1023; 1567 1023 1024; 1569 1024 1025; 1571 1025 132; 1574 1026 1027;  
1576 1027 1028; 1578 1028 1029; 1580 1029 130; 1583 1030 1031; 1585 1031 1032;  
1587 1032 1033; 1589 1033 140; 1592 1034 1035; 1594 1035 1036; 1596 1036 1037;  
1598 1037 142; 1601 1038 1039; 1603 1039 1040; 1605 1040 1041; 1607 1041 144;  
1610 1042 1043; 1612 1043 1044; 1614 1044 1045; 1616 1045 146; 1619 1046 1047;  
1621 1047 1048; 1623 1048 1049; 1625 1049 128; 1628 1051 92; 1633 1055 138;  
1639 1060 136; 1645 1065 134; 1651 1070 132; 1657 1075 130; 1663 1080 140;  
1669 1085 142; 1675 1090 144; 1681 1095 146; 1687 1100 128; 1739 1142 147;  
1744 1146 149; 1750 1151 151; 1756 1156 153; 1762 1161 155; 1768 1166 157;  
1774 1171 159; 1780 1176 161; 1786 1181 163; 1792 1186 165; 1798 1191 167;  
1800 1192 86; 1802 1193 1192; 1804 1194 1193; 1806 1195 1194; 1809 1196 85;  
1811 1197 1196; 1813 1198 1197; 1815 1199 1198; 1818 1200 84; 1820 1201 1200;  
1822 1202 1201; 1824 1203 1202; 1827 1204 83; 1829 1205 1204; 1831 1206 1205;  
1833 1207 1206; 1836 1208 82; 1838 1209 1208; 1840 1210 1209; 1842 1211 1210;  
1845 1212 1213; 1847 1213 1214; 1849 1214 1215; 1851 1215 87; 1854 1216 1217;  
1856 1217 1218; 1858 1218 1219; 1860 1219 88; 1863 1220 1221; 1865 1221 1222;  
1867 1222 1223; 1869 1223 89; 1872 1224 1225; 1874 1225 1226; 1876 1226 1227;  
1878 1227 90; 1881 1228 1229; 1883 1229 1230; 1885 1230 1231; 1887 1231 91;  
1890 1233 86; 1895 1237 85; 1901 1242 84; 1907 1247 83; 1913 1252 82;  
1919 1257 81; 1925 1262 87; 1931 1267 88; 1937 1272 89; 1943 1277 90;  
1949 1282 91; 1951 1283 64; 1953 1284 1283; 1955 1285 1284; 1957 1286 1285;  
1960 1287 63; 1962 1288 1287; 1964 1289 1288; 1966 1290 1289; 1969 1291 62;  
1971 1292 1291; 1973 1293 1292; 1975 1294 1293; 1978 1295 61; 1980 1296 1295;  
1982 1297 1296; 1984 1298 1297; 1987 1299 60; 1989 1300 1299; 1991 1301 1300;  
1993 1302 1301; 1996 1303 1304; 1998 1304 1305; 2000 1305 1306; 2002 1306 65;  
2005 1307 1308; 2007 1308 1309; 2009 1309 1310; 2011 1310 66; 2014 1311 1312;  
2016 1312 1313; 2018 1313 1314; 2020 1314 67; 2023 1315 1316; 2025 1316 1317;  
2027 1317 1318; 2029 1318 68; 2032 1319 1320; 2034 1320 1321; 2036 1321 1322;  
2038 1322 69;  
ELEMENT INCIDENCES SHELL  
329 53 169 170 171; 331 169 172 173 170; 333 172 174 175 173;  
335 174 176 177 175; 337 176 52 178 177; 339 52 179 180 178;  
341 179 181 182 180; 343 181 183 184 182; 345 183 185 186 184;  
347 185 51 187 186; 349 51 188 189 187; 351 188 190 191 189;  
353 190 192 193 191; 355 192 194 195 193; 357 194 50 196 195;  
359 50 197 198 196; 361 197 199 200 198; 363 199 201 202 200;  
365 201 203 204 202; 367 203 49 205 204; 369 49 206 207 205;  
371 206 208 209 207; 373 208 210 211 209; 375 210 212 213 211;  
377 212 48 214 213; 379 48 215 216 214; 381 215 217 218 216;  
383 217 219 220 218; 385 219 221 222 220; 387 221 54 223 222;  
389 54 224 225 223; 391 224 226 227 225; 393 226 228 229 227;  
395 228 230 231 229; 397 230 55 232 231; 399 55 233 234 232;  
401 233 235 236 234; 403 235 237 238 236; 405 237 239 240 238;  
407 239 56 241 240; 409 56 242 243 241; 411 242 244 245 243;

413 244 246 247 245; 415 246 248 249 247; 417 248 57 250 249;  
419 57 251 252 250; 421 251 253 254 252; 423 253 255 256 254;  
425 255 257 258 256; 427 257 58 259 258; 429 171 170 260 75;  
431 170 173 261 260; 433 173 175 262 261; 435 175 177 263 262;  
436 177 178 74 263; 438 178 180 264 74; 440 180 182 265 264;  
442 182 184 266 265; 444 184 186 267 266; 445 186 187 73 267;  
447 187 189 268 73; 449 189 191 269 268; 451 191 193 270 269;  
453 193 195 271 270; 454 195 196 72 271; 456 196 198 272 72;  
458 198 200 273 272; 460 200 202 274 273; 462 202 204 275 274;  
463 204 205 71 275; 465 205 207 276 71; 467 207 209 277 276;  
469 209 211 278 277; 471 211 213 279 278; 472 213 214 70 279;  
474 214 216 280 70; 476 216 218 281 280; 478 218 220 282 281;  
480 220 222 283 282; 481 222 223 76 283; 483 223 225 284 76;  
485 225 227 285 284; 487 227 229 286 285; 489 229 231 287 286;  
490 231 232 77 287; 492 232 234 288 77; 494 234 236 289 288;  
496 236 238 290 289; 498 238 240 291 290; 499 240 241 78 291;  
501 241 243 292 78; 503 243 245 293 292; 505 245 247 294 293;  
507 247 249 295 294; 508 249 250 79 295; 510 250 252 296 79;  
512 252 254 297 296; 514 254 256 298 297; 516 256 258 299 298;  
517 258 259 80 299; 519 75 260 300 301; 520 260 261 302 300;  
521 261 262 303 302; 522 262 263 304 303; 524 263 74 305 304;  
525 74 264 306 305; 526 264 265 307 306; 527 265 266 308 307;  
528 266 267 309 308; 530 267 73 310 309; 531 73 268 311 310;  
532 268 269 312 311; 533 269 270 313 312; 534 270 271 314 313;  
536 271 72 315 314; 537 72 272 316 315; 538 272 273 317 316;  
539 273 274 318 317; 540 274 275 319 318; 542 275 71 320 319;  
543 71 276 321 320; 544 276 277 322 321; 545 277 278 323 322;  
546 278 279 324 323; 548 279 70 325 324; 549 70 280 326 325;  
550 280 281 327 326; 551 281 282 328 327; 552 282 283 329 328;  
554 283 76 330 329; 555 76 284 331 330; 556 284 285 332 331;  
557 285 286 333 332; 558 286 287 334 333; 560 287 77 335 334;  
561 77 288 336 335; 562 288 289 337 336; 563 289 290 338 337;  
564 290 291 339 338; 566 291 78 340 339; 567 78 292 341 340;  
568 292 293 342 341; 569 293 294 343 342; 570 294 295 344 343;  
572 295 79 345 344; 573 79 296 346 345; 574 296 297 347 346;  
575 297 298 348 347; 576 298 299 349 348; 578 299 80 350 349;  
579 301 300 351 148; 580 300 302 352 351; 581 302 303 353 352;  
582 303 304 354 353; 583 304 305 150 354; 584 305 306 355 150;  
585 306 307 356 355; 586 307 308 357 356; 587 308 309 358 357;  
588 309 310 152 358; 589 310 311 359 152; 590 311 312 360 359;  
591 312 313 361 360; 592 313 314 362 361; 593 314 315 154 362;  
594 315 316 363 154; 595 316 317 364 363; 596 317 318 365 364;  
597 318 319 366 365; 598 319 320 156 366; 599 320 321 367 156;  
600 321 322 368 367; 601 322 323 369 368; 602 323 324 370 369;  
603 324 325 158 370; 604 325 326 371 158; 605 326 327 372 371;  
606 327 328 373 372; 607 328 329 374 373; 608 329 330 160 374;  
609 330 331 375 160; 610 331 332 376 375; 611 332 333 377 376;  
612 333 334 378 377; 613 334 335 162 378; 614 335 336 379 162;  
615 336 337 380 379; 616 337 338 381 380; 617 338 339 382 381;  
618 339 340 164 382; 619 340 341 383 164; 620 341 342 384 383;  
621 342 343 385 384; 622 343 344 386 385; 623 344 345 166 386;  
624 345 346 387 166; 625 346 347 388 387; 626 347 348 389 388;  
627 348 349 390 389; 628 349 350 168 390; 630 148 351 391 392;  
631 351 352 393 391; 632 352 353 394 393; 633 353 354 395 394;  
635 354 150 396 395; 636 150 355 397 396; 637 355 356 398 397;  
638 356 357 399 398; 639 357 358 400 399; 641 358 152 401 400;  
642 152 359 402 401; 643 359 360 403 402; 644 360 361 404 403;  
645 361 362 405 404; 647 362 154 406 405; 648 154 363 407 406;  
649 363 364 408 407; 650 364 365 409 408; 651 365 366 410 409;  
653 366 156 411 410; 654 156 367 412 411; 655 367 368 413 412;  
656 368 369 414 413; 657 369 370 415 414; 659 370 158 416 415;  
660 158 371 417 416; 661 371 372 418 417; 662 372 373 419 418;  
663 373 374 420 419; 665 374 160 421 420; 666 160 375 422 421;  
667 375 376 423 422; 668 376 377 424 423; 669 377 378 425 424;  
671 378 162 426 425; 672 162 379 427 426; 673 379 380 428 427;  
674 380 381 429 428; 675 381 382 430 429; 677 382 164 431 430;  
678 164 383 432 431; 679 383 384 433 432; 680 384 385 434 433;  
681 385 386 435 434; 683 386 166 436 435; 684 166 387 437 436;

685 387 388 438 437; 686 388 389 439 438; 687 389 390 440 439;  
689 390 168 441 440; 691 392 391 442 96; 693 391 393 443 442;  
695 393 394 444 443; 697 394 395 445 444; 698 395 396 97 445;  
700 396 397 446 97; 702 397 398 447 446; 704 398 399 448 447;  
706 399 400 449 448; 707 400 401 98 449; 709 401 402 450 98;  
711 402 403 451 450; 713 403 404 452 451; 715 404 405 453 452;  
716 405 406 99 453; 718 406 407 454 99; 720 407 408 455 454;  
722 408 409 456 455; 724 409 410 457 456; 725 410 411 100 457;  
727 411 412 458 100; 729 412 413 459 458; 731 413 414 460 459;  
733 414 415 461 460; 734 415 416 101 461; 736 416 417 462 101;  
738 417 418 463 462; 740 418 419 464 463; 742 419 420 465 464;  
743 420 421 102 465; 745 421 422 466 102; 747 422 423 467 466;  
749 423 424 468 467; 751 424 425 469 468; 752 425 426 103 469;  
754 426 427 470 103; 756 427 428 471 470; 758 428 429 472 471;  
760 429 430 473 472; 761 430 431 104 473; 763 431 432 474 104;  
765 432 433 475 474; 767 433 434 476 475; 769 434 435 477 476;  
770 435 436 105 477; 772 436 437 478 105; 774 437 438 479 478;  
776 438 439 480 479; 778 439 440 481 480; 779 440 441 106 481;  
781 96 442 482 483; 782 442 443 484 482; 783 443 444 485 484;  
784 444 445 486 485; 786 445 97 487 486; 787 97 446 488 487;  
788 446 447 489 488; 789 447 448 490 489; 790 448 449 491 490;  
792 449 98 492 491; 793 98 450 493 492; 794 450 451 494 493;  
795 451 452 495 494; 796 452 453 496 495; 798 453 99 497 496;  
799 99 454 498 497; 800 454 455 499 498; 801 455 456 500 499;  
802 456 457 501 500; 804 457 100 502 501; 805 100 458 503 502;  
806 458 459 504 503; 807 459 460 505 504; 808 460 461 506 505;  
810 461 101 507 506; 811 101 462 508 507; 812 462 463 509 508;  
813 463 464 510 509; 814 464 465 511 510; 816 465 102 512 511;  
817 102 466 513 512; 818 466 467 514 513; 819 467 468 515 514;  
820 468 469 516 515; 822 469 103 517 516; 823 103 470 518 517;  
824 470 471 519 518; 825 471 472 520 519; 826 472 473 521 520;  
828 473 104 522 521; 829 104 474 523 522; 830 474 475 524 523;  
831 475 476 525 524; 832 476 477 526 525; 834 477 105 527 526;  
835 105 478 528 527; 836 478 479 529 528; 837 479 480 530 529;  
838 480 481 531 530; 840 481 106 532 531; 842 483 482 533 534;  
843 482 484 535 533; 844 484 485 536 535; 845 485 486 537 536;  
847 486 487 538 537; 848 487 488 539 538; 849 488 489 540 539;  
850 489 490 541 540; 851 490 491 542 541; 853 491 492 543 542;  
854 492 493 544 543; 855 493 494 545 544; 856 494 495 546 545;  
857 495 496 547 546; 859 496 497 548 547; 860 497 498 549 548;  
861 498 499 550 549; 862 499 500 551 550; 863 500 501 552 551;  
865 501 502 553 552; 866 502 503 554 553; 867 503 504 555 554;  
868 504 505 556 555; 869 505 506 557 556; 871 506 507 558 557;  
872 507 508 559 558; 873 508 509 560 559; 874 509 510 561 560;  
875 510 511 562 561; 877 511 512 563 562; 878 512 513 564 563;  
879 513 514 565 564; 880 514 515 566 565; 881 515 516 567 566;  
883 516 517 568 567; 884 517 518 569 568; 885 518 519 570 569;  
886 519 520 571 570; 887 520 521 572 571; 889 521 522 573 572;  
890 522 523 574 573; 891 523 524 575 574; 892 524 525 576 575;  
893 525 526 577 576; 895 526 527 578 577; 896 527 528 579 578;  
897 528 529 580 579; 898 529 530 581 580; 899 530 531 582 581;  
901 531 532 583 582; 903 534 533 584 95; 905 533 535 585 584;  
907 535 536 586 585; 909 536 537 587 586; 910 537 538 107 587;  
912 538 539 588 107; 914 539 540 589 588; 916 540 541 590 589;  
918 541 542 591 590; 919 542 543 108 591; 921 543 544 592 108;  
923 544 545 593 592; 925 545 546 594 593; 927 546 547 595 594;  
928 547 548 109 595; 930 548 549 596 109; 932 549 550 597 596;  
934 550 551 598 597; 936 551 552 599 598; 937 552 553 110 599;  
939 553 554 600 110; 941 554 555 601 600; 943 555 556 602 601;  
945 556 557 603 602; 946 557 558 111 603; 948 558 559 604 111;  
950 559 560 605 604; 952 560 561 606 605; 954 561 562 607 606;  
955 562 563 112 607; 957 563 564 608 112; 959 564 565 609 608;  
961 565 566 610 609; 963 566 567 611 610; 964 567 568 113 611;  
966 568 569 612 113; 968 569 570 613 612; 970 570 571 614 613;  
972 571 572 615 614; 973 572 573 114 615; 975 573 574 616 114;  
977 574 575 617 616; 979 575 576 618 617; 981 576 577 619 618;  
982 577 578 115 619; 984 578 579 620 115; 986 579 580 621 620;  
988 580 581 622 621; 990 581 582 623 622; 991 582 583 116 623;

993 95 584 624 625; 994 584 585 626 624; 995 585 586 627 626;  
996 586 587 628 627; 998 587 107 629 628; 999 107 588 630 629;  
1000 588 589 631 630; 1001 589 590 632 631; 1002 590 591 633 632;  
1004 591 108 634 633; 1005 108 592 635 634; 1006 592 593 636 635;  
1007 593 594 637 636; 1008 594 595 638 637; 1010 595 109 639 638;  
1011 109 596 640 639; 1012 596 597 641 640; 1013 597 598 642 641;  
1014 598 599 643 642; 1016 599 110 644 643; 1017 110 600 645 644;  
1018 600 601 646 645; 1019 601 602 647 646; 1020 602 603 648 647;  
1022 603 111 649 648; 1023 111 604 650 649; 1024 604 605 651 650;  
1025 605 606 652 651; 1026 606 607 653 652; 1028 607 112 654 653;  
1029 112 608 655 654; 1030 608 609 656 655; 1031 609 610 657 656;  
1032 610 611 658 657; 1034 611 113 659 658; 1035 113 612 660 659;  
1036 612 613 661 660; 1037 613 614 662 661; 1038 614 615 663 662;  
1040 615 114 664 663; 1041 114 616 665 664; 1042 616 617 666 665;  
1043 617 618 667 666; 1044 618 619 668 667; 1046 619 115 669 668;  
1047 115 620 670 669; 1048 620 621 671 670; 1049 621 622 672 671;  
1050 622 623 673 672; 1052 623 116 674 673; 1054 625 624 675 676;  
1055 624 626 677 675; 1056 626 627 678 677; 1057 627 628 679 678;  
1059 628 629 680 679; 1060 629 630 681 680; 1061 630 631 682 681;  
1062 631 632 683 682; 1063 632 633 684 683; 1065 633 634 685 684;  
1066 634 635 686 685; 1067 635 636 687 686; 1068 636 637 688 687;  
1069 637 638 689 688; 1071 638 639 690 689; 1072 639 640 691 690;  
1073 640 641 692 691; 1074 641 642 693 692; 1075 642 643 694 693;  
1077 643 644 695 694; 1078 644 645 696 695; 1079 645 646 697 696;  
1080 646 647 698 697; 1081 647 648 699 698; 1083 648 649 700 699;  
1084 649 650 701 700; 1085 650 651 702 701; 1086 651 652 703 702;  
1087 652 653 704 703; 1089 653 654 705 704; 1090 654 655 706 705;  
1091 655 656 707 706; 1092 656 657 708 707; 1093 657 658 709 708;  
1095 658 659 710 709; 1096 659 660 711 710; 1097 660 661 712 711;  
1098 661 662 713 712; 1099 662 663 714 713; 1101 663 664 715 714;  
1102 664 665 716 715; 1103 665 666 717 716; 1104 666 667 718 717;  
1105 667 668 719 718; 1107 668 669 720 719; 1108 669 670 721 720;  
1109 670 671 722 721; 1110 671 672 723 722; 1111 672 673 724 723;  
1113 673 674 725 724; 1115 676 675 726 94; 1117 675 677 727 726;  
1119 677 678 728 727; 1121 678 679 729 728; 1122 679 680 117 729;  
1124 680 681 730 117; 1126 681 682 731 730; 1128 682 683 732 731;  
1130 683 684 733 732; 1131 684 685 118 733; 1133 685 686 734 118;  
1135 686 687 735 734; 1137 687 688 736 735; 1139 688 689 737 736;  
1140 689 690 119 737; 1142 690 691 738 119; 1144 691 692 739 738;  
1146 692 693 740 739; 1148 693 694 741 740; 1149 694 695 120 741;  
1151 695 696 742 120; 1153 696 697 743 742; 1155 697 698 744 743;  
1157 698 699 745 744; 1158 699 700 121 745; 1160 700 701 746 121;  
1162 701 702 747 746; 1164 702 703 748 747; 1166 703 704 749 748;  
1167 704 705 122 749; 1169 705 706 750 122; 1171 706 707 751 750;  
1173 707 708 752 751; 1175 708 709 753 752; 1176 709 710 123 753;  
1178 710 711 754 123; 1180 711 712 755 754; 1182 712 713 756 755;  
1184 713 714 757 756; 1185 714 715 124 757; 1187 715 716 758 124;  
1189 716 717 759 758; 1191 717 718 760 759; 1193 718 719 761 760;  
1194 719 720 125 761; 1196 720 721 762 125; 1198 721 722 763 762;  
1200 722 723 764 763; 1202 723 724 765 764; 1203 724 725 126 765;  
1205 94 726 766 767; 1206 726 727 768 766; 1207 727 728 769 768;  
1208 728 729 770 769; 1210 729 117 771 770; 1211 117 730 772 771;  
1212 730 731 773 772; 1213 731 732 774 773; 1214 732 733 775 774;  
1216 733 118 776 775; 1217 118 734 777 776; 1218 734 735 778 777;  
1219 735 736 779 778; 1220 736 737 780 779; 1222 737 119 781 780;  
1223 119 738 782 781; 1224 738 739 783 782; 1225 739 740 784 783;  
1226 740 741 785 784; 1228 741 120 786 785; 1229 120 742 787 786;  
1230 742 743 788 787; 1231 743 744 789 788; 1232 744 745 790 789;  
1234 745 121 791 790; 1235 121 746 792 791; 1236 746 747 793 792;  
1237 747 748 794 793; 1238 748 749 795 794; 1240 749 122 796 795;  
1241 122 750 797 796; 1242 750 751 798 797; 1243 751 752 799 798;  
1244 752 753 800 799; 1246 753 123 801 800; 1247 123 754 802 801;  
1248 754 755 803 802; 1249 755 756 804 803; 1250 756 757 805 804;  
1252 757 124 806 805; 1253 124 758 807 806; 1254 758 759 808 807;  
1255 759 760 809 808; 1256 760 761 810 809; 1258 761 125 811 810;  
1259 125 762 812 811; 1260 762 763 813 812; 1261 763 764 814 813;  
1262 764 765 815 814; 1264 765 126 816 815; 1266 767 766 817 818;  
1267 766 768 819 817; 1268 768 769 820 819; 1269 769 770 821 820;

1271 770 771 822 821; 1272 771 772 823 822; 1273 772 773 824 823;  
 1274 773 774 825 824; 1275 774 775 826 825; 1277 775 776 827 826;  
 1278 776 777 828 827; 1279 777 778 829 828; 1280 778 779 830 829;  
 1281 779 780 831 830; 1283 780 781 832 831; 1284 781 782 833 832;  
 1285 782 783 834 833; 1286 783 784 835 834; 1287 784 785 836 835;  
 1289 785 786 837 836; 1290 786 787 838 837; 1291 787 788 839 838;  
 1292 788 789 840 839; 1293 789 790 841 840; 1295 790 791 842 841;  
 1296 791 792 843 842; 1297 792 793 844 843; 1298 793 794 845 844;  
 1299 794 795 846 845; 1301 795 796 847 846; 1302 796 797 848 847;  
 1303 797 798 849 848; 1304 798 799 850 849; 1305 799 800 851 850;  
 1307 800 801 852 851; 1308 801 802 853 852; 1309 802 803 854 853;  
 1310 803 804 855 854; 1311 804 805 856 855; 1313 805 806 857 856;  
 1314 806 807 858 857; 1315 807 808 859 858; 1316 808 809 860 859;  
 1317 809 810 861 860; 1319 810 811 862 861; 1320 811 812 863 862;  
 1321 812 813 864 863; 1322 813 814 865 864; 1323 814 815 866 865;  
 1325 815 816 867 866; 1327 818 817 868 93; 1329 817 819 869 868;  
 1331 819 820 870 869; 1333 820 821 871 870; 1334 821 822 137 871;  
 1336 822 823 872 137; 1338 823 824 873 872; 1340 824 825 874 873;  
 1342 825 826 875 874; 1343 826 827 135 875; 1345 827 828 876 135;  
 1347 828 829 877 876; 1349 829 830 878 877; 1351 830 831 879 878;  
 1352 831 832 133 879; 1354 832 833 880 133; 1356 833 834 881 880;  
 1358 834 835 882 881; 1360 835 836 883 882; 1361 836 837 131 883;  
 1363 837 838 884 131; 1365 838 839 885 884; 1367 839 840 886 885;  
 1369 840 841 887 886; 1370 841 842 129 887; 1372 842 843 888 129;  
 1374 843 844 889 888; 1376 844 845 890 889; 1378 845 846 891 890;  
 1379 846 847 139 891; 1381 847 848 892 139; 1383 848 849 893 892;  
 1385 849 850 894 893; 1387 850 851 895 894; 1388 851 852 141 895;  
 1390 852 853 896 141; 1392 853 854 897 896; 1394 854 855 898 897;  
 1396 855 856 899 898; 1397 856 857 143 899; 1399 857 858 900 143;  
 1401 858 859 901 900; 1403 859 860 902 901; 1405 860 861 903 902;  
 1406 861 862 145 903; 1408 862 863 904 145; 1410 863 864 905 904;  
 1412 864 865 906 905; 1414 865 866 907 906; 1415 866 867 127 907;  
 1417 93 868 908 909; 1418 868 869 910 908; 1419 869 870 911 910;  
 1420 870 871 912 911; 1422 871 137 913 912; 1423 137 872 914 913;  
 1424 872 873 915 914; 1425 873 874 916 915; 1426 874 875 917 916;  
 1428 875 135 918 917; 1429 135 876 919 918; 1430 876 877 920 919;  
 1431 877 878 921 920; 1432 878 879 922 921; 1434 879 133 923 922;  
 1435 133 880 924 923; 1436 880 881 925 924; 1437 881 882 926 925;  
 1438 882 883 927 926; 1440 883 131 928 927; 1441 131 884 929 928;  
 1442 884 885 930 929; 1443 885 886 931 930; 1444 886 887 932 931;  
 1446 887 129 933 932; 1447 129 888 934 933; 1448 888 889 935 934;  
 1449 889 890 936 935; 1450 890 891 937 936; 1452 891 139 938 937;  
 1453 139 892 939 938; 1454 892 893 940 939; 1455 893 894 941 940;  
 1456 894 895 942 941; 1458 895 141 943 942; 1459 141 896 944 943;  
 1460 896 897 945 944; 1461 897 898 946 945; 1462 898 899 947 946;  
 1464 899 143 948 947; 1465 143 900 949 948; 1466 900 901 950 949;  
 1467 901 902 951 950; 1468 902 903 952 951; 1470 903 145 953 952;  
 1471 145 904 954 953; 1472 904 905 955 954; 1473 905 906 956 955;  
 1474 906 907 957 956; 1476 907 127 958 957; 1478 909 908 959 960;  
 1479 908 910 961 959; 1480 910 911 962 961; 1481 911 912 963 962;  
 1483 912 913 964 963; 1484 913 914 965 964; 1485 914 915 966 965;  
 1486 915 916 967 966; 1487 916 917 968 967; 1489 917 918 969 968;  
 1490 918 919 970 969; 1491 919 920 971 970; 1492 920 921 972 971;  
 1493 921 922 973 972; 1495 922 923 974 973; 1496 923 924 975 974;  
 1497 924 925 976 975; 1498 925 926 977 976; 1499 926 927 978 977;  
 1501 927 928 979 978; 1502 928 929 980 979; 1503 929 930 981 980;  
 1504 930 931 982 981; 1505 931 932 983 982; 1507 932 933 984 983;  
 1508 933 934 985 984; 1509 934 935 986 985; 1510 935 936 987 986;  
 1511 936 937 988 987; 1513 937 938 989 988; 1514 938 939 990 989;  
 1515 939 940 991 990; 1516 940 941 992 991; 1517 941 942 993 992;  
 1519 942 943 994 993; 1520 943 944 995 994; 1521 944 945 996 995;  
 1522 945 946 997 996; 1523 946 947 998 997; 1525 947 948 999 998;  
 1526 948 949 1000 999; 1527 949 950 1001 1000; 1528 950 951 1002 1001;  
 1529 951 952 1003 1002; 1531 952 953 1004 1003; 1532 953 954 1005 1004;  
 1533 954 955 1006 1005; 1534 955 956 1007 1006; 1535 956 957 1008 1007;  
 1537 957 958 1009 1008; 1539 960 959 1010 92; 1541 959 961 1011 1010;  
 1543 961 962 1012 1011; 1545 962 963 1013 1012; 1546 963 964 138 1013;  
 1548 964 965 1014 138; 1550 965 966 1015 1014; 1552 966 967 1016 1015;

1554 967 968 1017 1016; 1555 968 969 136 1017; 1557 969 970 1018 136;  
1559 970 971 1019 1018; 1561 971 972 1020 1019; 1563 972 973 1021 1020;  
1564 973 974 134 1021; 1566 974 975 1022 134; 1568 975 976 1023 1022;  
1570 976 977 1024 1023; 1572 977 978 1025 1024; 1573 978 979 132 1025;  
1575 979 980 1026 132; 1577 980 981 1027 1026; 1579 981 982 1028 1027;  
1581 982 983 1029 1028; 1582 983 984 130 1029; 1584 984 985 1030 130;  
1586 985 986 1031 1030; 1588 986 987 1032 1031; 1590 987 988 1033 1032;  
1591 988 989 140 1033; 1593 989 990 1034 140; 1595 990 991 1035 1034;  
1597 991 992 1036 1035; 1599 992 993 1037 1036; 1600 993 994 142 1037;  
1602 994 995 1038 142; 1604 995 996 1039 1038; 1606 996 997 1040 1039;  
1608 997 998 1041 1040; 1609 998 999 144 1041; 1611 999 1000 1042 144;  
1613 1000 1001 1043 1042; 1615 1001 1002 1044 1043; 1617 1002 1003 1045 1044;  
1618 1003 1004 146 1045; 1620 1004 1005 1046 146; 1622 1005 1006 1047 1046;  
1624 1006 1007 1048 1047; 1626 1007 1008 1049 1048; 1627 1008 1009 128 1049;  
1629 92 1010 1050 1051; 1630 1010 1011 1052 1050; 1631 1011 1012 1053 1052;  
1632 1012 1013 1054 1053; 1634 1013 138 1055 1054; 1635 138 1014 1056 1055;  
1636 1014 1015 1057 1056; 1637 1015 1016 1058 1057; 1638 1016 1017 1059 1058;  
1640 1017 136 1060 1059; 1641 136 1018 1061 1060; 1642 1018 1019 1062 1061;  
1643 1019 1020 1063 1062; 1644 1020 1021 1064 1063; 1646 1021 134 1065 1064;  
1647 134 1022 1066 1065; 1648 1022 1023 1067 1066; 1649 1023 1024 1068 1067;  
1650 1024 1025 1069 1068; 1652 1025 132 1070 1069; 1653 132 1026 1071 1070;  
1654 1026 1027 1072 1071; 1655 1027 1028 1073 1072; 1656 1028 1029 1074 1073;  
1658 1029 130 1075 1074; 1659 130 1030 1076 1075; 1660 1030 1031 1077 1076;  
1661 1031 1032 1078 1077; 1662 1032 1033 1079 1078; 1664 1033 140 1080 1079;  
1665 140 1034 1081 1080; 1666 1034 1035 1082 1081; 1667 1035 1036 1083 1082;  
1668 1036 1037 1084 1083; 1670 1037 142 1085 1084; 1671 142 1038 1086 1085;  
1672 1038 1039 1087 1086; 1673 1039 1040 1088 1087; 1674 1040 1041 1089 1088;  
1676 1041 144 1090 1089; 1677 144 1042 1091 1090; 1678 1042 1043 1092 1091;  
1679 1043 1044 1093 1092; 1680 1044 1045 1094 1093; 1682 1045 146 1095 1094;  
1683 146 1046 1096 1095; 1684 1046 1047 1097 1096; 1685 1047 1048 1098 1097;  
1686 1048 1049 1099 1098; 1688 1049 128 1100 1099; 1689 1051 1050 1101 147;  
1690 1050 1052 1102 1101; 1691 1052 1053 1103 1102; 1692 1053 1054 1104 1103;  
1693 1054 1055 149 1104; 1694 1055 1056 1105 149; 1695 1056 1057 1106 1105;  
1696 1057 1058 1107 1106; 1697 1058 1059 1108 1107; 1698 1059 1060 151 1108;  
1699 1060 1061 1109 151; 1700 1061 1062 1110 1109; 1701 1062 1063 1111 1110;  
1702 1063 1064 1112 1111; 1703 1064 1065 153 1112; 1704 1065 1066 1113 153;  
1705 1066 1067 1114 1113; 1706 1067 1068 1115 1114; 1707 1068 1069 1116 1115;  
1708 1069 1070 155 1116; 1709 1070 1071 1117 155; 1710 1071 1072 1118 1117;  
1711 1072 1073 1119 1118; 1712 1073 1074 1120 1119; 1713 1074 1075 157 1120;  
1714 1075 1076 1121 157; 1715 1076 1077 1122 1121; 1716 1077 1078 1123 1122;  
1717 1078 1079 1124 1123; 1718 1079 1080 159 1124; 1719 1080 1081 1125 159;  
1720 1081 1082 1126 1125; 1721 1082 1083 1127 1126; 1722 1083 1084 1128 1127;  
1723 1084 1085 161 1128; 1724 1085 1086 1129 161; 1725 1086 1087 1130 1129;  
1726 1087 1088 1131 1130; 1727 1088 1089 1132 1131; 1728 1089 1090 163 1132;  
1729 1090 1091 1133 163; 1730 1091 1092 1134 1133; 1731 1092 1093 1135 1134;  
1732 1093 1094 1136 1135; 1733 1094 1095 165 1136; 1734 1095 1096 1137 165;  
1735 1096 1097 1138 1137; 1736 1097 1098 1139 1138; 1737 1098 1099 1140 1139;  
1738 1099 1100 167 1140; 1740 147 1101 1141 1142; 1741 1101 1102 1143 1141;  
1742 1102 1103 1144 1143; 1743 1103 1104 1145 1144; 1745 1104 149 1146 1145;  
1746 149 1105 1147 1146; 1747 1105 1106 1148 1147; 1748 1106 1107 1149 1148;  
1749 1107 1108 1150 1149; 1751 1108 151 1151 1150; 1752 151 1109 1152 1151;  
1753 1109 1110 1153 1152; 1754 1110 1111 1154 1153; 1755 1111 1112 1155 1154;  
1757 1112 153 1156 1155; 1758 153 1113 1157 1156; 1759 1113 1114 1158 1157;  
1760 1114 1115 1159 1158; 1761 1115 1116 1160 1159; 1763 1116 155 1161 1160;  
1764 155 1117 1162 1161; 1765 1117 1118 1163 1162; 1766 1118 1119 1164 1163;  
1767 1119 1120 1165 1164; 1769 1120 157 1166 1165; 1770 157 1121 1167 1166;  
1771 1121 1122 1168 1167; 1772 1122 1123 1169 1168; 1773 1123 1124 1170 1169;  
1775 1124 159 1171 1170; 1776 159 1125 1172 1171; 1777 1125 1126 1173 1172;  
1778 1126 1127 1174 1173; 1779 1127 1128 1175 1174; 1781 1128 161 1176 1175;  
1782 161 1129 1177 1176; 1783 1129 1130 1178 1177; 1784 1130 1131 1179 1178;  
1785 1131 1132 1180 1179; 1787 1132 163 1181 1180; 1788 163 1133 1182 1181;  
1789 1133 1134 1183 1182; 1790 1134 1135 1184 1183; 1791 1135 1136 1185 1184;  
1793 1136 165 1186 1185; 1794 165 1137 1187 1186; 1795 1137 1138 1188 1187;  
1796 1138 1139 1189 1188; 1797 1139 1140 1190 1189; 1799 1140 167 1191 1190;  
1801 1142 1141 1192 86; 1803 1141 1143 1193 1192; 1805 1143 1144 1194 1193;  
1807 1144 1145 1195 1194; 1808 1145 1146 85 1195; 1810 1146 1147 1196 85;  
1812 1147 1148 1197 1196; 1814 1148 1149 1198 1197; 1816 1149 1150 1199 1198;  
1817 1150 1151 84 1199; 1819 1151 1152 1200 84; 1821 1152 1153 1201 1200;

1823 1153 1154 1202 1201; 1825 1154 1155 1203 1202; 1826 1155 1156 83 1203;  
1828 1156 1157 1204 83; 1830 1157 1158 1205 1204; 1832 1158 1159 1206 1205;  
1834 1159 1160 1207 1206; 1835 1160 1161 82 1207; 1837 1161 1162 1208 82;  
1839 1162 1163 1209 1208; 1841 1163 1164 1210 1209; 1843 1164 1165 1211 1210;  
1844 1165 1166 81 1211; 1846 1166 1167 1212 81; 1848 1167 1168 1213 1212;  
1850 1168 1169 1214 1213; 1852 1169 1170 1215 1214; 1853 1170 1171 87 1215;  
1855 1171 1172 1216 87; 1857 1172 1173 1217 1216; 1859 1173 1174 1218 1217;  
1861 1174 1175 1219 1218; 1862 1175 1176 88 1219; 1864 1176 1177 1220 88;  
1866 1177 1178 1221 1220; 1868 1178 1179 1222 1221; 1870 1179 1180 1223 1222;  
1871 1180 1181 89 1223; 1873 1181 1182 1224 89; 1875 1182 1183 1225 1224;  
1877 1183 1184 1226 1225; 1879 1184 1185 1227 1226; 1880 1185 1186 90 1227;  
1882 1186 1187 1228 90; 1884 1187 1188 1229 1228; 1886 1188 1189 1230 1229;  
1888 1189 1190 1231 1230; 1889 1190 1191 91 1231; 1891 86 1192 1232 1233;  
1892 1192 1193 1234 1232; 1893 1193 1194 1235 1234; 1894 1194 1195 1236 1235;  
1896 1195 85 1237 1236; 1897 85 1196 1238 1237; 1898 1196 1197 1239 1238;  
1899 1197 1198 1240 1239; 1900 1198 1199 1241 1240; 1902 1199 84 1242 1241;  
1903 84 1200 1243 1242; 1904 1200 1201 1244 1243; 1905 1201 1202 1245 1244;  
1906 1202 1203 1246 1245; 1908 1203 83 1247 1246; 1909 83 1204 1248 1247;  
1910 1204 1205 1249 1248; 1911 1205 1206 1250 1249; 1912 1206 1207 1251 1250;  
1914 1207 82 1252 1251; 1915 82 1208 1253 1252; 1916 1208 1209 1254 1253;  
1917 1209 1210 1255 1254; 1918 1210 1211 1256 1255; 1920 1211 81 1257 1256;  
1921 81 1212 1258 1257; 1922 1212 1213 1259 1258; 1923 1213 1214 1260 1259;  
1924 1214 1215 1261 1260; 1926 1215 87 1262 1261; 1927 87 1216 1263 1262;  
1928 1216 1217 1264 1263; 1929 1217 1218 1265 1264; 1930 1218 1219 1266 1265;  
1932 1219 88 1267 1266; 1933 88 1220 1268 1267; 1934 1220 1221 1269 1268;  
1935 1221 1222 1270 1269; 1936 1222 1223 1271 1270; 1938 1223 89 1272 1271;  
1939 89 1224 1273 1272; 1940 1224 1225 1274 1273; 1941 1225 1226 1275 1274;  
1942 1226 1227 1276 1275; 1944 1227 90 1277 1276; 1945 90 1228 1278 1277;  
1946 1228 1229 1279 1278; 1947 1229 1230 1280 1279; 1948 1230 1231 1281 1280;  
1950 1231 91 1282 1281; 1952 1233 1232 1283 64; 1954 1232 1234 1284 1283;  
1956 1234 1235 1285 1284; 1958 1235 1236 1286 1285; 1959 1236 1237 63 1286;  
1961 1237 1238 1287 63; 1963 1238 1239 1288 1287; 1965 1239 1240 1289 1288;  
1967 1240 1241 1290 1289; 1968 1241 1242 62 1290; 1970 1242 1243 1291 62;  
1972 1243 1244 1292 1291; 1974 1244 1245 1293 1292; 1976 1245 1246 1294 1293;  
1977 1246 1247 61 1294; 1979 1247 1248 1295 61; 1981 1248 1249 1296 1295;  
1983 1249 1250 1297 1296; 1985 1250 1251 1298 1297; 1986 1251 1252 60 1298;  
1988 1252 1253 1299 60; 1990 1253 1254 1300 1299; 1992 1254 1255 1301 1300;  
1994 1255 1256 1302 1301; 1995 1256 1257 59 1302; 1997 1257 1258 1303 59;  
1999 1258 1259 1304 1303; 2001 1259 1260 1305 1304; 2003 1260 1261 1306 1305;  
2004 1261 1262 65 1306; 2006 1262 1263 1307 65; 2008 1263 1264 1308 1307;  
2010 1264 1265 1309 1308; 2012 1265 1266 1310 1309; 2013 1266 1267 66 1310;  
2015 1267 1268 1311 66; 2017 1268 1269 1312 1311; 2019 1269 1270 1313 1312;  
2021 1270 1271 1314 1313; 2022 1271 1272 67 1314; 2024 1272 1273 1315 67;  
2026 1273 1274 1316 1315; 2028 1274 1275 1317 1316; 2030 1275 1276 1318 1317;  
2031 1276 1277 68 1318; 2033 1277 1278 1319 68; 2035 1278 1279 1320 1319;  
2037 1279 1280 1321 1320; 2039 1280 1281 1322 1321; 2040 1281 1282 69 1322;  
DEFINE MATERIAL START  
ISOTROPIC CONCRETE  
E 2.21467e+009  
POISSON 0.17  
DENSITY 2402.62  
ALPHA 1e-005  
DAMP 0.05  
ISOTROPIC STEEL  
E 2.09042e+010  
POISSON 0.3  
DENSITY 7833.41  
ALPHA 1.2e-005  
DAMP 0.03  
END DEFINE MATERIAL  
MEMBER PROPERTY KOREAN  
1 TO 37 56 TO 92 TABLE ST W300X300X142  
38 40 42 44 46 TO 48 50 52 54 55 116 TO 126 137 TO 147 158 TO 168 179 TO 189 -  
200 TO 205 207 209 211 213 215 217 219 221 223 225 227 229 231 233 235 237 -  
239 241 243 245 247 249 251 253 255 257 259 261 263 265 267 269 TO 286 305 -  
306 TO 326 328 336 346 356 366 376 386 396 406 416 426 518 523 529 535 541 -  
547 553 559 565 571 577 629 634 640 646 652 658 664 670 676 682 688 780 785 -  
791 797 803 809 815 821 827 833 839 841 846 852 858 864 870 876 882 888 894 -

900 992 997 1003 1009 1015 1021 1027 1033 1039 1045 1051 1053 1058 1064 1070 -  
1076 1082 1088 1094 1100 1106 1112 1204 1209 1215 1221 1227 1233 1239 1245 -  
1251 1257 1263 1265 1270 1276 1282 1288 1294 1300 1306 1312 1318 1324 1416 -  
1421 1427 1433 1439 1445 1451 1457 1463 1469 1475 1477 1482 1488 1494 1500 -  
1506 1512 1518 1524 1530 1536 1628 1633 1639 1645 1651 1657 1663 1669 1675 -  
1681 1687 1739 1744 1750 1756 1762 1768 1774 1780 1786 1792 1798 1890 1895 -  
1901 1907 1913 1919 1925 1931 1937 1943 1949 TABLE ST W300X300X84  
127 TO 136 148 TO 157 169 TO 178 190 TO 199 206 208 210 212 214 216 218 220 -  
222 224 226 228 230 232 234 236 238 240 242 244 246 248 250 252 254 256 258 -  
260 262 264 266 268 287 TO 304 327 330 332 334 338 340 342 344 348 350 352 -  
354 358 360 362 364 368 370 372 374 378 380 382 384 388 390 392 394 398 400 -  
402 404 408 410 412 414 418 420 422 424 428 430 432 434 437 439 441 443 446 -  
448 450 452 455 457 459 461 464 466 468 470 473 475 477 479 482 484 486 488 -  
491 493 495 497 500 502 504 506 509 511 513 515 690 692 694 696 699 701 703 -  
705 708 710 712 714 717 719 721 723 726 728 730 732 735 737 739 741 744 746 -  
748 750 753 755 757 759 762 764 766 768 771 773 775 777 902 904 906 908 911 -  
913 915 917 920 922 924 926 929 931 933 935 938 940 942 944 947 949 951 953 -  
956 958 960 962 965 967 969 971 974 976 978 980 983 985 987 989 1114 1116 -  
1118 1120 1123 1125 1127 1129 1132 1134 1136 1138 1141 1143 1145 1147 1150 -  
1152 1154 1156 1159 1161 1163 1165 1168 1170 1172 1174 1177 1179 1181 1183 -  
1186 1188 1190 1192 1195 1197 1199 1201 1326 1328 1330 1332 1335 1337 1339 -  
1341 1344 1346 1348 1350 1353 1355 1357 1359 1362 1364 1366 1368 1371 1373 -  
1375 1377 1380 1382 1384 1386 1389 1391 1393 1395 -  
1398 TABLE ST W250X250X72  
1400 1402 1404 1407 1409 1411 1413 1538 1540 1542 1544 1547 1549 1551 1553 -  
1556 1558 1560 1562 1565 1567 1569 1571 1574 1576 1578 1580 1583 1585 1587 -  
1589 1592 1594 1596 1598 1601 1603 1605 1607 1610 1612 1614 1616 1619 1621 -  
1623 1625 1800 1802 1804 1806 1809 1811 1813 1815 1818 1820 1822 1824 1827 -  
1829 1831 1833 1836 1838 1840 1842 1845 1847 1849 1851 1854 1856 1858 1860 -  
1863 1865 1867 1869 1872 1874 1876 1878 1881 1883 1885 1887 1951 1953 1955 -  
1957 1960 1962 1964 1966 1969 1971 1973 1975 1978 1980 1982 1984 1987 1989 -  
1991 1993 1996 1998 2000 2002 2005 2007 2009 2011 2014 2016 2018 2020 2023 -  
2025 2027 2029 2032 2034 2036 2038 TABLE ST W250X250X72  
45 TABLE ST W250X250X72  
93 TABLE ST W250X250X72  
101 TABLE ST W250X250X72  
53 TABLE ST W250X250X72  
MEMBER PROPERTY AMERICAN  
43 96 102 TO 113 TABLE ST PIPX100  
39 41 49 51 97 TO 100 TABLE ST PIPX100  
CONSTANTS  
BETA 90 MEMB 1 TO 37 56 TO 92  
MATERIAL CONCRETE MEMB 329 331 333 335 337 339 341 343 345 347 349 351 353 -  
355 357 359 361 363 365 367 369 371 373 375 377 379 381 383 385 387 389 391 -  
393 395 397 399 401 403 405 407 409 411 413 415 417 419 421 423 425 427 429 -  
431 433 435 436 438 440 442 444 445 447 449 451 453 454 456 458 460 462 463 -  
465 467 469 471 472 474 476 478 480 481 483 485 487 489 490 492 494 496 498 -  
499 501 503 505 507 508 510 512 514 516 517 519 TO 522 524 TO 528 -  
530 TO 534 536 TO 540 542 TO 546 548 TO 552 554 TO 558 560 TO 564 -  
566 TO 570 572 TO 576 578 TO 628 630 TO 633 635 TO 639 641 TO 645 -  
647 TO 651 653 TO 657 659 TO 663 665 TO 669 671 TO 675 677 TO 681 -  
683 TO 687 689 691 693 695 697 698 700 702 704 706 707 709 711 713 715 716 -  
718 720 722 724 725 727 729 731 733 734 736 738 740 742 743 745 747 749 751 -  
752 754 756 758 760 761 763 765 767 769 770 772 774 776 778 779 781 TO 784 -  
786 TO 790 792 TO 796 798 TO 802 804 TO 808 810 TO 814 816 TO 820 -  
822 TO 826 828 TO 832 834 TO 838 840 842 TO 845 847 TO 851 853 TO 857 859 -  
860 TO 863 865 TO 869 871 TO 875 877 TO 881 883 TO 887 889 TO 893 895 TO 899 -  
901 903 905 907 909  
MATERIAL CONCRETE MEMB 910 912 914 916 918 919 921 923 925 927 928 930 932 -  
934 936 937 939 941 943 945 946 948 950 952 954 955 957 959 961 963 964 966 -  
968 970 972 973 975 977 979 981 982 984 986 988 990 991 993 TO 996 -  
998 TO 1002 1004 TO 1008 1010 TO 1014 1016 TO 1020 1022 TO 1026 1028 TO 1032 -  
1034 TO 1038 1040 TO 1044 1046 TO 1050 1052 1054 TO 1057 1059 TO 1063 1065 -  
1066 TO 1069 1071 TO 1075 1077 TO 1081 1083 TO 1087 1089 TO 1093 1095 TO 1099 -  
1101 TO 1105 1107 TO 1111 1113 1115 1117 1119 1121 1122 1124 1126 1128 1130 -  
1131 1133 1135 1137 1139 1140 1142 1144 1146 1148 1149 1151 1153 1155 1157 -  
1158 1160 1162 1164 1166 1167 1169 1171 1173 1175 1176 1178 1180 1182 1184 -  
1185 1187 1189 1191 1193 1194 1196 1198 1200 1202 1203 1205 TO 1208 1210 -



1211 TO 1214 1216 TO 1220 1222 TO 1226 1228 TO 1232 1234 TO 1238 1240 TO 1244 -  
1246 TO 1250 1252 TO 1256 1258 TO 1262 1264 1266 TO 1269 1271 TO 1275 1277 -  
1278 TO 1281 1283 TO 1287 1289 TO 1293 1295 TO 1299 1301 TO 1305 1307 TO 1311 -  
1313 TO 1317 1319 TO 1323 1325 1327 1329 1331 1333 1334 1336 1338 1340 1342 -  
1343 1345 1347 1349 1351 1352 1354 1356 1358 1360 1361 1363 1365 1367 1369 -  
1370 1372 1374 1376 1378 1379 1381 1383 1385 1387 1388 1390 1392 1394 1396 -  
1397 1399 1401 1403 1405 1406 1408 1410 1412 1414 1415 1417 TO 1420 1422 -  
1423 TO 1426 1428 TO 1432 1434  
MATERIAL CONCRETE MEMB 1435 TO 1438 1440 TO 1444 1446 TO 1450 1452 TO 1456 -  
1458 TO 1462 1464 TO 1468 1470 TO 1474 1476 1478 TO 1481 1483 TO 1487 1489 -  
1490 TO 1493 1495 TO 1499 1501 TO 1505 1507 TO 1511 1513 TO 1517 1519 TO 1523 -  
1525 TO 1529 1531 TO 1535 1537 1539 1541 1543 1545 1546 1548 1550 1552 1554 -  
1555 1557 1559 1561 1563 1564 1566 1568 1570 1572 1573 1575 1577 1579 1581 -  
1582 1584 1586 1588 1590 1591 1593 1595 1597 1599 1600 1602 1604 1606 1608 -  
1609 1611 1613 1615 1617 1618 1620 1622 1624 1626 1627 1629 TO 1632 1634 -  
1635 TO 1638 1640 TO 1644 1646 TO 1650 1652 TO 1656 1658 TO 1662 1664 TO 1668 -  
1670 TO 1674 1676 TO 1680 1682 TO 1686 1688 TO 1738 1740 TO 1743 -  
1745 TO 1749 1751 TO 1755 1757 TO 1761 1763 TO 1767 1769 TO 1773 -  
1775 TO 1779 1781 TO 1785 1787 TO 1791 1793 TO 1797 1799 1801 1803 1805 1807 -  
1808 1810 1812 1814 1816 1817 1819 1821 1823 1825 1826 1828 1830 1832 1834 -  
1835 1837 1839 1841 1843 1844 1846 1848 1850 1852 1853 1855 1857 1859 1861 -  
1862 1864 1866 1868 1870 1871 1873 1875 1877 1879 1880 1882 1884 1886 1888 -  
1889 1891 TO 1894 1896 TO 1900 1902 TO 1906 1908 TO 1912 1914 TO 1918 1920 -  
1921 TO 1924 1926 TO 1930 1932 TO 1936 1938 TO 1942 1944 TO 1948 1950 1952 -  
1954 1956 1958 1959 1961 1963 1965 1967 1968 1970 1972 1974 1976 1977 1979 -  
1981 1983 1985 1986 1988 1990 1992 1994 1995 1997 1999 2001 2003 2004 2006 -  
2008  
MATERIAL CONCRETE MEMB 2010 2012 2013 2015 2017 2019 2021 2022 2024 2026 2028 -  
2030 2031 2033 2035 2037 2039 2040  
MATERIAL STEEL MEMB 1 TO 38 40 42 44 46 TO 48 50 52 54 TO 92 102 TO 113 116 -  
117 TO 328 330 332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 -  
362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 -  
400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420 422 424 426 428 430 432 434 437 -  
439 441 443 446 448 450 452 455 457 459 461 464 466 468 470 473 475 477 479 -  
482 484 486 488 491 493 495 497 500 502 504 506 509 511 513 515 518 523 529 -  
535 541 547 553 559 565 571 577 629 634 640 646 652 658 664 670 676 682 688 -  
690 692 694 696 699 701 703 705 708 710 712 714 717 719 721 723 726 728 730 -  
732 735 737 739 741 744 746 748 750 753 755 757 759 762 764 766 768 771 773 -  
775 777 780 785 791 797 803 809 815 821 827 833 839 841 846 852 858 864 870 -  
876 882 888 894 900 902 904 906 908 911 913 915 917 920 922 924 926 929 931 -  
933 935 938 940 942 944 947 949 951 953 956 958 960 962 965 967 969 971 974 -  
976 978 980 983 985 987 989 992 997 1003 1009 1015 1021 1027 1033 1039 1045 -  
1051 1053 1058 1064 1070 1076 1082 1088 1094 1100 1106 1112 1114 1116 1118 -  
1120 1123 1125 1127 1129 1132 1134 1136 1138 1141 1143 1145 1147 1150 1152 -  
1154 1156 1159 1161 1163 1165 1168  
MATERIAL STEEL MEMB 1170 1172 1174 1177 1179 1181 1183 1186 1188 1190 1192  
MATERIAL STEEL MEMB 1195 1197 1199 1201 1204 1209  
MATERIAL STEEL MEMB 39 41 43 45 49 51 53 93 96 TO 101 1215 1221 1227 1233 -  
1239 1245 1251 1257 1263 1265 1270 1276 1282 1288 1294 1300 1306 1312 1318 -  
1324 1326 1328 1330 1332 1335 1337 1339 1341 1344 1346 1348 1350 1353 1355 -  
1357 1359 1362 1364 1366 1368 1371 1373 1375 1377 1380 1382 1384 1386 1389 -  
1391 1393 1395 1398 1400 1402 1404 1407 1409 1411 1413 1416 1421 1427 1433 -  
1439 1445 1451 1457 1463 1469 1475 1477 1482 1488 1494 1500 1506 1512 1518 -  
1524 1530 1536 1538 1540 1542 1544 1547 1549 1551 1553 1556 1558 1560 1562 -  
1565 1567 1569 1571 1574 1576 1578 1580 1583 1585 1587 1589 1592 1594 1596 -  
1598 1601 1603 1605 1607 1610 1612 1614 1616 1619 1621 1623 1625 1628 1633 -  
1639 1645 1651 1657 1663 1669 1675 1681 1687 1739 1744 1750 1756 1762 1768 -  
1774 1780 1786 1792 1798 1800 1802 1804 1806 1809 1811 1813 1815 1818 1820 -  
1822 1824 1827 1829 1831 1833 1836 1838 1840 1842 1845 1847 1849 1851 1854 -  
1856 1858 1860 1863 1865 1867 1869 1872 1874 1876 1878 1881 1883 1885 1887 -  
1890 1895 1901 1907 1913 1919 1925 1931 1937 1943 1949 1951 1953 1955 1957 -  
1960 1962 1964 1966 1969 1971 1973 1975 1978 1980 1982 1984 1987 1989 1991 -  
1993 1996 1998 2000 2002 2005 2007 2009 2011 2014 2016 2018 2020 2023 2025 -  
2027 2029 2032 2034 2036 2038  
ELEMENT PROPERTY  
329 331 333 335 337 339 341 343 345 347 349 351 353 355 357 359 361 363 365 -  
367 369 371 373 375 377 379 381 383 385 387 389 391 393 395 397 399 401 403 -  
405 407 409 411 413 415 417 419 421 423 425 427 429 431 433 435 436 438 440 -

442 444 445 447 449 451 453 454 456 458 460 462 463 465 467 469 471 472 474 -  
476 478 480 481 483 485 487 489 490 492 494 496 498 499 501 503 505 507 508 -  
510 512 514 516 517 1891 TO 1894 1896 TO 1900 1902 TO 1906 1908 TO 1912 1914 -  
1915 TO 1918 1920 TO 1924 1926 TO 1930 1932 TO 1936 1938 TO 1942 1944 TO 1948 -  
1950 1952 1954 1956 1958 1959 1961 1963 1965 1967 1968 1970 1972 1974 1976 -  
1977 1979 1981 1983 1985 1986 1988 1990 1992 1994 1995 1997 1999 2001 2003 -  
2004 2006 2008 2010 2012 2013 2015 2017 2019 2021 2022 2024 2026 2028 2030 -  
2031 2033 2035 2037 2039 2040 THICKNESS 0.42  
519 TO 522 524 TO 528 530 TO 534 536 TO 540 542 TO 546 548 TO 552 554 TO 558 -  
560 TO 564 566 TO 570 572 TO 576 578 TO 628 630 TO 633 635 TO 639 -  
641 TO 645 647 TO 651 653 TO 657 659 TO 663 665 TO 669 671 TO 675 -  
677 TO 681 683 TO 687 689 691 693 695 697 698 700 702 704 706 707 709 711 -  
713 715 716 718 720 722 724 725 727 729 731 733 734 736 738 740 742 743 745 -  
747 749 751 752 754 756 758 760 761 763 765 767 769 770 772 774 776 778 779 -  
781 TO 784 786 TO 790 792 TO 796 798 TO 802 804 TO 808 810 TO 814 -  
816 TO 820 822 TO 826 828 TO 832 834 TO 838 840 842 TO 845 847 TO 851 853 -  
854 TO 857 859 TO 863 865 TO 869 871 TO 875 877 TO 881 883 TO 887 889 TO 893 -  
895 TO 899 901 903 905 907 909 910 912 914 916 918 919 921 923 925 927 928 -  
930 932 934 936 937 939 941 943 945 946 948 950 952 954 955 957 959 961 963 -  
964 966 968 970 972 973 975 977 979 981 982 984 986 988 990 991 993 TO 996 -  
998 TO 1002 1004 TO 1008 1010 TO 1014 1016 TO 1020 1022 TO 1026 1028 TO 1032 -  
1034 TO 1038 1040 TO 1044 1046 TO 1050 1052 1054 TO 1057 1059 TO 1063 1065 -  
1066 TO 1069 1071 TO 1075 1077 TO 1081 1083 TO 1087 1089 TO 1093 -  
1095 THICKNESS 0.22  
1096 TO 1099 1101 TO 1105 1107 TO 1111 1113 1115 1117 1119 1121 1122 1124 -  
1126 1128 1130 1131 1133 1135 1137 1139 1140 1142 1144 1146 1148 1149 1151 -  
1153 1155 1157 1158 1160 1162 1164 1166 1167 1169 1171 1173 1175 1176 1178 -  
1180 1182 1184 1185 1187 1189 1191 1193 1194 1196 1198 1200 1202 1203 1205 -  
1206 TO 1208 1210 TO 1214 1216 TO 1220 1222 TO 1226 1228 TO 1232 1234 TO 1238 -  
1240 TO 1244 1246 TO 1250 1252 TO 1256 1258 TO 1262 1264 1266 TO 1269 1271 -  
1272 TO 1275 1277 TO 1281 1283 TO 1287 1289 TO 1293 1295 TO 1299 1301 TO 1305 -  
1307 TO 1311 1313 TO 1317 1319 TO 1323 1325 1327 1329 1331 1333 1334 1336 -  
1338 1340 1342 1343 1345 1347 1349 1351 1352 1354 1356 1358 1360 1361 1363 -  
1365 1367 1369 1370 1372 1374 1376 1378 1379 1381 1383 1385 1387 1388 1390 -  
1392 1394 1396 1397 1399 1401 1403 1405 1406 1408 1410 1412 1414 1415 1417 -  
1418 TO 1420 1422 TO 1426 1428 TO 1432 1434 TO 1438 1440 TO 1444 1446 TO 1450 -  
1452 TO 1456 1458 TO 1462 1464 TO 1468 1470 TO 1474 1476 1478 TO 1481 1483 -  
1484 TO 1487 1489 TO 1493 1495 TO 1499 1501 TO 1505 1507 TO 1511 1513 TO 1517 -  
1519 TO 1523 1525 TO 1529 1531 TO 1535 1537 1539 1541 1543 1545 1546 1548 -  
1550 1552 1554 1555 1557 1559 1561 1563 1564 1566 1568 1570 1572 1573 1575 -  
1577 1579 1581 1582 1584 1586 1588 1590 1591 1593 1595 1597 1599 1600 1602 -  
1604 1606 1608 1609 1611 1613 1615 1617 1618 1620 THICKNESS 0.22  
1622 1624 1626 1627 1629 TO 1632 1634 TO 1638 1640 TO 1644 1646 TO 1650 1652 -  
1653 TO 1656 1658 TO 1662 1664 TO 1668 1670 TO 1674 1676 TO 1680 1682 TO 1686 -  
1688 TO 1738 1740 TO 1743 1745 TO 1749 1751 TO 1755 1757 TO 1761 -  
1763 TO 1767 1769 TO 1773 1775 TO 1779 1781 TO 1785 1787 TO 1791 -  
1793 TO 1797 1799 1801 1803 1805 1807 1808 1810 1812 1814 1816 1817 1819 -  
1821 1823 1825 1826 1828 1830 1832 1834 1835 1837 1839 1841 1843 1844 1846 -  
1848 1850 1852 1853 1855 1857 1859 1861 1862 1864 1866 1868 1870 1871 1873 -  
1875 1877 1879 1880 1882 1884 1886 1888 1889 THICKNESS 0.22

SUPPORTS

11 31 PINNED

20 40 FIXED BUT FX

MEMBER TRUSS

66 TO 70 84 TO 88

MEMBER TRUSS

11 TO 15 29 TO 33

MEMBER TRUSS

41 43 96 TO 98 102 TO 113

MEMBER TRUSS

49 99 100

MEMBER TRUSS

51

MEMBER TRUSS

1 TO 3 5 16 TO 21 23 34 TO 37 56 TO 58 60 71 TO 76 78 89 TO 92

MEMBER TRUSS

6 TO 10 24 TO 28 61 TO 65 79 TO 83

MEMBER TRUSS

39

MEMBER RELEASE

22 START MX MY MZ

77 START MX MY MZ

59 START MX MY MZ

4 START MX MY MZ

126 END MX MY MZ

55 START MX MY MZ

132 TO 136 153 TO 157 174 TO 178 195 TO 199 206 208 210 212 214 216 218 220 -

222 224 226 228 230 232 234 236 238 240 242 244 246 248 250 252 254 256 258 -

260 262 264 266 268 287 TO 304 START MX MY MZ

384 394 404 414 424 479 488 497 506 515 732 741 750 759 768 777 944 953 962 -

971 980 989 1156 1165 1174 1183 1192 1201 1368 1377 1386 1395 1404 1413 1580 -

1589 1598 1607 1616 1625 1851 1860 1869 1878 1887 2002 2011 2020 2029 -

2038 END MX MY MZ

127 START MX MY MZ

368 END MX MY MZ

190 START MX MY MZ

148 START MX MY MZ

1836 END MX MY MZ

464 END MX MY MZ

1987 END MX MY MZ

1827 END MX MY MZ

1978 END MX MY MZ

358 END MX MY MZ

455 END MX MY MZ

348 END MX MY MZ

446 END MX MY MZ

338 END MX MY MZ

437 END MX MY MZ

327 END MX MY MZ

428 END MX MY MZ

1800 END MX MY MZ

1951 END MX MY MZ

1809 END MX MY MZ

1960 END MX MY MZ

1818 END MX MY MZ

1969 END MX MY MZ

696 705 714 723 908 917 926 935 1120 1129 1138 1147 1332 1341 1350 1359 1544 -

1553 1562 1571 END MX MY MZ

128 TO 131 149 TO 152 169 TO 173 191 TO 194 START MX MY MZ

LOAD 1 BBAN MATI

SELFWEIGHT Y -1

ELEMENT LOAD

329 331 333 335 337 339 341 343 345 347 349 351 353 355 357 359 361 363 365 -

367 369 371 373 375 377 379 381 383 385 387 389 391 393 395 397 399 401 403 -

405 407 409 411 413 415 417 419 421 423 425 427 429 431 433 435 436 438 440 -

442 444 445 447 449 451 453 454 456 458 460 462 463 465 467 469 471 472 474 -

476 478 480 481 483 485 487 489 490 492 494 496 498 499 501 503 505 507 508 -

510 512 514 516 517 1891 TO 1894 1896 TO 1900 1902 TO 1906 1908 TO 1912 1914 -

1915 TO 1918 1920 TO 1924 1926 TO 1930 1932 TO 1936 1938 TO 1942 1944 TO 1948 -

1950 1952 1954 1956 1958 1959 1961 1963 1965 1967 1968 1970 1972 1974 1976 -

1977 1979 1981 1983 1985 1986 1988 1990 1992 1994 1995 1997 1999 2001 2003 -

2004 2006 2008 2010 2012 2013 2015 2017 2019 2021 2022 2024 2026 2028 2030 -

2031 2033 2035 2037 2039 2040 PR GY -1292.2

519 TO 522 524 TO 528 530 TO 534 536 TO 540 542 TO 546 548 TO 552 554 TO 558 -

560 TO 564 566 TO 570 572 TO 576 578 TO 628 630 TO 633 635 TO 639 -

641 TO 645 647 TO 651 653 TO 657 659 TO 663 665 TO 669 671 TO 675 -

677 TO 681 683 TO 687 689 691 693 695 697 698 700 702 704 706 707 709 711 -

713 715 716 718 720 722 724 725 727 729 731 733 734 736 738 740 742 743 745 -

747 749 751 752 754 756 758 760 761 763 765 767 769 770 772 774 776 778 779 -

781 TO 784 786 TO 790 792 TO 796 798 TO 802 804 TO 808 810 TO 814 -

816 TO 820 822 TO 826 828 TO 832 834 TO 838 840 842 TO 845 847 TO 851 853 -

854 TO 857 859 TO 863 865 TO 869 871 TO 875 877 TO 881 883 TO 887 889 TO 893 -

895 TO 899 901 903 905 907 909 910 912 914 916 918 919 921 923 925 927 928 -

930 932 934 936 937 939 941 943 945 946 948 950 952 954 955 957 959 961 963 -

964 966 968 970 972 973 975 977 979 981 982 984 986 988 990 991 993 TO 996 -

998 TO 1002 1004 TO 1008 1010 TO 1014 1016 TO 1020 1022 TO 1026 1028 TO 1032 -

1034 TO 1038 1040 TO 1044 1046 TO 1050 1052 1054 TO 1057 1059 TO 1063 1065 -  
1066 TO 1069 1071 TO 1075 1077 TO 1081 1083 TO 1087 1089 TO 1093 -  
1095 PR GY -886.6  
1096 TO 1099 1101 TO 1105 1107 TO 1111 1113 1115 1117 1119 1121 1122 1124 -  
1126 1128 1130 1131 1133 1135 1137 1139 1140 1142 1144 1146 1148 1149 1151 -  
1153 1155 1157 1158 1160 1162 1164 1166 1167 1169 1171 1173 1175 1176 1178 -  
1180 1182 1184 1185 1187 1189 1191 1193 1194 1196 1198 1200 1202 1203 1205 -  
1206 TO 1208 1210 TO 1214 1216 TO 1220 1222 TO 1226 1228 TO 1232 1234 TO 1238 -  
1240 TO 1244 1246 TO 1250 1252 TO 1256 1258 TO 1262 1264 1266 TO 1269 1271 -  
1272 TO 1275 1277 TO 1281 1283 TO 1287 1289 TO 1293 1295 TO 1299 1301 TO 1305 -  
1307 TO 1311 1313 TO 1317 1319 TO 1323 1325 1327 1329 1331 1333 1334 1336 -  
1338 1340 1342 1343 1345 1347 1349 1351 1352 1354 1356 1358 1360 1361 1363 -  
1365 1367 1369 1370 1372 1374 1376 1378 1379 1381 1383 1385 1387 1388 1390 -  
1392 1394 1396 1397 1399 1401 1403 1405 1406 1408 1410 1412 1414 1415 1417 -  
1418 TO 1420 1422 TO 1426 1428 TO 1432 1434 TO 1438 1440 TO 1444 1446 TO 1450 -  
1452 TO 1456 1458 TO 1462 1464 TO 1468 1470 TO 1474 1476 1478 TO 1481 1483 -  
1484 TO 1487 1489 TO 1493 1495 TO 1499 1501 TO 1505 1507 TO 1511 1513 TO 1517 -  
1519 TO 1523 1525 TO 1529 1531 TO 1535 1537 1539 1541 1543 1545 1546 1548 -  
1550 1552 1554 1555 1557 1559 1561 1563 1564 1566 1568 1570 1572 1573 1575 -  
1577 1579 1581 1582 1584 1586 1588 1590 1591 1593 1595 1597 1599 1600 1602 -  
1604 1606 1608 1609 1611 1613 1615 1617 1618 1620 PR GY -886.4  
1622 1624 1626 1627 1629 TO 1632 1634 TO 1638 1640 TO 1644 1646 TO 1650 1652 -  
1653 TO 1656 1658 TO 1662 1664 TO 1668 1670 TO 1674 1676 TO 1680 1682 TO 1686 -  
1688 TO 1738 1740 TO 1743 1745 TO 1749 1751 TO 1755 1757 TO 1761 -  
1763 TO 1767 1769 TO 1773 1775 TO 1779 1781 TO 1785 1787 TO 1791 -  
1793 TO 1797 1799 1801 1803 1805 1807 1808 1810 1812 1814 1816 1817 1819 -  
1821 1823 1825 1826 1828 1830 1832 1834 1835 1837 1839 1841 1843 1844 1846 -  
1848 1850 1852 1853 1855 1857 1859 1861 1862 1864 1866 1868 1870 1871 1873 -  
1875 1877 1879 1880 1882 1884 1886 1888 1889 PR GY -886.4

MEMBER LOAD

169 TO 178 428 430 432 434 437 439 441 443 446 448 450 452 455 457 459 461 -  
464 466 468 470 473 475 477 479 482 484 486 488 491 493 495 497 500 502 504 -  
506 509 511 513 515 UNI GZ -1500  
190 TO 199 1800 1802 1804 1806 1809 1811 1813 1815 1818 1820 1822 1824 1827 -  
1829 1831 1833 1836 1838 1840 1842 1845 1847 1849 1851 1854 1856 1858 1860 -  
1863 1865 1867 1869 1872 1874 1876 1878 1881 1883 1885 1887 UNI GZ 1500

LOAD 2 HIDUP TROTOAR

ELEMENT LOAD

329 331 333 335 337 339 341 343 345 347 349 351 353 355 357 359 361 363 365 -  
367 369 371 373 375 377 379 381 383 385 387 389 391 393 395 397 399 401 403 -  
405 407 409 411 413 415 417 419 421 423 425 427 429 431 433 435 436 438 440 -  
442 444 445 447 449 451 453 454 456 458 460 462 463 465 467 469 471 472 474 -  
476 478 480 481 483 485 487 489 490 492 494 496 498 499 501 503 505 507 508 -  
510 512 514 516 517 1891 TO 1894 1896 TO 1900 1902 TO 1906 1908 TO 1912 1914 -  
1915 TO 1918 1920 TO 1924 1926 TO 1930 1932 TO 1936 1938 TO 1942 1944 TO 1948 -  
1950 1952 1954 1956 1958 1959 1961 1963 1965 1967 1968 1970 1972 1974 1976 -  
1977 1979 1981 1983 1985 1986 1988 1990 1992 1994 1995 1997 1999 2001 2003 -  
2004 2006 2008 2010 2012 2013 2015 2017 2019 2021 2022 2024 2026 2028 2030 -  
2031 2033 2035 2037 2039 2040 PR GY -1000  
519 TO 522 524 TO 528 530 TO 534 536 TO 540 542 TO 546 548 TO 552 554 TO 558 -  
560 TO 564 566 TO 570 572 TO 576 578 TO 628 630 TO 633 635 TO 639 -  
641 TO 645 647 TO 651 653 TO 657 659 TO 663 665 TO 669 671 TO 675 -  
677 TO 681 683 TO 687 689 691 693 695 697 698 700 702 704 706 707 709 711 -  
713 715 716 718 720 722 724 725 727 729 731 733 734 736 738 740 742 743 745 -  
747 749 751 752 754 756 758 760 761 763 765 767 769 770 772 774 776 778 779 -  
781 TO 784 786 TO 790 792 TO 796 798 TO 802 804 TO 808 810 TO 814 -  
816 TO 820 822 TO 826 828 TO 832 834 TO 838 840 842 TO 845 847 TO 851 853 -  
854 TO 857 859 TO 863 865 TO 869 871 TO 875 877 TO 881 883 TO 887 889 TO 893 -  
895 TO 899 901 903 905 907 909 910 912 914 916 918 919 921 923 925 927 928 -  
930 932 934 936 937 939 941 943 945 946 948 950 952 954 955 957 959 961 963 -  
964 966 968 970 972 973 975 977 979 981 982 984 986 988 990 991 993 TO 996 -  
998 TO 1002 1004 TO 1008 1010 TO 1014 1016 TO 1020 1022 TO 1026 1028 TO 1032 -  
1034 TO 1038 1040 TO 1044 1046 TO 1050 1052 1054 TO 1057 1059 TO 1063 1065 -  
1066 TO 1069 1071 TO 1075 1077 TO 1081 1083 TO 1087 1089 TO 1093 -  
1095 PR GY -100  
1096 TO 1099 1101 TO 1105 1107 TO 1111 1113 1115 1117 1119 1121 1122 1124 -  
1126 1128 1130 1131 1133 1135 1137 1139 1140 1142 1144 1146 1148 1149 1151 -  
1153 1155 1157 1158 1160 1162 1164 1166 1167 1169 1171 1173 1175 1176 1178 -

1180 1182 1184 1185 1187 1189 1191 1193 1194 1196 1198 1200 1202 1203 1205 -  
1206 TO 1208 1210 TO 1214 1216 TO 1220 1222 TO 1226 1228 TO 1232 1234 TO 1238 -  
1240 TO 1244 1246 TO 1250 1252 TO 1256 1258 TO 1262 1264 1266 TO 1269 1271 -  
1272 TO 1275 1277 TO 1281 1283 TO 1287 1289 TO 1293 1295 TO 1299 1301 TO 1305 -  
1307 TO 1311 1313 TO 1317 1319 TO 1323 1325 1327 1329 1331 1333 1334 1336 -  
1338 1340 1342 1343 1345 1347 1349 1351 1352 1354 1356 1358 1360 1361 1363 -  
1365 1367 1369 1370 1372 1374 1376 1378 1379 1381 1383 1385 1387 1388 1390 -  
1392 1394 1396 1397 1399 1401 1403 1405 1406 1408 1410 1412 1414 1415 1417 -  
1418 TO 1420 1422 TO 1426 1428 TO 1432 1434 TO 1438 1440 TO 1444 1446 TO 1450 -  
1452 TO 1456 1458 TO 1462 1464 TO 1468 1470 TO 1474 1476 1478 TO 1481 1483 -  
1484 TO 1487 1489 TO 1493 1495 TO 1499 1501 TO 1505 1507 TO 1511 1513 TO 1517 -  
1519 TO 1523 1525 TO 1529 1531 TO 1535 1537 1539 1541 1543 1545 1546 1548 -  
1550 1552 1554 1555 1557 1559 1561 1563 1564 1566 1568 1570 1572 1573 1575 -  
1577 1579 1581 1582 1584 1586 1588 1590 1591 1593 1595 1597 1599 1600 1602 -  
1604 1606 1608 1609 1611 1613 1615 1617 1618 1620 PR GY -100  
1622 1624 1626 1627 1629 TO 1632 1634 TO 1638 1640 TO 1644 1646 TO 1650 1652 -  
1653 TO 1656 1658 TO 1662 1664 TO 1668 1670 TO 1674 1676 TO 1680 1682 TO 1686 -  
1688 TO 1738 1740 TO 1743 1745 TO 1749 1751 TO 1755 1757 TO 1761 -  
1763 TO 1767 1769 TO 1773 1775 TO 1779 1781 TO 1785 1787 TO 1791 -  
1793 TO 1797 1799 1801 1803 1805 1807 1808 1810 1812 1814 1816 1817 1819 -  
1821 1823 1825 1826 1828 1830 1832 1834 1835 1837 1839 1841 1843 1844 1846 -  
1848 1850 1852 1853 1855 1857 1859 1861 1862 1864 1866 1868 1870 1871 1873 -  
1875 1877 1879 1880 1882 1884 1886 1888 1889 PR GY -100

LOAD 3 Q MERATA

ELEMENT LOAD

519 TO 522 524 TO 528 530 TO 534 536 TO 540 542 TO 546 548 TO 552 554 TO 558 -  
560 TO 564 566 TO 570 572 TO 576 578 TO 628 1740 TO 1743 1745 TO 1749 1751 -  
1752 TO 1755 1757 TO 1761 1763 TO 1767 1769 TO 1773 1775 TO 1779 1781 TO 1785 -  
1787 TO 1791 1793 TO 1797 1799 1801 1803 1805 1807 1808 1810 1812 1814 1816 -  
1817 1819 1821 1823 1825 1826 1828 1830 1832 1834 1835 1837 1839 1841 1843 -  
1844 1846 1848 1850 1852 1853 1855 1857 1859 1861 1862 1864 1866 1868 1870 -  
1871 1873 1875 1877 1879 1880 1882 1884 1886 1888 1889 PR GY -320  
630 TO 633 635 TO 639 641 TO 645 647 TO 651 653 TO 657 659 TO 663 665 TO 669 -  
671 TO 675 677 TO 681 683 TO 687 689 691 693 695 697 698 700 702 704 706 -  
707 709 711 713 715 716 718 720 722 724 725 727 729 731 733 734 736 738 740 -  
742 743 745 747 749 751 752 754 756 758 760 761 763 765 767 769 770 772 774 -  
776 778 779 781 TO 784 786 TO 790 792 TO 796 798 TO 802 804 TO 808 -  
810 TO 814 816 TO 820 822 TO 826 828 TO 832 834 TO 838 840 842 TO 845 847 -  
848 TO 851 853 TO 857 859 TO 863 865 TO 869 871 TO 875 877 TO 881 883 TO 887 -  
889 TO 893 895 TO 899 901 903 905 907 909 910 912 914 916 918 919 921 923 -  
925 927 928 930 932 934 936 937 939 941 943 945 946 948 950 952 954 955 957 -  
959 961 963 964 966 968 970 972 973 975 977 979 981 982 984 986 988 990 991 -  
993 TO 996 998 TO 1002 1004 TO 1008 1010 TO 1014 1016 TO 1020 1022 TO 1026 -  
1028 TO 1032 1034 TO 1038 1040 TO 1044 1046 TO 1050 1052 1054 TO 1057 1059 -  
1060 TO 1063 1065 TO 1069 1071 TO 1075 1077 TO 1081 1083 TO 1087 1089 TO 1093 -  
1095 TO 1099 1101 TO 1105 1107 TO 1111 1113 1115 1117 1119 1121 1122 1124 -  
1126 1128 1130 1131 1133 1135 1137 1139 1140 1142 1144 1146 1148 1149 1151 -  
1153 1155 1157 1158 PR GY -640  
1160 1162 1164 1166 1167 1169 1171 1173 1175 1176 1178 1180 1182 1184 1185 -  
1187 1189 1191 1193 1194 1196 1198 1200 1202 1203 1205 TO 1208 1210 TO 1214 -  
1216 TO 1220 1222 TO 1226 1228 TO 1232 1234 TO 1238 1240 TO 1244 -  
1246 TO 1250 1252 TO 1256 1258 TO 1262 1264 1266 TO 1269 1271 TO 1275 1277 -  
1278 TO 1281 1283 TO 1287 1289 TO 1293 1295 TO 1299 1301 TO 1305 1307 TO 1311 -  
1313 TO 1317 1319 TO 1323 1325 1327 1329 1331 1333 1334 1336 1338 1340 1342 -  
1343 1345 1347 1349 1351 1352 1354 1356 1358 1360 1361 1363 1365 1367 1369 -  
1370 1372 1374 1376 1378 1379 1381 1383 1385 1387 1388 1390 1392 1394 1396 -  
1397 1399 1401 1403 1405 1406 1408 1410 1412 1414 1415 1417 TO 1420 1422 -  
1423 TO 1426 1428 TO 1432 1434 TO 1438 1440 TO 1444 1446 TO 1450 1452 TO 1456 -  
1458 TO 1462 1464 TO 1468 1470 TO 1474 1476 1478 TO 1481 1483 TO 1487 1489 -  
1490 TO 1493 1495 TO 1499 1501 TO 1505 1507 TO 1511 1513 TO 1517 1519 TO 1523 -  
1525 TO 1529 1531 TO 1535 1537 1539 1541 1543 1545 1546 1548 1550 1552 1554 -  
1555 1557 1559 1561 1563 1564 1566 1568 1570 1572 1573 1575 1577 1579 1581 -  
1582 1584 1586 1588 1590 1591 1593 1595 1597 1599 1600 1602 1604 1606 1608 -  
1609 1611 1613 1615 1617 1618 1620 1622 1624 1626 1627 1629 TO 1632 1634 -  
1635 TO 1638 1640 TO 1644 1646 TO 1650 1652 TO 1656 1658 TO 1662 1664 TO 1668 -  
1670 TO 1674 1676 TO 1680 1682 TO 1686 1688 PR GY -640  
1689 TO 1738 PR GY -640  
LOAD 4 GARIS 1

MEMBER LOAD

184 306 518 1739 UNI GY -3368.7  
200 TO 204 305 629 780 841 992 1053 1204 1265 1416 1477 1628 UNI GY -6737.4  
LOAD 5 GARIS 2

MEMBER LOAD

183 308 523 1744 UNI GY -3368.7  
205 225 245 277 278 307 634 785 846 997 1058 1209 1270 1421 1482 -  
1633 UNI GY -6737.4  
LOAD 6 GARIS 3

MEMBER LOAD

182 310 529 1750 UNI GY -3368.7  
207 227 247 275 276 309 640 791 852 1003 1064 1215 1276 1427 1488 -  
1639 UNI GY -6737.4  
LOAD 7 GARIS 4

MEMBER LOAD

181 312 535 1756 UNI GY -3368.7  
209 229 249 273 274 311 646 797 858 1009 1070 1221 1282 1433 1494 -  
1645 UNI GY -6737.4  
LOAD 8 GARIS 5

MEMBER LOAD

180 314 541 1762 UNI GY -3368.7  
211 231 251 271 272 313 652 803 864 1015 1076 1227 1288 1439 1500 -  
1651 UNI GY -6737.4  
LOAD 9 GARIS 6

MEMBER LOAD

179 316 547 1768 UNI GY -3368.7  
213 233 253 269 270 315 658 809 870 1021 1082 1233 1294 1445 1506 -  
1657 UNI GY -6737.4  
LOAD 10 GARIS 7

MEMBER LOAD

185 318 553 1774 UNI GY -3368.7  
215 235 255 279 280 317 664 815 876 1027 1088 1239 1300 1451 1512 -  
1663 UNI GY -6737.4  
LOAD 11 GARIS 8

MEMBER LOAD

186 320 559 1780 UNI GY -3368.7  
217 237 257 281 282 319 670 821 882 1033 1094 1245 1306 1457 1518 -  
1669 UNI GY -6737.4  
LOAD 12 GARIS 9

MEMBER LOAD

187 322 565 1786 UNI GY -3368.7  
219 239 259 283 284 321 676 827 888 1039 1100 1251 1312 1463 1524 -  
1675 UNI GY -6737.4  
LOAD 13 GARIS 10

MEMBER LOAD

188 324 571 1792 UNI GY -3368.7  
221 241 261 285 286 323 682 833 894 1045 1106 1257 1318 1469 1530 -  
1681 UNI GY -6737.4  
LOAD 14 GARIS 11

MEMBER LOAD

189 326 577 1798 UNI GY -3368.7  
223 243 263 265 267 325 688 839 900 1051 1112 1263 1324 1475 1536 -  
1687 UNI GY -6737.4  
LOAD 15 ANGIN US

JOINT LOAD

31 40 FZ 15.956  
29 30 38 39 FZ 59.316  
27 28 36 37 FZ 96.431  
25 26 34 35 FZ 123.14  
23 24 32 33 FZ 137.02  
21 22 FZ 138.75

LOAD 16 ANGIN SU

JOINT LOAD

11 20 FZ -15.956  
9 10 18 19 FZ -59.316  
7 8 16 17 FZ -96.431  
5 6 14 15 FZ -123.14  
3 4 12 13 FZ -137.02

1 2 FZ -138.75  
LOAD COMB 17 COM 1 BEBAN MATI  
1 1.0  
LOAD COMB 18 COM 2 BEBAN MATI + BEBAN HIDUP TROTOIR  
1 1.0 2 1.0  
LOAD COMB 19 COM 3 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 1  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 4 1.0  
LOAD COMB 20 COM 4 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 2  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 5 1.0  
LOAD COMB 21 COM 5 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 3  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 6 1.0  
LOAD COMB 22 COM 6 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 4  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 7 1.0  
LOAD COMB 23 COM 7 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 5  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 8 1.0  
LOAD COMB 24 COM 8 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 6  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 9 1.0  
LOAD COMB 25 COM 9 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 7  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 10 1.0  
LOAD COMB 26 COM 10 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 8  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 11 1.0  
LOAD COMB 27 COM 11 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 9  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 12 1.0  
LOAD COMB 28 COM 12 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 10  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 13 1.0  
LOAD COMB 29 COM 13 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 11  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 14 1.0  
LOAD COMB 30 COM 14 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 1 + WL U - S  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 4 1.0 15 1.0  
LOAD COMB 31 COM 14 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 2 + WL U- S  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 5 1.0 15 1.0  
LOAD COMB 32 COM 15 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 3 + WL U- S  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 6 1.0 15 1.0  
LOAD COMB 34 COM 17 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 4 + WL U- S  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 7 1.0 15 1.0  
LOAD COMB 35 COM 18 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 5 + WL U- S  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 8 1.0 15 1.0  
LOAD COMB 36 COM 19 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 6 + WL U- S  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 9 1.0 15 1.0  
LOAD COMB 37 COM 20 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 7 + WL U- S  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 10 1.0 15 1.0  
LOAD COMB 38 COM 21 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 8 + WL U- S  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 11 1.0 15 1.0  
LOAD COMB 39 COM 22 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 9 + WL U- S  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 12 1.0 15 1.0  
LOAD COMB 40 COM 23 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 10 + WL U- S  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 13 1.0 15 1.0  
LOAD COMB 41 COM 23 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 11 + WL U- S  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 14 1.0 15 1.0  
LOAD COMB 42 COM 24 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 1 + WL S - U  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 4 1.0 16 1.0  
LOAD COMB 43 COM 25 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 2 + WL S - U  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 5 1.0 16 1.0  
LOAD COMB 44 COM 26 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 3 + WL S - U  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 6 1.0 16 1.0  
LOAD COMB 46 COM 28 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 4 + WL S - U  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 7 1.0 16 1.0  
LOAD COMB 47 COM 29 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 5 + WL S - U  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 8 1.0 16 1.0  
LOAD COMB 48 COM 30 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 6 + WL S - U  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 9 1.0 16 1.0  
LOAD COMB 49 COM 31 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 7 + WL S - U  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 10 1.0 16 1.0  
LOAD COMB 50 COM 32 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 8 + WL S - U  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 11 1.0 16 1.0  
LOAD COMB 51 COM 33 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 9 + WL S - U  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 12 1.0 16 1.0  
LOAD COMB 52 COM 34 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 10 + WL S - U

1 1.0 2 1.0 3 1.0 13 1.0 16 1.0  
LOAD COMB 53 COM 35 BEBAN MATI + TROTOIR + Q MERATA + "D" LYN 11 + WL S - U  
1 1.0 2 1.0 3 1.0 14 1.0 16 1.0  
PERFORM ANALYSIS  
PARAMETER  
CODE LRFD  
FYLD 3.2e+007 MEMB 1 TO 93 96 TO 113 116 TO 328 330 332 334 336 338 340 342 -  
344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 -  
382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 -  
420 422 424 426 428 430 432 434 437 439 441 443 446 448 450 452 455 457 459 -  
461 464 466 468 470 473 475 477 479 482 484 486 488 491 493 495 497 500 502 -  
504 506 509 511 513 515 518 523 529 535 541 547 553 559 565 571 577 629 634 -  
640 646 652 658 664 670 676 682 688 690 692 694 696 699 701 703 705 708 710 -  
712 714 717 719 721 723 726 728 730 732 735 737 739 741 744 746 748 750 753 -  
755 757 759 762 764 766 768 771 773 775 777 780 785 791 797 803 809 815 821 -  
827 833 839 841 846 852 858 864 870 876 882 888 894 900 902 904 906 908 911 -  
913 915 917 920 922 924 926 929 931 933 935 938 940 942 944 947 949 951 953 -  
956 958 960 962 965 967 969 971 974 976 978 980 983 985 987 989 992 997 1003 -  
1009 1015 1021 1027 1033 1039 1045 1051 1053 1058 1064 1070 1076 1082 1088 -  
1094 1100 1106 1112 1114 1116 1118 1120 1123 1125 1127 1129 1132 1134 1136 -  
1138 1141 1143 1145 1147 1150 1152 1154 1156 1159 1161 1163 1165 1168 1170 -  
1172 1174 1177 1179 1181 1183 1186 1188 1190 1192  
FYLD 3.2e+007 MEMB 1195 1197 1199 1201 1204 1209  
FYLD 3.2e+007 MEMB 1215 1221 1227 1233 1239 1245 1251 1257 1263 1265 1270 -  
1276 1282 1288 1294 1300 1306 1312 1318 1324 1326 1328 1330 1332 1335 1337 1339 -  
1339 1341 1344 1346 1348 1350 1353 1355 1357 1359 1362 1364 1366 1368 1371 -  
1373 1375 1377 1380 1382 1384 1386 1389 1391 1393 1395 1398 1400 1402 1404 -  
1407 1409 1411 1413 1416 1421 1427 1433 1439 1445 1451 1457 1463 1469 1475 -  
1477 1482 1488 1494 1500 1506 1512 1518 1524 1530 1536 1538 1540 1542 1544 -  
1547 1549 1551 1553 1556 1558 1560 1562 1565 1567 1569 1571 1574 1576 1578 -  
1580 1583 1585 1587 1589 1592 1594 1596 1598 1601 1603 1605 1607 1610 1612 -  
1614 1616 1619 1621 1623 1625 1628 1633 1639 1645 1651 1657 1663 1669 1675 -  
1681 1687 1739 1744 1750 1756 1762 1768 1774 1780 1786 1792 1798 1800 1802 -  
1804 1806 1809 1811 1813 1815 1818 1820 1822 1824 1827 1829 1831 1833 1836 -  
1838 1840 1842 1845 1847 1849 1851 1854 1856 1858 1860 1863 1865 1867 1869 -  
1872 1874 1876 1878 1881 1883 1885 1887 1890 1895 1901 1907 1913 1919 1925 -  
1931 1937 1943 1949 1951 1953 1955 1957 1960 1962 1964 1966 1969 1971 1973 -  
1975 1978 1980 1982 1984 1987 1989 1991 1993 1996 1998 2000 2002 2005 2007 -  
2009 2011 2014 2016 2018 2020 2023 2025 2027 2029 2032 2034 2036 2038  
CHECK CODE MEMB 1 TO 93 96 TO 113 116 TO 328 330 332 334 336 338 340 342 344 -  
346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 -  
384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420 -  
422 424 426 428 430 432 434 437 439 441 443 446 448 450 452 455 457 459 461 -  
464 466 468 470 473 475 477 479 482 484 486 488 491 493 495 497 500 502 504 -  
506 509 511 513 515 518 523 529 535 541 547 553 559 565 571 577 629 634 640 -  
646 652 658 664 670 676 682 688 690 692 694 696 699 701 703 705 708 710 712 -  
714 717 719 721 723 726 728 730 732 735 737 739 741 744 746 748 750 753 755 -  
757 759 762 764 766 768 771 773 775 777 780 785 791 797 803 809 815 821 827 -  
833 839 841 846 852 858 864 870 876 882 888 894 900 902 904 906 908 911 913 -  
915 917 920 922 924 926 929 931 933 935 938 940 942 944 947 949 951 953 956 -  
958 960 962 965 967 969 971 974 976 978 980 983 985 987 989 992 997 1003 -  
1009 1015 1021 1027 1033 1039 1045 1051 1053 1058 1064 1070 1076 1082 1088 -  
1094 1100 1106 1112 1114 1116 1118 1120 1123 1125 1127 1129 1132 1134 1136 -  
1138 1141 1143 1145 1147 1150 1152 1154 1156 1159 1161 1163 1165 1168 1170 -  
1172 1174 1177 1179 1181 1183 1186 1188 1190 1192  
CHECK CODE MEMB 1195 1197 1199 1201 1204 1209  
CHECK CODE MEMB 1215 1221 1227 1233 1239 1245 1251 1257 1263 1265 1270 1276 -  
1282 1288 1294 1300 1306 1312 1318 1324 1326 1328 1330 1332 1335 1337 1339 -  
1341 1344 1346 1348 1350 1353 1355 1357 1359 1362 1364 1366 1368 1371 1373 -  
1375 1377 1380 1382 1384 1386 1389 1391 1393 1395 1398 1400 1402 1404 1407 -  
1409 1411 1413 1416 1421 1427 1433 1439 1445 1451 1457 1463 1469 1475 1477 -  
1482 1488 1494 1500 1506 1512 1518 1524 1530 1536 1538 1540 1542 1544 1547 -  
1549 1551 1553 1556 1558 1560 1562 1565 1567 1569 1571 1574 1576 1578 1580 -  
1583 1585 1587 1589 1592 1594 1596 1598 1601 1603 1605 1607 1610 1612 1614 -  
1616 1619 1621 1623 1625 1628 1633 1639 1645 1651 1657 1663 1669 1675 1681 -  
1687 1739 1744 1750 1756 1762 1768 1774 1780 1786 1792 1798 1800 1802 1804 -  
1806 1809 1811 1813 1815 1818 1820 1822 1824 1827 1829 1831 1833 1836 1838 -  
1840 1842 1845 1847 1849 1851 1854 1856 1858 1860 1863 1865 1867 1869 1872 -



1874 1876 1878 1881 1883 1885 1887 1890 1895 1901 1907 1913 1919 1925 1931 -  
1937 1943 1949 1951 1953 1955 1957 1960 1962 1964 1966 1969 1971 1973 1975 -  
1978 1980 1982 1984 1987 1989 1991 1993 1996 1998 2000 2002 2005 2007 2009 -  
2011 2014 2016 2018 2020 2023 2025 2027 2029 2032 2034 2036 2038

PARAMETER

CODE LRFD

STEEL MEMBER TAKE OFF LIST 1 TO 93 96 TO 113 116 TO 328 330 332 334 336 338 -  
340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 -  
378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 -  
416 418 420 422 424 426 428 430 432 434 437 439 441 443 446 448 450 452 455 -  
457 459 461 464 466 468 470 473 475 477 479 482 484 486 488 491 493 495 497 -  
500 502 504 506 509 511 513 515 518 523 529 535 541 547 553 559 565 571 577 -  
629 634 640 646 652 658 664 670 676 682 688 690 692 694 696 699 701 703 705 -  
708 710 712 714 717 719 721 723 726 728 730 732 735 737 739 741 744 746 748 -  
750 753 755 757 759 762 764 766 768 771 773 775 777 780 785 791 797 803 809 -  
815 821 827 833 839 841 846 852 858 864 870 876 882 888 894 900 902 904 906 -  
908 911 913 915 917 920 922 924 926 929 931 933 935 938 940 942 944 947 949 -  
951 953 956 958 960 962 965 967 969 971 974 976 978 980 983 985 987 989 992 -  
997 1003 1009 1015 1021 1027 1033 1039 1045 1051 1053 1058 1064 1070 1076 -  
1082 1088 1094 1100 1106 1112 1114 1116 1118 1120 1123 1125 1127 1129 1132 -  
1134 1136 1138 1141 1143 1145 1147 1150 1152 1154 1156 1159 1161 1163 1165 -  
1168 1170 1172 1174 1177 1179 1181 1183 1186 1188 1190 1192

STEEL MEMBER TAKE OFF LIST 1195 1197 1199 1201 1204 1209

STEEL MEMBER TAKE OFF LIST 1215 1221 1227 1233 1239 1245 1251 1257 1263 1265 -  
1270 1276 1282 1288 1294 1300 1306 1312 1318 1324 1326 1328 1330 1332 1335 -  
1337 1339 1341 1344 1346 1348 1350 1353 1355 1357 1359 1362 1364 1366 1368 -  
1371 1373 1375 1377 1380 1382 1384 1386 1389 1391 1393 1395 1398 1400 1402 -  
1404 1407 1409 1411 1413 1416 1421 1427 1433 1439 1445 1451 1457 1463 1469 -  
1475 1477 1482 1488 1494 1500 1506 1512 1518 1524 1530 1536 1538 1540 1542 -  
1544 1547 1549 1551 1553 1556 1558 1560 1562 1565 1567 1569 1571 1574 1576 -  
1578 1580 1583 1585 1587 1589 1592 1594 1596 1598 1601 1603 1605 1607 1610 -  
1612 1614 1616 1619 1621 1623 1625 1628 1633 1639 1645 1651 1657 1663 1669 -  
1675 1681 1687 1739 1744 1750 1756 1762 1768 1774 1780 1786 1792 1798 1800 -  
1802 1804 1806 1809 1811 1813 1815 1818 1820 1822 1824 1827 1829 1831 1833 -  
1836 1838 1840 1842 1845 1847 1849 1851 1854 1856 1858 1860 1863 1865 1867 -  
1869 1872 1874 1876 1878 1881 1883 1885 1887 1890 1895 1901 1907 1913 1919 -  
1925 1931 1937 1943 1949 1951 1953 1955 1957 1960 1962 1964 1966 1969 1971 -  
1973 1975 1978 1980 1982 1984 1987 1989 1991 1993 1996 1998 2000 2002 2005 -  
2007 2009 2011 2014 2016 2018 2020 2023 2025 2027 2029 2032 2034 2036 2038

FINISH

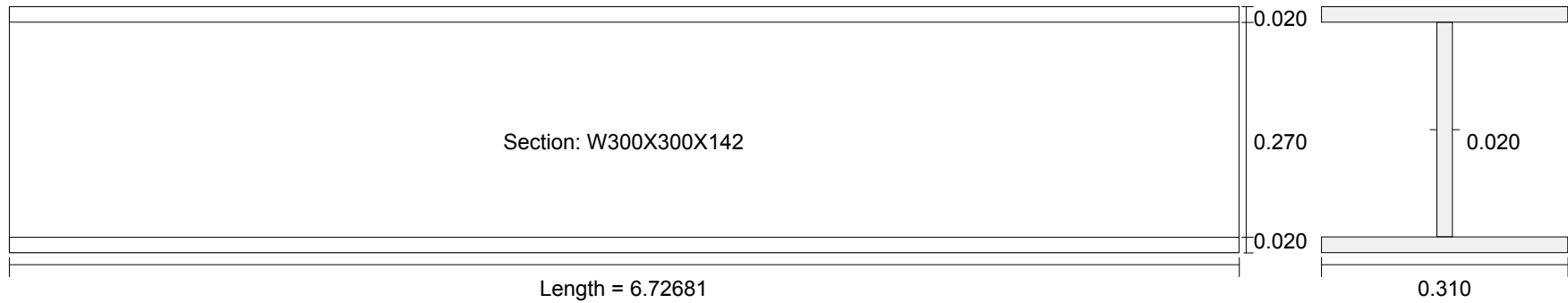


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No <b>1</b>	Rev
Part		
Job Title	Ref	
Client	By	Date 03-Jul-14 Chd
	File kombinasi full.std	Date/Time 22-Feb-2009 17:41

Staad.Pro Query Steel Design

Beam no. 11



DESIGN STRENGTH (KIP,FT )

PNC	635.410	pnc	885.100
PNT	1147.960	pnt	0.000
MNZ	0.000	mnz	0.000
MNY	0.000	mny	0.000

Critical load (KG ,METE)

Load	32
Location	0.000
FX	401473.250 C
My	0.000
Mz	0.000

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
LRFD	FAIL	1.393	COMPRESSION	90.723

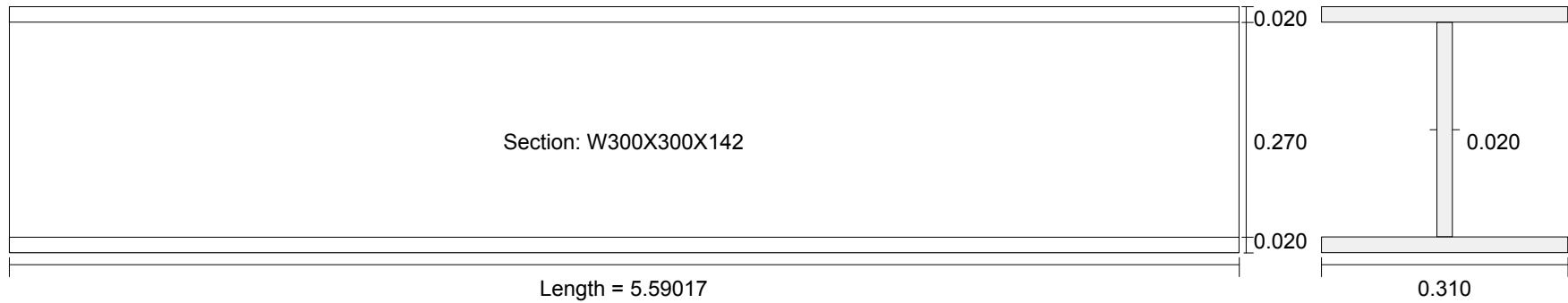


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No <b>1</b>	Rev
Part		
Ref		
By	Date 03-Jul-14	Chd
Client	File kombinasi full.std	Date/Time 22-Feb-2009 17:41

Staad.Pro Query Steel Design

Beam no. 12



DESIGN STRENGTH (KIP,FT )

PNC	749.630	pnc	847.100
PNT	1147.960	pnt	0.000
MNZ	0.000	mnz	0.000
MNY	0.000	mny	0.000

Critical load (KG ,METE)

Load	32
Location	0.000
FX	384239.813 C
My	0.000
Mz	0.000

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
LRFD	FAIL	1.130	COMPRESSION	75.393

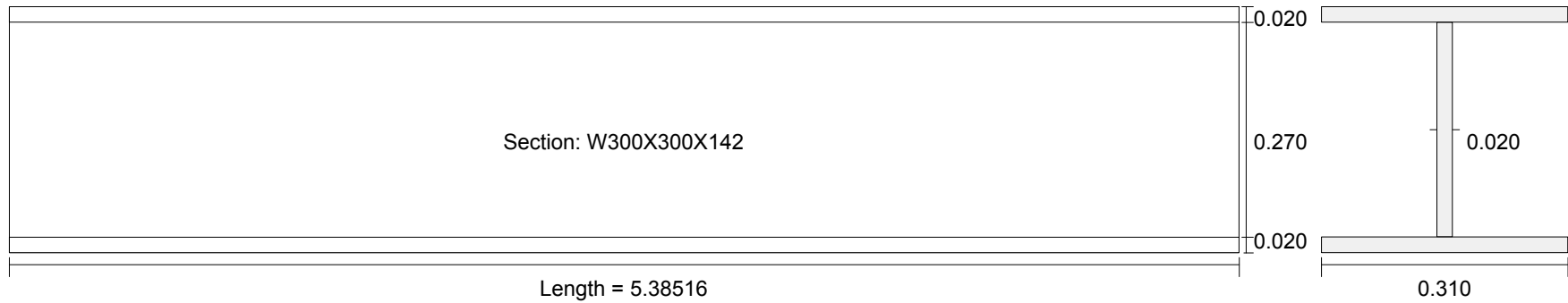


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No <b>1</b>	Rev
Part		
Ref		
By	Date 03-Jul-14	Chd
Client	File kombinasi full.std	Date/Time 22-Feb-2009 17:41

Staad.Pro Query Steel Design

Beam no. 13



DESIGN STRENGTH (KIP,FT )

PNC	769.810	pnc	834.400
PNT	1147.960	pnt	0.000
MNZ	0.000	mnz	0.000
MNY	0.000	mny	0.000

Critical load (KG ,METE)

Load	34
Location	0.000
FX	378475.375 C
My	0.000
Mz	0.000

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
LRFD	FAIL	1.084	COMPRESSION	72.628

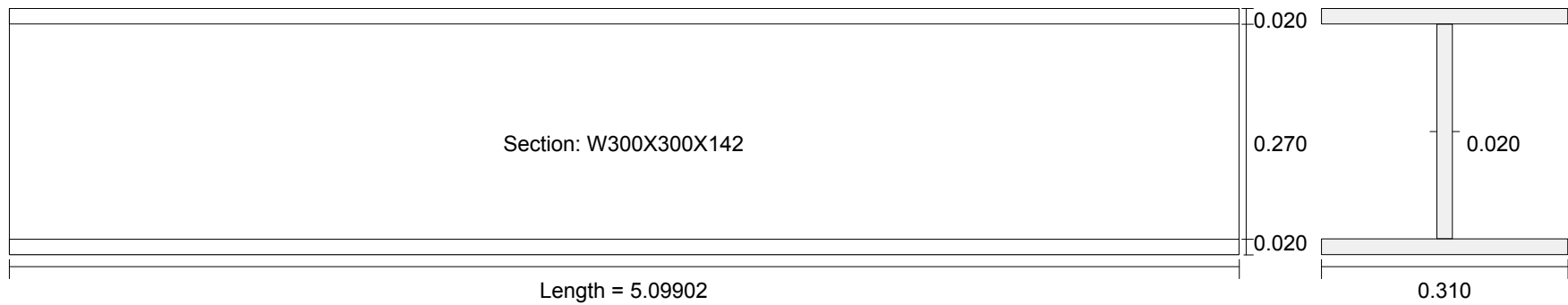


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No <b>1</b>	Rev
Part		
Ref		
By	Date 03-Jul-14	Chd
Client	File kombinasi full.std	Date/Time 22-Feb-2009 17:41

Staad.Pro Query Steel Design

Beam no. 14



DESIGN STRENGTH (KIP,FT )

PNC	797.570	pnc	813.590
PNT	1147.960	pnt	0.000
MNZ	0.000	mnz	0.000
MNY	0.000	mny	0.000

Critical load (KG ,METE)

Load	35
Location	0.000
FX	369039.625 C
My	0.000
Mz	0.000

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
LRFD	FAIL	1.020	COMPRESSION	68.769

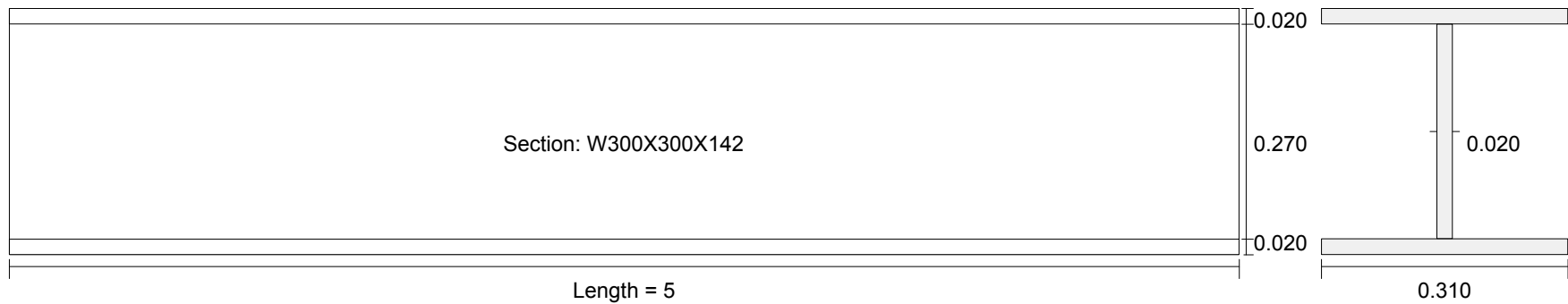


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No <b>1</b>	Rev
Part		
Ref		
By	Date 03-Jul-14	Chd
Client	File kombinasi full.std	Date/Time 22-Feb-2009 17:41

Staad.Pro Query Steel Design

Beam no. 15



DESIGN STRENGTH (KIP,FT )

PNC	807.050	pnc	702.710
PNT	1147.960	pnt	0.000
MNZ	0.000	mnz	0.000
MNY	0.000	mny	0.000

Critical load (KG ,METE)

Load	36
Location	5.000
FX	318744.781 C
My	0.000
Mz	0.000

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
LRFD	PASS	0.871	COMPRESSION	67.434

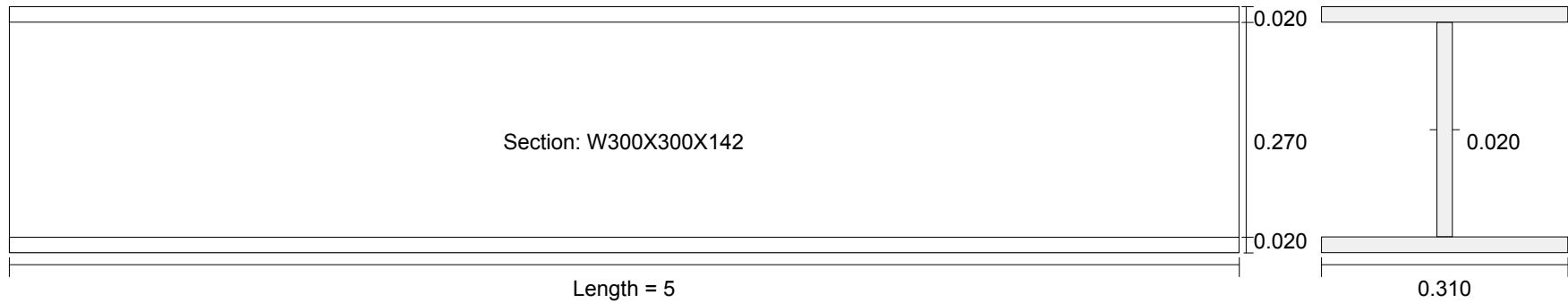


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No <b>1</b>	Rev
Part		
Ref		
By	Date 03-Jul-14	Chd
Client	File kombinasi full.std	Date/Time 22-Feb-2009 17:41

Staad.Pro Query Steel Design

Beam no. 10



DESIGN STRENGTH (KIP,FT )

PNC	807.050	pnc	0.000
PNT	1147.960	pnt	305.790
MNZ	0.000	mnz	0.000
MNY	0.000	mny	0.000

Critical load (KG ,METE)

Load	44
Location	5.000
FX	138705.688 T
My	0.000
Mz	0.000

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
LRFD	PASS	0.266	TENSION	67.434

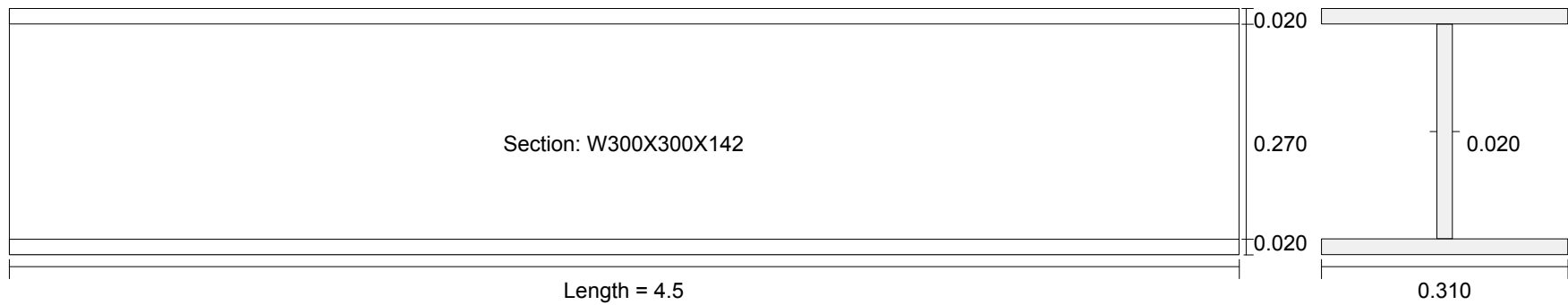


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No <b>1</b>	Rev
Part		
Ref		
By	Date 03-Jul-14	Chd
Client	File kombinasi full.std	Date/Time 22-Feb-2009 17:41

Staad.Pro Query Steel Design

Beam no. 5



DESIGN STRENGTH (KIP,FT )

PNC	853.600	pnc	0.000
PNT	1147.960	pnt	144.900
MNZ	0.000	mnz	0.000
MNY	0.000	mny	0.000

Critical load (KG ,METE)

Load	31
Location	4.500
FX	65725.328 T
My	0.000
Mz	0.000

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
LRFD	PASS	0.126	TENSION	60.690



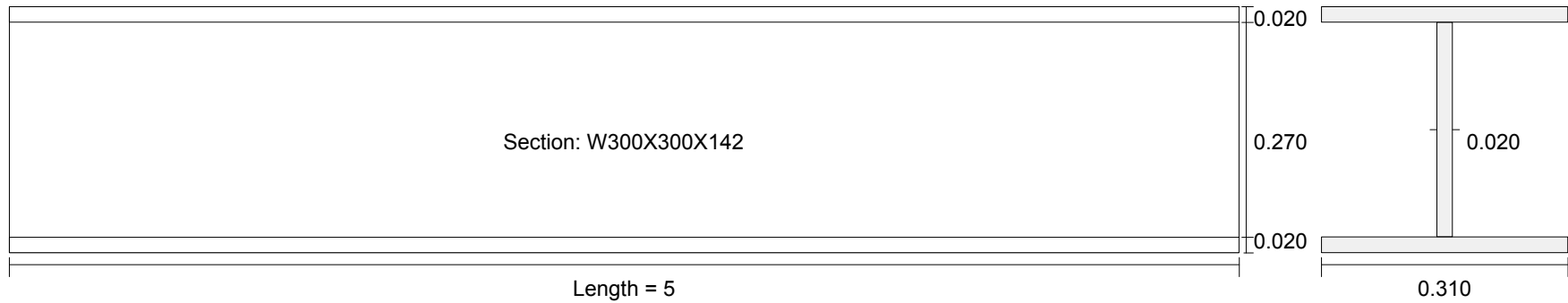


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No <b>1</b>	Rev
Part		
Ref		
By	Date 03-Jul-14	Chd
Client	File kombinasi full.std	Date/Time 22-Feb-2009 17:41

Staad.Pro Query Steel Design

Beam no. 9



DESIGN STRENGTH (KIP,FT )

PNC	807.050	pnc	0.000
PNT	1147.960	pnt	133.210
MNZ	0.000	mnz	0.000
MNY	0.000	mny	0.000

Critical load (KG ,METE)

Load	43
Location	5.000
FX	60425.094 T
My	0.000
Mz	0.000

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
LRFD	PASS	0.116	TENSION	67.434

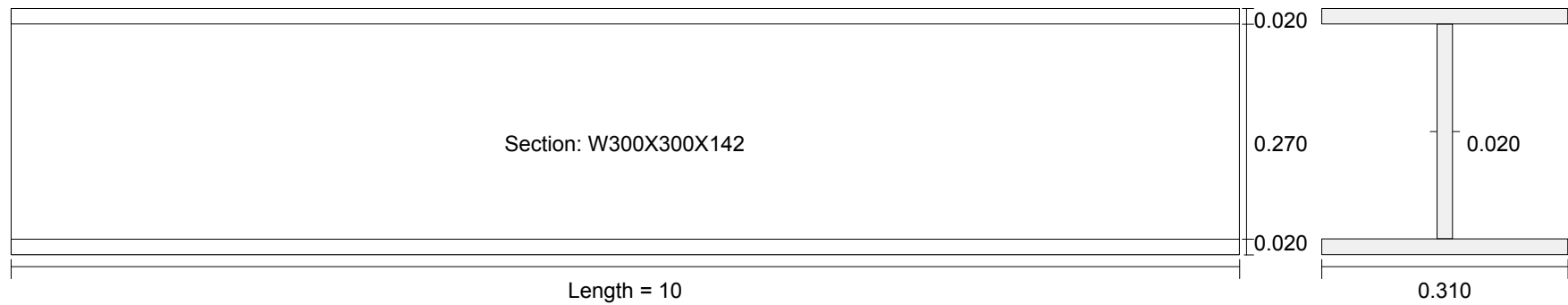


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No <b>1</b>	Rev
Part		
Job Title	Ref	
	By	Date 03-Jul-14 Chd
Client	File kombinasi full.std	Date/Time 22-Feb-2009 17:41

Staad.Pro Query Steel Design

Beam no. 1



DESIGN STRENGTH (KIP,FT )

PNC	337.030	pnc	5.090
PNT	1147.960	pnt	0.000
MNZ	0.000	mnz	0.000
MNY	0.000	mny	0.000

Critical load (KG ,METE)

Load	53
Location	0.000
FX	2307.495 C
My	0.000
Mz	0.000

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
LRFD	PASS	0.015	COMPRESSION	134.867

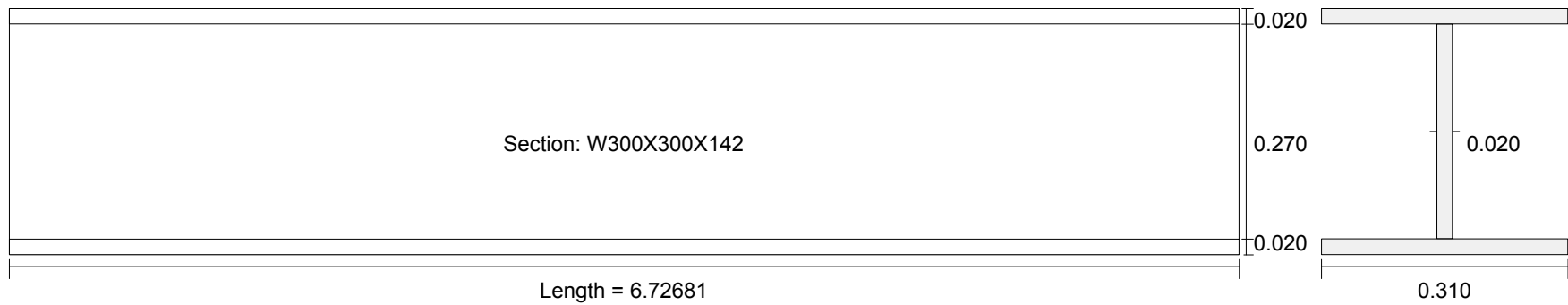


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No <b>1</b>	Rev
Part		
Ref		
By	Date 03-Jul-14	Chd
Client	File kombinasi full.std	Date/Time 22-Feb-2009 17:41

Staad.Pro Query Steel Design

Beam no. 19



DESIGN STRENGTH (KIP,FT )

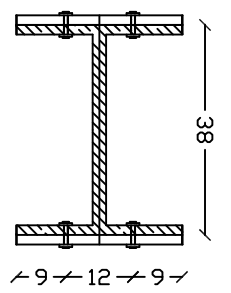
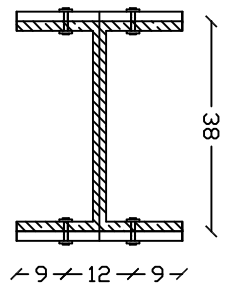
PNC	635.410	pnc	0.000
PNT	1147.960	pnt	141.500
MNZ	0.000	mnz	0.000
MNY	0.000	mny	0.000

Critical load (KG ,METE)

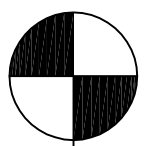
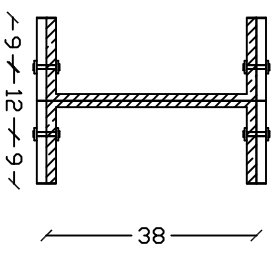
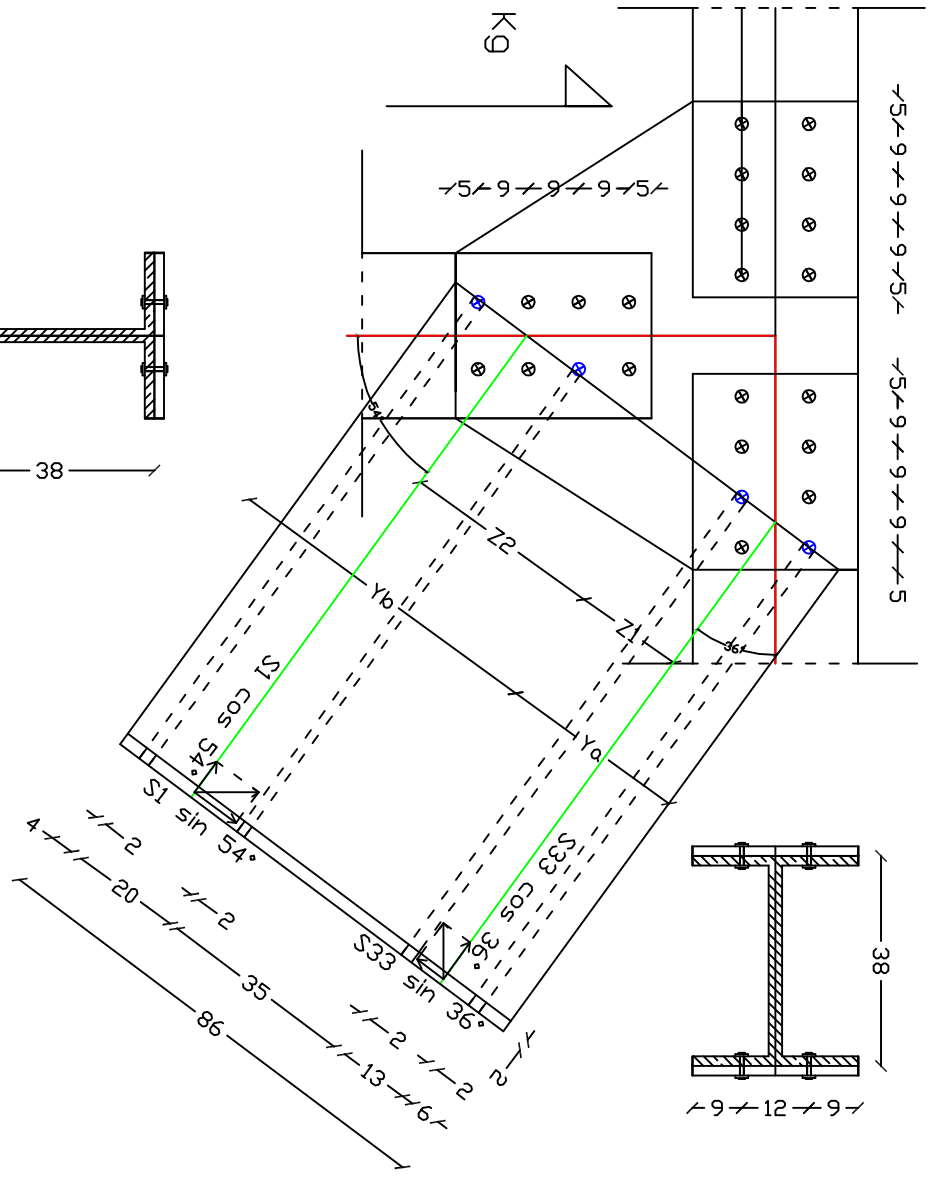
Load	34
Location	6.727
FX	64183.777 T
My	0.000
Mz	0.000

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
LRFD	PASS	0.123	TENSION	90.723

S15 = 388833 Kg     S33 = 388833 Kg

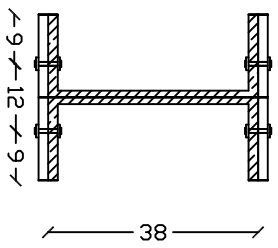


S1 = 4246 Kg

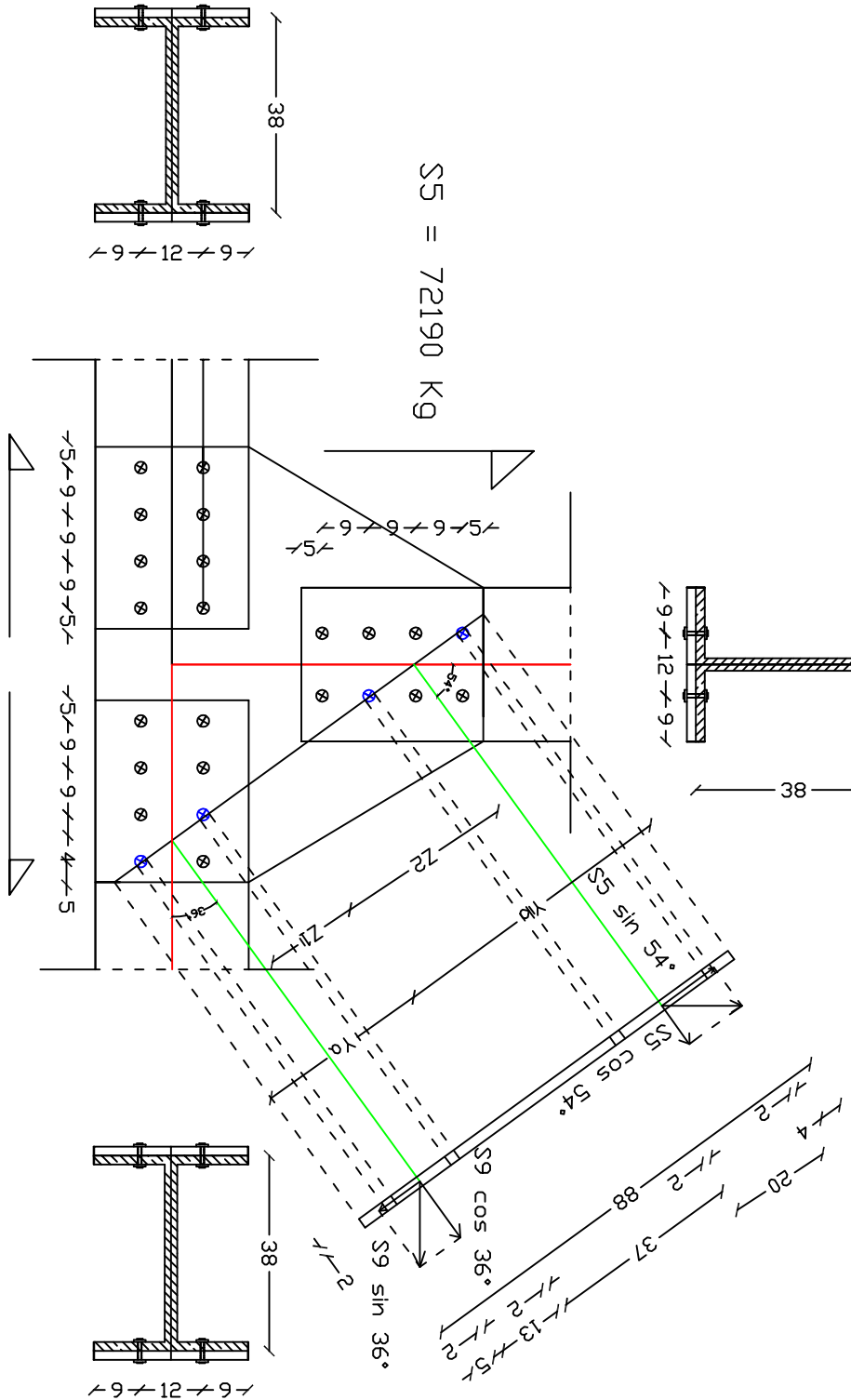


SAMBUNGAN GELAGAR INDUK (JOINT E)

Skala 1 : 15

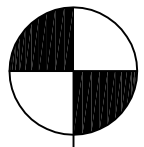


S5 = 72190 Kg



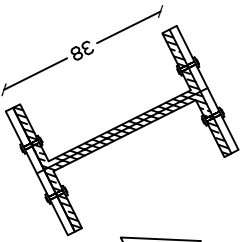
S10 = 139038 Kg    S9 = 63423 Kg

SAMBUNGAN GELAGAR INDUK (JOINT C)

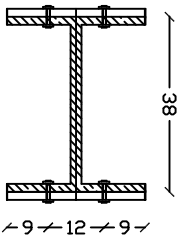


Skala 1 : 15

S16 = 46685 Kg

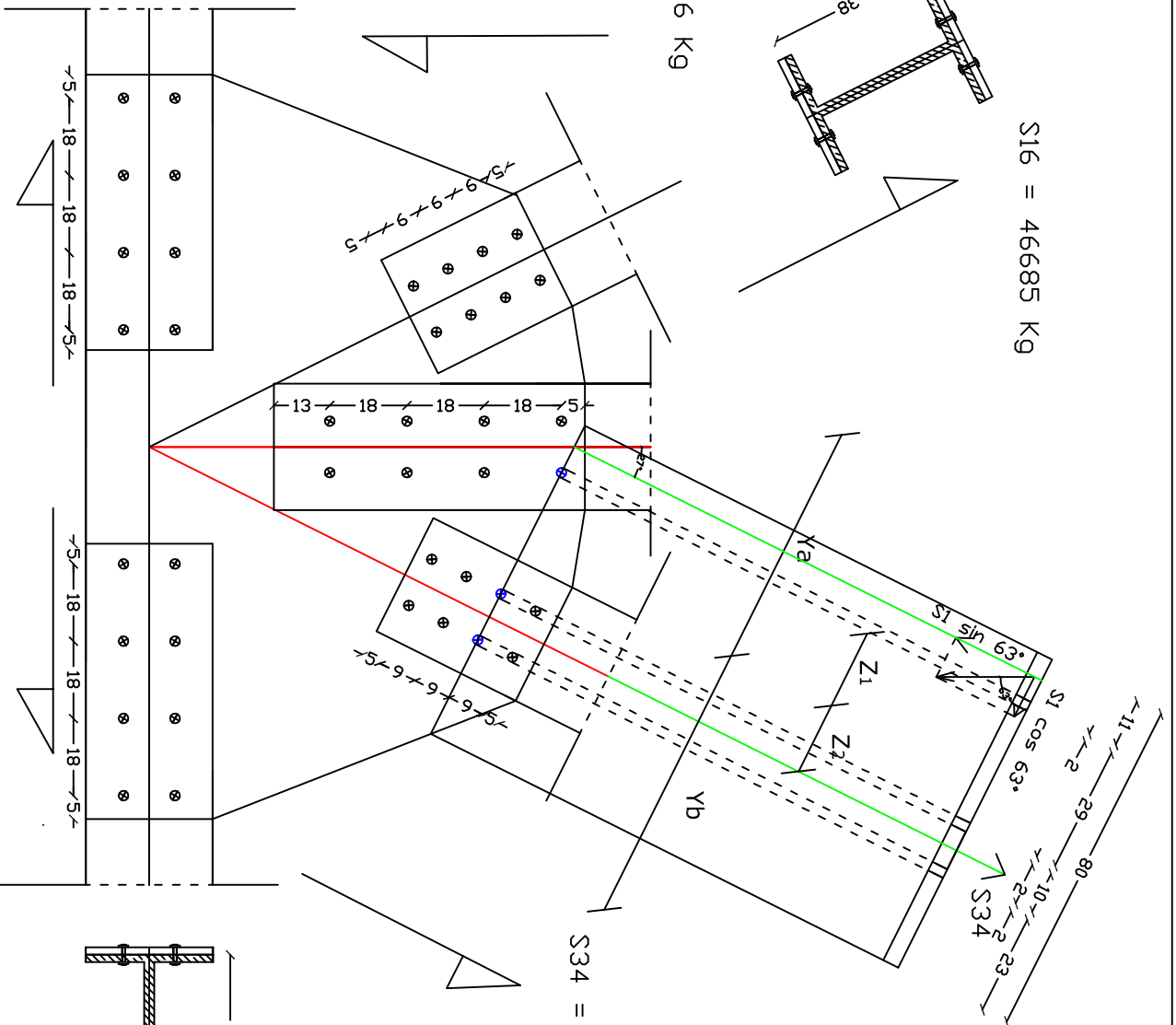


S1 = 4246 Kg

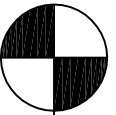
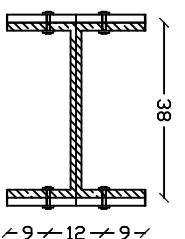


S6 = 62963 Kg

S24 = 629631 Kg

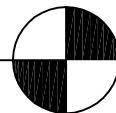


S34 = 46685 Kg



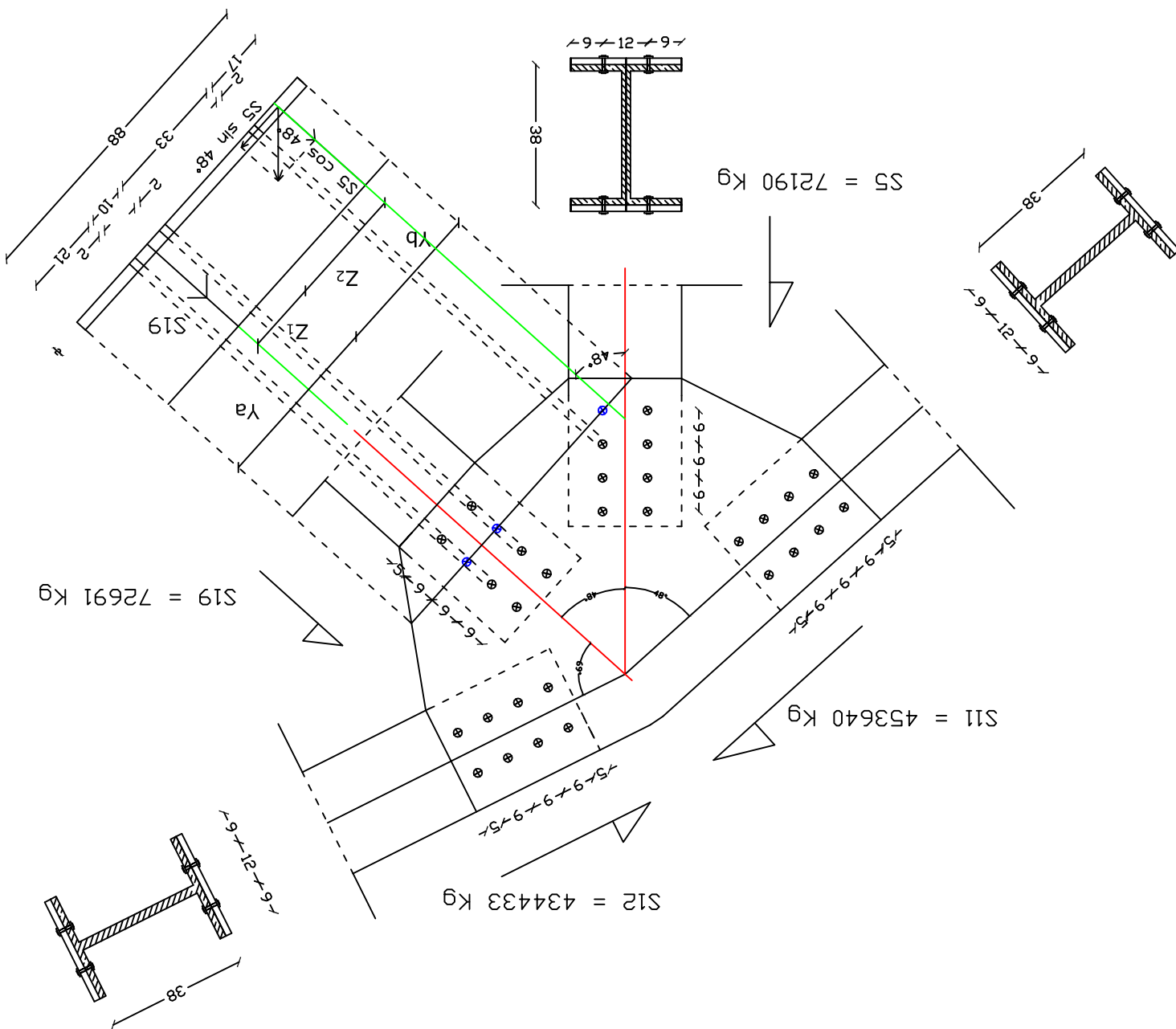
SAMBUNGAN GELAGAR INDUK (JOINT F)

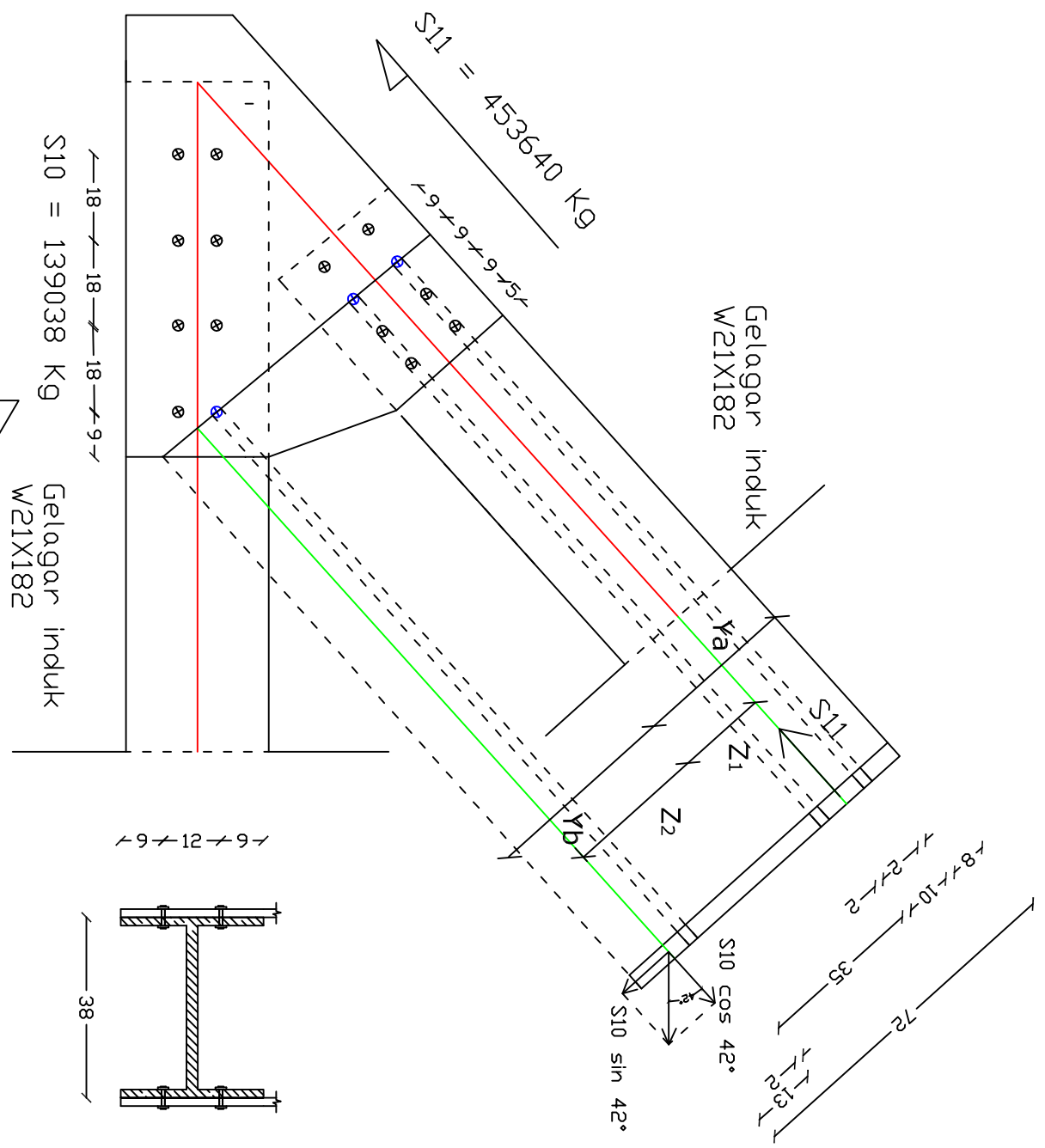
Skala 1 : 17



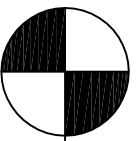
Skala 1 : 17

# SAMBUNGAN GELAGAR INDUK (JOINT B)



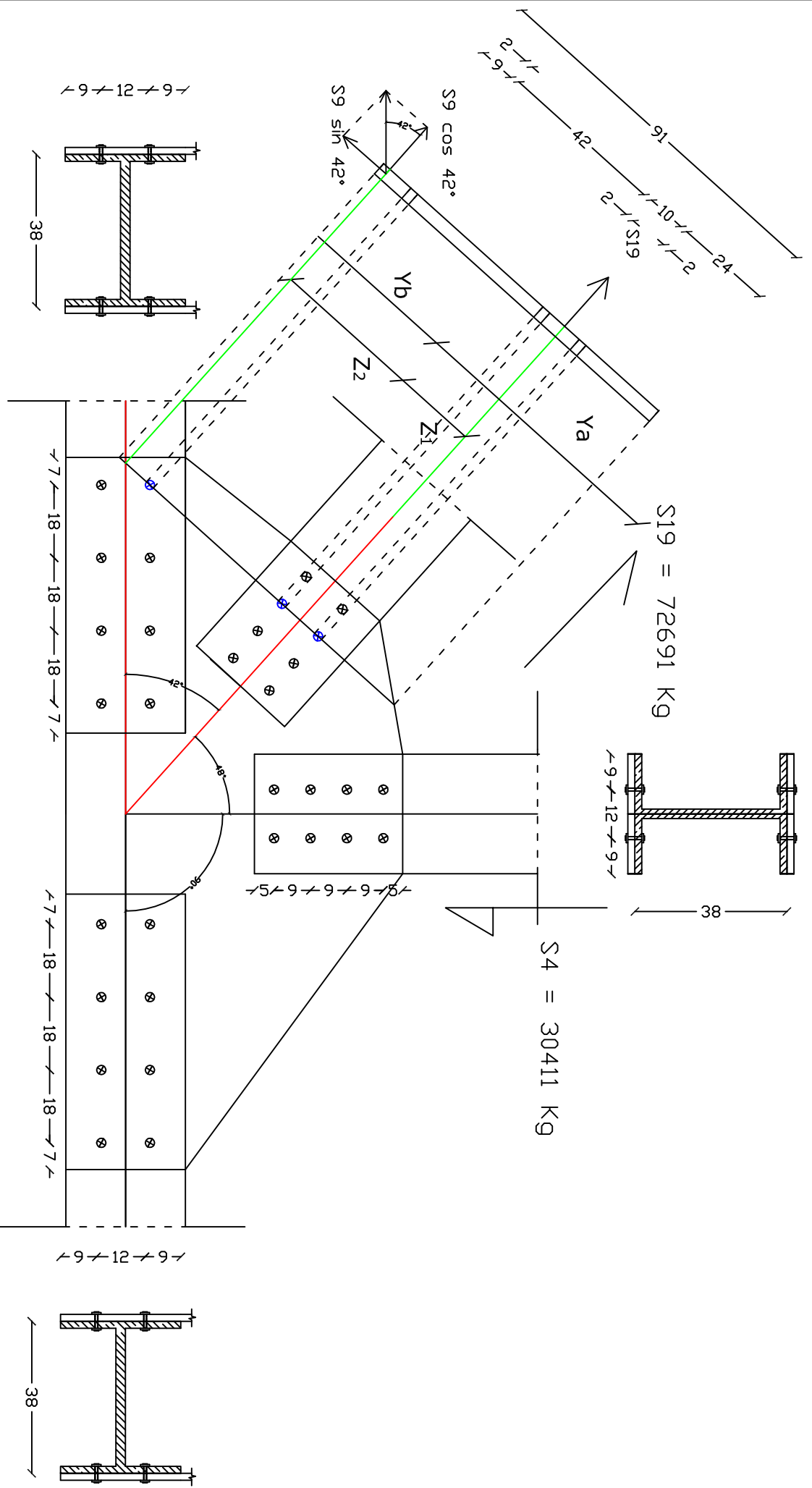


SAMBUNGAN GELAGAR INDUK (JOINT A)



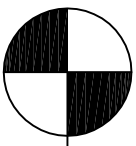
Skala 1 : 15

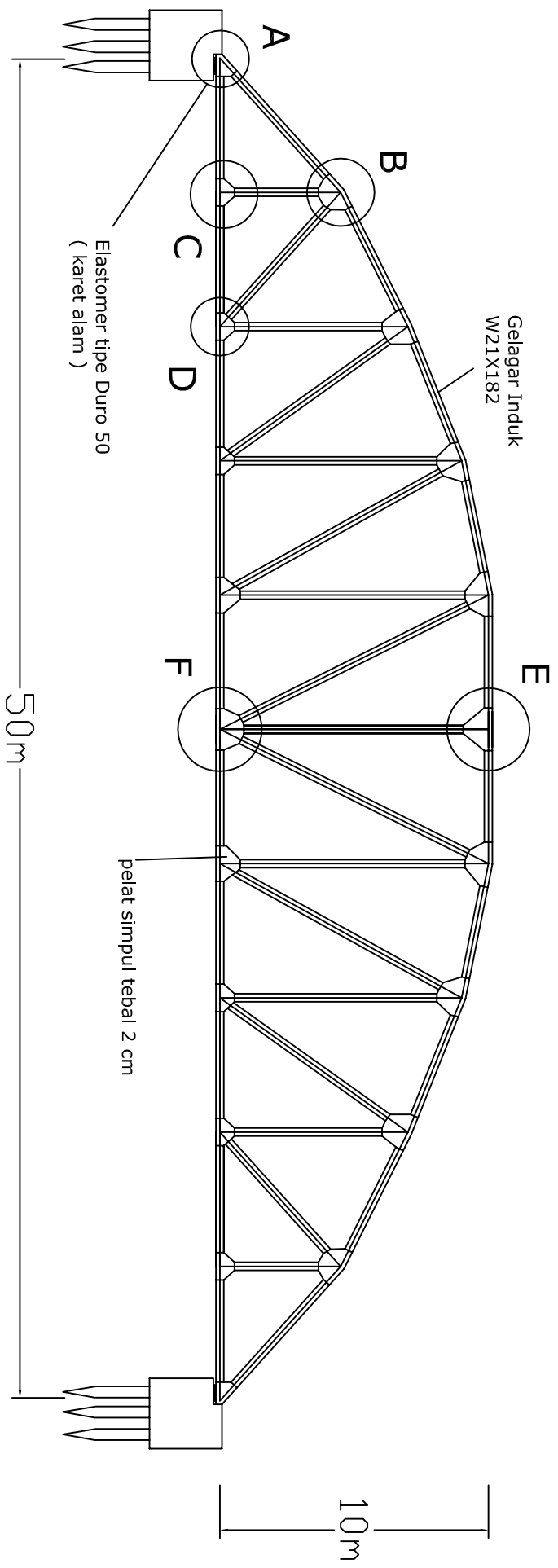




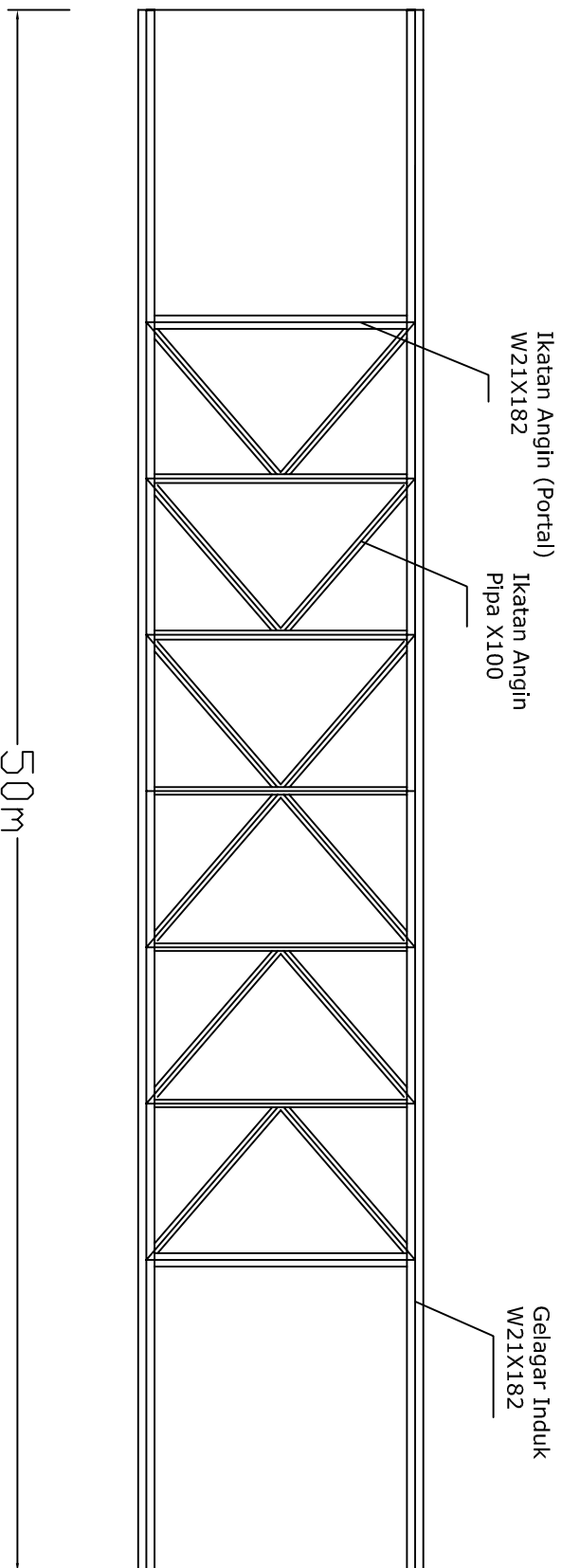
SAMBUNGAN GELAGAR INDUK (JOINT D)

Skala 1 : 15



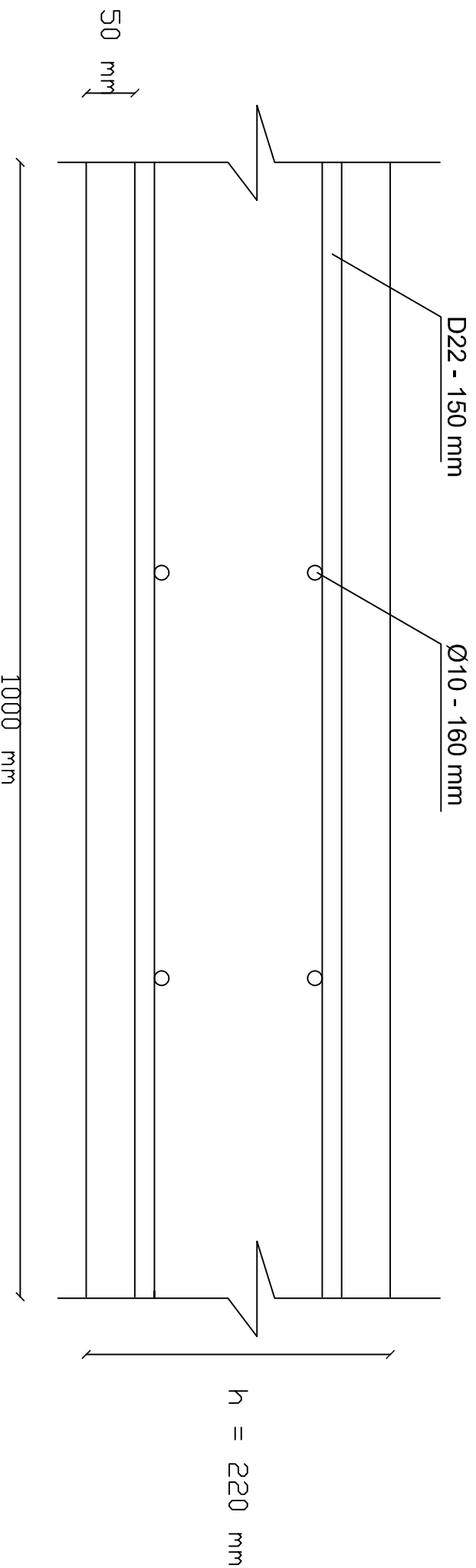


Gambar Jembatan Tampak Atas  
Skala 1 : 60

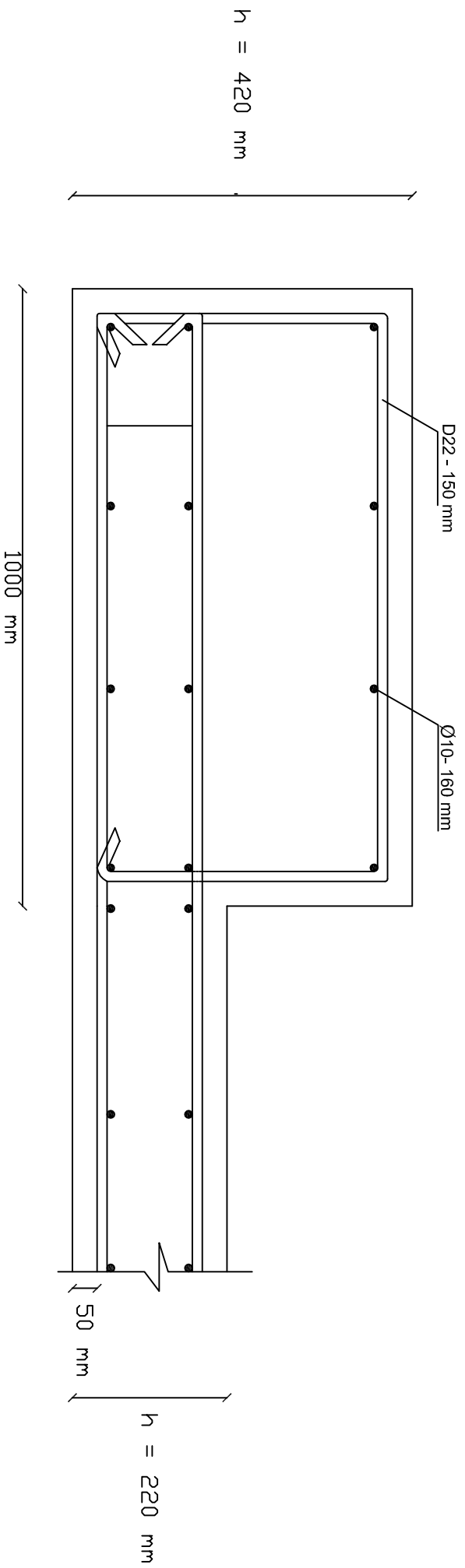


SAMBUNGAN GELAGAR INDUK (JOINT D)

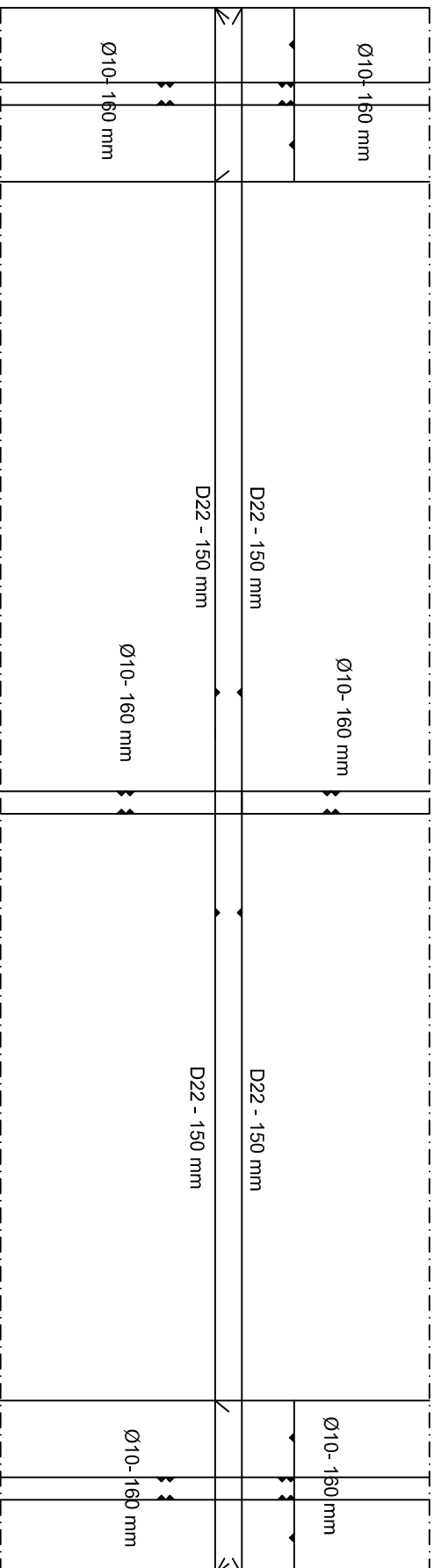
Skala 1 : 60



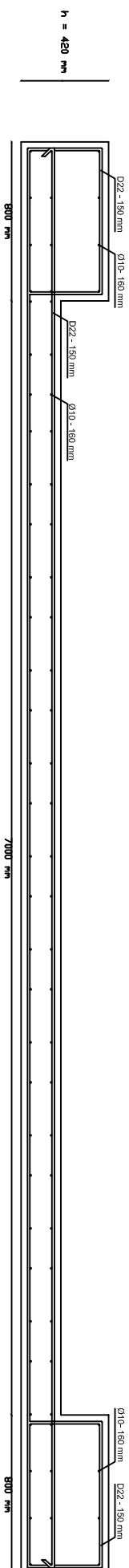
PENULANGAN PLAT LANTAI  
Skala. 1 : 5



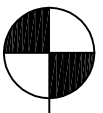
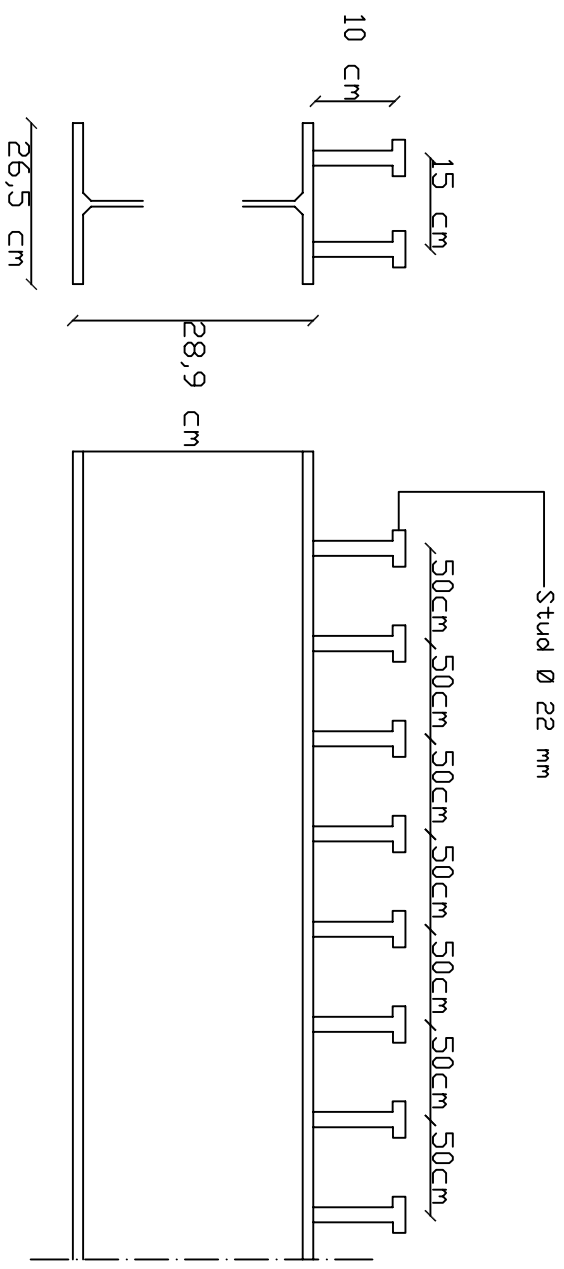
PENULANGAN TROTOIR  
Skala 1 : 5



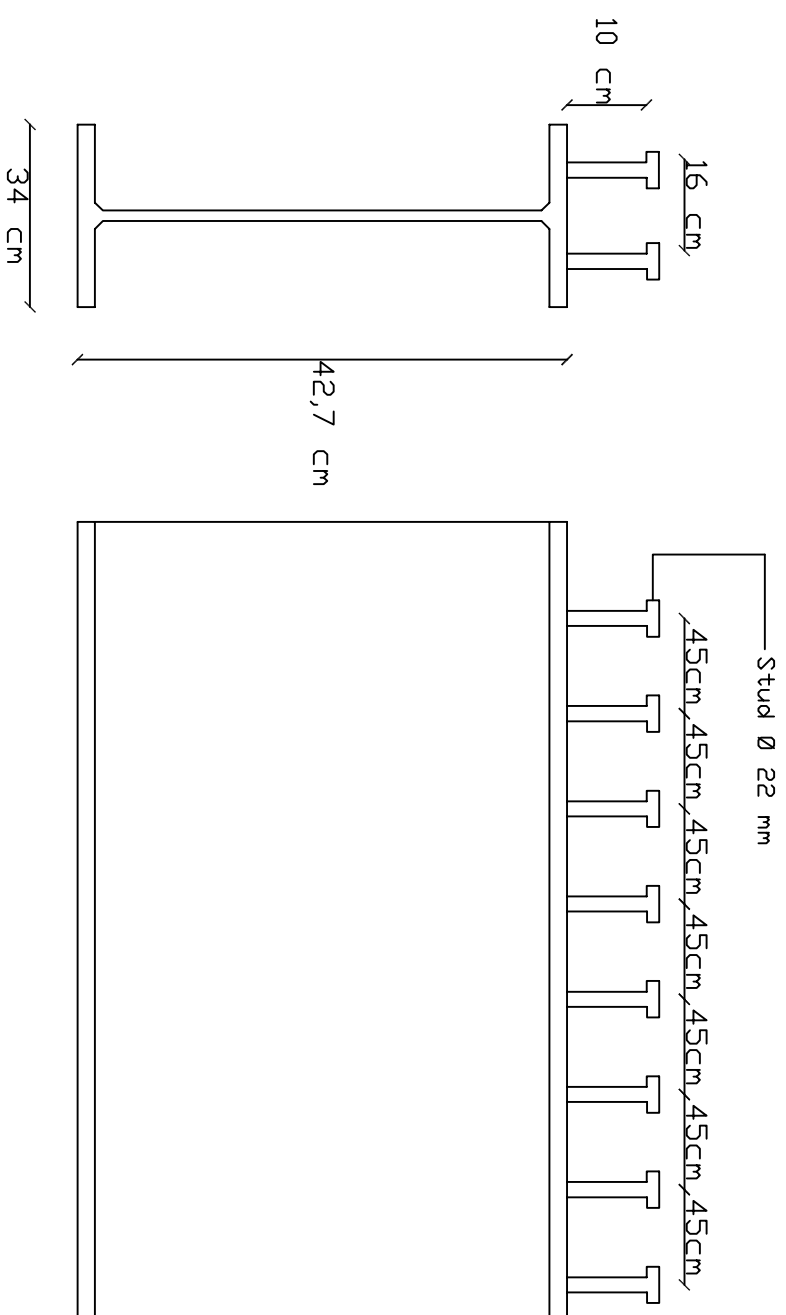
PENULANGAN PLAT LANTAI DAN TROTOIR  
Skala 1 : 10



PLAT LANTAI DAN TROTOIR  
Skala 1 : 10

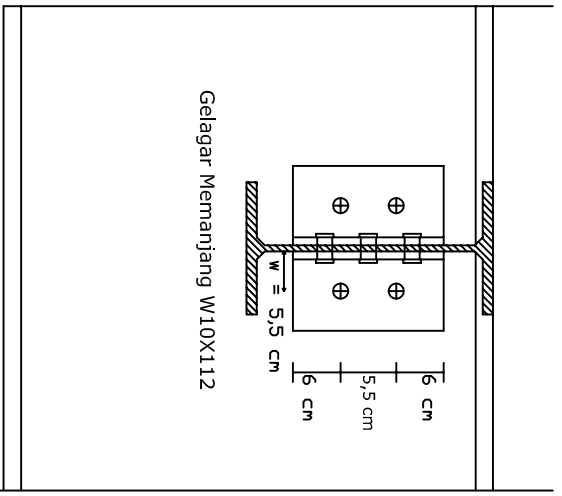
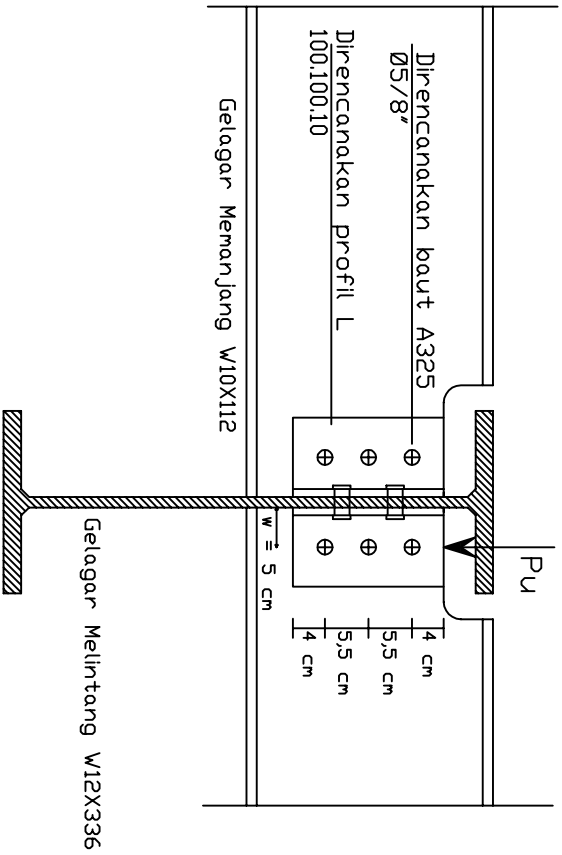


PEMASANGAN SHEAR CONNECTOR  
 ( GEL. MEMANJANG )  
 Skala 1 : 10



PEMASANGAN SHEAR CONNECTOR  
 ( GEL. MELINTANG )  
 Skala 1 : 10

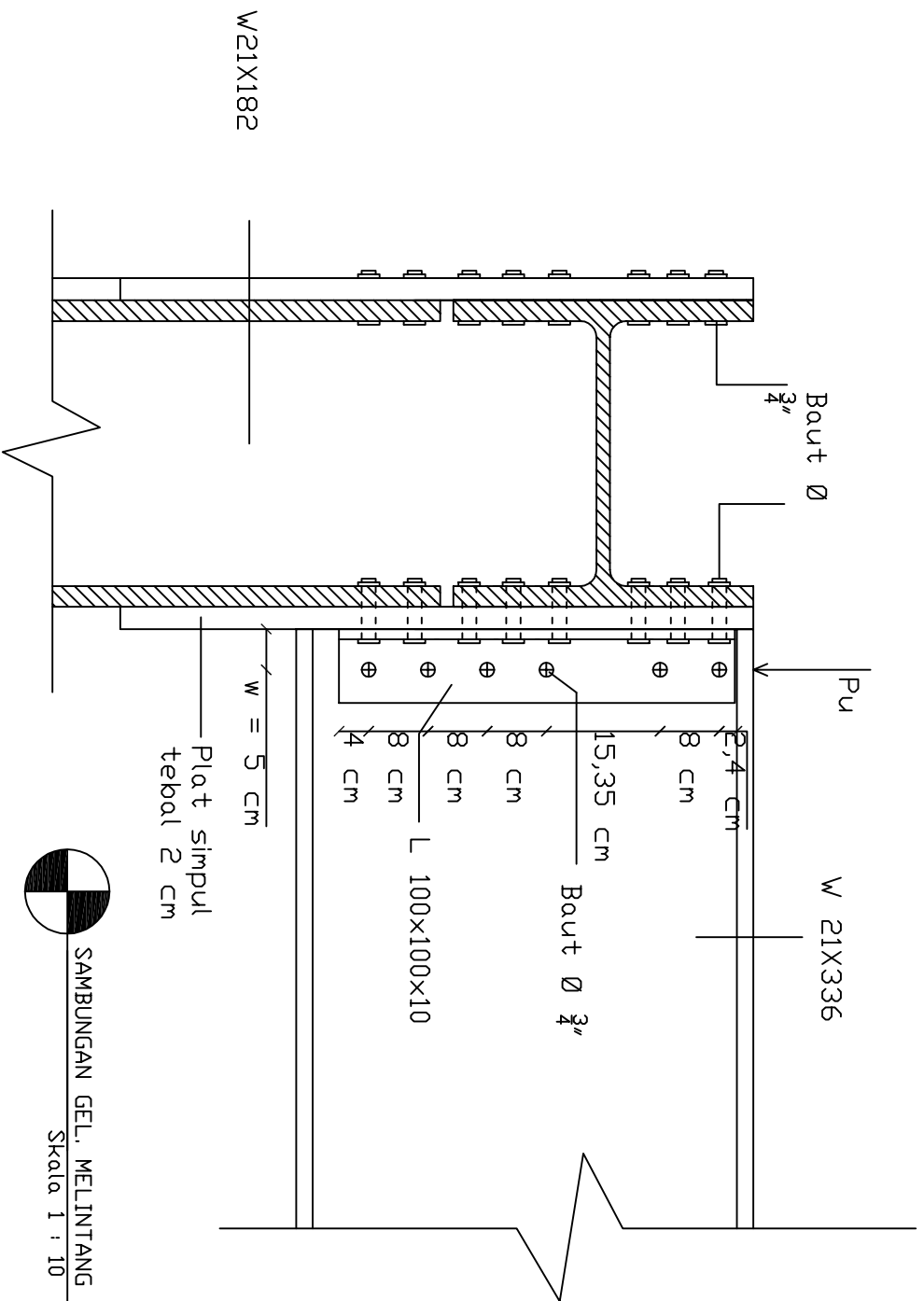




SAMBUNGAN GELAGAR MELINTANG  
 DENGAN GELAGAR MEMANJUNJANG



Skala 1 : 10



SAMBUNGAN GEL. MELINTANG DENGAN GEL. INDUK  
Skala 1 : 10